

ISSNe
2596-237X



ANAI
ENSUS

V.8, n.1
2020



ENSUS 2020

VIII Encontro de Sustentabilidade em Projetos:
Caminho para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
12 a 14 de maio de 2020

Apoio



MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO



Realização



Apoio Institucional



ORGANIZAÇÃO

Organizadores

Rachel Faverzani Magnago, Dr. (PPGCA/UNISUL)
Ana Regina de Aguiar Dutra, Dr. (PPGCA/UNISUL)
Lisiane Ilha Librelotto, Dra (PósARQ/UFSC)
Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. (EGR/UFSC)

Comissão Científica

Amilton José Vieira de Arruda, Dr. (PPGDesign - UFPE)
Ana Veronica Pazmino, Dra. (EGR - UFSC)
Anelise Leal Vieira Cubas, Dra. (PPGCA/UNISUL)
Rodrigo Rodrigues De Freitas (PPGA/ UNISUL)
Carlo Franzato, Dr. (PPGDesign - UNISINOS)
Ivan Luiz de Medeiros, Dr. (EGR/UFSC)
Miguel Aloysio Sattler, Dr. (NORIE/UFSC)
Regiane Trevisan Pupo, Dra. (EGR/UFSC)
Lisiane Ilha Librelotto, Dra (PósARQ/UFSC)
Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. (EGR/UFSC)
Rachel Faverzani Magnago, Dr. (PPGCA/UNISUL)

Estudantes

Diego Valdevino Marques (PPGCA/UNISUL)
Altamirano Mathias (VIRTUHAB, UFSC)
Ialê Ziegler Libanio da Silva (VIRTUHAB, UFSC)
Vitoria De Godoy Saciloto (UNISUL)

Design

Natália Geraldo (VIRTUHAB, UFSC)

FICHA CATALOGRÁFICA

ENSUS “Encontro de Sustentabilidade em Projeto” (VIII.: 2020 : Florianópolis, Anais [do] ENSUS 2020 - VIII “Encontro de Sustentabilidade em Projeto”/ Universidade Federal de Santa Catarina, realizado em 12, 13 e 14 de maio de 2020 - VIRTUHAB - Grupo de Pesquisa, (LAQUE - Grupo de Pesquisa convidado) ; [organizado por Lisiane Ilha Librelotto, Paulo César Machado Ferroli, Rachel Faverzani Magnago (editora convidada)]. Palhoça: UFSC/VIRTUHAB/UNISUL/LAQUE - 2020
411p (VOLUME 8, NÚMERO 1). ISSN 2596-237X

1. Sustentabilidade. 2. Projeto. 3. Arquitetura. 4. Design. 5. Engenharia.
I. Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC. VIRTUHAB - Grupo de Pesquisa. Universidade do Sul de Santa Catarina. UNISUL. LAQUE - Grupo de Pesquisa.
II. Ferroli, Paulo César Machado. III. Librelotto, Lisiane Ilha. IV. Rachel Magnago. IV. ENSUS 2020.

REVISORES

Adriane Shibata Dos Santos (UNIVILLE)
Adriano Heemann (UFPR)
Alessandra Devitte (UNIVALI)
Alexandre Toledo (FAU/UFAL)
Almir Santos Neto (UFSC)
Amilton José Vieira De Arruda (UFPE)
Ana Kelly Marinoski Ribeiro (UFSC)
Ana Lígia Papst de Abreu (IFSC)
Ana Paula Kieling (UFSC)
Ana Veronica Pazmino (UFSC)
André Canal Marques (UNISINOS)
Andre S. Francisco (MARITIMA)
Andréa Cristina Trierweiler (UFSC)
Andrea Jaramillo Benavides (IKIAM)
Anelise Leal Vieira Cubas (UNISUL)
Angela Do Valle (UFSC)
Anja Pratschke (FUSP)
Antonio Beraldo (UNICAMP)
Arnoldo Debatin Neto (UFSC)
Ayrton Bueno (UFSC)
Carla De Aguiar Neves(IFSC)
Carlo Franzato (UNISINOS)
Carlos Eduardo Ramoa (UNIVALI)
Carlos Fernando Machado Pinto (UNISUL)
Carlos Moraes (UNISINOS)
Cecília Prompt (MARGEM ARQUITETURA E BIOCONSTRUÇÃO)
Celia Neves (PROTERRA/TERRABRASIL)
Claudio Pereira de Sampaio (UEL)
Coral Michelin (UNIVERSIDADE ANHEMBI – MORUMBI)
Cristiano Alves (UFSC)
Cristina Colombo Nunes (UFSC)
Daiana Cardoso de Oliveira (UNISUL)
Deivis Marinoski (UFSC)
Denise Dantas (USP)
Edna Aparecida Nico Rodrigues (UFES)
Elza Cristina Santos (UFU)
Eugenia Kuhn (UNIRITTER)
Fabiane Fialho (FADERGS)
Fabiano Ostapiv (UFTPR)
Gabriel Cremona Parma (UNISUL)
Germannya Silva (UFPE)
Gerusa De Cássia Salado (UNICAMP)
Gilberto Ughini Carbonari (UEL)
Humberto Carvalho (UFSC)
Ingrid Scherdien (FEEVALE/FACCAT)

Isabela Espíndola (UFSCar)
Isadora Dickie (UNIVILLE)
Itamar Silva (UFMG)
Ivan Medeiros (UFSC)
Jacqueline Keller (UFSC)
João Candido Fernandes (UNESP)
Joel Dias Da Silva (FURB)
José Manuel Couceiro Barosa Correia Frade (ESAD/IPL)
Juliane Silva de Almeida (UFSC)
Kátia Valéria Marques Cardoso Prates (UFTPR)
Leonardo Correâ Malburg (ISEL)
Leticia Mattana (UFSC)
Liliane Chaves (UFF)
Lisandra De Andrade Dias (UFSC)
Lisiane Ilha Librelotto (UFSC)
Luana Torales Carbonari (UEL)
Luciana Lucena (UFRN)
Marcelo Gitirana Ferreira (UDESC)
Maria Luísa Leite (FUSP)
Mariana Kuhl Cidade (UFSC)
Marilia Gonçalves (UFSC)
Marina Medeiros Machado (UFOP)
Marli Everling (UNIVILLE)
Michele Fossati (UFSC)
Micheline Guerreiro Krause (UFSC)
Miguel Sattler (UFRGS)
Najla Mouchrek (VIRGINIA TECH)
Paola Egert Ortiz (UNISUL)
Patrícia Freitas Nerbas (UNISINOS)
Paulo César Machado Ferroli (UFSC)
Paulo Roberto Silva (UFPE)
Rachel Magnago (UNISUL)
Regiane Pupo (UFSC)
Renata Priore Lima (UNIP)
Ricardo Straioto (UFSC)
Rita Engler (UEMG)
Roberta Menezes (UFSC)
Roberto Angelo Pistorello (IFSC)
Rodrigo de Freitas (UNISUL)
Rogério Cattelan Antochaves de Lima (UFSC)
Rosilaine Isoldi (UFPEL)
Rúbia Carminatti Peterson (UNESC)
Simone Perroni Mazon (UNISUL)
Tomás Queiroz Ferreira Barata (UNESP)
Vanessa Casarin (UFSC)
Viviane Nunes (UFMG)

EDITORIAL ENSUS 2020

Esses volumes reúnem os artigos aprovados para a oitava edição do ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto. O evento foi concebido para proporcionar momentos de reflexão e discussão sobre um dos temas mais atuais e recorrentes de nossos dias. Ainda mais em nossos recentes dias, nunca a sustentabilidade mereceu tanta atenção.

A edição do ENSUS 2020 sem dúvida entra para a história. Por diversos motivos. É a primeira edição que a coordenação geral dos trabalhos foi assumida por outra instituição que não a dos idealizadores do evento. O ENSUS já aconteceu em outras paragens, mas as condições que antecederam a realização do ENSUS no ano de 2019 exigiram que o evento assumisse um novo modelo. Quer pelo fôlego necessário para realização de um evento anual, onde um ciclo nem terminou e o outro já está começando. Quer pelo afastamento para pós-doutoramento em Portugal de seus idealizadores.

Desta forma, o ENSUS 2020 foi um evento organizado à distância, em toda a sua jornada, iniciada em Maio de 2019, quando aconteceram as primeiras reuniões de organização para passagem do bastão. O *Know-how* adquirido com as sete edições anteriores, permitiu a composição do modelo que hora replicamos: a identidade visual, modelos de submissão, templates de apresentação e rotinas de funcionamento estão de tal forma consolidadas que facilitam muito os trabalhos. A UNISUL, na figura de Rachel Faverzani Magnago e Ana Regina Dutra, aceitou a incumbência que realizou com maestria, a ser comprovada, esperamos, nos próximos dias a partir deste que marca o início do evento.

Muitas videoconferências e conversas de *whatsapp* nos conduziram até este momento, onde os nossos esforços serão validados. E não foi sem contratemplos.

O maior deles, nem precisamos mencionar. A pandemia Covid-19 sequer poderia ser cogitada. Quem de nós, além de Raul Seixas, poderia imaginar o dia em que a terra parou? A pandemia colocou a equipe organizadora frente ao desafio de enveradar por caminhos inusitados e nos empurrou rumo a realização do evento também à distância. Nada mais sustentável!!!

Entre prós e contras que vão da definição da tecnologia e suas incertezas, possibilidades mil de realização, mudanças de rubricas de despesas e outras tantas questões que tiveram de ser decididas sem que tivéssemos respostas claras, a organização do ENSUS encarou mais este desafio.

O principal motivo: a esperança! De dias melhores, de que o nosso esforço pudesse motivar outros. Tudo para transmitir a mensagem que a vida deve continuar frente às

adversidades. De que o tripé da sustentabilidade, econômico, social e ambiental, nunca foi tão evidente. Vemos uma crise social sem precedentes que atingiu a saúde e o estilo de vida das pessoas. Que sem dúvida vêm para modificar comportamentos e os modos como interagimos em comunidade. Assistimos uma crise econômica abalar a todos. Vemos os vulneráveis ainda mais fragilizados, enquanto acompanhamos sua derrocada do alto de nosso conforto, mesmo que tentemos minimizar, de uma forma ou de outra seu sofrimento.

Por outro lado, o meio ambiente se recupera e a fauna reconquista seu espaço nas ruas desertas. As águas tornam-se cristalinas e cheias de vida novamente. Nosso céu se torna mais límpido, talvez para nos renovar naquela esperança. Ou talvez, simplesmente para nos dizer que nossa prosperidade, da forma como estamos conduzindo as coisas, significa a doença da natureza. E que o contrário lhe fornece perspectivas de recuperação. No mínimo é um alerta que nos indica que voltar ao normal talvez não seja mais uma opção. Nos mostra que podemos viver de uma forma diferente. Que devemos entender nossa insignificância frente ao poder da natureza e sermos menos destrutivos. Que podemos consumir menos. Tudo isso nos mostra que precisamos nos reinventar. Assim como fizemos com o evento deste ano.

A partir desta reflexão, apresentamos nesse compêndio, uma série de artigos nos mais diversos temas. São 153 artigos aqui publicados, que serão apresentados de forma oral ou em pôsteres. São pesquisas realizadas em todo o Brasil e no exterior, dedicadas a superar o desafio do desenvolvimento sustentável.

Daqui colheremos os frutos que poderão conduzir a espécie humana a um novo paradigma: o de viver em harmonia com nossa casa, o planeta Terra.

Com esse pensamento otimista, desejamos a todos um ótimo evento e uma boa leitura.

SUMÁRIO – ANAIS VOLUME I

Título e Autores	Páginas
Sensoriamento remoto aplicado à classificação de zonas climáticas locais. Camila Amaro De Souza, Antonio Paranhos Filho e Eliane Guaraldo. UFMS.	9-20
Resposta brasileira aos refugiados venezuelanos desabrigados - estudo de caso de um abrigo temporário em Boa Vista, Roraima. Luana Carbonari e Lisiane Librelotto. UFSC.	21-33
Soluções urbanas sustentáveis: uma avaliação a partir de indicadores de densidades, água e esgoto em município de pequeno porte. Alline Silva, Márcia Stein, Daniela Baptista e Miguel Sattler. UFRGS.	34-45
Análise comparativa da vegetação urbana e o seu impacto no conforto térmico na escala local. Caso do Distrito Federal – DF. Bárbara Silva e Caio Silva. UnB.	46-56
Estudo para elaboração e construção de abrigo emergencial para refugiados no Brasil. Patrick Silva, Larissa Rocha, Bruna Gomes, Alessandra Bueno, Sara Nogueira, Paula Gitahy e Luciana Figueiredo. UFRJ.	57-68
Proposta de adaptação de tecnologias da indústria 4.0 para auxiliar no reuso da água nas indústrias. Ana Mariele Domingues, Jacqueline A. B. Franco, Nelson A. Africano e Rosane A. G. Battistelle. UNESP.	69-80
Ambiência Urbana: Levantamento e análise de dados da área central de uma cidade de médio porte. Sidnei Matana Júnior, Mirian Carasek e Juan José Mascaró. UPF.	81-92
Projeto regenerativo como base para a elaboração de diretrizes de planejamento urbano em Campus Universitário. Fábio Pedroso Dias e José Ripper Kós. UFSC.	93-104
Construções com tubos de papelão: um estudo dos sistemas construtivos durante 2007-2017. Nathalia Schimidt Dias e Gerusa De Cássia Salado. UNICAMP.	105-116
Sustentabilidade em Projetos: Análise dos Indicadores da Certificação LEED na Edificação JBZ localizada em Porto Alegre/RS Gediel da Silva, Acsiel Budny, Yasmim Sincak, Andréia Balz e Andriéli Lizandra Hoeckel Kuschel. UNIJUI.	117-128
Revisão bibliométrica da certificação ambiental LEED-ND com vistas ao desenvolvimento de bairros sustentáveis. Rafael Lublo e Arnaldo Debatin Neto. UFSC.	129-140
Escola Mandacaru e o brotar da vida nos espaços públicos: proposta de integração urbana para o bairro da Levada, em Maceió - AL. Anne Kalyne Barros de Oliveira, Isabela Florenço de Castro e Maria Clara Catão Barbosa. UNIT.	141-152
A importância do estudo de insolação e de ventilação no processo do projeto arquitetônico. Amanda Caroline Nisz Witiuk, Gabriela Fernandes Justus, Laís Da Silva Pereira e Americo Hiroyuki Hara. UDESC.	153-165
Competência da criatividade para o desenvolvimento econômico sustentável no design de interiores. Pedro Rocha Sousa Filho e Ana Lúcia A. de O. Zandomeneghi. UFMA.	166-178
Eficiência energética e a padronização de edificações públicas catarinenses. Ana Lígia Papst De Abreu, Marina Espíndola Amorim, Rafael Takeshi Hayashi Feuerharmel e Julien Morello. IFSC; CESI La Rochelle (França).	179-186
Implantação de um sistema de captação de água da chuva para o abastecimento de uma casa popular em Brusque – SC. Igor Schlindwein e Tamilly Roedel. UNIFEBE.	187-198
CERES – Centro de Estudos Regenerativos e Sustentabilidade: um projeto que promove a educação ambiental. Márcia de Moraes Stein, Daniela Tatsch Baptista, Alline Gomes Lamenha E Silva, Guilherme Almeida Souza e Miguel Aloysio Sattler. UFRGS.	199-210
Análise da viabilidade econômica de implantação de um sistema de energia fotovoltaico no bloco D do Centro Universitário de Brusque – UNIFEBE. Emanuel Pieper Junior e Tamilly Roedel. UNIFEBE.	211-222
Guia de Estratégias Bioclimáticas para Projetos Arquitetônicos no Clima Quente e Úmido. Anneli Maricielo Cárdenas Celis, João Vitor Vieira Pereira e Matheus Ferreira Moreira. ULISBOA e UNIFAP.	223-233
Análise do edifício sede Sinduscon – BA, certificado pelo IPTU Verde Salvador. Gabriella de Carvalho. MACKENZIE.	234-245

Inovação e Sustentabilidade através de Culturas Construtivas Tradicionais em Arquiteturas de Grife. Luisa Amanda de Macedo Lima e Rubenilson Brazão Teixeira. UFRN.	246-257
ACV através da DAP: Estudo de caso da cal produzida em Portugal para incorporação em argamassas. Bruna Souza Silva, Chesman Lima Feitosa, Jonathan Souza, Lisiane Ilha Librelotto e Helena Maria Galha Bártolo	258-271
Análise da Mobilidade Urbana da Cidade de Ijuí/RS: Viabilizando o Desenvolvimento Sustentável. Matheus Mendonça da Rocha, Clara Lazzarin de Sá, Laura Barbosa de Jesus e Tenile Rieger Piovesan. UNIJUI.	272-282
Proposta de Intervenção em Espaço Público- Estudo Acerca da Arborização Urbana da Praça Storch em Ijuí/RS. Matheus Mendonça da Rocha, Clara Lazzarin de Sá, Betina Gruetzmann Fenner e Tenile Piovesan. UNIJUI.	283-294
Avaliação da Funcionalidade Arquitetônica em habitações de dimensões reduzidas de Florianópolis. Cláudia Vasconcelos, Fernando Barth e Lisiane Ilha Librelotto. UNIFESPA e UFSC.	295-306
Proposta de Projeto Arquitetônico para uma Residência Unifamiliar em Teófilo Otoni/MG sob os Aspectos Ambientais de Conforto Térmico. Iara Ferreira de Rezende Costa, Fernanda Andrade Dutra, Mariane Nunes Mendes e Alcino de Oliveira Costa Neto. UFVJM.	307-318
Avaliação de conforto visual em um ambiente de escritório open plan: um estudo de caso. Fernando Da S. Almeida, Mariane P. Brandalise, Emeli L. A. da Guarda, Alexandra M. Cella e Daniela Barbim. UFSC.	319-330
Proposta de Habitação Temporária para Minas Gerais: Análise do Processo Projetual para Situações de Emergência. Karine R. Pompermayer, Mariana Zibetti e Jorge D. De M. Moura. UEL.	331-342
Síntese da experiência no planejamento de trilhas ecológicas caso sobre a trilha do vigia no sudeste do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. Giancarlo Zacchi e Gilberto Paula. UFSC.	343-357
Estudo da etnobiologia e intervenções antrópicas da população ribeirinha na barragem cachoeira, município de aurora-ce, como forma de proteção do bioma local. Sayro Rhuan Santos Luna, Gastão Coelho Filho Aquino e Dario Oliveira Neto. IFPB.	358-366
Acessibilidade e Sustentabilidade em Projeto Inclusivo para Parque Infantil Escolar. Aline Eyng Savi, Elaine Gugliemi Pavei Antunes, Rúbia Carminatti Peterson, Gláucia Regina Marchesan e Taianara Calabrez. UNESC.	367-376
Proposição de projeto de cafeteria móvel e cafeteria à placa solar: uma revitalização sustentável. Ana Carolina Reis Lozovey, Flávia Cauduro, Luísa Reis Lozovey e Rian Cassio. UNIVALI; UNESC e UFSC.	377-388
Abordagem de Edificação Residencial do Município de Teófilo Otoni/MG sob a perspectiva da Análise Dimensional e do Conforto Ambiental. Iara de Rezende, Milena Celestino de Oliveira, Thaís Mayara Rodrigues Gomes, Lavínia Fernandes Lima e Alcino de Oliveira Costa Neto. UFVJM.	389-400
O uso de software BIM para o cálculo da energia incorporada em edificações. Helena Fernanda Graf, Leandro Gouvêa, Henrique Carvalho e Sérgio Scheer.	401-410

SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À CLASSIFICAÇÃO DE ZONAS CLIMÁTICAS LOCAIS

REMOTE SENSING APPLIED TO CLASSIFICATION OF LOCAL CLIMATE ZONES

Camila Amaro de Souza, Doutora, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

arq.camila.amaro@gmail.com

Antonio Conceição Paranhos Filho, Doutor, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

toniparanhos@gmail.com

Eliane Guaraldo, Doutora, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

arq.artes@gmail.com

Resumo

Monitoramento das características térmicas intra-urbanas representativas é uma tarefa difícil devido à complexidade do terreno urbano (OKE, 2004). As características de áreas urbanizadas podem ser quantificadas por diferentes métodos. Um deles é o sistema de classificação LCZ (Local Climate Zones) que descreve as condições físicas de uma determinada área com escala considerada local. É constituído de aplicação com padronização universal e relativamente fácil baseada em aspectos geométricos, propriedades térmicas e de radiação da superfície. O objetivo desta pesquisa é caracterizar a paisagem urbana e entorno rural da cidade de Campo Grande (Centro-Oeste, Brasil) utilizando adaptação do método LCZ. Como resultado, seis classes construídas foram detectadas e descritas a partir das modelagens: 2 – compacta de média elevação, 3 – compacta de baixa elevação, 4 – aberta de alta elevação, 6 – aberta de baixa elevação, 8 – grandes construções de baixa elevação, 9 – construção esparsa. O método pode ser utilizado em qualquer área urbana se os dados de entrada necessários estiverem disponíveis.

Palavras-chave: Mapa climático; Conforto térmico; SIG; Brasil.

Abstract

Monitoring of representative intra-urban thermal features is a difficult task due to the complexity of urban terrain (OKE, 2004). The characteristics of urbanized areas can be quantified using different methods, including the classification system of Local Climate Zones (LCZs), which describes the local-scale physical conditions of a given area. It is applied, with universal and relatively easy standardization, based on geometric, thermal and radiative surface properties. This study aims to characterize the urban and rural areas of the municipality of Campo Grande (Midwest region, Brazil) using an adaptation of the LCZ method. Results from the modeling detected the following six built types: 2 - compact midrise, 3 - compact low-rise, 4 - open high-rise, 6 - open low-rise, 8 - large low-rise, 9 - sparsely built. This method can be used in any urban area if the required input data is available.

Keywords: climate mapping, thermal comfort, GIS, Brazil.

1. Introdução

A rápida expansão urbana global faz com que ações adaptativas sejam necessárias nas cidades. Pesquisas sobre o impacto dos efeitos das mudanças climáticas devido ao aquecimento urbano local (caracterizada por ilhas de calor urbanas) permanecem com dificuldades quanto às análises computacionais e paramétricas, bem como cálculos estatísticos que envolvam modelos climáticos com as características específicas das cidades (EMMANUEL; LOCONSOLE, 2015).

A situação está em constante evolução (STEWART, 2011a; HEBBERT e JANKOVIC, 2013) mas muito ainda precisa ser feito para amenizar o efeito de ilha de calor urbana (ICU) e utilizar técnicas de mitigação de ICU como parte da adaptação às mudanças climáticas locais.

A expansão urbana de Campo Grande, localizada no centro do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil (Figura 3 – Área de Estudo) está inserida nesse cenário de alterações espaciais, de densidade, alterações metabólicas e consequentemente, térmicas.

Os diferentes tipos de uso e ocupação do solo, associados às características do relevo, de presença ou ausência de corpos d'água, arborização e outros fatores, provocam mudanças na qualidade ambiental, que se materializam de diversas maneiras e uma destas diz respeito à atmosfera urbana (MASSON *et al.*, 2014; MIDDLE, 2014).

Diante da situação atual, a classificação da paisagem “*Local Climate Zones*” (LCZ) (STEWART, 2011a; STEWART e OKE, 2012), ou zonas climáticas locais, surge como um método de ordenação da paisagem urbana a partir de classes e subclasses, cada uma com o mesmo número de propriedades físicas e radiativas analisadas.

Cada zona recebe uma denominação e uma sigla, e é ordenada por propriedades como: altura e rugosidade dos elementos. Revela-se como uma maneira de classificar a paisagem dos ambientes climáticos intraurbanos, aferindo a variação de temperatura entre cada zona climática local (ΔT LCZ) (STEWART, 2011a).

A classificação da paisagem urbana aqui utilizada é uma simplificação da variedade de situações encontradas nos ambientes urbanos, composta por arranjos entre vários elementos urbanos: edifícios, vias, vegetação, solos, rocha, e água, cada um em diferentes quantidades e distribuição. Esta simplificação reduz todos estes arranjos em 17 padrões reconhecíveis, 10 relacionados a tipologias construtivas e 7 relacionados a cobertura do solo. A classificação ainda conta com uma classe para zona industrial e 4 subclasses para ocorrências sazonais como neve ou solo alagado.

De acordo com o autor (STEWART, 2011a), o esqueleto do sistema tem como apoio dados coletados e dados de observação, além de relações numéricas, e as nomenclaturas de cada Zona são chamadas de *Local Climate Zones* (LCZ), pelo fato de serem locais na escala de análise, climáticas devido às propriedades (físicas e radiativas) estudadas e zonais no aspecto de distribuição espacial.

As propriedades físicas (geométricas e de cobertura superficial) do método LCZ são as seguintes:

- 1: Relação da quantidade de hemisfério do céu visível a partir do nível do solo até a de um hemisfério desobstruído;
- 2: Relação média entre altura e largura dos cânions das ruas (LCZs 1–7), espaçamento entre edifícios (LCZs 8–10) e espaçamento das árvores (LCZs A – G);
- 3: Relação entre a área do plano de construção e a área total do plano (%);
- 4: Relação entre a área do plano impermeável (pavimentada, rocha) e a área total do plano (%);
- 5: Relação entre a área do plano permeável (solo nu, vegetação, água) e a área total do plano (%);
- 6: Média geométrica de alturas de construção (LCZs 1–10) e alturas de árvores / plantas (LCZs A – F) (m);
- 7: Classificação de rugosidade efetiva do terreno (z_0) para paisagens da cidade e do país (DAVENPORT et al., 2000).

Os valores de propriedades térmicas, radiativas e metabólicas para as zonas climáticas locais são os seguintes:

- 1: Capacidade da superfície para acumular ou liberar calor ($J \cdot m^{-2} \cdot s^{-1/2} \cdot K^{-1}$). Varia com a umidade do solo e densidade do material;
- 2: Relação entre a quantidade de radiação solar refletida por uma superfície e a quantidade recebida por ela. Varia com a cor da superfície, umidade e rugosidade.
- 3: Densidade média anual do fluxo de calor ($W \cdot m^{-2}$) da combustão do combustível e da atividade humana (transporte, refrigeração / aquecimento do espaço, processamento industrial, metabolismo humano), varia significativamente com a latitude, estação e densidade populacional.

A elevada rugosidade nas áreas urbanas leva a uma diminuição da velocidade média do vento regional e o fluxo de vento é direcionado para a zona de menor pressão (OKE, 1987). Sendo assim, a rugosidade da superfície é um conceito importante para trabalhar com pesquisas descritivas e preditivas a respeito do comportamento dos ventos em determinada superfície.

Grimmond e Oke (1999), realizaram um estudo com a finalidade de determinar a rugosidade em diferentes tipos de cidades. Uma de suas referências foi a metodologia de Davenport (1960; 1967). Já Stewart e Oke (2012) empregaram a classificação de rugosidade efetiva do terreno de Davenport et al. (2000) em suas análises de correspondência com as zonas climáticas locais (LCZ).

A primeira etapa desta classificação consiste em elaborar fichas técnicas descritivas das características físicas e radiativas dos diferentes ambientes intraurbanos a partir de adaptação de Stewart e Oke (2012).

Este artigo tem como objetivo geral analisar as diferentes zonas climáticas locais de Campo Grande a partir da adaptação da metodologia de Stewart (2011a). Os objetivos específicos são: sistematizar os dados de modo a adequá-los à situação da cidade estudo de aplicação; identificar as zonas climáticas locais da cidade de Campo Grande – MS; elaborar fichas técnicas inéditas para cada zona climática local da cidade com os mesmos critérios (físicos e de radiação) de análise para cada zona, servindo como ferramenta de gestão urbana e ambiental na região centro-oeste.

2. Material e Métodos

A rápida expansão urbana global faz com que ações adaptativas sejam necessárias nas cidades. Pesquisas sobre o impacto dos efeitos das mudanças climáticas devido ao aquecimento urbano local (caracterizada por ilhas de calor urbanas) permanecem com dificuldades quanto às análises computacionais e paramétricas, bem como cálculos estatísticos que envolvam modelos climáticos com as características específicas das cidades (EMMANUEL; LOCONSOLE, 2015).

A situação está em constante evolução (STEWART, 2011a; HEBBERT e JANKOVIC, 2013) mas muito ainda precisa ser feito para amenizar o efeito de ilha de calor urbana (ICU) e utilizar técnicas de mitigação de ICU como parte da adaptação às mudanças climáticas locais.

3. Área de Estudo

A cidade de Campo Grande, localizada no centro do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil (Figura 3), com perímetro urbano de 155 km² e cerca de 874.210 habitantes (IBGE, 2017), também está inserida nesse contexto atual de modificações no âmbito, por exemplo, de: canalização de seus corpos hídricos, aumento de áreas impermeáveis, desequilíbrio no balanço de energia liberada a partir de radiação solar.

A área de estudo desta pesquisa se estende pelo seu perímetro urbano e seus limites com as zonas rurais do município. A escala de análise inicial é a mesma das Regiões Urbanas de Campo Grande, podendo ser detalhada ao número de bairros com sobreposição em mapas de limites dos mesmos.

3.1. Zonas Climáticas Locais (LCZ)

Foi realizada uma seleção dos critérios do modelo de zonas climáticas locais que se encaixam na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Adotando-se as zonas LCZ de Stewart (2011a) como ponto de partida.

Existem diversos métodos de classificação de imagens que já foram aplicados para identificação de LCZs, tais como: a metodologia proposta por (BECHTEL *et al.*, 2015) com uso de *software* gratuito SAGA GIS e plataforma online de apoio (*World Urban Database and Access Portal Tools Project* - WUDAPT) e (BECHTEL *et al.*, 2016) que fez comparações entre o esquema de classificação LCZ e a metodologia GHSL LABEL (*Global Human Settlement Layer*) desenvolvida por *Joint Research Centre (JRC)*; o método de (GELETIC; LEHNERT, 2016) com algoritmos para decisões de *pixels* para cada classe (LCZ) sendo nove (9) equações sequenciais; e a classificação a partir de análise de padrões com elaboração de tabela de atributos, feita por (CARDOSO; AMORIM, 2017) com uso de *software* ArcGIS. A comparação entre os métodos acima permitiu interpretar também a tomada de decisão de cada um dos procedimentos adotados.

Foi elaborado um mapa com a distribuição das LCZs no perímetro urbano, ou seja, até 17 classes (conforme ilustrado na Figura 1), com o auxílio de ferramentas do *software* QGIS versão 3.4.5 – Madero (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2015) e do *software* SAGA versão 7.0 (Sistema de Análises Geocientíficas Automatizado) seguindo o tutorial da plataforma online de apoio (*World Urban Database and Access Portal Tools Project - WUDAPT*) e o embasamento teórico e matemático de Stewart (2011a) para a leitura dos dados de saída gerados pelo *software*.

Por fim, foram elaboradas fichas técnicas padronizadas para sistematização dos dados de cada zona climática local contemplada com a pesquisa conforme Figura 2. As fichas contemplam: sigla, nome, função (comércio, residência, uso misto, área verde), localização, características da classe (morfologia, cobertura da terra, fluxo antropogênico), imagens ilustrativas da classe e propriedades.

As propriedades físicas enumeradas anteriormente foram analisadas com os métodos GIS, a partir de bancos de dados baseados em vetores e raster, usando principalmente informações de sensoriamento remoto. Estes cálculos foram feitos para áreas circulares com centro em pontos de medições de temperatura (obtidas a partir de transectos móveis de inverno 2018 e verão 2019) e com raio de 250 m. Este tamanho é necessário, pois a busca a montante de tipicamente 200 a 500 m é necessária para que o ar na altura da medição se torne totalmente ajustado à superfície subjacente e relativamente homogêneo (STEWART e OKE, 2012).

A capacidade da superfície em liberar calor e o albedo (itens 1 e 2 da Tabela 2) foram analisadas a partir de mapa de temperatura de superfície gerados a partir do uso das bandas termais 10 e 11 das imagens de satélite LANDSAT-8 obtidas através do Earth Explorer do USGS (*United States Geological Service - <http://earthexplorer.usgs.gov/>*), Google-Earth, órbita e ponto (225/74), data de passagem 26/04/2015, hora local 09h45.

O fluxo de calor antropogênico (item 3 da Tabela 2) foi previsto a partir da análise da densidade populacional das amostras de cada zona climática local e da quantidade de veículos que alí circulam (análise feita a partir do zoneamento da cidade, verificando as vias coletoras e corredores existentes).

A relação da quantidade de hemisfério do céu visível a partir do nível do solo foi aferida a partir do uso de câmera fotográfica de celular Samsung Galaxy A8 com lente olho de peixe apontada para cima, em nível do solo, em condições de céu claro (descoberto) e, posteriormente realizado tratamento no software gratuito *RayMan PRO* versão 2.3 beta de acordo com Matzarakis *et al.* (2007; 2010).

A relação entre a área do plano de construção e a área total do plano (%) foi aferida no raio de 250 m de cada amostra selecionada de cada Zona Climática Local identificada na cidade. No caso de edifícios na fronteira do círculo, apenas a área de intersecção foi levada em consideração.

A relação entre a área do plano impermeável (pavimentada, rocha) e a área total do plano (%) e a relação entre a área do plano permeável (solo nu, vegetação, água) e a área total do plano (%) foram analisadas a partir de mapa gerado com imagens de satélite LANDSAT-8 obtidas através do *Earth Explorer* do USGS (*United States Geological Service - <http://earthexplorer.usgs.gov/>*), Google-Earth com análise da cobertura vegetal a partir do

índice de vegetação normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI) para imagem do ano de 2015 como base inicial de observação da área de estudo, órbita e ponto (225/74), data de passagem 26/04/2015, hora local 09h45.

A classificação de rugosidade efetiva do terreno (z_0) para paisagens da cidade foi realizada de acordo com modelo de Davenport et al. (2000) – conforme ilustrado na Tabela 3. As áreas do círculo foram classificadas com interpretação visual de fotografias aéreas, mapas topográficos e banco de dados do edifício.

4. Resultados e Discussão

Foram coletadas pelo menos cinco amostras das zonas climáticas locais detectadas no perímetro urbano e no entorno. As coletas foram realizadas a partir de elaboração de polígonos no Google Earth PRO, estes foram exportados em formato KML e utilizados para o processamento do mapa no *software* SAGA GIS versão 7.0 a partir do passo-a-passo da plataforma *online* WUDAPT.

As classes selecionadas a partir das modelagens foram: 2 – compacta de média elevação, 3 – compacta de baixa elevação, 4 – aberta de alta elevação, 6 – aberta de baixa elevação, 8 – grandes construções de baixa elevação, 9 – construção esparsa, A – vegetação arbórea densa, B – vegetação arbórea esparsa, D – vegetação rasteira, E – pavimentação asfáltica, rocha exposta, F – solo exposto, areia.

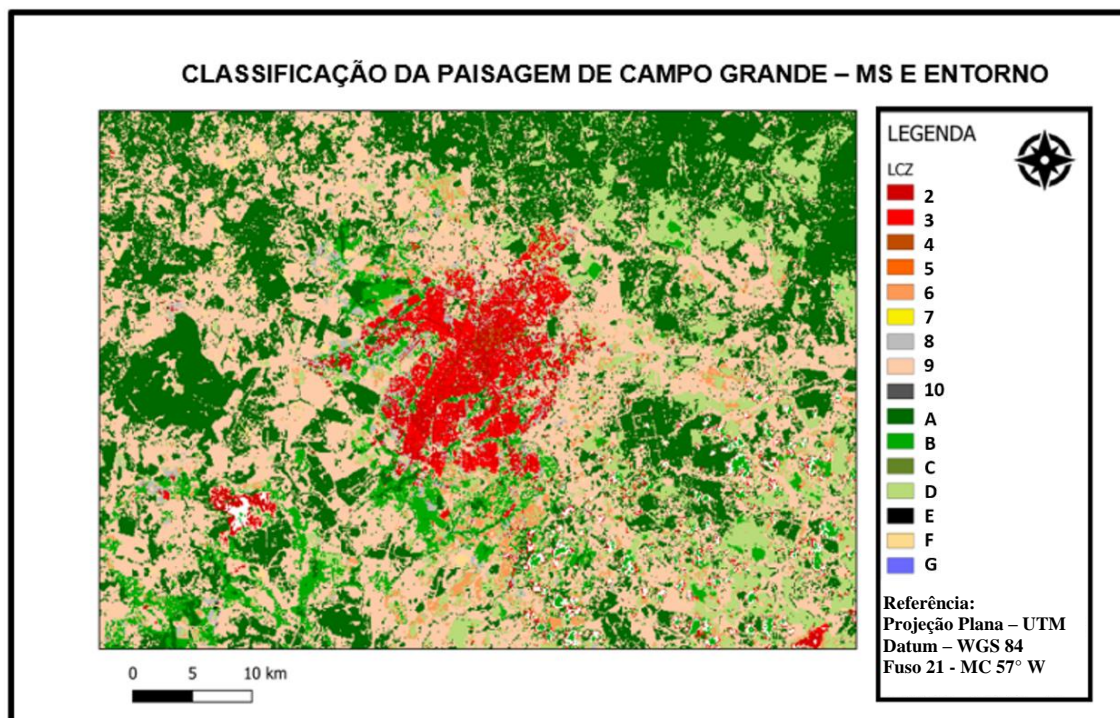


Figura 1. Classificação da Paisagem da cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul e entorno rural (20km) a partir do método LCZ. Resolução espacial: 100m. Mapa elaborado a partir de algoritmo do *software* SAGA GIS versão 7.0 e classificação no *software* QGIS versão 3.4.5 (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2018).

A Figura 1 apresenta o mapa de morfologia urbana de 2019, segundo *local climate zones* (LCZ). A comparação visual com imagens GOOGLE EARTH (2018 e 2019) evidenciou boa correspondência para as principais morfologias; porém, algumas incertezas na classificação foram verificadas.

A principal incerteza é a classificação incorreta de áreas de vegetação arbórea esparsa ou vegetação rasteira na zona rural, que são classificadas como LCZ 9 (construção esparsa). Mesmo com a alteração das áreas de treinamento o problema persistiu. Ferreira et al. (2016) discutem esse erro, sugerindo que a quantidade de pavimentos nas margens dos rios, bem como os altos níveis de poluição poderiam ser a causa dos erros de classificação.

A correção manual dessas áreas foi considerada, porém, dadas as dimensões do pixel (100m), ora este deveria ser alterado para a classe Vegetação Arbórea Esparsa (LCZ B), ora para a classe Vegetação Rasteira (LCZ D), a depender do percentual de participação da vegetação arbórea na área do pixel. Esse processo teria que ser feito visualmente, o que demandaria elevado tempo de processamento. Além disso, o maior impacto desse erro de classificação seria na aferição da temperatura de superfície (Tsup) ou da temperatura do ar (Tar) por classe LCZ, o que não foi realizado no entorno rural inteiro, apenas em uma amostragem corretamente classificada.

A aproximação do mapa para a área rural, evidencia tanto a boa correspondência para as principais características morfológicas na escala local (Figura 2), quanto algumas das principais confusões verificadas em todas as classificações LCZ. O entorno da área considerada LCZ A (vegetação densa) ficou classificado predominantemente como LCZ 9 (construção esparsa), sendo que deveria ter obtido a classificação LCZ B (vegetação arbórea esparsa) ou LCZ D (vegetação rasteira).

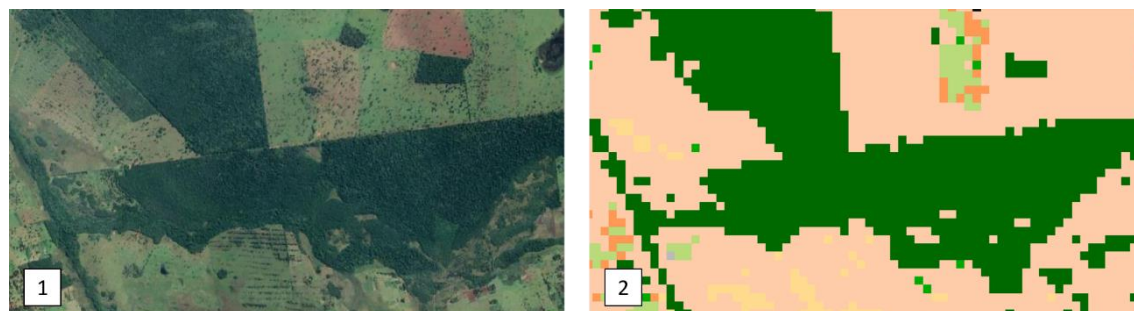


Figura 2. 1) Imagem Google Earth (2019). 2) Mapa LCZ (2019). Área rural. Fonte: 1) Google (2019). 2) Elaboração a partir de algoritmo do *software* SAGA GIS versão 7.0 e classificação no *software* QGIS versão 3.4.5.

Na Figura 3, o entorno da área considerada LCZ A (vegetação densa) ficou corretamente classificado como LCZ B (vegetação arbórea esparsa) e LCZ D (vegetação rasteira), havendo alguma distribuição de LCZ 9 (construção esparsa) indevidamente.



Figura 3. 1) Imagem Google Earth (2019). 2) Mapa LCZ (2019). Área rural. Fonte: 1) Google (2019). 2) Elaboração a partir de algoritmo do *software* SAGA GIS versão 7.0 e classificação no *software* QGIS versão 3.4.5.

Verifica-se a classificação de alguns eixos viários como LCZ 2 (compacta de baixa elevação) e LCZ 8 (grandes construções de baixa elevação). A grande quantidade de áreas pavimentadas existentes nas zonas do tipo 8 possivelmente explica a classificação equivocada de algumas grandes avenidas (Figura 4).

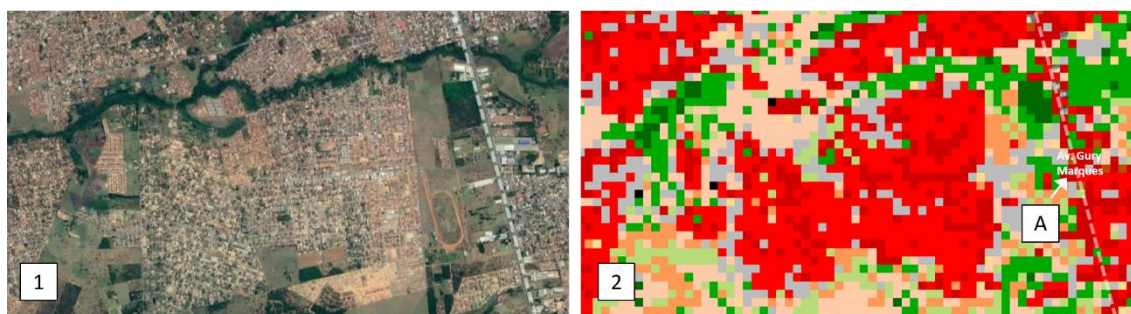


Figura 4. 1) Imagem Google Earth (2019). 2) Mapa LCZ (2019). Eixo viário da Av. Gury Marques. Fonte: 1) Google (2019). 2) Elaboração a partir de algoritmo do *software* SAGA GIS versão 7.0 e classificação no *software* QGIS versão 3.4.5.

As Zonas Climáticas Locais (LCZ) de Campo Grande foram organizadas e descritas de acordo com as fichas técnicas elaboradas por Stewart (2011a), as quais foram preenchidas com os dados observados pela cidade e nos modelos de regressão, com ilustrações correspondentes as LCZs e fotografias. As fichas técnicas se encontram na íntegra na tese de doutorado de SOUZA (2019).

A LCZ 2 é uma zona climática composta por áreas construídas com alta densidade; os edifícios são residenciais e comerciais, de médio porte e baixa elevação; o albedo das superfícies das fachadas corresponde a pedra, cimento, tijolo, e nas coberturas: cimento, cerâmica e telhados metálicos. A cobertura da terra predominante é impermeável, baixo índice de áreas verdes e arborização rarefeita ou inexistente. LCZ 2 está localizada principalmente na região urbana centro de Campo Grande e distribuída ao longo das avenidas Afonso Pena e Ernesto Geisel, onde o fluxo antropogênico (calculado a partir do tráfego de veículos) é considerado elevado.

A LCZ 3 caracteriza-se por áreas densamente construídas, com edifícios considerados baixos (até três pavimentos) e de pequeno porte. Os albedos das superfícies incluem materiais de construção como bloco cerâmico, fibrocimento e telhas cerâmicas. A cobertura da terra em sua maior parte é impermeável com pavimentação asfáltica e pouca vegetação ao longo da zona climática local, inserida na região urbana centro, em bairros

residenciais espalhados pela cidade, com algum comércio local, concentradas também em bairros populares nas porções sul (Moreninhas I, II, III e IV), oeste (vila Santo Amaro), sudoeste (Aero Rancho), e nas porções nordeste (Nova Lima, jardim Campo Belo) e leste (loteamento Marçal de Souza).

A LCZ 4 é representada por edifícios de dezenas de andares, dispostos em arranjo geométrico aberto. Edifícios uniformes em altura, largura e espaçamento. Vista do céu a partir do nível do solo significativamente reduzida. Materiais de construção pesados e telhados e paredes espessas. Telhados tipicamente planos como as lajes. Árvores dispersas e abundante cobertura vegetal. Moderada-baixa demanda de aquecimento / resfriamento do espaço. O fluxo de tráfego de veículos é moderado. Nesta zona climática observa-se a função residencial (blocos de apartamentos, conjuntos habitacionais altos), localizada em algumas avenidas principais, como a av. Afonso Pena, Ernesto Geisel e Joaquim Murtinho.

A LCZ 6 é representada por edifícios com dispersão aberta de baixa elevação, pequenos edifícios de 1 a 3 andares organizados em distribuição ortogonal, em linhas ou dispersos aleatoriamente. A vista do céu a partir do nível do solo é ligeiramente reduzida. São utilizados materiais de construção variados, leves e pesados (madeira, pedra, cimento, tijolo). Poucas árvores e cobertura de vegetação em abundância. Baixa demanda de aquecimento/resfriamento dos espaços. O fluxo de tráfego de veículos é baixo. A função principal é residencial (unifamiliar ou multifamiliar) com comércio local entremeadado. Em Campo Grande, esta zona climática local, ocorre nas franjas urbanas (periferia da cidade), esta zona climática também é comum em cidades consideradas rurais.

A LCZ 8 apresenta grandes construções de baixa elevação, galpões dispersos ou aglomerados. Os materiais de construção utilizados são variados (madeira, pedra, cimento, tijolo), os telhados são de fibrocimento e telha cerâmica. São regiões com infraestrutura consolidada, cobertura da terra pouco permeável, poucas ou nenhuma árvore entre as edificações, presença de solo exposto. O fluxo de veículos é considerado baixo a médio. Nestas zonas climáticas observou-se primordialmente a presença de indústrias leves (armazéns modernos), estabelecimentos comerciais (shopping centers, instalações de armazenamento) e pontos de transporte (aeroporto, rodoviárias, ferroviárias, paradas de caminhões). Ocorre nas franjas urbanas (periferia da cidade), nos anéis viários e ao longo de corredores urbanos (av. Ernesto Geisel, av. Afonso Pena, av. Duque de Caxias).

A LCZ 9 tem por característica predominante o fato de ser pouco adensada, com edifícios baixos de pequeno e médio porte dispersos na paisagem natural. Céu completamente visível a partir do nível do solo. Materiais de construção variados. Cobertura da terra com alto percentual de permeabilidade, presença de árvores entre as edificações, entorno próximo vegetado (cobertura arbórea e rasteira) ou altamente adensado. Caracterizada por fluxo de tráfego baixo e função residencial (unifamiliar ou multifamiliar), comércio local, institucional (parques de pesquisas/ negócios) e agricultura (fazendas). Sua localização ocorre na porção norte, nordeste e em alguns bairros pontuais da cidade onde ocorrem chácaras remanescentes (porção leste e entorno rural leste).

LCZ A, cuja forma consiste em paisagens densamente arborizadas e árvores dispersas em terrenos permeáveis com vegetação rasteira. Em seu entorno podem ser verificadas poucas ou nenhuma estrada ou edifício, onde o fluxo de tráfego é nulo ou baixo. Compreende áreas com floresta remanescente natural e de função recreativa urbana, como

alguns parques arborizados. Sua localização se estende desde pequenos fragmentos no espaço intraurbano até o entorno rural próximo à cidade e fundos de vale vegetados.

A LCZ B apresenta paisagens levemente arborizadas, com a presença de árvores dispersas em áreas permeáveis cobertas por vegetação rasteira. É possível verificar a presença de vias e edifícios próximos a essa LCZ, que lhe conferem fluxo de tráfego moderado a alto. Consiste em áreas com vegetação arbórea remanescente natural ou replantio, utilizadas para a recreação urbana (parques e áreas verdes). Pode ser encontrada no intraurbano, mas a maior concentração está no entorno rural próximo.

A LCZ D está localizada na cidade e no entorno rural. Apresenta paisagens de superfície permeável com vegetação rasteira predominante, possui poucas ou nenhuma árvore, rodovias ou edifícios, e o céu é visível a partir do nível do solo. O tráfego de veículos é baixo. A característica de sua vegetação é rasteira natural ou replantio e voltada para recreação urbana (parques, áreas verdes).

LCZ E é a classe que apresenta superfície de pavimentação asfáltica e rocha exposta como característica de seu albedo. Paisagem sem características de solo permeável, predominantemente rochosa, pavimentada ou compacta. Sua cobertura do solo é variada (pavimentação asfáltica, concreto, cascalho). Poucas ou nenhuma árvore, plantas ou edifícios. Céu completamente visível do nível do solo. Pouco ou nenhum tráfego de veículos. Nesta zona climática não ocorre a demanda de aquecimento/ resfriamento. Cumpre a função de deserto natural (rochas) e escudo geológico, áreas de transporte (estacionamento de veículos, portos para container, terminais de ônibus, trens, aviões). Sua localização ocorre tanto na cidade como no entorno rural.

A LCZ F é representada por solo exposto e areia, ambos definindo o albedo desta classe. Paisagem sem características de superfície impermeável, areia e solo predominante. Poucas ou nenhuma árvores, plantas, rodovias ou edifícios. Céu completamente visível do nível do solo. Pouco ou nenhum tráfego de veículos. Demanda de aquecimento / resfriamento de espaço é considerada nula. Cumpre a função de deserto natural (calor), agricultura (campos arados ou em pousio) e terra estéril, sua localização ocorre tanto na cidade como no entorno rural.

A organização das LCZs e suas respectivas informações em fichas técnicas propiciou a visualização dos elementos que as distinguem entre si e o conhecimento dos fatores que mais interferem na temperatura do ar próximo à superfície representada por cada LCZ (forma construída, materiais construtivos, tipo de cobertura da terra e fluxo de tráfego).

5. Conclusão

No que diz respeito às modificações térmicas e formação de ilhas de calor urbana, a simplificação dos métodos de análises amplamente adotados desde os anos 1950 pode mascarar o cenário real, por exemplo, por utilizar dados higrotérmicos de estações meteorológicas afastadas dos pontos de análise; e os métodos tradicionais de classificação que adotam apenas as características de uso e cobertura do solo, não são vistos como

suficientes para descrever as características dos ambientes climáticos intraurbanos, e fazem uma relação apenas entre o que é considerado ambiente urbano e zona rural.

A identificação e a caracterização das zonas climáticas locais da cidade e do entorno rural próximo permitiu um quadro descritivo da situação de Campo Grande. A criação de cenários de cada superfície analisada, foi base para a formação de um banco de dados atualizado para pesquisas e trabalhos extensíveis a cidades similares e à região centro-oeste brasileira.

Um dos efeitos diretos da Ilha de Calor Urbana é no conforto térmico e saúde da população, sendo assim, a identificação de morfologias urbanas seguindo um padrão pré-estabelecido por Stewart & Oke (2012) bem como a cobertura do solo, fazem com que essas áreas já sejam eleitas para coleta de dados climáticos de forma continuada, e assim, auxiliam na caracterização da distribuição de ICU.

Referências

BECHTEL, B.; ALEXANDER, P. J.; BOHNER, J.; CHING, J.; CONRAD, O.; FEDDEMA, J.; G. MILLS, G.; SEE, L.; STEWART, I. D. Mapping Local Climate Zones for a Worldwide Database of the Form and Function of Cities. *Ispr International Journal of Geo-Information*. V. 4, n. 1, p. 199-219, 2015.

BECHTEL, B.; SEE, L.; GERALD, M.; FOLEY, M. Classification of Local Climate Zones Using SAR and Multispectral Data in an Arid Environment. *Ieee Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*. v. 9, n.7, p.3097-3105, 2016.

CARDOSO, R.; AMORIM, M. (2017). Estimativa da distribuição espacial da temperatura do ar com base em zonas climáticas locais (LCZ) e modelos de regressão. *Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT)*, n. 12 (dezembro). Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, p. 75-99, [dx.doi.org/10.17127/got/2017.12.004](https://doi.org/10.17127/got/2017.12.004)

DAVENPORT, A. G.; GRIMMOND, C. S. B.; OKE, T. R.; WIERINGA, J. Estimating the roughness of cities and sheltered country. *12ª Conferência em Climatologia Aplicada*, Asheville, American Meteorological Society. V. 4B, n.2, p. 96–99, 2000.

EARTH EXPLORER. 2015. Imagens Landsat 8. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 10 de junho de 2018.

EMMANUEL, R.; LOCONSOLE, A. Green infrastructure as an adaptation approach to tackling urban overheating in the Glasgow Clyde Valley Region, UK. *Landscape and Urban Planning*. V. 138, p. 71-86, 2015. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2015.02.012.

GELETIC, J.; LEHNERT, M. GIS-based delineation of local climate zones: The case of medium-sized Central European cities. *Moravian Geographical Reports*. V. 24, n.3, p. 2-12, 2016.

- GRIMMOND, C. S. B.; OKE, T. R. Heat Storage in Urban Areas: Local-Scale Observations and Evaluation of a Simple Model. *Journal of Applied Meteorology*. V. 38, n. 7, p. 922-940, 1999.
- HEBBERT e JANKOVIC. Cities and Climate Change: The Precedents and Why They Matter. *Urban Studies Journal*, v. 50 (7) p. 1332-1347, 2013. doi: 10.1177/0042098013480970.
- MASSON, V. Adapting cities to climate change: A systemic modeling approach. *Urban Climate*, Paris, v. 10, p. 407-429, 2014.
- MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; and MAYER, H., 2007: Modelling radiation fluxes in simple and complex environments - application of the RayMan model. *International Journal of Biometeorology*, 51(4), 323-334. doi: 10.1007/s00484-006-0061-8.
- MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; and MAYER, H., 2010: Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the RayMan model. *International Journal of Biometeorology*, 54(2), 131-139. doi: 10.1007/s00484-009-0261-0.
- MIDDLE, A.; HÄB, K.; BRAZEL, A. J.; MARTIN, C. A.; GUHATHAKURTA, S. Impact of urban design on mid-afternoon microclimate in Phoenix Local Climate Zones. *Landscape and Urban Planning*. 122 (2014) p. 16-28.
- OKE, T. R. *Boundary Layer Climates*. London: Methuen & Co. 2nd edn. 1987, 435p.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. *QGIS Geographic Information System*, 2018.
- REIS, A. L. Influência da rugosidade do terreno para o perfil vertical do vento. 2016. 77f. Monografia (Programa de Graduação em Ciências Atmosféricas). Universidade Federal Itajubá - UNIFEI, Itajubá.
- REVISÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE CAMPO GRANDE-MS, URBTEC, 2016. Disponível em: <<http://www.campogrande.ms.gov.br/planurb/wp-content/uploads/sites/18/2017/05/Relatório-P2-CG-analise-da-situacao-atual.pdf>>. Acesso em 28 jun. 2018.
- SOUZA, C. A. Determinação do campo térmico a partir da classificação da paisagem dos ambientes climáticos intraurbanos. 2019. 172f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, Campo Grande.
- STEWART, I. D. Redefining the urban heat island. 2011-a. 368f. Tese (Doutorado em Filosofia). The Faculty of Graduate Studies, The University of British Columbia, Vancouver.
- STEWART, I. D.; OKE, T. R. Local Climate Zones for Urban Temperature Studies. *Bull. American Meteorological Society*, v. 93, p. 1879-1900, 2012. doi: 10.1175/BAMS-D-11-00019.1

Resposta brasileira aos refugiados venezuelanos desabrigados - estudo de caso de um abrigo temporário em Boa Vista, Roraima

Brazilian response to homeless Venezuelan refugees - case study of a temporary shelter in Boa Vista, Roraima

Luana Toralles Carbonari, mestre, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Luanatcarbonari@gmail.com

Lisiane Ilha Librelotto, doutora, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Lisiane.librelotto@gmail.com

Resumo

Neste artigo é apresentado um estudo de caso, realizado em agosto de 2018, em um abrigo temporário instalado na cidade de Boa Vista, Roraima, para assistência aos refugiados venezuelanos indígenas. O objetivo do estudo é analisar aspectos gerais deste abrigo e avaliar suas características físico-espaciais e funcionais, principais serviços, instalações e infraestrutura, destacando seus aspectos mais relevantes e particularidades com relação aos outros abrigos instalados na cidade. A metodologia aplicada parte de análise bibliográfica e documental, identificando os principais conceitos e as categorias de análise que irão nortear o estudo de caso. Os resultados evidenciam a importância de um planejamento prévio de abrigos temporários, considerando situações de superlotação, em que seja necessário fornecer não apenas mais alojamentos, mas também expandir a infraestrutura e as instalações de apoio existentes no local. Por fim, destaca-se a necessidade de se considerarem os aspectos socioeconômicos e culturais no planejamento e projeto de abrigos temporários, considerando as necessidades específicas da população afetada.

Palavras-chave: Emergências; Refugiados venezuelanos; Desabrigados; Abrigo temporário

Abstract

This paper presents a case study, carried out in August 2018, in a temporary shelter installed in the city of Boa Vista, Roraima, to assist Venezuelan indigenous refugees. The objective of the study is to analyze general aspects of this shelter and evaluate its physical, spatial and functional characteristics, main services, facilities and infrastructure, highlighting its most relevant aspects and particularities in relation to the other shelters installed in the city. The applied methodology is based on bibliographic and documentary research, identifying the main concepts and categories of analysis that guided the case study. The results emphasize the importance of pre-planning temporary shelters, considering overcrowded situations, where it is necessary not only to provide more accommodation, but also to expand the infrastructure and support facilities on site. Finally, the need to consider socioeconomic and cultural aspects in the planning and design of temporary shelters is highlighted, considering the specific needs of the affected population.

Keywords: Emergencies; Venezuelan refugees; Homeless; Temporary shelter

1. Introdução

De acordo com Senne (2017), o tema da arquitetura humanitária surgiu a uns cem anos, como resposta às mais diversas crises e situações de emergência, e representa uma discussão essencial no contexto atual. Uma crise humanitária pode resultar tanto de desastres ocasionados por eventos humanos, tais como conflitos armados ou colapsos econômicos e políticos, como de eventos naturais, tais como secas, inundações, terremotos, dentre outras situações de emergência relacionadas ao clima. Segundo uma avaliação feita pelo Escritório de Coordenação de Assuntos Humanitários (2019) das ONU, com base nas necessidades crescentes das pessoas atingidas por crises, no ano de 2020 cerca de 168 milhões de pessoas em todo o mundo precisarão de ajuda humanitária, principalmente decorrente de situações de emergência em que a população não tem acesso garantido à alimentação, à água, aos cuidados de saúde, à rede de serviços sociais, de proteção e ao abrigo.

Segundo dados do Alto Comissariado das Nações Unidas para Refugiados – ACNUR (2020), nas últimas décadas, os deslocamentos forçados atingiram níveis sem precedência e mais de 67 milhões de pessoas no mundo foram forçadas a deixar seus locais de origem. Entre elas estão, aproximadamente, 22 milhões de refugiados e 40 milhões de deslocados internos. Neste contexto, dá-se destaque para a crise econômica e a crescente violência na Venezuela, que resultaram em mais de 3,4 milhões de pessoas procurando refúgio em outros países desde 2014 (*INTERNATIONAL RESCUE COMMITTEE - IRC*, 2019). No Brasil, de acordo com Comitê Nacional para Refugiados - CONARE (2018), 17.865 venezuelanos solicitaram o reconhecimento da condição de refugiado em 2017. Estes imigrantes buscam abrigo principalmente no Estado de Roraima, que vive uma difícil situação de vulnerabilidade. Apesar da existência de diversos abrigos temporários para apoio aos refugiados, em todo o Estado, os abrigos estão lotados e muitas pessoas vivem nas ruas. A maioria chega pelo pequeno município de Pacaraima, com 16.000 habitantes e segue para a capital Boa Vista, que está a 212 quilômetros de distância de Pacaraima (MENDONÇA, 2018). Diante disso, observa-se a urgência de mais locais para serem utilizados como abrigos temporários e a disponibilidade de profissionais qualificados para organizá-los.

O direito ao abrigo está implícito na Declaração Universal dos Direitos Humanos e em diversos documentos elaborados por organizações multilaterais como a ONU. Em 1996, na primeira conferência para abrigos, estabeleceu-se que o acesso a abrigo básico e contextualmente apropriado é uma necessidade humana essencial, sendo os padrões variáveis dependendo do contexto cultural, da situação, do clima e de outros fatores (SCHRAMM e THOMPSON, 1996). Segundo Gall (2004), os abrigos são de suma importância, pois servem ao duplo propósito de moradia temporária e de local para a distribuição de ajuda, devendo assegurar assistência básica aos desabrigados.

Neste artigo é analisada a resposta brasileira aos refugiados venezuelanos, com enfoque em um estudo de caso realizado em agosto de 2018 em um abrigo temporário localizado na cidade de Boa Vista – RR. Este local, denominado Pintolândia, foi estabelecido para abrigar os refugiados indígenas de etnia Warão e Eñepa. O objetivo deste estudo é analisar aspectos gerais deste abrigo e avaliar suas características físico-espaciais e funcionais, principais serviços, instalações, infraestrutura e alojamentos; destacando seus aspectos mais relevantes e suas particularidades no que diz respeito aos outros abrigos instalados na cidade.

2. Revisão de literatura

A base teórica deste estudo apresenta sinteticamente conceitos fundamentais sobre refugiados, provisão de abrigos temporários para cenários de emergência e os principais serviços, instalações e infraestrutura necessários para o seu funcionamento. Com isso, identificam-se categorias de análise para a realização do estudo de caso.

De acordo com o CONARE (2018) e o ACNUR (2020), os refugiados são pessoas que deixam o seu país de origem ou de residência habitual devido a emergências, como fundados temores de perseguição relacionados a questões de raça, religião, nacionalidade, pertencimento a determinado grupo social ou opinião política, como também devido a conflitos armados, violência generalizada e graves violações dos direitos humanos, e que não possam ou não queiram acolher-se na proteção de seu país. Em muitos casos encontram-se desassistidos e sem moradia no país de refúgio, sendo necessária a provisão de abrigos temporários.

Quarantelli (1995) define quatro etapas na provisão de abrigo e habitação para cenários de emergência. O abrigo de emergência, que tem curta duração, geralmente de algumas horas a um dia, e exige pouca infraestrutura e serviços. O abrigo temporário, com duração de dias a meses, que em muitos casos vai além do período emergencial e se estende por mais tempo, exigindo mais infraestrutura e serviços, porém, ainda sem se restabelecer a rotina diária. A habitação temporária, que se refere à retomada da rotina e das atividades diárias dos desabrigados e se estende por meses a anos. Por fim, a habitação permanente, referente ao retorno dos desabrigados para suas casas reconstruídas ou reparadas, ou o reassentamento / reintegração a outra localidade.

Neste estudo o enfoque está na provisão de abrigos temporários. No que diz respeito às opções deste tipo de abrigo, a SEDEC / RJ (2006) distingue dois tipos: abrigos temporários em instalações fixas ou móveis. O primeiro é constituído por edificações públicas ou privadas adaptadas para abrigar temporariamente a população. Alguns exemplos são escolas, ginásios, clubes, hotéis, quartéis, entre outros. O segundo (móveis) refere-se a alojamentos, como barracas, casas pré-fabricadas, etc. Estas unidades geralmente são locadas em áreas pré-determinadas, como campos de futebol, quadras poliesportivas sem cobertura fixa, descampados horizontais, entre outros. Por outro lado, grande parte da literatura internacional categoriza as diversas alternativas de abrigo temporário em seis tipos, apresentados na Figura 1 (CORSELLIS e VITALE, 2005, 2008 e 2010; WORLD BANK, 2010; SPHERE ASSOCIATION, 2018).

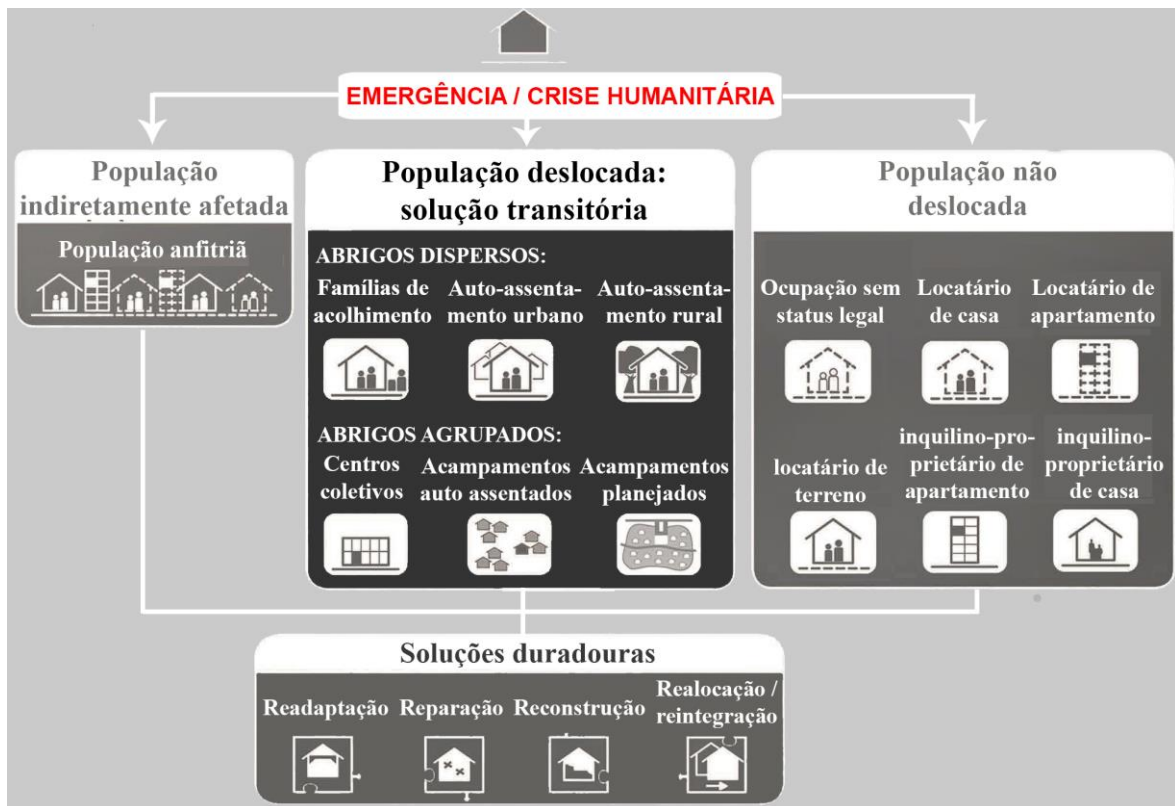


Figura 1 - Opções de abrigo temporário. Fonte: Adaptado de Corsellis e Vitale (2010)

Para que os abrigos temporários funcionem de maneira adequada são necessários diversos serviços e infraestruturas, que, no Brasil, estão detalhados no manual “Administração de Abrigos Temporários” (SEDEC / RJ, 2006), conforme ilustrado na Figura 2.

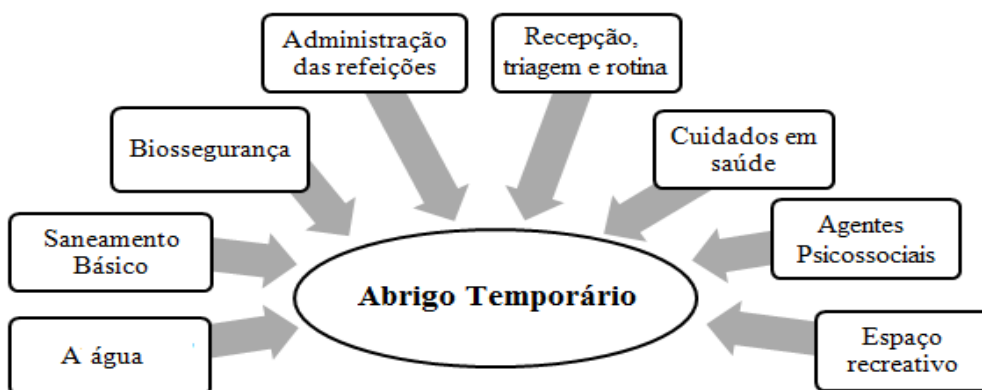


Figura 2 - Serviços e infraestruturas para abrigos temporários. Fonte: Carbonari e Librelotto (2017)

O Quadro 1 apresenta os critérios para instalação de abrigos temporários fixos e móveis e alguns indicadores mínimos para seu funcionamento (SEDEC / RJ, 2006).

		Área fixa	Área móvel
Critérios para instalação	Características físicas do abrigo	Tipo e característica da edificação: nº de pavimentos, compartimentação, nº de sanitários, reservatórios de água, etc.	Tipo de barraca e característica do terreno: topografia, proximidade com mananciais e reservatórios de água, etc.
	Condições de higiene e limpeza	Lavanderias, escovódromos, secagem de roupas, chuveiros, etc.	Lavanderias, escovódromos, secagem de roupas, chuveiros, isolamento de insetos, animais peçonhentos, etc.
	Infraestruturas	Água, luz, banheiros, cozinha, dormitórios, áreas de recreação, etc.	
Indicadores mínimos	<ul style="list-style-type: none"> - Área coberta: 4 m² / pessoa - Barraca: 10 m² / família - Distância mín. entre barracas: 3 m - Cozinha: 15 m² / fogão industrial de 6 bocas, que atendam a até 250 pessoas - Refeitório: 1,5 m² / pessoa - Setor de triagem: 20 m² - Instalações sanitárias: 1 lavatório / 10 pessoas, 1 vaso sanitário / 20 pessoas e 1 chuveiro / 25 pessoas - Área de serviço: 1 tanque / 40 pessoas - Espaço recreativo: 1,5 m² / criança 		

Quadro 1: Critérios e indicadores para instalação de abrigos fixos e móveis. Fonte: elaborado pelos autores com base em informações da SEDEC / RJ (2006).

A *Sphere Association* (2018) aponta algumas outras questões que devem ser consideradas no estabelecimento de abrigos temporários: avaliar a possibilidade de expansão do abrigo, caso haja um aumento no número de desabrigados; possibilitar o controle de entrada e saída de pessoas e estar, ou poder ser, murado; verificar as condições de acesso ao local para pessoas e veículos e o estado de conservação das vias locais; dar preferência a abrigos com fácil acesso ao centro da cidade e aos serviços e subsistência; entre outros. Também é importante considerar aspectos relacionados com a acessibilidade universal, dando preferência para instalações térreas, com boa conexão entre os espaços de vivência, refeitório e dormitório, além de instalações para lavagem de roupa, chuveiros e banheiros acessíveis.

3. Procedimentos metodológicos

O método aplicado parte de pesquisa bibliográfica e documental, identificando conceitos referentes a refugiados e à provisão de abrigos temporários para cenários de emergência. Após, foram sintetizados os principais serviços e infraestrutura necessários para o funcionamento destes abrigos, com base no manual “Administração de Abrigos Temporários”, elaborado pela SEDEC / RJ (2006). A partir disso, foram identificadas as categorias de análise que orientaram o estudo de caso e posterior análise final.

Na sequência, foi feita uma breve contextualização da provisão de abrigos temporários para os refugiados venezuelanos no Estado de Roraima e foi apresentado o estudo de caso, realizado na cidade de Boa Vista - RR, entre os dias 22 e 29 de agosto de 2018, com o acompanhamento de um consultor da ONG USAID / OFDA - LAC. Para o desenvolvimento do estudo de caso foi necessária a autorização prévia do ACNUR e o acompanhamento de um responsável de uma ONG parceira do ACNUR para poder circular pelo abrigo. A coleta e o registro dos dados foram realizados através das técnicas de observação não-participante e mapeamento físico-espacial, sendo feitos registros fotográficos no local. Para isso, os

instrumentos utilizados foram um roteiro para diário de campo e outro para mapeamento físico-espacial, elaborados a partir da revisão e análise da literatura.

No estudo de caso foram avaliadas questões referentes à localização do abrigo na cidade de Boa Vista e suas características físico-espaciais e funcionais, englobando aspectos gerais do local, seu leiaute e principais serviços, instalações e infraestrutura.

4. Categorias de análise para o estudo de caso

A partir da análise do referencial teórico desta pesquisa, seguindo o processo metodológico, identificaram-se as categorias de análise que nortearam o estudo de caso, conforme apresentado no Quadro 2.

Categorias de análise	Aspectos das categorias para análise
Serviços e infraestrutura do abrigo	Abastecimento de água; saneamento básico; aspectos de biossegurança; administração das refeições; recepção e triagem; cuidados com saúde; atenção psicossocial; e espaço recreativo.
Características físico-espaciais do abrigo	Localização na cidade; acesso ao local; leiaute; principais instalações; alojamentos; acessibilidade universal; área para expansão; e segurança e proteção.
Indicadores mínimos	Área coberta por pessoa; área de cozinha e refeitório por pessoa; área do setor de triagem; quantidade de instalações sanitárias por pessoa; área de serviço; e área de espaço recreativo por criança.

Quadro 2: Categorias de análise. Fonte: elaborado pelos autores.

5. Aplicação e resultados: abrigos temporários em Roraima

No Estado de Roraima, em agosto de 2018, estavam em funcionamento oito abrigos temporários e dois abrigos transitórios. Destes, um localiza-se na cidade de Pacaraima e os outros na capital Boa Vista. Nesse período, Boa Vista estava com aproximadamente 5.000 pessoas abrigadas. Além destes locais, estava sendo finalizado o abrigo transitório Rondon II e em fase de limpeza do terreno e terraplanagem o abrigo temporário Rondon III, ambos próximos ao abrigo temporário Rondon I. O objetivo dos abrigos transitórios é servir de espaço de passagem, assistindo provisoriamente os venezuelanos, que passam por uma triagem, vacinação e cadastrado, e posteriormente são encaminhados para abrigos temporários ou são interiorizados.

De modo geral, os abrigos montados em Roraima podem ser categorizados em 2 tipos: abrigos em centros coletivos (ginásios ou galpões) e em acampamentos planejados. Com relação à gestão dos locais, em agosto de 2018, sete abrigos estavam sendo administrados por ONGs parceiras do ACNUR, dois estavam sob responsabilidade das Forças Armadas do Brasil e um, considerado abrigo particular, era gerido pela própria população abrigada, com apoio da ONG Fraternidade sem Fronteiras. Todos os abrigos estavam instalados em terrenos de órgãos públicos ou em espaços alugados. Na Figura 3 é possível observar a localização aproximada dos 10 abrigos nas cidades de Pacaraima e Boa Vista. Também estão sinalizados

os dois abrigos em construção e as praças Simón Bolívar e Capitão Clóvis, onde muitos imigrantes estiveram acampados enquanto aguardavam por vagas nos abrigos.

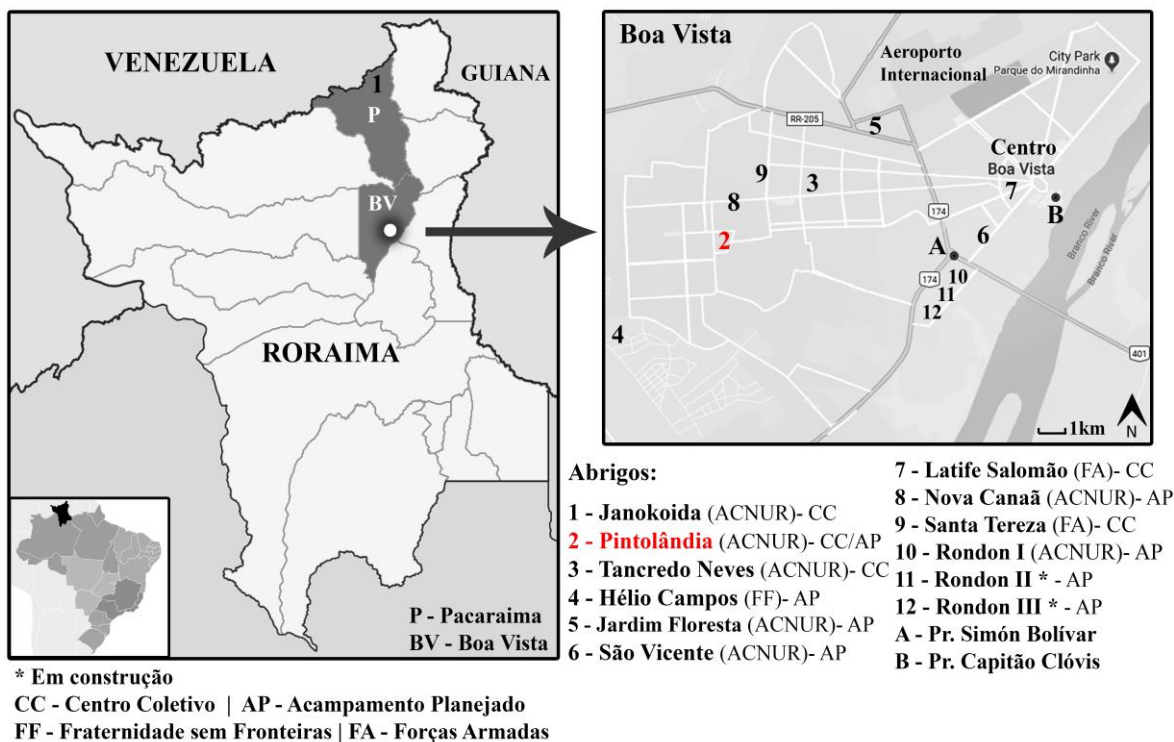


Figura 3: Localização dos abrigos e praças nas cidades de Pacaraima e Boa Vista – RR, com destaque para o abrigo temporário objeto deste estudo (Pintolândia). Fonte: elaborado pelos autores.

Na Figura 3 é possível observar que a maioria dos abrigos se localiza na cidade de Boa Vista, próximo ao centro da cidade, sendo o abrigo temporário Hélio Campos o mais distante, a aproximadamente 13 km do centro.

Para cada abrigo foi estabelecido um público alvo, sendo identificados 5 tipos de perfil: indígenas de etnia Warão e Eñepa (Pintolândia e Janokoida); famílias com crianças, idosos, mulheres grávidas e PNEs (Hélio Campos, Jardim Floresta, São Vicente, Nova Canaã e Rondon I); casais sem filhos, solteiros e LGBTI (Latife Salomão); casais sem filhos e homens solteiros (Tancredo Neves) e homens solteiros ou desacompanhados (Santa Tereza). Após a recepção e cadastro dos imigrantes, o ACNUR faz a confecção da carteirinha individual com foto, nome e um código de barras que os identifica. Esta carteirinha é utilizada para o controle de entrada e saída nos abrigos, para atendimento médico, dentre outras coisas.

A seguir é descrito o abrigo temporário Pintolândia, abordando aspectos relacionados com o acesso e organização físico-espacial, dentre outras características. Após apresenta-se um quadro síntese, conforme informações coletadas em agosto de 2018, com o leiaute em planta do local e a descrição de suas instalações, infraestrutura e alojamentos.

5.1 Estudo de caso: abrigo temporário Pintolândia, Boa Vista -RR

Localizado na rua Alípio Freire de Lima, nº 67-245, bairro Pintolândia, a 7 km do centro da cidade de Boa Vista, este abrigo temporário começou a funcionar no dia 27 de dezembro de 2016. O abrigo foi montado dentro de um ginásio poliesportivo e em seu terreno, podendo ser caracterizado como instalado parte em centro coletivo e parte em acampamento planejado. A sua capacidade inicial era de 448 pessoas. O espaço, mantido pelo Governo do Estado de Roraima em um terreno cujo proprietário é a Prefeitura de Boa Vista, fornece moradia, alimentação, serviços médicos e odontológicos e ações sociais voltadas para educação e recreação. O público alvo são venezuelanos indígenas de etnia Warão e Eñepa. Desde a ativação do local foram escolhidos líderes que representam os dois grupos de indígenas abrigados, pois entre eles existem culturas diferentes e conflitantes.

Segundo dados do ACNUR (2018), em agosto de 2018 o abrigo estava com uma população bastante superior à sua capacidade planejada, com um total de 754 residentes, sendo 400 do sexo masculino e 354 do sexo feminino. Além disso, apesar da predominância de pessoas entre 18 e 59 anos, haviam muitas crianças de 0 a 11 anos (302 crianças). Com relação aos grupos de maior vulnerabilidade no local, foram identificados nesse período 22 mulheres gestantes ou lactantes, 4 pessoas com situação médica grave e 7 pessoas com necessidades especiais. Os problemas de saúde mais comuns em adultos em agosto de 2018 eram a diarreia e gastroenterite e feridas infectadas; e nas crianças a sarna e a febre. Com relação ao perfil socioeconômico, foi identificado que 35% dos homens são trabalhadores agrícolas e 60% das mulheres são artesãs ou desenvolvem outros trabalhos manuais.

Para organizar a convivência no abrigo, os moradores devem seguir regras e ajudar na limpeza e manutenção do local. As regras e outras informações importantes estão afixadas próximo do acesso de pedestres em folhas A4 e banners, escritas em espanhol.

Nas Figuras 4a e 4b é possível visualizar o acesso ao local, que é feito por uma via pavimentada, de mão dupla, em boas condições de uso e dispõe de uma ciclovia.



Figura 4: a) Rua de acesso ao abrigo e b) Portão de acesso de pedestres. Fonte: Autores (2018).

No Quadro 3 podem ser observados o leiaute do abrigo temporário Pintolândia e a descrição de suas instalações, infraestrutura e alojamentos. Na Figura 5 apresenta-se uma vista aérea de agosto de 2018 e algumas imagens ilustrando os espaços, instalações e infraestrutura do local.

Leiaute do abrigo temporário	Instalações, infraestrutura e alojamentos
<p>V: Acesso de veículos. P: Acesso de pedestres. IS*: Instalações Sanitárias.</p> <p>Área do terreno: ± 12.185 m². Área coberta (agosto de 2018): 3,1 m² por pessoa (ACNUR, 2018)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Recepção, triagem e área de espera: área aberta e coberta com duas tendas piramidais de 100 m² cada (total 200 m²). 2) Alojamento do Exército e escritórios de ONGs: em três contêineres de 20' (14,5 m² cada). 3) Escritório do Exército: em 1 contêiner de 20' (14,5 m²). 4) Unidade de saúde: em um contêiner de 20' (14,5 m²). 5) Área artesanato: em uma barraca de ± 25 m². 6) Espaço educacional: em um contêiner de 20' (14,5 m²). 7) Área comunitária: espaços abertos e cobertos por tendas piramidais distribuídas pelo terreno (± 100 m² cada). 8) Campo de futebol de areia: em área aberta (± 250 m²). 9) Depósitos: 7 contêineres de 20' (14,5 m² cada) distribuídos pelo abrigo (pertences dos residentes e materiais do Exército e ONGs). 10) Cozinha coletiva: espaço aberto, coberto por duas tendas piramidais e brita no piso (total 200 m²). 11) Horta comunitária: espaço delimitado por grade (± 200 m²). 12) IS* feminino: em edificações de alvenaria localizadas dentro e fora do ginásio. 6 vasos sanitários e 6 chuveiros. 13) IS* masculino: em edificações de alvenaria localizadas dentro e fora do ginásio. 6 vasos sanitários e 6 chuveiros. 14) Lavanderia: espaços abertos com tanques. 15) Área de distribuição: de alimentos e itens não alimentícios. 16) IS* administração (uso misto): em edificação de alvenaria. 17) Redário coletivo em ginásio: em estrutura metálica (± 1.250 m²). 18) Barracas da Defesa Civil na área externa: dimensões de 6,5 m por 4,5 m (29,25 m²) para ± 10 pessoas (2 famílias).

Quadro 3: Leiaute do abrigo, suas instalações e infraestrutura. Fonte: elaborado pelos autores.

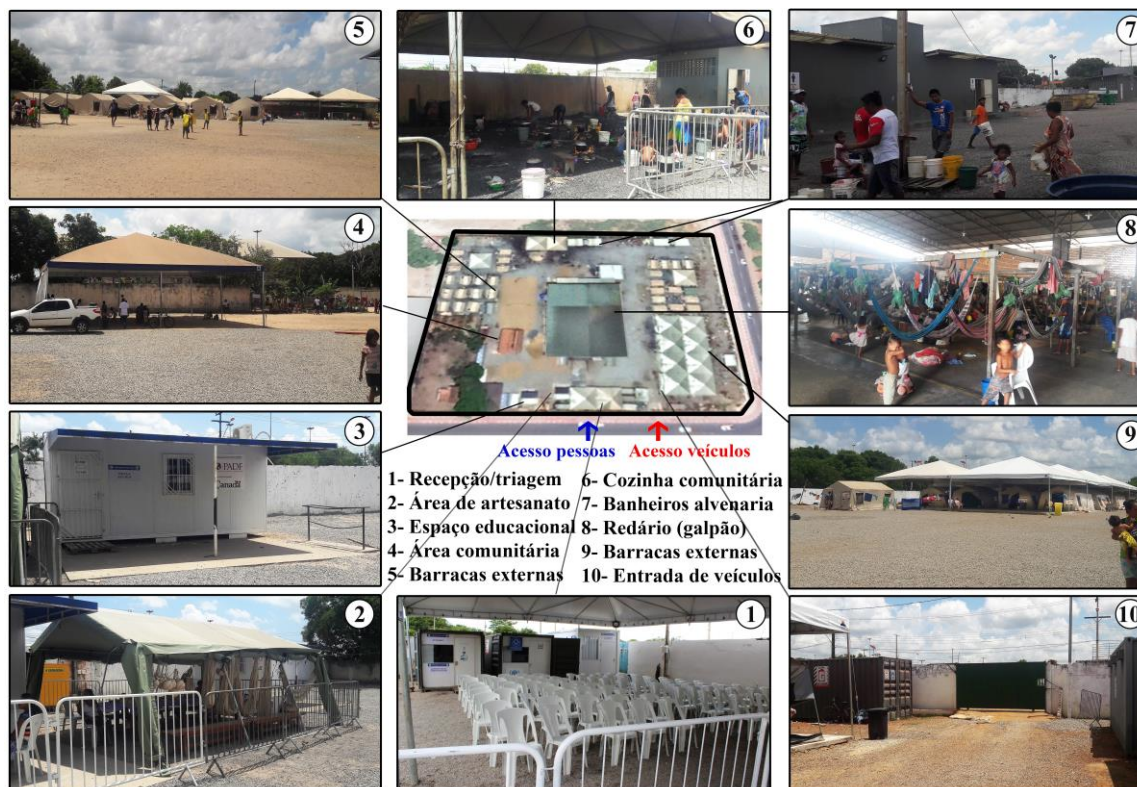


Figura 5: Localização das instalações no abrigo temporário. Fonte: elaborado pelos autores.

No Quadro 4 elaborou-se uma síntese analítica dos resultados obtidos no estudo de caso, correlacionando-os com as categorias de análise estabelecidas no subtítulo 4 deste artigo.

Cat. de análise	Análises com base nos resultados do estudo de caso
Serviços e infraestrutura do abrigo	<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento de água e saneamento básico: realizados pela Companhia de Águas e Esgotos de Roraima e Forças Armadas. A remoção dos resíduos sólidos é feita 5 vezes por semana. Observou-se diversos problemas relacionados à higiene, principalmente dos BWCs devido à falta de cuidado dos residentes e ao número insuficiente de instalações sanitárias. - Administração das refeições: a preparação das refeições é feita pelos próprios indígenas em uma área coletiva coberta por tendas piramidais. A cocção dos alimentos é feita no chão (sobre a brita), com o uso de lenha coletada por eles. Alguns alimentos são coletados na horta comunitária instalada no abrigo, mas a maior parte deles são fornecidos pelas Forças Armadas. - Recepção e triagem: espaço coberto com duas tendas piramidais, localizado no acesso de pedestres, com diversas cadeiras, utilizado também como área de espera. - Cuidados com saúde e biossegurança: o atendimento médico é feito semanalmente por clínicos-gerais das Forças Armadas em um contêiner 20' instalado no abrigo e, em situações mais graves, os pacientes são encaminhados para hospitais. Observou-se que o local para atendimento de saúde é muito pequeno para a demanda. - Atenção psicossocial: durante a realização do estudo de caso não foram identificadas instalações e serviços voltados à atenção psicossocial neste abrigo temporário. - Espaço recreativo: o campo de futebol de areia é muito utilizado devido a presença de diversas crianças no abrigo. No entanto, falta um ambiente mais protegido para atividades não-esportivas e que possa ser utilizado também em condições climáticas adversas.
Características físico-espaciais do abrigo	<ul style="list-style-type: none"> - Localização na cidade: o abrigo está localizado a 7 km do centro da cidade, com fácil acesso a pé, de bicicleta ou com transporte público. - Acesso ao local: o acesso ao local é bem iluminado e é feito por uma via pavimentada, de mão dupla, em boas condições de uso, dispondo de uma ciclovia. - Leiaute: as instalações de recepção e triagem, administração e atendimento de saúde concentram-se próximo ao acesso de pedestres. Próximo ao acesso de veículos estão posicionados depósitos e as lixeiras, para facilitar a remoção dos resíduos sólidos. - Principais instalações: a maior parte das instalações (área de recepção e triagem, escritórios, alojamento das Forças Armadas, depósitos, espaços comunitários cobertos, unidade de saúde, espaço educacional, área de artesanato, área de cocção e de distribuição) são estruturas semipermanentes como contêineres ou tendas. Apenas as instalações sanitárias estão dispostas em edificações de alvenaria pré-existentes. - Alojamentos: dispostos em uma área de redário (dentro do ginásio) e barracas (área externa). O uso de redário como alojamento principal se deve a questões culturais. - Acessibilidade universal: apesar de existirem no local pessoas com necessidades especiais, não haviam instalações adaptadas. A brita colocada acima do solo para auxiliar na drenagem do local acaba sendo um empecilho na circulação de cadeirantes. - Área para expansão: inicialmente foi instalada uma área de redário no interior do ginásio para alojamento. Devido a necessidade de expansão do número de residentes foram adicionadas posteriormente barracas da defesa civil na área externa. - Segurança e proteção: o abrigo encontra-se cercado por muro e, para segurança, têm uma única entrada de pedestres, que é controlada 24 horas pelas Forças Armadas.
Indicadores mínimos	<ul style="list-style-type: none"> - Área coberta: 3,1 m² / pessoa - inferior ao indicado pela SEDEC / RJ de 4 m² / pessoa. Algumas barracas não respeitam a distância mínima de 3 m. - Área de cozinha e refeitório: a área de cocção possui 200 m², sendo bastante superior aos 45 m² indicados pela SEDEC / RJ. Não tem espaço delimitado de refeitório. - Área do setor de triagem: a área de recepção, triagem e espera é de 200 m², sendo bastante superior aos 25 m² indicados pela SEDEC / RJ. - Instalações sanitárias: 1 vaso sanitário e 1 chuveiro / 63 pessoas – muito inferior ao indicado pela SEDEC / RJ de 1 vaso sanitário / 20 pessoas e 1 chuveiro / 25 pessoas. - A.S.: 1 tanque / 189 pessoas – inferior ao indicado pela SEDEC / RJ de 1 tanque / 40 pessoas. - Espaço recreativo: 0,83 m² / criança - inferior ao 1,5 m² / criança indicado pela SEDEC / RJ.

Quadro 4: Síntese analítica dos resultados do estudo de caso. Fonte: elaborado pelos autores.

Com base no Quadro 4, é possível verificar que um dos maiores problemas do abrigo temporário Pintolândia, em agosto de 2018, estava relacionado com a sua superlotação. Foram adicionadas diversas barracas externas para alojar o número excedente de pessoas, cujo incremento não foi acompanhado por mais infraestrutura, principalmente de instalações sanitárias, área de serviço e locais para atendimento de saúde e atividades educacionais. Além disso, observou-se que o abrigo carece de áreas arborizadas que forneçam sombra, essenciais em locais de clima quente como Boa Vista, pois amenizam o calor e melhoram a qualidade do espaço. Verificou-se também a necessidade de alguns espaços que não estavam previstos nos documentos analisados na revisão de literatura, como uma área para bicicletário próxima do acesso principal e um espaço delimitado de fumódromo, distante dos alojamentos. Cabe destacar que, por questões de segurança, é importante que as instalações sanitárias sejam separadas para homens e mulheres, e que estejam em local iluminado e com boa visibilidade. Quanto à lavagem de roupas observou-se a importância de um espaço maior de lavanderia e de uma área grande para estender as roupas.

A categoria “Aspectos socioeconômicos e culturais”, emergiu deste estudo de caso como uma das mais importantes. Esta categoria está relacionada principalmente a algumas particularidades deste abrigo temporário, com relação aos outros abrigos montados na cidade de Boa Vista, sendo este o único cujo público alvo é a população indígena. Estas particularidades estão relacionadas principalmente com atividades cotidianas, referentes ao modo de comer, dormir e vestir. A população indígena não se adaptou às refeições em forma de marmita que o exército fornece diariamente aos outros abrigos, sendo necessária a delimitação de um espaço de cocção neste abrigo. Também se destaca a área de redário, que é característica do modo como os indígenas estão acostumados a dormir. Com relação ao “vestir”, observou-se que, principalmente as crianças, não fazem uso de sapato, o que configurou um problema devido a brita colocada sobre o chão do terreno. Outra particularidade está relacionada com os meios de subsistência, pois grande parte dos homens eram trabalhadores agrícolas e as mulheres artesãs. Isso justifica o fato de que apenas neste abrigo temporário foi instalada uma área para a produção e venda de artesanatos e um local para horta comunitária.

6. Considerações finais

O agravamento da crise na Venezuela, principalmente a partir de 2017, fez com que muitos venezuelanos buscassem refúgio no Brasil, principalmente na capital do Estado de Roraima, Boa Vista, que, em agosto de 2018, estava com aproximadamente 5.000 pessoas distribuídas nos diversos abrigos temporários instalados na cidade. A importância do estabelecimento destes locais em crises humanitárias ou cenários de emergência se justifica, pois estão diretamente relacionados com a sobrevivência humana, devendo proporcionar segurança às pessoas, proteção contra as adversidades climáticas, convívio em família e comunidade, bem como facilitar a distribuição de ajuda humanitária.

O estudo de caso apresentado neste artigo evidencia a complexidade que envolve a provisão de abrigos temporários, pois são espaços que estão em constante mutação, sendo muito importante um planejamento prévio do local. Para isso, devem-se considerar diversos fatores, como os serviços, instalações e infraestrutura do abrigo; suas características físico-

espaciais e funcionais; e alguns indicadores mínimos para seu funcionamento. Além disso, é importante considerar situações de superlotação, que são muito comuns em abrigos temporários, prevendo não apenas o fornecimento de mais espaços de alojamento, mas também a expansão da infraestrutura e das instalações de apoio existentes no local.

Por fim, destaca-se a necessidade de se considerarem os aspectos socioeconômicos e culturais no planejamento e projeto de abrigos temporários, considerando as especificidades da população abrigada. Além disso, atenta-se para a importância de se avaliarem possíveis adaptações e melhorias após a implantação dos abrigos, com base nos principais problemas identificados durante o funcionamento destes espaços.

Referências

ALTO COMISSARIADO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA REFUGIADOS. **Perfil de abrigos (Roraima)**. 2018. Disponível em:

<https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/reach_bra_factsheet_roraima_state_site_profiling_august_2018_portuguese_0.pdf> Acesso em: 10 jan. 2020.

ALTO COMISSARIADO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA REFUGIADOS. **Agência da ONU para refugiados**. 2020. Disponível em: <<http://www.acnur.org/>> Acesso em: 10 jan. 2020.

SPHERE ASSOCIATION. **The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response**. 4. ed. Genebra, 2018. Disponível em: <<https://spherestandards.org/es/el-manual/editions/>> Acesso em: 10 jan. 2020.

CARBONARI, L. T.; LIBRELOTTO, L. I. Indicadores mínimos e infraestruturas de apoio para abrigos temporários fixos e móveis de caráter emergencial. In: V Encontro de Sustentabilidade em Projeto V ENSUS, 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2017. v. 5. pp. 82–95.

COMITÊ NACIONAL PARA OS REFUGIADOS. **Refúgio em números**. 2018. Disponível em: <http://www.acnur.org/portugues/wp-content/uploads/2018/04/refugio-em-numeros_1104.pdf> Acesso em: 10 jan. 2020.

CORSELLIS, T.; VITALE, A (Coords.). **Transitional settlement: displaced populations**. University of Cambridge: Oxfam. 2005. 239 p.

CORSELLIS, T.; VITALE, A (Coords.). **Transitional settlement and reconstruction after natural disasters**. Field ed. Geneva: Department for International Development, Shelter Centre and United Nations Office For The Coordination Of Humanitarian Affairs. 2008.

CORSELLIS, T.; VITALE, A (Coords.). **Shelter after disaster: Strategies for transitional settlement and reconstruction**. Geneva: Department for International Development, Shelter Centre and United Nations Office For The Coordination Of Humanitarian Affairs. 2010.

ESCRITÓRIO DE COORDENAÇÃO DE ASSUNTOS HUMANITÁRIOS. **OCHA's 2019 in review**. 2019. Disponível em: <<https://unocha.exposure.co/ochas-2019-in-review>>. Acesso em: 15 jan. 2020.



GALL, M. Where to go? Strategic modelling of access to emergency shelters in Mozambique. **Disasters**, v. 28, n. 1, p. 82-97, 2004.

INTERNATIONAL RESCUE COMMITTEE. **International Rescue Committee Annual Report 2018**. 2019. Disponível em: <<https://www.rescue.org/>>. Acesso em: 15 jan. 2020.

MENDONÇA, H. Com 40.000 venezuelanos em Roraima, Brasil acorda para sua 'crise de refugiados'. **El País**, São Paulo, 18 fev. 2018. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2018/02/16/politica/1518736071_492585.html>; Acesso em: 10 jan. 2020.

QUARANTELLI, E.L. **Patterns of shelter and housing in US disasters**. Disaster Prevention and Management: An International Journal, Vol. 4. Issue: 3, pp.43-53, 1995.

SCHRAMM, Don; THOMPSON, Paul (Orgs.). **First International Emergency Settlement Conference: New approaches to new realities**. Wisconsin, Madison, U.S. University of Wisconsin. Disaster Management Center. Department of Engineering Professional Development. 1996. 508 p.

SECRETARIA DE ESTADO DA DEFESA CIVIL DO RIO DE JANEIRO. **Administração para Abrigos Temporários**. Rio de Janeiro: SEDEC/RJ, 2006. 244 p.

SENNE, L. L. B. de. Projeto APIS - Uma Experiência Construtiva em Arquitetura Humanitária. In: GUNTHER, W. M. R.; L. CICCOTTI; A. C. RODRIGUES. (Org.). **Desastres: Múltiplas Abordagens e Desafios**. 1ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017, v. 1, p. 259-278.

WORLD BANK. **Safer Homes, Stronger Communities: A Handbook for reconstructing after natural disasters**. Washington DC: The World Bank; GFDRR. 2010.

Avaliação das soluções sustentáveis para o suprimento de água e tratamento de esgoto em pequenas municipalidades a partir de gradientes da densidade urbana.

Evaluation of sustainable solutions for water supply and sewage treatment in small municipalities using gradients of urban density.

Alline Gomes Lamenha e Silva, MSc., Universidade Federal do Rio Grande do Sul

allinelamenha@gmail.com

Márcia de Moraes Stein, MSc., Especialista, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

marciamstein@gmail.com

Daniela Tatsch Baptista, Arquiteta e Urbanista, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

danibaptsch@gmail.com

Miguel Aloysio Sattler, Ph.D., Universidade Federal do Rio Grande do Sul

masattler@gmail.com

Resumo

Com o crescimento urbano, torna-se necessário definir as formas de atendimento à necessidade humana por água, em qualidade e quantidade adequadas. O presente artigo busca identificar como os gradientes de densidades populacionais podem contribuir na definição de soluções sustentáveis para o suprimento de água e tratamento de esgoto em pequenas municipalidades. Partiu-se da definição das áreas estratégicas, em termos de sustentabilidade, buscando-se determinar, com base em dados gratuitos e publicamente disponíveis, a densidade urbana do município de Feliz/RS, bem como a distribuição do abastecimento de água e destinação dos efluentes domésticos. A partir desse diagnóstico, que considera as particularidades do município, foram propostas soluções alternativas e descentralizadas para as áreas avaliadas. Os resultados mostram que a avaliação integrada e espacial pode conduzir a soluções mais sustentáveis, que envolvam e empoderem a comunidade local quanto ao uso e cuidado com a água e como potencial de suporte à tomada de decisão.

Palavras-chave: Densidades Populacionais; Abastecimento de Água; Efluentes Domésticos; Sustentabilidade Urbana.

Abstract

As cities grow, it becomes necessary to define ways of meeting the human need for water in adequate quality and quantity. In this article, it was identified how population densities gradients can contribute to the definition of sustainable solutions for water supply and sewage treatment in small municipalities. Strategic areas were defined in terms of sustainability, seeking to determine, based on free and public data, the urban density of the municipality of Feliz/RS and the distribution of water supply and solutions for domestic effluents. Based on this diagnosis, which considers the particularities of the municipality, alternative and decentralized solutions were proposed for the assessed areas. The results show that the integrated and spatial assessment can lead to more sustainable solutions, which involve and empower the local community regarding the use and care of water and with the potential to support decision making.

Keywords: *Population Densities; Water supply; Domestic Effluents; Urban Sustainability.*

1. Introdução

No debate sobre as necessidades urbanas, a água é um fator central: seja no âmbito do abastecimento de água potável ou da destinação dos efluentes domésticos, as decisões tomadas precisam refletir as particularidades de cada região, de maneira a atender as demandas, sem promover um desequilíbrio que coloque em risco a qualidade do ambiente.

A proposição de soluções eficientes, entretanto, extrapola as técnicas tradicionalmente adotadas, e deve considerar como as comunidades podem trabalhar de forma harmônica com a natureza, criando uma infraestrutura que trabalhe sinergicamente com os processos e sistemas naturais. Entretanto, conforme explicita Bettencourt (2015), é preciso destacar a diferença entre a implementação de uma solução padrão e a concepção de um plano que seja ao mesmo tempo mais útil para o serviço à comunidade e realizável em termos de aquisição.

Ao considerar a cidade um ecossistema vivo, é possível adotar estratégias que consideram os recursos hídricos de forma holística: a ação antrópica pode representar, em vez que uma condutora de impactos negativos, uma catalisadora de processos positivos ao meio ambiente. O entendimento holístico das cidades vem fundamentando diversos estudos, que propõem diferentes metodologias para a gestão da água nas cidades sob uma ótica mais sustentável e, conseqüentemente, mais eficiente (ARDEN; MA; BROWN, 2019; KIRSHEN et al., 2018; SERRAO-NEUMANN et al., 2019).

Nesse contexto, conhecer com mais profundidade as necessidades de cada cidade é fundamental na determinação de seus pontos de vulnerabilidade e proposição de estratégias mais sustentáveis, garantindo que os recursos naturais possam estar disponíveis às gerações futuras e que a forma de vida urbana possa ser compatível com os sistemas naturais.

Entre os diversos aspectos urbanos, é importante destacar que o lugar e a forma com que as cidades crescem e se estabelecem revelam-se cruciais no processo de proteção das bacias hidrográficas – as densidades urbanas podem ser tomadas, dessa forma, como estratégias para o estabelecimento de soluções mais eficientes e sustentáveis (FARR, 2013).

As densidades podem, dessa forma, trabalhar como condutoras de práticas urbanas direcionadas à sustentabilidade, uma vez que determina diretamente questões como: o uso e ocupação do solo; acessibilidade aos serviços e a produção de alimentos. O acesso à água limpa e a destinação adequada dos efluentes domésticos, destacam-se como necessidades humanas, cujo atendimento revela-se um desafio urbano, diante de padrões de vida que repercutem além dos limites da cidade (NEWMAN E JENNINGS, 2008).

Farr (2013) considera a densidade como a “bala de prata” da sustentabilidade, já que permite reduções quanto ao uso de recursos per capita, fornecendo benefícios, locais, regionais e globais. Destaca ainda, indicativos de que a premissa da baixa densidade, como fator de proteção aos recursos hídricos, pode estar equivocada, uma vez que densidades mais altas consomem menos solo per capita, ao acomodar o mesmo número de pessoas, criando, assim, menos coberturas impermeáveis.

Alexander *et al.* (1977) conduz a discussão da gestão urbana à luz das densidades das cidades, sugerindo que aumentem com a proximidade ao seu centro comercial, a partir de gradientes de densidade estáveis, que mesclm, de maneira espacial, o acesso aos serviços e

conveniências das regiões mais densamente povoadas à calma típica das regiões menos densas.

Evidencia-se, dessa forma, a relação entre as densidades populacionais e as alternativas adotadas para o abastecimento de água e esgotamento sanitário, conduzindo a soluções mais ou menos centralizadas. Libralato et al. (2012) destacam que a descentralização parece possibilitar a redução da proporção da população sem acesso sustentável à água potável e ao esgotamento sanitário, ao passo que reverte a perda de recursos ambientais. Aumentar a acessibilidade à água e ao saneamento não implica, necessariamente, na exploração excessiva dos recursos existentes, mas em melhorar sua gestão de redução, reciclagem e reutilização, além de identificar novas fontes de água, como águas pluviais e águas residuais recuperadas.

No campo das propostas supracitadas, Tonetti et al. (2018) orientam que as tecnologias relacionadas ao saneamento voltem-se à melhoria das condições de saúde e higiene das comunidades por meio de técnicas de baixo custo, que, além de ambientalmente sustentáveis, considerem a cultura e os conhecimentos locais. As propostas apresentadas pelos autores como alternativas de tratamento de esgoto doméstico objetivam auxiliar moradores, gestores públicos e técnicos na tomada de decisão.

O presente artigo tem como objetivo avaliar as relações entre as soluções adotadas para o suprimento de água e tratamento de esgoto, associados aos gradientes de densidades populacional de uma pequena municipalidade, conduzindo à proposição de estratégias sustentáveis de preservação do solo e da bacia hidrográfica que considerem a realidade local.

2. Procedimentos Metodológicos

Como estudo de caso, foi tomado do município de Feliz/RS. Devido ao elevado Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e aos bons resultados apresentados pelo Indicador Social de Desenvolvimento dos Municípios (ISDM), o município vem sendo estudado pelo grupo de pesquisadores de Edificações e Comunidades Sustentáveis do NORIE, na Universidade do Rio Grande do Sul. O foco no desenvolvimento de pesquisas e propostas para a região é capaz de conformar um vasto banco de dados, que podem apoiar demais estudos e favorecer a aplicação de iniciativas. O município situa-se a cerca de 80 km da capital, possui uma população de 12.359 habitantes e ocupa uma área de 95,371 km² (IBGE, 2010). A localidade possui baixa densidade habitacional e é rica em recursos naturais e culturais, conformando uma próspera região do estado do Rio Grande do Sul.

Para a presente análise, foram utilizadas ferramentas da geoestatística e um sistema de informações georreferenciadas, de maneira a potencializar as análises propostas por Alexander *et al.* (1977), em seu padrão 29 (Anéis de Densidade), e construir um diagnóstico espacializado das soluções para o abastecimento de água e esgotamento sanitário adotadas pela comunidade do município de Feliz/RS, buscando conceber uma metodologia orientadora da sustentabilidade na concepção da cidade. Os procedimentos metodológicos encontram-se descritos a seguir.

O centro médio de uma região está associado à média das coordenadas de cada atributo considerado. A concentração habitacional, entretanto, pode levar a um centro ponderado que

considera o ponto mais representativo do núcleo urbano em termos de densidade populacional, expressa pela Equação 1:

$$\bar{X}_w = \frac{\sum_i^n x_i w_i}{\sum_i^n w_i}, \bar{Y}_w = \frac{\sum_i^n y_i w_i}{\sum_i^n w_i} \quad (1)$$

Sendo x_i e y_i , as coordenadas da unidade de informação (o setor por município); e w_i , o atributo ponderador (as densidades populacionais).

Para a medição do grau em que as densidades estão concentradas ou dispersas em torno do centro médio ponderado, foi avaliada a distribuição direcional das concentrações, a partir da elaboração de elipses de desvio padrão. O padrão proposto por Alexander *et al.* (1977) indica que, partindo da região central de maior densidade, envolvida por um círculo de raio R (ou semicírculo, considerado o padrão de núcleos excêntricos dos autores), os três anéis de densidades gradativas devem ter raios equivalentes médios iguais a R/6, 3R/6 e 5R/6. Dessa maneira, propõe-se uma adaptação dessa abordagem, incluindo-se a consideração às feições exploradas, por meio de elipses de distribuição direcional, com base no sistema de informações geográficas, como ilustra a Figura 1.

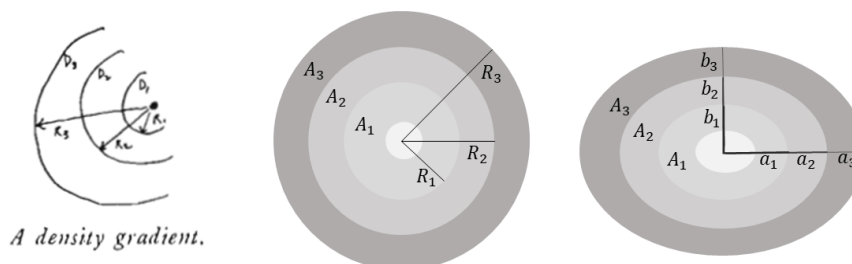


Figura 1: Adaptação do padrão “Anéis de Densidade”, de Christopher Alexander, considerando as elipses de distribuição direcional. Fonte: elaborado pelas autoras, adaptado de Alexander *et al.* (1977).

Tomou-se como ponto central o centro médio ponderado pelas densidades populacionais, quantificadas e espacializadas a partir dos setores censitários. A direcionalidade observada no desenvolvimento dos municípios foi considerada, uma vez que foi tomada a elipse de distribuição direcional de um desvio padrão, como delimitadora do anel externo. Os anéis elípticos foram traçados mantendo-se as proporções propostas por Alexander *et al.* (1977), porém preservando-se as excentricidades das elipses que refletem a tendência de ocupação.

A fim de avaliar as tendências quanto às soluções adotadas no município de Feliz/RS, no âmbito do abastecimento de água e do esgotamento sanitário, foram obtidos seus respectivos índices, quantificados a partir dos dados levantados pelo censo realizado pelo IBGE (2010) e especializado a partir dos setores censitários. Os dados básicos utilizados para elaboração dos índices e confecção dos mapas gráficos estão disponíveis na planilha “Domicílio01_RS”, disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

O Índice de Abastecimento de Água representa a proporção dos domicílios particulares permanentes que são abastecidos pela rede de água, por poços e nascentes ou por água da chuva. O Índice de Esgotamento Sanitário representa a proporção de domicílios que

destinam seus efluentes domésticos às fossas sépticas, solução considerada segura no contexto abordado, desde que sejam efetuadas implantação e manutenção adequadas das mesmas. As demais soluções foram computadas de forma global, considerando sua totalidade no município, de maneira a fornecer um diagnóstico e revelar potenciais soluções inexploradas, favorecendo a sustentabilidade na tomada de decisões mais assertivas no contexto local.

As propostas de intervenção consideraram os aspectos de densidade e os conceitos de sustentabilidade, buscando a aplicação de soluções descentralizadas e que envolvam a comunidade, de acordo com a realidade observada, em termos das alternativas já adotadas. É importante ressaltar que não há o intuito de apresentar soluções únicas, definitivas ou aplicáveis a qualquer situação, mas soluções simples de sistemas unifamiliares ou semicoletivos, aplicáveis localmente e de baixo custo, que, quiçá, possam servir como diretrizes para futuras políticas públicas ou privadas. As tecnologias sugeridas buscam a melhoria da qualidade da água, com a redução da poluição e a preservação da vida e da diversidade na bacia do rio Caí. Sua aplicação limita-se à área urbana da municipalidade.

3. Resultados

As densidades por setor censitário, os centros médios geométrico e ponderado pela densidade, e a elipse de distribuição direcional das densidades populacionais são apresentados na Figura 2, sendo identificados, ainda, os gradientes de densidade.

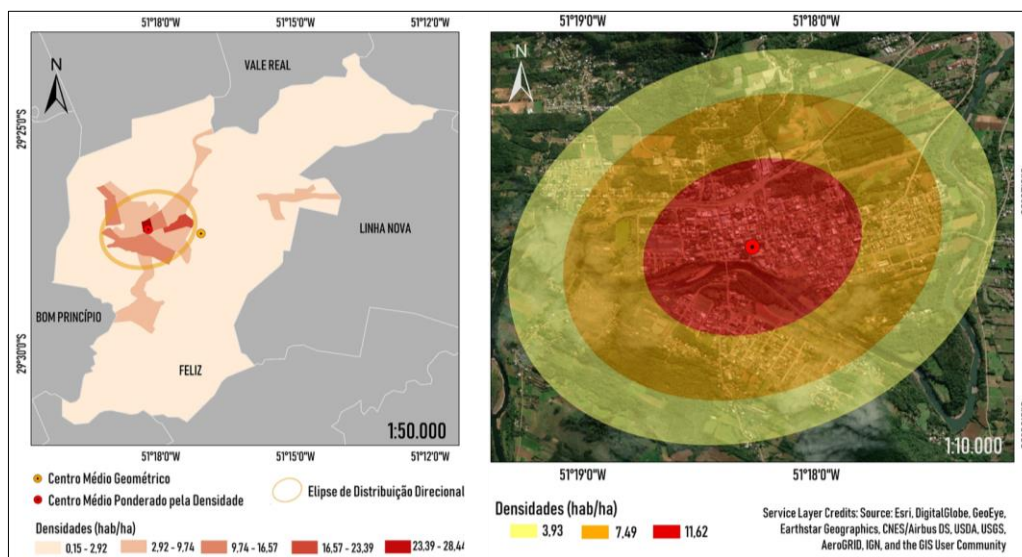


Figura 2: Avaliação das densidades populacionais (à esquerda) e anéis de densidade populacional (à direita) no município de Feliz (RS). Fonte: elaborado pelos autores com dados do IBGE (2010).

A avaliação das densidades, por setores censitários, permite inferir que a ocupação apresenta um núcleo central facilmente detectável e no qual está posicionado o centro médio, ponderado pelas densidades populacionais. Esse cenário alinha-se ao proposto por Alexander *et al.* (1977), que prevê o estabelecimento de densidades locais, a partir desse

ponto de máxima densidade, influenciando, tanto a forma, como às comunidades que ocupam o território, no tocante ao perfil cultural dos seus habitantes.

Há um claro deslocamento a oeste desse núcleo de maior densidade, em relação ao centro médio geométrico do município. Além de questões topográficas e da proximidade com o rio Caí, esse posicionamento é influenciado pelos municípios vizinhos, com destaque ao município de Bom Princípio, à oeste, e Vale Real, à norte. Entre os núcleos principais dos municípios de Feliz e Linha Nova, é observado um núcleo secundário, com densidade superior à de seus arredores, chegando a 4,0 hab/ha, cerca de 17 vezes superior à média dos setores vizinhos. Apesar de não estar inserida na elipse de distribuição direcional, cujo tamanho adotado foi de um desvio padrão, essa área exerce influência sobre a direcionalidade da distribuição.

A elipse de distribuição direcional, por sua vez, resume o padrão das densidades em termos de centralidade, dispersão e tendência direcional, e foi tomada como delimitadora do anel de densidade externo. Os gradientes de densidade observados reforçam a relação entre a comunidade e seus recursos hídricos, uma vez que a ocupação no município é conduzida pelo rio Caí, que exerce centralidade em termos de concentração na distribuição das densidades. Essa constatação corrobora com a necessidade da compreensão dos impactos diretos das ações do urbano no rio, que, por sua vez, também influencia a cidade.

A avaliação das soluções adotadas para o abastecimento de água indica bons Índices de Abastecimento de Água no município, conforme ilustrado na Figura 3. O abastecimento é realizado predominantemente através da rede de abastecimento de água, cuja captação ocorre, de acordo com a Agência Nacional de Águas (2007), a partir de um conjunto de 10 poços, de tratamento simplificado. A segunda forma de abastecimento mais relevante ocorre individualmente, a partir de poços ou nascentes, o que demonstra a grande dependência do município do aquífero subterrâneo e reafirma a necessidade de proteção dos recursos hídricos, a nível de bacia hidrográfica. É importante ressaltar, ainda, que o uso de poços ou nascentes para o abastecimento de água de forma individual requer o monitoramento da qualidade da água, de forma periódica, para a garantia da segurança de seu consumo.

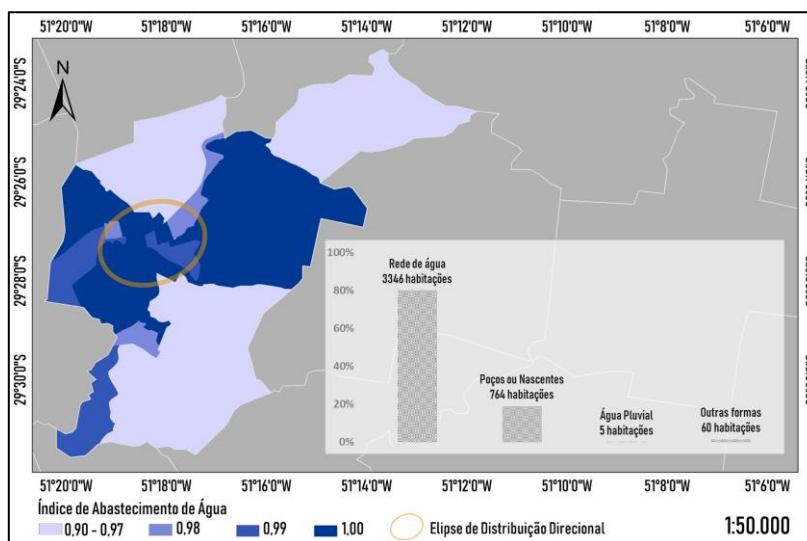


Figura 3: Índice de Abastecimento de Água e soluções de abastecimento de água adotadas no município de Feliz/RS. Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados do IBGE (2010).

Um destaque importante é quanto ao abastecimento pelas águas pluviais, adotado apenas por 5 habitações no município. As precipitações mensais médias, com base em dados das estações pluviométricas da Agência Nacional de Águas (2019), variam: de 80,8 mm, em maio, a 156,6 mm, em janeiro, na Estação 02951014, situada em Feliz (dados de 1950 a 1978); e de 120,4 mm, em abril, a 169,1 mm, em julho, na Estação 02951027, em São Vendelino (dados de 1970 a 2019). O aproveitamento da água da chuva representa uma fonte de abastecimento de água complementar relevante para o município e que pode ser explorada, tanto a nível individual, nas regiões de menor densidade, quanto a partir de sistemas locais coletivos, que supram as regiões mais densificadas.

O cuidado com a água, entretanto, envolve também ações mais abrangentes, que estão relacionadas diretamente à qualidade do lençol freático, que, em última instância, abastece o município. Algumas técnicas de baixo impacto podem contribuir para a proteção das águas na escala do município, uma vez aplicadas na bacia hidrográfica. É importante pontuar, também, os riscos associados ao uso agrícola da terra, a nível regional, considerando a correlação direta existente entre a agricultura sustentável e livre de agrotóxicos e a qualidade da água consumida pela população.

A situação que requer maior alerta, está associada às soluções adotadas para os efluentes domésticos, conforme ilustra o Índice de Esgotamento Sanitário, na Figura 4. Apesar de a maior parte das habitações terem soluções para esgotamento sanitário relativamente seguras, associadas à presença de fossas sépticas, a ligação à rede pluvial e o uso de fossas rudimentares é expressivo. Especialmente, é possível observar que regiões próximas do rio Caí apresentam soluções que podem representar risco de contaminação por carga orgânica às águas e ao solo da região.

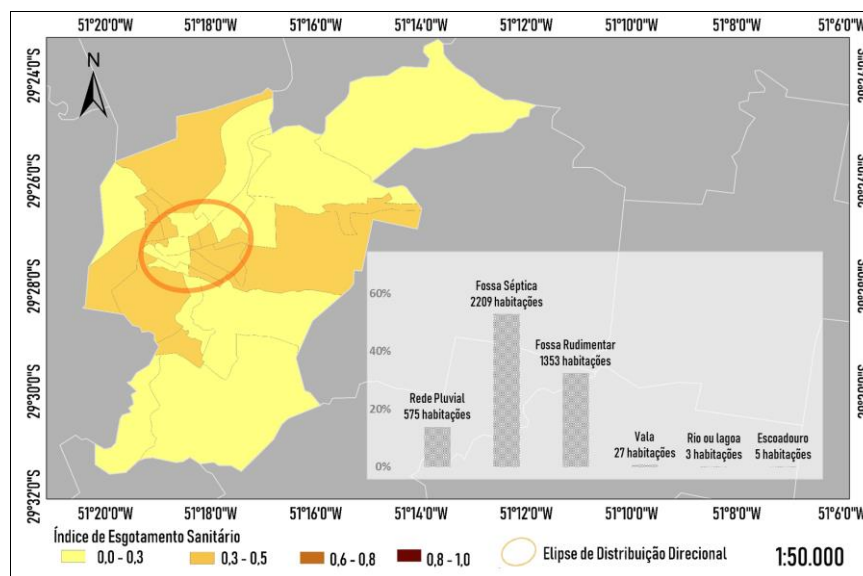


Figura 4: Índice de Esgotamento Sanitário e soluções para o esgotamento sanitário no município de Feliz/RS. Fonte: elaborado pelos autores com dados do IBGE (2010).

Nesse sentido, soluções alternativas podem ser adotadas para complementar as soluções para o esgotamento sanitário doméstico na região. O levantamento das soluções é apresentado na Figura 5.


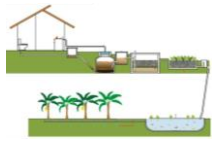
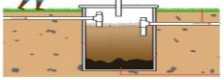
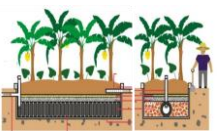
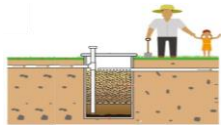
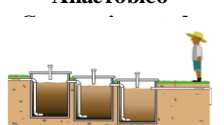
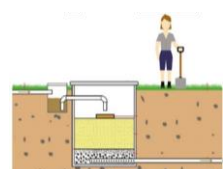


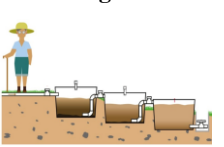
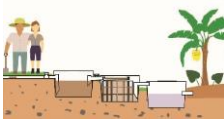
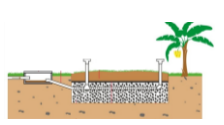

SISTEMA DE TRATAMENTO			
SOLUÇÃO	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS	SOLUÇÃO	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
1. Círculo de Bananeiras 	Área necessária: 3 a 5m ² Custo: Até R\$ 500,00 Remoção da matéria orgânica: Não Manutenção: 2 a 4 X/ano Remoção de Lodo: Não	8. Biosistema Integrado 	Área necessária: 25 a 100 m ² Custo: R\$1.500,00 a R\$2.500,00 Remoção da matéria orgânica: Alta = 80% ou mais Manutenção: 5 ou mais X/ano Remoção de Lodo: Sim
2. Tanque ou Fossa Séptica conforme 	Área necessária: 1,5 a 4 m ² Custo: R\$ 500,00 a R\$1.500,00 Remoção da matéria orgânica: Média = 50 a 79% Manutenção: 1 X/ano Remoção de Lodo: Sim	9. Fossa Verde 	Área necessária: 7 a 10 m ² Custo: R\$1.500,00 a R\$2.500,00 Remoção da matéria orgânica: Alta = 80% ou mais Manutenção: 1 X/ano Remoção de Lodo: Talvez
3. Filtro Anaeróbico 	Área necessária: 1,5 a 4 m ² Custo: R\$ 500,00 a R\$ 1.500,00 Remoção da matéria orgânica: Média = 50 a 79% Manutenção: 1 X/ano Remoção de Lodo: Sim	10. Reator Anaeróbico 	Área necessária: 3 a 8 m ² Custo: R\$1.500,00 a R\$2.500,00 Remoção da matéria orgânica: Média = 50 a 79% Manutenção: 1 X/ano Remoção de Lodo: Sim
4. Filtro de Areia 	Área necessária: 2 a 5 m ² Custo: R\$ 500,00 a R\$1.500,00 Remoção da matéria orgânica: Alta = 80% ou mais Manutenção: 5 ou mais X/ano Remoção de Lodo: Não	11. SAC - Sistemas Alagados Construídos 	Área necessária: 7,5 a 15 m ² Custo: R\$1.500,00 a R\$2.500,00 Remoção da matéria orgânica: Alta = 80% ou mais Manutenção: 2 a 4 X/ano Remoção de Lodo: Não
5. Vermifiltro 	Área necessária: 2 a 5 m ² Custo: até R\$ 500,00 Remoção da matéria orgânica: Média = 50 a 79% Manutenção: 5 ou mais X/ano Remoção de Lodo: Sim (Humus)	12. Fossa Séptica Biodigestora 	Área necessária: 10 a 12 m ² Custo: R\$1.500,00 a R\$2.500,00 Remoção da matéria orgânica: Média = 50 a 79% Manutenção: 5 ou mais X/ano Remoção de Lodo: Não
6. Sistema Modular com Separação das Águas e LETI 	Área necessária: 10 m ² Custo: até R\$ 400,00 Remoção da matéria orgânica: Alta = Até 98% Manutenção: 10 anos Remoção de Lodo: Sim (Humus)	13. Vala de Infiltração conforme NBR 	Área necessária: 7,5 a 15 m ² Custo: R\$1.500,00 a R\$2.500,00 Remoção da matéria orgânica: Alta = 80% ou mais Manutenção: 2 a 4 X/ano Remoção de Lodo: Não
7. Reator anaeróbico de Fluxo Ascendente RAF 	Área necessária: 1,5 a 5 m ² Custo: R\$1.500,00 a R\$2.500,00 Remoção da matéria orgânica: Média = 50 a 79% Manutenção: 2 a 4 X/ano Remoção de Lodo: Sim	<p align="center">** Observações:</p> <p>1. Área e custo calculadas para um sistema que atende até 5 pessoas. Em sistemas coletivos, multiplicar pelo número de residências de 5 pessoas.</p> <p>2. Todos os esgotos provenientes de cozinha, deverão passar primeiramente por caixa de gordura.</p>	

Figura 5: Soluções para o esgotamento sanitário. Fonte: elaborado pelas autoras, adaptado de Tonetti et al. (2018) e Ercole (2003).

Considerando o gradiente de densidades, as soluções sugeridas para o município estão expostas na Figura 6:

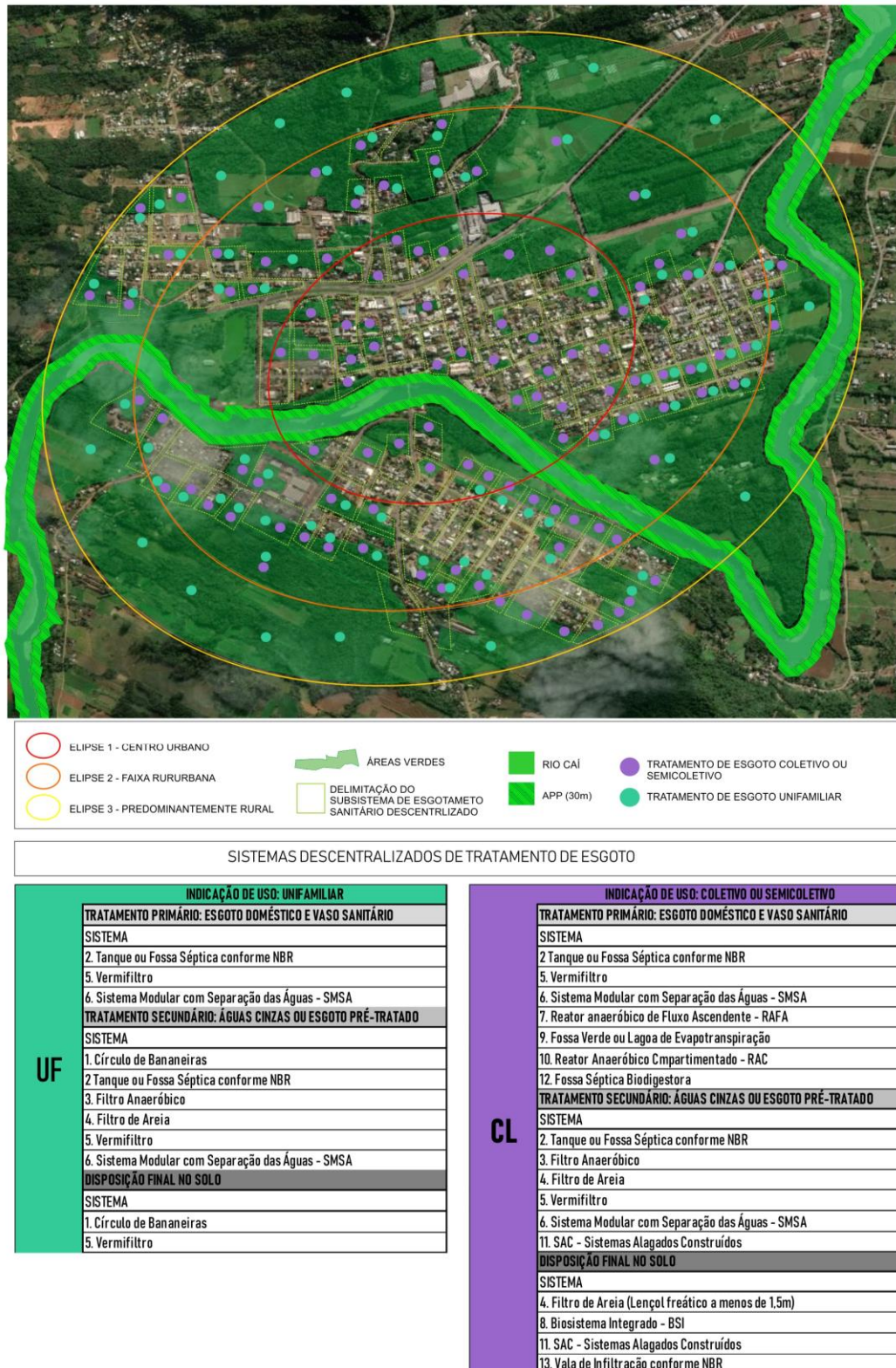


Figura 6: Soluções para esgotamento sanitário, com base na densidade, para o município de Feliz/RS.

No setor contornado pela Elipse 1, que identifica o centro urbano da cidade de Feliz e caracteriza a área de maior densidade do município, foram identificadas áreas verdes em menor quantidade, em relação à área construída. Considerando a análise, propõem-se a utilização de um sistema de esgoto coletivo ou semicoletivo, que poderia ser implementado a partir da divisão de custos entre as moradias, que assumiriam a sua manutenção, de forma autônoma.

No segundo setor, localizado na Elipses 2, compreende-se uma área de transição entre o miolo urbano e a área rural, que pode ser denominado rururbano, onde encontram-se aglomerados de moradias. Para essa região é sugerida a solução da Elipse 1, ou seja, também a implementação de tratamentos coletivos ou semicoletivos, uma vez que exista proximidade entre as moradias e espaço para a localização do sistema de tratamento. Para o caso das demais moradias, que por qualquer motivo não aderirem à alternativa de implementação de um sistema coletivo ou semicoletivo, seria adequada a adoção de um sistema unifamiliar, que requer menos espaço para a sua inserção, podendo vir a requerer um modelo específico de tratamento, de acordo com a particularidade de cada moradia, e desde que atenda às medidas de segurança impostas pela norma regulamentadora.

A Elipse 3, que configura a área rural do município, dispõe de uma vasta área verde para a implementação de distintos sistemas, sendo importante salientar que a proximidade entre o local de tratamento de esgoto e o das moradias é de grande importância, para que os benefícios de um sistema descentralizado sejam otimizados. Assim como na Elipse 2, esta zona também pode ser composta por moradias aglomeradas ou isoladas. Assim sendo, sugere-se as mesmas medidas adotadas na solução anterior.

4. Considerações Finais

É reconhecida a importância de a infraestrutura urbana contemplar o saneamento básico de forma ampla e sistêmica, a fim de oferecer condições de vida adequadas para a população e o meio ambiente. Especificamente no âmbito abordado no presente trabalho, entende-se que as estratégias apresentadas sejam viáveis de serem implementadas, por serem de baixo custo, quando comparadas aos modelos convencionais centralizados, promovendo, além disso, a autonomia civil. Esse cenário permite que as comunidades possam gerir conjunta ou individualmente este serviço, e que ainda possam solicitar ao poder público a utilização deste recurso para estabelecer melhorias locais que estejam sem atenção.

A consideração dos gradientes de densidades populacionais como orientadores mostrou-se uma ferramenta simples, eficiente e de baixo custo, no sentido de articular informações sobre a maneira como a comunidade ocupa o território à tomada de decisão. Essa estratégia pode ser adotada na avaliação de ações mais abrangentes, que estão relacionadas diretamente à qualidade do lençol freático, que, em última instância, abastece o município.

Em trabalhos futuros, sugere-se a consideração de técnicas de baixo impacto, que poderão ser avaliadas dentro da mesma abordagem, no sentido de contribuir para a proteção das águas na escala do município, dentro de sua inserção na bacia hidrográfica, e que se relacionam ao uso do solo, à drenagem urbana e ao manejo de resíduos sólidos. Para as questões relacionadas às águas pluviais, levando em conta a sua baixa adoção para o abastecimento residencial, identifica-se uma oportunidade para o desenvolvimento de um projeto que

reconheça os benefícios deste sistema, que poderia ser utilizado, principalmente, no meio urbano, a partir de infraestruturas permeáveis, alimentando o lençol freático e permitindo que o solo faça a filtragem natural das águas.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água.**, Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas>>, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **HidroWeb: sistemas de informações hidrológicas**, 2019.

ALEXANDER, C.; SILVERSTEIN, M.; ISHIKAWA, S. **A Pattern Language**. Berkeley: Oxford University Press, 1977. v. 2

ARDEN, S.; MA, X. (Cissy); BROWN, M. Holistic analysis of urban water systems in the Greater Cincinnati region: (2) resource use profiles by emergy accounting approach. **Water Research X**, v. 2, p. 100012, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.wroa.2018.100012>>

BETTENCOURT, L. Cidades como sistemas complexos. In: FURTADO, B. A.; SAKOWSKI, P. A. M.; TÓVOLI, M. H. (Eds.). **Modelagem de sistemas complexos para políticas públicas**. Brasília: IPEA, 2015. p. 436.

FARR, D. **Urbanismo sustentável: desenho urbano com a natureza**, 2013.

IBGE. **Censo de 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em: nov. 2019.

KIRSHEN, P. et al. Integrated urban water management applied to adaptation to climate change. **Urban Climate**, v. 24, n. August 2017, p. 247–263, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2018.03.005>>

LIBRALATO, G.; VOLPI GHIRARDINI, A.; AVEZZÙ, F. To centralise or to decentralise: An overview of the most recent trends in wastewater treatment management. **Journal of Environmental Management**, v. 94, n. 1, p. 61–68, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.07.010>>

NEWMAN, P.; JENNINGS, I. **Cities as Sustainable Ecosystems: Principles and Practices**. Island Press, 2008. v. 32 Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1111/j.1467-9906.2010.00504.x>>

SERRAO-NEUMANN, S. et al. Urban water metabolism information for planning water sensitive city-regions. **Land Use Policy**, v. 88, n. July, p. 104144, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104144>>

TONETTI, A. L. et al, 2018, **Tratamento de esgotos domésticos em comunidade isoladas: referencial para a escolha de soluções**. 1 ed. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil.

Análise comparativa da vegetação urbana e o seu impacto no conforto térmico na escala local. Caso do Distrito Federal – DF.

Comparative analysis of urban vegetation and its impact on thermal comfort in the local scale. Case of Federal District (DF).

Bárbara Gomes Silva, mestre, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Estácio de Brasília, Grupo de Pesquisa SICAC da Universidade de Brasília.

barbarag.arquitetura@gmail.com

Caio Frederico e Silva, doutor, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília.

caiosilva@unb.br

Resumo

A vegetação urbana contribui para o aumento do conforto térmico no microclima. O objetivo deste estudo é analisar o impacto do acréscimo de vegetação urbana no conforto térmico na escala local do Distrito Federal. Os procedimentos metodológicos dividem-se em três etapas: (1) modelam-se dois cenários para a Zona Climática Local 3, com o *software* ENVI-met 4.4.4, o cenário original e com acréscimo de vegetação (hipotético); (2) simula-se o microclima para diferentes horários do dia no período quente-seco e (3) geram-se gráficos de manchas referentes ao parâmetro *Physiological Equivalent Temperature* (PET), à temperatura do ar e velocidade dos ventos. Os resultados apontam que às 9 e 15 horas a vegetação disposta de forma linear proporciona maior conforto térmico do que dispostas em grupos. Às 21 horas, apesar de não haver alteração na percepção térmica, há a amenização da temperatura do ar em até 1°C, o que é benéfico para o microclima.

Palavras-chave: Zona Climática Local; Simulação Computacional; Vegetação Urbana; Microclima; Temperatura Fisiológica Equivalente.

Abstract

*Urban vegetation contributes to the increase of thermal comfort on the microclimate scale. The objective is to analyze the impact of adding urban vegetation on thermal comfort at the local level of the Federal District. The methodological procedures have three phases: (1) modeling of two scenarios for the Local Climate Zone 3, by ENVI-met software (scientific version 4.4.4), the original scenario and adding vegetation (hypothetical). (2), the microclimate is simulated for different times of the day for the hot-dry period and (3), stain graphics are generated for the parameter *Physiological Equivalent Temperature* (PET), air temperature and wind speed. The results show that at 9 am and 15 pm the vegetation arranged linearly provides greater thermal comfort than arranged in groups. At 9 pm, although there is no change in thermal perception, there is an easing of the air temperature in up to 1°C, which is beneficial for the microclimate.*

Keywords: Local Climate Zones; Computer Simulation; Intra-urban Vegetation; Microclimate; Physiological Equivalent Temperature.

1. Introdução

A falta de vegetação urbana aliada à redução de áreas permeáveis no meio urbano, intensificam o desconforto térmico. Isso porque a cobertura do solo, a vegetação e a topografia são os principais responsáveis pelas alterações referentes ao clima quando se discute a escala microclimática (ROMERO, 2011), e são elementos fortemente alterados pela ação humana. Assim, a demanda de estudos relacionados ao microclima urbano vem crescendo, a fim de encontrar soluções que consigam mitigar os problemas microclimáticos, contribuindo com uma cidade mais resiliente.

Dentre tantos aspectos que podem afetar o microclima urbano, a vegetação se destaca, visto que são muitos os estudos que comprovam seus benefícios para o meio ambiente e a população (MORO, (1976); ABREU-HARBICH e LABAKI, (2010); LÓIS, LABAKI e SANTOS, (2011); LABAKI et al., (2011); SHINZATO e DUARTE, (2018) FERREIRA e DUARTE, (2019)). Segundo Labaki et al. (2011), a vegetação proporciona benefícios relacionados ao conforto térmico no ambiente construído.

Em climas tropicais, Silva (2009) afirma que a vegetação é fundamental para a manutenção do microclima quando utilizada de forma adequada. Além disso, ela capta grande quantidade de CO₂, auxiliando nas estratégias de mitigação das mudanças climáticas (RIBEIRO, BORGIO e MARANHO, 2013). Aliado a isto, Szeremeta e Zannin (2013) afirmam que as áreas verdes podem contribuir para a saúde e o bem-estar da população, pois estimulam a prática de exercícios.

A falta de informações climáticas locais que auxiliem em tomadas de decisões mais precisas e individualizadas afeta a qualidade do planejamento urbano. Muitos planos diretores, por exemplo, são genéricos ao proporem a implantação de áreas arborizadas. Este contexto leva os profissionais envolvidos com o planejamento urbano como o arquiteto, paisagista, geógrafo, entre outros, ao equívoco quanto às decisões de conforto térmico. Para isso, torna-se necessária a compreensão da configuração da paisagem urbana e das características climáticas, levando em consideração a peculiaridade de cada espaço.

Assim, Stewart e Oke (2012) propõem um sistema de classificação do clima e da paisagem urbana e rural em microescala, as Zonas Climáticas Locais (ZCL), que permitem visualizar e investigar, de forma mais eficiente, a realidade climática dessas áreas. Esta metodologia vem sendo constantemente utilizada para compreender a relação de diversos aspectos da cidade com o clima urbano, como o adensamento populacional, as ilhas de calor, o uso e ocupação do solo (CARDOSO, (2015); ZHAOA et al., (2018), MONTEIRO, (2018); SOEIRA, (2019); SILVA, (2020)).

Neste sentido, este trabalho analisa comparativamente a contribuição do acréscimo de vegetação urbana para o conforto térmico, na escala local.

Para isso, utiliza-se da Zona Climática Local 3 do Distrito Federal (DF) com base na Temperatura Fisiológica Equivalente - PET (HÖPPE, 1999) e da temperatura do ar, e é resultado da dissertação de mestrado de Silva (2020) que classifica as ZCLs de Regiões Administrativas do DF e desenvolve um método de avaliação da contribuição da vegetação em ZCLs por meio de simulações computacionais.

2. Procedimentos metodológicos

O método deste trabalho consiste na modelagem e simulação computacional, da ZCL 3 classificada por Silva (2020), considerando dois cenários: o cenário original, que representa a ZCL como se encontra hoje; e o cenário hipotético, com acréscimo de vegetação em áreas livres e canteiros centrais, conforme critérios apresentados por Lóis, Labaki e Santos (2011) e Silva (2009). Para isso, utiliza-se o *software* ENVI-met *Student* 4.4.4 desenvolvido por Bruse e Fleer (1998). O programa baseia-se nas leis da termodinâmica e dinâmica dos fluidos e simula as interações entre o edifício, a superfície e a vegetação, a partir da modelagem do cenário e do arquivo climático da região simulada.

No âmbito do *software*, é modelada a área de 160.000 m², resultante de um quadrilátero de 400 m, configurando o cenário. Após a simulação computacional, faz-se a extração dos gráficos de manchas com os resultados de PET, temperatura do ar e velocidade dos ventos para às 9, 15 e 21 horas para o período climático quente-seco do Distrito Federal, com o auxílio dos *plugins* Biomet e Leonardo.

2.1 Modelagem

A ZCL 3 é uma área residencial com construções de até 3 andares, possui bastante área impermeável e poucas árvores, que estão localizadas principalmente na via central. A área de estudo localiza-se na Região Administrativa XXI – Riacho Fundo II no DF (Figura 1), portanto, utiliza-se a latitude e longitude de Brasília, -15,78° e -47,93°, respectivamente, e localização acima do nível do mar de 1.172 metros.

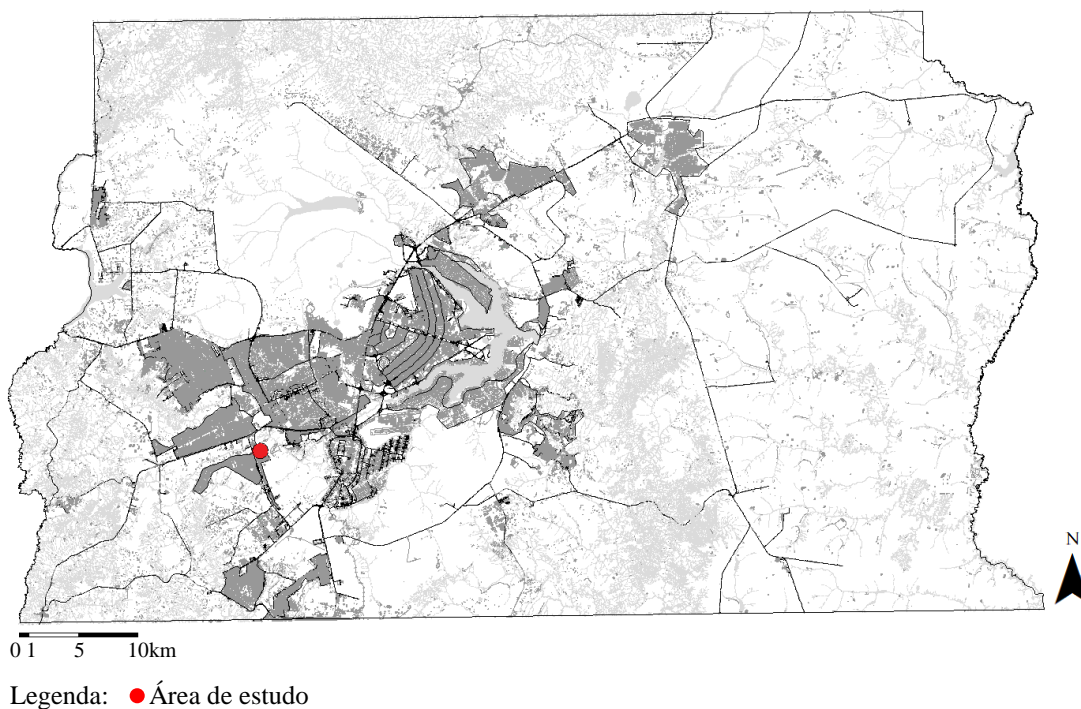

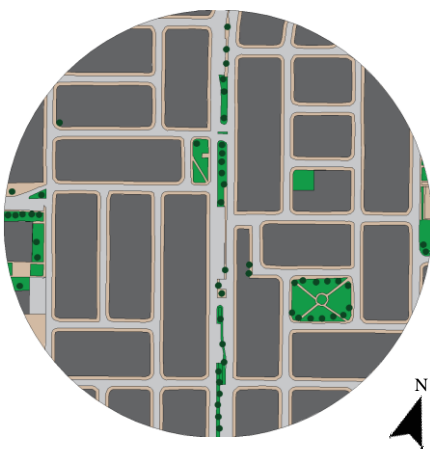


Figura 1: Localização da área de estudo no contexto do DF

Para a modelagem dos cenários, considera-se as dimensões das edificações, os materiais de cobertura do solo, a quantidade de vegetação, bem como sua distribuição no espaço e faz-se a simplificação do cenário. Em seguida, posiciona-se a área da forma mais ortogonal possível, o que facilita a modelagem no *software*, que é realizada em uma malha quadriculada de 100x100 grids, onde cada grid corresponde a 4 metros. Para correção do norte geográfico, é necessário inserir o valor do grau de rotação do Norte no ENVI-met (Quadro 1).

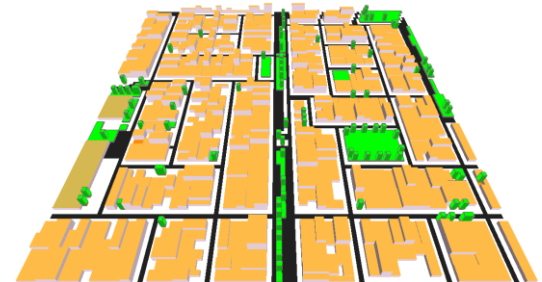
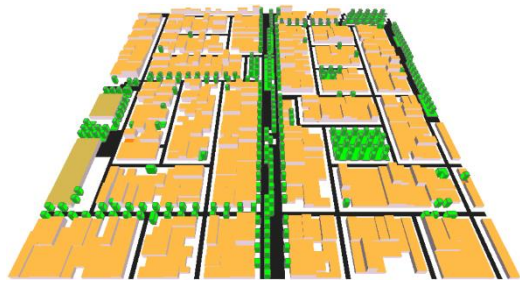
Imagem satélite do cenário original	Cenário original simplificado	Grau de rotação do Norte
		-18°

0 100 200 400m

Quadro 1: Grau de rotação do Norte

Assim, modelam-se os dois cenários (Quadro 2), sendo que estes são diferenciados pela área permeável e impermeável, considerando as características da geometria urbana, dos materiais de cobertura do solo, além da quantidade de vegetação.

Há o acréscimo de vegetação no canteiro central da via principal e nas calçadas de forma linear, onde há maior fluxo de veículos e pessoas. Além disso, adiciona-se vegetação arbórea agrupada nos espaços livres, como praças.

Modelagem do cenário original	Modelagem do cenário com acréscimo de vegetação
	

Quadro 2: Modelagem do cenário original e com acréscimo de vegetação

Os materiais utilizados na modelagem devem se aproximar das características reais dos materiais encontrados na área, sendo que neste estudo define-se: grama (*grass*), asfalto (*asphalt*), pavimento de concreto cinza (*concrete pavement gray*) para calçadas e solo argiloso (*loamy soil*) para solo exposto e abaixo de edificações. Além disso, definem-se os materiais de parede e cobertura das edificações, sendo: parede de concreto (*concrete wall*) e telhado de material cerâmico (*roofing: terracota*), considerando que as coberturas existentes são, em sua maioria, telhado colonial.

2.2 Simulação computacional

Os dados climáticos para simulação são configurados a partir de um arquivo climático de formato EPW (*Energy Plus Weather*) obtido no portal do *EnergyPlus* para a Região Administrativa de Brasília e se desenvolve conforme método de simulação computacional no ENVI-met desenvolvido por Silva, Adário e Silva (2019), utilizando o *Full Forcing*, que força o comportamento do vento, temperatura, umidade e cobertura de nuvens em intervalos de 30 minutos para o período de até 1 ano. Assim, cria-se o arquivo em formato FOX nomeado como “Brasília_Período-Quente-Seco.fox”.

2.3 Extração de dados

Os dados das simulações computacionais são extraídos por meio dos *plugins* Biomet e Leonardo para o dia 29 de setembro de 2018, o mais quente do ano, nos horários de 09, 15 e 21 horas, estes indicados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para registro de dados meteorológicas, e são apresentados em forma de gráficos de manchas.

Para a análise dos dados de conforto, utiliza-se o parâmetro de conforto térmico *Physiological Equivalent Temperature* (PET), ou Temperatura Fisiológica Equivalente quando traduzido para português, desenvolvido por Höppe (1999), que considera a fisiologia do corpo humano em condições de estabilidade e as variáveis climáticas da área de estudo para avaliar o balanço térmico do corpo conforme Tabela 1, além da temperatura do ar e velocidade dos ventos.

O *software* ENVI-met 4.4.4 utiliza como padrão para extração de dados de PET, um ser humano com as características definidas pela ISO 7730/2005: homem com 35 anos de idade, 75 kg, altura de 1,75m e taxa metabólica igual a 86,21 W/m².

PET	Percepção térmica	Grau de estresse fisiológico
< 4	Frio extremo	Estresse por frio extremo
4-8	Muito frio	Estresse por frio elevado
8.1-13	Frio	Estresse por frio
13.1-18	Levemente frio	Estresse por frio moderado
18.1-23	Confortável	Sem estresse térmico
23.1-29	Levemente calor	Estresse por calor moderado
29.1-35	Calor	Estresse por calor
35.1-41	Muito calor	Estresse por calor elevado
>41	Calor extremo	Estresse por calor extremo

Tabela 1: Valores de PET para cada nível de percepção térmica e grau de estresse fisiológico

3. Resultados

Observa-se que às 9 horas (Tabela 2) o cenário original apresenta áreas de leve calor localizadas na via principal, nas calçadas entre os conjuntos residenciais e em áreas livres. Já no cenário com acréscimo de vegetação há melhora do conforto térmico, principalmente no canteiro central da via principal, onde há arborização com distanciamento de 4 metros entre as copas. Não houve melhora do conforto nas calçadas às 09h.

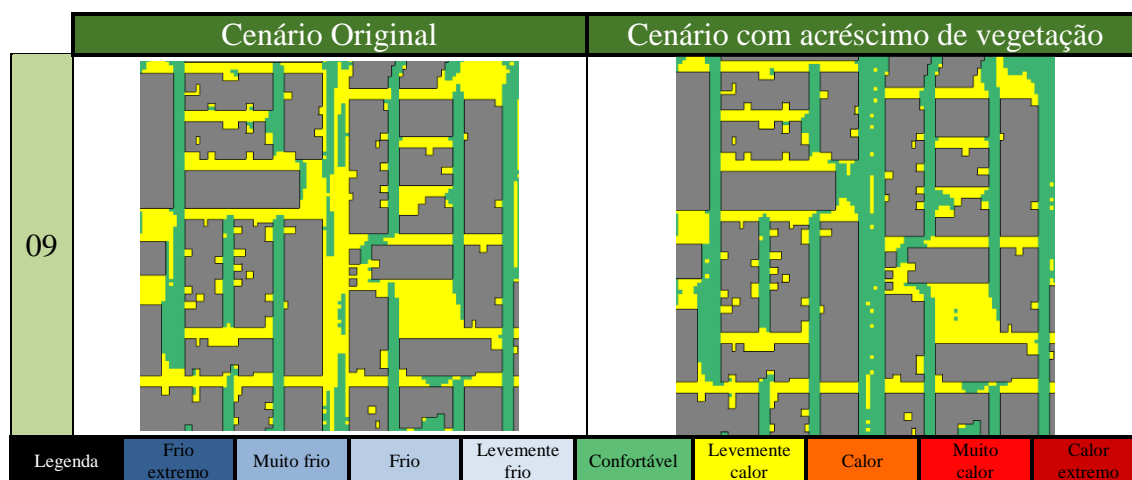


Tabela 2: Resultados de Temperatura Fisiológica Equivalente para às 09h

A praça entre os conjuntos residenciais onde houve o acréscimo de árvores continua apresentando leve calor, podendo ser justificada pela pouca alteração na velocidade dos ventos (Tabela 3), que continua a apresentar valores entre 0 e 1 m/s. A configuração do espaço, praça rodeada por conjuntos de residências de até 3 andares, pode ter contribuído para esse resultado, pois forma uma barreira para o vento. Além disso, as árvores acrescidas estão dispostas em conjunto, configurando uma espécie de pequeno bosque, sendo um obstáculo para a ventilação.

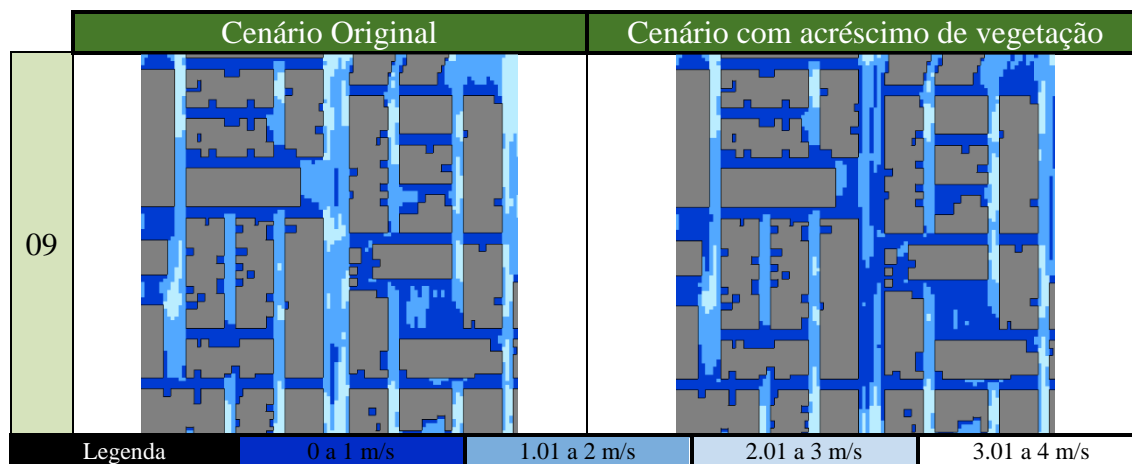


Tabela 3: Resultados de velocidade dos ventos para às 09h

A via central, apesar do acréscimo de árvores causar a diminuição da velocidade do vento, apresenta conforto térmico. Mesmo com a velocidade reduzida, observam-se valores entre 1 e 3 m/s. As árvores estão dispostas de forma linear, o que pode ter contribuído para que a passagem do vento não fosse completamente impedida.

Para às 15h (Tabela 4) percebe-se apenas áreas com muito calor ou calor extremo, tanto no cenário original quanto com acréscimo de vegetação, porém a vegetação melhora o conforto térmico nos espaços onde há a implantação de árvores, incluindo a praça entre as residências e nas calçadas.

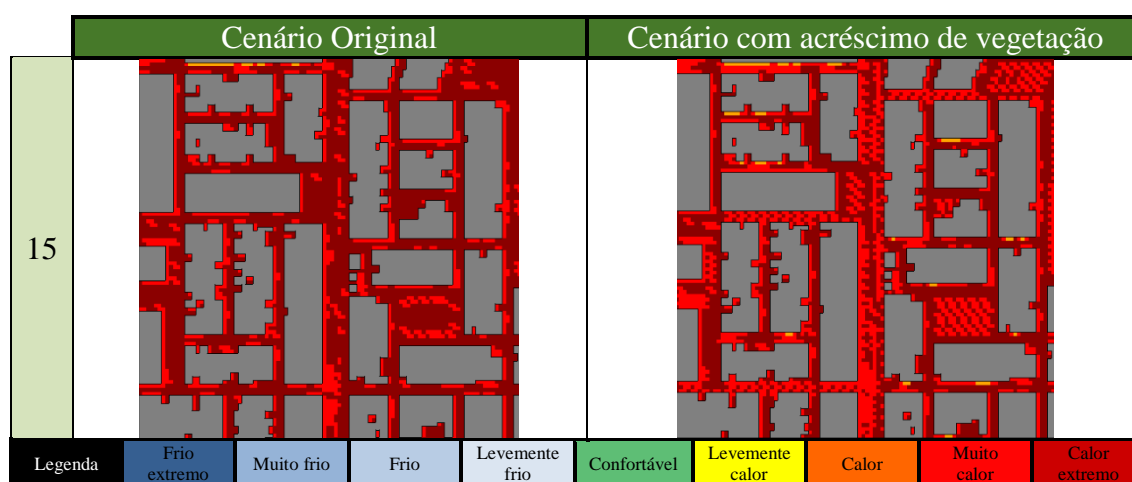


Tabela 4 Resultados de Temperatura Fisiológica Equivalente para às 15h

Às 21h não há alteração quanto ao grau de estresse fisiológico (Tabela 5), sendo que os dois cenários apresentam leve calor, o que não significa que não houve alguma melhora, visto que a Temperatura Fisiológica Equivalente a “levemente calor” encontra-se entre 23.1° C e 29° C.

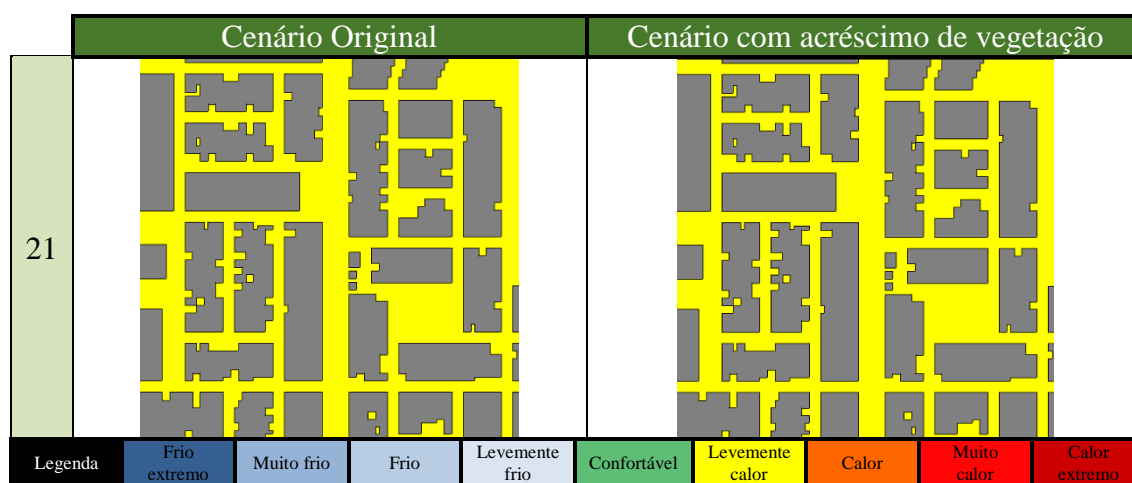


Tabela 5: Resultados de Temperatura Fisiológica Equivalente para às 21h

Assim, analisa-se a temperatura do ar (Tabela 6) e observa-se que houve a amenização do calor em algumas áreas com o aumento da vegetação arbórea, principalmente na via central, com diferenças de até 1° C.

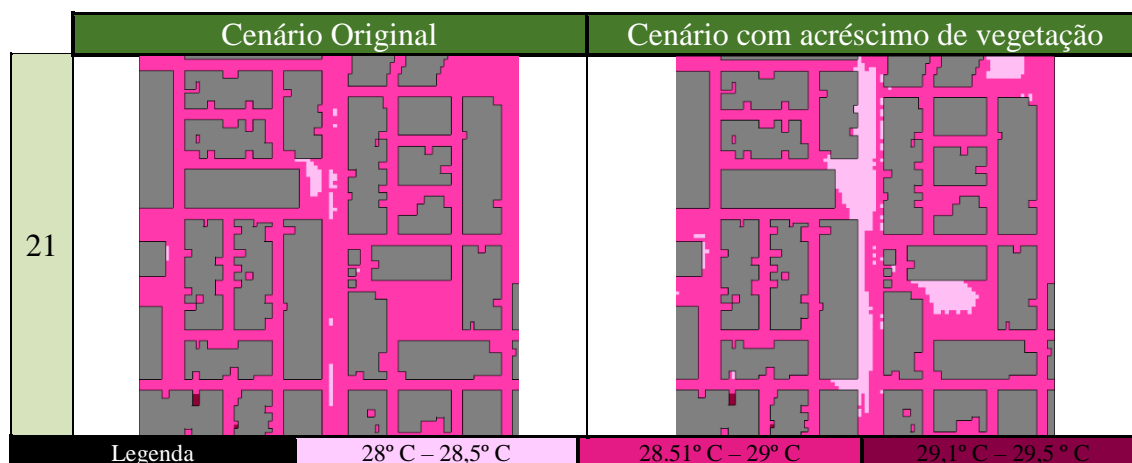


Tabela 6: Resultados de temperatura do ar para às 21h

4. Conclusão

Conclui-se que o acréscimo de vegetação na Zona Climática Local 3 melhora o conforto térmico, principalmente onde as árvores encontram-se dispostas de forma linear, como ocorre nos canteiros centrais às 9 horas. Quando dispostas em grupos, formando uma espécie de bosque, a vegetação cria uma barreira que dificulta a ventilação, melhorando o conforto apenas próximo à árvore.

No horário mais quente do dia, às 15h, a vegetação ameniza o desconforto térmico, mesmo que ainda apresente resultados de percepção térmica equivalentes a muito calor, tanto em áreas onde a vegetação encontra-se disposta em grupos, quanto de forma linear.

O PET é dado por meio de intervalos que variam entre 4° C e 6° C, sendo assim, às 21 horas não é possível observar com clareza os efeitos da vegetação na amenização do calor, sendo necessária a análise de dados complementares, como a temperatura do ar. Neste horário, percebe-se, então, que apesar de não haver alteração na percepção térmica, há a amenização da temperatura do ar devido ao acréscimo de vegetação, o que é benéfico para o microclima, visto a necessidade de amenização das alterações climáticas nas cidades.

O método de simulação computacional mostra-se adequado para a análise da contribuição da vegetação no microclima urbano, pois permite a extração de diversos dados que se complementam. Assim, é possível compreender as possíveis causas para os resultados apresentados.



Agradecimentos

Agradecemos o apoio da equipe do *software* ENVI-met que disponibilizou a versão *Student* do *plugin* Biomet e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal do Brasil (FAP-DF) pelo apoio financeiro.

Referências

ABREU-HARBICH, L. V.; LABAKI, L. C. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 103-117, dezembro 2010.

BRUSE, M.; FLEER, H. Simulating SurfacePlant-Air Interactions Inside Urban Environments with a Three Dimensional Numerical Model. **Environmental Software and Modeling**, v. 13, n. 3, p. 373-384, outubro 1998.

CARDOSO, R. S. **Classificação De Potenciais Unidades Climáticas Em Presidente Prudente - SP. Dissertação (Mestrado em Geografia)**. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. São Paulo, p. 137. 2015.

CASTELO BRANCO, L. M. B. **Microclimas urbanos no Plano Piloto de Brasília: o caso da Superquadra 108 Sul. (Dissertação de mestrado)**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, p. 139. 2009.

CRUZ, D.; FREITAS, I.; CANTUÁRIA, G. **O impacto das ilhas de calor na escala gregária de Brasília com ênfase na vegetação urbana**. Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília. Brasília, p. 23. 2018.

FENG, G. L.; GONG, Z. Q.; ZHI, R. Latest Advances of Climate Change Detecting Technologies (in Chinese). **Acta Meteorologica Sinica**, v. 4, p. 1-16, fevereiro 2010.

FERREIRA, L. S.; DUARTE, D. H. Exploring the relationship between urban form, land surface temperature and vegetation indices in a subtropical megacity. **Urban Climate**, v. 27, p. 105-123, março 2019.

HÖPPE, P. The Physiological Equivalent Temperature: a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. **International Journal of Biometeorology**, Lisse, v. 43, p. 71-75, 1999.

IBGE. População residente por situação de domicílio. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2010. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1378#resultado>>. Acesso em: 11 março 2019.

LABAKI, L. C. et al. Vegetação e Conforto Térmico Em Espaços Urbanos Abertos. **Fórum Patrimônio**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2011.



LOBODA, C. R.; ANGELIS, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. **Ambiência**, Guarapuava, v. 1, n. 1, p. 125-139, junho 2005.

LÓIS, E. et al. Efeitos de diferentes estruturas de vegetação ciliar sobre as variáveis de microclima e a sensação de conforto térmico. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 117-136, junho 2011.

MONTEIRO, V. S. **Zonas Climáticas Locais e a relação com a morfologia urbana. Estudo de caso: Campinas - SP. (Dissertação de mestrado)**. Programa de Pós-graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana - Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Campinas, p. 164. 2018.

MORO, D. Á. A. As Áreas Verdes e Seu Papel na Ecologia Urbana e no Clima Urbano. **Separata da Revista UNIMAR**, Maringá, v. 1, p. 15-20, 1976.

PORTAL DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. A ONU e a população mundial. **Nações Unidas no Brasil**, 2019. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/populacao-mundial/>>. Acesso em: 11 março 2019.

RIBEIRO, J.; BORGIO, M.; MARANHO, L. Áreas protegidas de Curitiba (pr, Brasil) como sumidouros de CO₂. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 2, p. 181-190, junho 2013.

ROMERO, M. A. B. Correlação entre o microclima urbano e a configuração do espaço residencial de Brasília. **Fórum Patrimônio**, v. 4, n. 1, p. 9-22, 2011.

SEEG. Emissões totais. **SEEG Brasil**, 2018. Disponível em: <http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission#>. Acesso em: 11 março 2019.

SHINZATO, P.; DUARTE, D. H. S. Impacto da vegetação nos microclimas urbanos e no conforto térmico em espaços abertos em função das interações solo-vegetação-atmosfera. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 197-215, junho 2018.

SILVA, B. G. **A Contribuição da Vegetação intraurbana em Zonas Climáticas Locais no Distrito Federal. Dissertação de mestrado**. Programa de Pósgraduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília. 2020.

SILVA, B. G.; ADÁRIO, J.; SILVA, C. F. E. **Aplicação do Arquivo Climático na Análise do Microclima Urbano da Cidade de Juiz de Fora – Minas Gerais**. 2º Seminário de Pesquisa em Ambiente Construído. Juiz de Fora: [s.n.]. 2019. p. 5.

SILVA, C. F. **Caminhos Bioclimáticos: Desempenho Ambiental de Vias. (Dissertação de mestrado)**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, p. 155. 2009.

SILVA, G. J. A. D.; ROMERO, M. A. B. Cidades sustentáveis: uma nova condição urbana a partir de estudos aplicados a Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso, Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 253-266, setembro 2013.



SOEIRA, M. R. C. **A relação entre o fator de visão do céu e a temperatura do ar em diferentes zonas climáticas locais. (Dissertação de mestrado).** Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana - Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Campinas, p. 116. 2019.

STEWART, I. D.; OKE, T. R. Local Climate Zones For Urban Temperature Studies. **Bulletin of the American Meteorological Society**, Vancouver, p. 1879-1900, dezembro 2012.

SZEREMETA, B.; ZANNIN, P. H. T. A importância dos parques urbanos e áreas verdes na promoção da qualidade de vida em cidades. **Ra'e Ga - O espaço geográfico em análise**, Curitiba, v. 29, p. 177-193, dezembro 2013.

VAN HOVE, L. W. A. et al. Temporal And Spatial Variability Of Urban Heat Island And Thermal Comfort Within The Rotterdam Agglomeration. **Building and Environment**, v. 83, p. 91-103, janeiro 2015.

ZHAOA, C. et al. Application of airborne remote sensing data on mapping local climate zones: Cases of three metropolitan areas of Texas, U.S. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 74, p. 175-193, novembro 2018.

Estudo para elaboração e construção de habitação temporária para refugiados nas cidades fronteiriças do Norte do Brasil.

Study for the elaboration and construction of temporary housing for refugees in the border cities of Northern Brazil.

Alessandra Bueno, aluna de graduação FAU - UFRJ

alee.bueno@hotmail.com

Bruna Gomes, aluna de graduação FAU-UFRJ

brunagomees97@hotmail.com

Larissa Rocha, aluna de graduação FAU-UFRJ

larisrocha6@gmail.com

Luciana Bonvino Figueiredo, Doutora docente FAU-UFRJ

lucianafigueiredo@fau.ufrj.br

Patrick Carvalho, aluno de graduação FAU-UFRJ

patrickcarvalho75@gmail.com

Paula Fernanda Scovino de C. R. Gitahy, doutoranda PPGEM, docente FAU-UFRJ

scovino2002@yahoo.com

Sara Nogueira, aluna de graduação FAU-UFRJ

saraifraga@yahoo.com.br

Resumo

A preocupação em desenvolver projetos que tenham característica de construção limpa, que gere menos resíduo no processo construtivo é uma constante atualmente. Pensando em soluções inovadoras e uso de materiais sustentáveis, a disciplina de Processos Construtivos III do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro solicitou aos alunos propostas de projetos que apresentassem algum diferencial. Assim, o grupo de cinco alunos desenvolveu o projeto de um modelo para moradia provisória para desabrigados. Esse projeto atende à uma demanda social, uma vez que o número de refugiados cresceu nos últimos anos, e à vertente ambiental, pois usou materiais locais. O artigo expõe uma breve pesquisa sobre as obras de habitação temporária de Shigeru Ban, tendo esse material como referência, o projeto de habitação temporária concebido pelos alunos utiliza materiais de baixo custo e fácil montagem para atender à crescente população em situação de refúgio no Brasil.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Habitação Temporária; Inovação; Green Building

Abstract

The concern with developing projects that have a clean construction characteristic, which generates less waste in the construction process is a constant today. Thinking of innovative solutions and the use of sustainable materials, the discipline of Constructive Processes III of the undergraduate course in Architecture and Urbanism at the Federal University of Rio de Janeiro, asked students for project proposals that presented some differential. Thus, the group of five students developed the design of a model for temporary housing for the homeless. This project meets a social demand, since the number of refugees has grown in recent years, and the environmental aspect because it used local materials. The article presents a brief research on the typology of shelters and on the architecture of Shigeru Ban. It aims to present a study for housing in temporary shelter for refugees in Brazil, based on studies of types of shelters and innovative solutions.

Keywords: Sustainability; Shelters; Innovation; Green Building

1. Introdução

A definição da situação de refúgio, nos padrões adotados atualmente, surgiu no século XX, sob a orientação da Liga das Nações, predecessora da Organização das Nações Unidas (ONU). Essa ação veio como uma resposta aos problemas originados na Primeira Guerra Mundial, quando milhares de pessoas ficaram em total falta de proteção estatal e iniciaram um movimento de deslocamento a procura de um país que possuísse regimes político e econômico favoráveis. No país de destino, esse grande fluxo migratório ocasionava problemas de ordem política, econômica e social, tais como desemprego e restrições imigratórias. Assim, a Liga das Nações identificou a necessidade de estabelecer um estatuto jurídico para normalizar a situação e diminuir as dificuldades enfrentadas pelos refugiados.

Posteriormente esse Estatuto Internacional dos Refugiados teve várias versões adaptadas às necessidades de cada época, principalmente durante a Segunda Guerra. Em 1984, foi elaborada a Declaração de Cartagena sobre Refugiados em que definia o conceito de refugiado como: “[...] pessoas cujos países de origem tivessem entrado em processo de degradação política e social, e tivessem permitido violência generalizada, violação dos direitos humanos e outras circunstâncias de perturbação grave da ordem pública.” (BELELLI; BORGES, 2016, p. 7).

Atualmente a América Latina possui três documentos: a Declaração de São José sobre Refugiados e Pessoas Deslocadas, de 1994; a Declaração e Plano de Ação do México, de 2004; e a Declaração e Plano de Ação do Brasil, de 2014. Os países participantes passaram a “[...] compartilhar responsabilidades na proteção dos refugiados originários de conflitos e tragédias humanitárias.” (BELELLI; BORGES, 2016, p. 7).

O Brasil sempre foi um país pioneiro na proteção internacional dos refugiados e possui uma das legislações mais modernas do mundo quando se trata desse assunto. As solicitações de refúgio têm aumentado nos últimos anos, esse crescimento também pode ser observado na Europa. Conflitos no Oriente Médio, crises econômicas na América Latina e no continente Africano são alguns dos motivos para o movimento crescente de refugiados de forma global (SILVA; MUNANGA, 2019).

Mesmo com a legislação favorável e receptiva, ainda existem dificuldades para que o refugiado se integre à sociedade brasileira, como problemas com trabalho, saúde, educação e habitação. De acordo com o CONARE (2018), em 2018, o Brasil reconheceu 1.086 refugiados de diversas nacionalidades, atingindo um total de 11.231 pessoas. Esse número é relativo aos que estão legalizados, ainda existem mais pessoas em situação irregular.

O papel regional do Brasil é muito forte no acolhimento de cidadãos dos países vizinhos em conflito, como Venezuela e Colômbia. As cidades como Pacaraima e Boa Vista já não têm condições de receber refugiados, dessa forma o Governo identificou a necessidade de criar oportunidades para os que já estivessem em diversas cidades por todo o Brasil. Geralmente, os que chegam ao país ficam em abrigos por algum tempo até se estabelecerem em um emprego e quando conseguem sua autonomia, partem para uma moradia que possam manter e dão lugar a outro refugiado.

Assim, através de reflexões sobre as dificuldades dessas pessoas no país, o presente artigo tem como objetivo propor um projeto de habitação temporária para os refugiados no Brasil com o uso de materiais locais e de baixo custo. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica de exemplos de habitações temporárias com foco no custo de construção, possibilidade de fácil reprodução, materiais utilizados e elementos estruturais. Esse projeto foi realizado por um grupo de alunos para atender à disciplina de Processos Construtivos III do curso de graduação de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, todo o desenvolvimento teve orientação das professoras da disciplina.

Para o desenvolvimento do trabalho, foram consideradas questões do atual cenário político, econômico e social que interpelam diretamente nos direitos humanos dos refugiados, que compõe um cenário de êxodo migratório para cidades brasileiras em busca de trabalho, moradia e qualidade de vida. Desta forma, foi solidificada antes de qualquer prática, uma menção teórica com base nas notícias publicadas pelas atuais mídias, como jornais, blogs e audiovisual, em busca de compreender essa população como protagonista do projeto proposto.

Constantemente têm sido noticiadas questões relacionadas à Venezuela e à crise enfrentada pelo país. O governo atual, de Nicolás Maduro, pretendia dar continuidade ao governo de seu antecessor, Hugo Chávez. No ano de 2013, quando Maduro iniciou seu mandato, o país se encontrava num cenário devastador e de grande inflação, imerso em um descontentamento econômico, que gerou uma crise humanitária no país. Atualmente, a população se mostra infeliz com o governo. No país, programas sociais já foram cortados, faltam medicamentos e os preços dos alimentos continuam a subir, gerando um fluxo migratório de pessoas para Colômbia e para o Brasil. Dessa maneira, a Venezuela foi identificada como o país de origem da maior parte dos refugiados no Brasil.

De acordo com a Polícia Federal de Roraima, somente em 2017 mais de 30 mil venezuelanos se deslocaram para a cidade de Boa Vista, capital do estado. Um número similar estaria em Manaus (AM). Essa população já representa o maior fluxo migratório na região amazônica desde a chegada dos haitianos em 2011. (CUNHA, 2018)

O presente artigo irá apresentar, além do objetivo geral, os seguintes objetivos específicos: referencial teórico com a abordagem de tipos de construções emergenciais de baixo custo e sustentáveis, apresentação do referencial arquitetônico com as obras do arquiteto Shigeru Ban (que tem como características estruturas temporárias) e a apresentação do projeto desenvolvido pelo grupo (AGIER, 2019).

2. Fundamentação teórica

Nessa seção falaremos sobre a arquitetura de Shigeru Ban e serão apresentados exemplos de habitações temporárias do arquiteto, que serviram como base para o desenvolvimento do projeto.

2.1 A arquitetura de Shigeru Ban

As referências bibliográficas que se encontram sobre habitações temporárias, em geral, estão relacionadas a construções destinadas a vítimas de desastres naturais. Sabe-se que esses fenômenos causam perdas humanas, materiais, econômicas e ambientais, de tal forma que os envolvidos não conseguem reagir de forma positiva com seus próprios recursos.

As causas desses desastres podem ter origem biológica (epidemias, por exemplo), meteorológica (tempestades), climatológica, geofísica e hidrológica. No Brasil, devido à sua localização, não existem registros de desastres como terremotos ou erupções vulcânicas, porém, constantemente, há casos de inundações, deslizamentos, estiagens e vendavais. Esses acontecimentos também geram perdas, principalmente nas sociedades mais vulneráveis. Órgãos da Defesa Civil de diferentes Estados do Brasil disponibiliza orientações sobre como organizar abrigos. Em Santa Catarina, por exemplo, existe o CEPED UFSC (Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres), no Rio de Janeiro, cidades como Petrópolis, Nova Friburgo e Teresópolis também possuem órgãos preparados para agir nos casos de desastre.

Para o desenvolvimento do modelo que será apresentado, alguns projetos foram analisados e usados como referência, dentre os quais se destacam as obras de Shigeru Ban, visto que a construção de habitações temporárias é um campo amplamente explorado pelo arquiteto ao longo de sua carreira. Nesses projetos existentes, os itens observados foram: baixo custo de construção, possibilidade de fácil reprodução, materiais utilizados e elementos estruturais.

Shigeru Ban é um arquiteto japonês conhecido por seus projetos humanitários construídos em diversos países, as características mais marcantes de suas obras são a inovação e a filantropia. Percebe-se que ele atua em diferentes contextos e utiliza conhecimentos básicos associados a técnicas e materiais pouco convencionais. Uma das estratégias adotadas por seu escritório é trabalhar sempre com arquitetos locais que conhecem os regulamentos e o clima da região, além disso, esses profissionais facilitam a comunicação com os beneficiários, o que é de extrema importância, visto que a metodologia de trabalho de Shigeru consiste na criação de um protótipo que possa ser replicado pela população local.

Essa relação do arquiteto com a causa de pessoas e situação de vulnerabilidade teve início em 1995, quando o terremoto de Hanshin atingiu a cidade de Kobe, no Japão. Na época, ele iniciou uma parceria com a ACNUR, que é a agência da ONU para refugiados, e se ofereceu para reconstruir uma igreja utilizando tubos de papel, no entanto o padre da paróquia recusou

a proposta. Então Shigeru Ban deu início à construção de habitações temporárias, modelo chamado de *Paper Long House*, desenvolvido para as vítimas do desastre usando materiais simples e baratos, como tubos de papel e caixas plásticas de garrafas de cerveja. Após ver o resultado, o padre voltou atrás na decisão e permitiu que os tubos de papel fossem utilizados na reconstrução da igreja, que foi realizada com a ajuda de voluntários. A Figura 1 apresenta esse modelo.



Figura 1: O modelo de Shigeru Ban. Paper Long House. Fonte: I-BEAM (2020).

Após esse fato, em 2001, houve o terremoto de Gujarat, na Índia, e ele foi procurado para projetar as habitações para as vítimas, financiado pela empresa Kartikeya Shodhan Associates. Nesse projeto, os destroços das edificações atingidas foram usados nas fundações, enquanto a vedação vertical foi realizada por troncos de papel e os tetos abobadados foram fabricados em bambu e assentados com tapetes de cana trançada e lona transparente. As Figuras 2 e 3 apresentam o exterior e a parte interna dessa habitação, respectivamente.



Figura 2: Habitação temporária na Índia. Fonte: Pollock (2008).



Figura 3: Imagem interna do habitação. Fonte: Pollock (2008).

No ano de 2017, ele assinou um convênio com a UM-Habitat (agência das Nações Unidas) para projetar 20 mil habitações para refugiados no assentamento Kalobeye, no Quênia. Recentemente, Ban trabalhou na concepção de uma estrutura temporária para receber visitantes e eventos religiosos na Catedral de Notre Dame de Paris, que no ano de 2019 foi parcialmente destruída por um incêndio. Seguindo a característica dos projetos de seu escritório, o Shigeru Ban Architects, a estrutura será composta por contêineres usados, colunas de tubo de papelão e uma cobertura tensionada.

Atualmente, Shigeru Ban trabalha com organizações não governamentais (ONGs), pois percebeu que o governo ajuda a maioria das pessoas, mas sempre há uma parcela que fica desamparada.

3. Projeto de habitação temporária

O projeto proposto busca atender aos refugiados em êxodo para terras brasileiras na fronteira dos estados do Norte do Brasil, de maneira rápida e econômica. Para isso, foi priorizada a utilização de materiais de baixo custo associada à simplicidade formal e que respondam de maneira sustentável à tecnologia da construção, tornando essa arquitetura de fácil replicação.

Os materiais selecionados para essa construção foram: bambu para estrutura, blocos de concreto para a fundação superficial, tubos de papelão para vedação vertical, placas de compensado naval para piso e cobertura. Após a concepção do projeto, o grupo executou uma maquete do modelo.

O bambu foi escolhido como elemento de sustentação pois era necessária uma estrutura que fosse, ao mesmo tempo, resistente e economicamente acessível, assim, foi concebida uma estrutura aparente que circunda todo o perímetro da construção. Horizontalmente, são distribuídos, tanto para a base quanto para a cobertura, dois bambus de maneira longitudinal e cinco no sentido transversal, sendo esses últimos parafusados diretamente nas placas de compensado que atuam como piso e cobertura da construção. Ao redor das paredes, temos

três bambus na vertical em cada uma das faces mais compridas do volume, além de dois outros tubos dispostos em diagonal, exercendo função de contraventamento. Toda essa estrutura se apoia em blocos de concreto superficiais, que atuam como sapatas, recebendo a carga pontual de cada uma das seis barras verticais estruturantes. A Figura 5 apresenta a planta baixa do modelo.

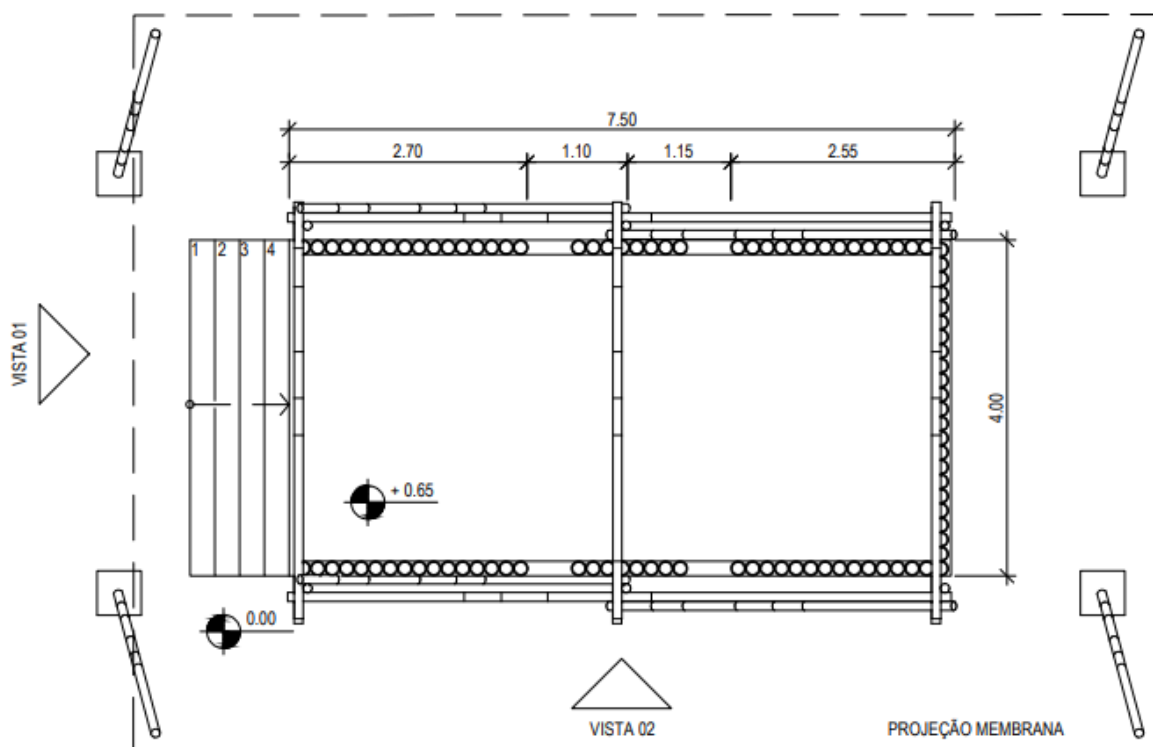


Figura 5: Planta baixa. Fonte: Autores.

A parte interna a este elemento anteriormente descrito é composta por um prisma de base retangular de 30 m^2 ($7,5\text{m} \times 4\text{m}$), formado por placas de compensado naval que atuam tanto como piso quanto como cobertura, nessas placas são fixadas molduras também feitas em madeira, nas quais se encaixam tubos de papelão, que realizam a função de vedação vertical e se repetem em três das quatro faces do volume. A fachada frontal é formada por uma porta camarão de seis folhas feita de papelão, este elemento auxilia a ventilação no interior do ambiente e também cria uma conexão com a parte externa.

A escolha do uso dos tubos de papelão, além de ser uma referência direta aos projetos de Shigeru Ban, também responde à realidade da indústria nacional. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção, o Brasil é quinto maior produtor têxtil do mundo, isso se associa diretamente à gestão de resíduos produzidos por essa indústria (DINO, 2016). Considera-se então, no processo de compra de pequenos e grandes comerciantes de tecidos e confecções, o descarte dos tubos de papelão que são utilizados para venda de altas metragens de tecidos e que logo depois do seu uso, são descartados no lixo. Dessa maneira, cria-se uma nova função para o material, transitando entre a indústria da moda e a arquitetura. A Figura 6 e a Figura 7 apresentam as vistas do modelo.

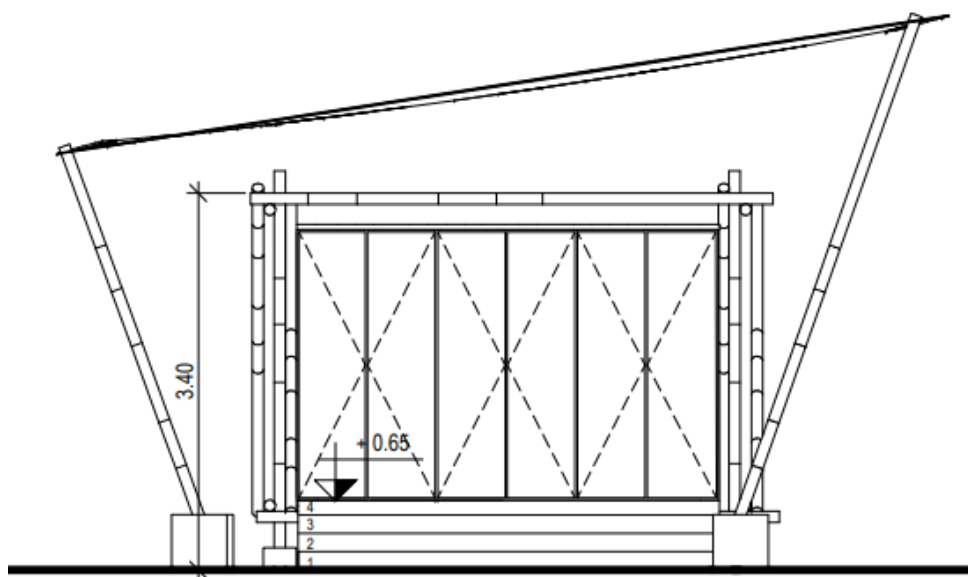


Figura 6: Vista 01. Fonte: Autores.

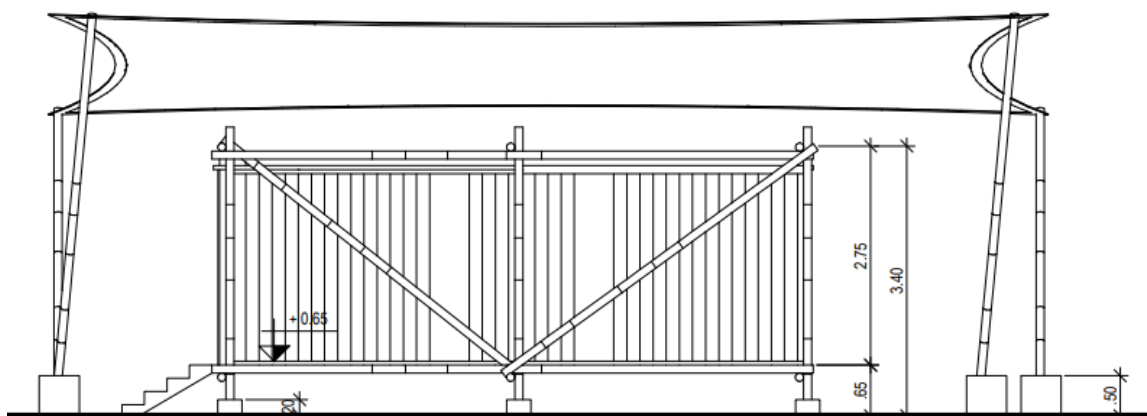


Figura 7: Vista 02. Fonte: Autores.

Com relação à cobertura, durante o processo concepcional, foi desenhada uma estrutura que funcionasse de maneira independente ao bloco principal, criando uma membrana que pudesse atuar como uma espécie de proteção contra a chuva para os tubos de papelão que formam as paredes do abrigo. Essa estrutura receberia também uma função social, pois ao passo que se estende para além dos limites da construção, permite a criação de uma varanda, conectando os ambientes interno e externo. Para a execução desse elemento, pensa-se no uso de materiais que foram descartados, assim, foi adotada a utilização de sacolas plásticas, que seriam cortadas de maneira a se assemelhar a um tecido plano, dispostas em camadas e aquecidas sob uma folha de papel manteiga com o uso de um ferro de passar, o que faz com que as folhas de plástico se fundam, e depois de algumas camadas unidas, formem um tecido impermeável e resistente. Para sustentar essa membrana, estuda-se a possibilidade de tensionar o tecido com o uso de pilares de bambu em flexão em dois tamanhos diferentes, de forma a criar um declive para possibilitar o escoamento da água, um contraventamento na parte inferior da membrana e sapatas superficiais fixariam esses pilares.

Porém, durante o desenvolvimento do modelo, foi visto que a falta de elasticidade no material plástico e fixação do mesmo no bambu impossibilitou a criação de uma cobertura

independente de forma eficiente, abrindo margem para continuação dos estudos junto a outros profissionais para o desenvolvimento de um modelo de cobertura que responda às necessidades estudadas.

Como parte do processo de criação foram testados materiais e elaborada uma maquete para verificar a viabilidade e a volumetria. As etapas desse processo são descritas a seguir:

1 - Busca pelo bambu - Etapa inicial do projeto, caracterizada pela procura do material para parte estrutural, encontrado em área de vegetação aberta no município de Petrópolis, no Rio de Janeiro. Posteriormente, os bambus foram hidratados e cortados para utilização no projeto;

2 - Montagem e fixação estrutural - Durante esse processo, foram estudadas formas de criar amarrações e conexões entre os bambus, sendo o sisal escolhido para unir as partes independentes, todavia, os parafusos também foram usados de maneira a impedir a movimentação dos eixos na base (chão) e teto na estrutura;

3 - Base (chão) e teto - O próximo passo foi a busca do elemento que funcionaria como base e cobertura do projeto, corta-se então, a metragem específica em compensado e insere-se o mesmo na estrutura com o uso de parafusos, como citado no texto anterior;

4 - Fixação dos tubos de papelão - Corta-se os tubos na altura do pé-direito estudado os une com o uso de uma moldura de madeira em suas extremidades;

5 - Porta - São criadas seis folhas de papelão de tamanhos iguais, que pudessem ser articuladas possibilitando a abertura total do menor lado do prisma, além de permitir circulação de ar e amplitude do ambiente;

6 - Membrana - União das sacolas plásticas, com uso de papel manteiga e ferro de passar, posteriormente encaixadas nos pilares em flexão;

7 - Sapatas - Para o modelo estudado, foi feito um molde de base quadrada preenchido com argamassa para criar a sustentação dos bambus.

A Figura 8 apresenta uma foto da maquete executada pelo grupo.



Figura 8: Foto da maquete. Fonte: Autores.

4. Considerações finais

O presente artigo possui uma característica exploratória e buscou, através da execução de um modelo em maquete, apresentar um projeto que atendesse às premissas de sustentabilidade e fácil execução para uma habitação temporária. Algumas discussões mais profundas ficaram de fora diante da necessidade de simplificação.

O arquiteto Shigeru Ban possui um histórico em execução de habitações para pessoas em situação de vulnerabilidade (como vítimas de desastres naturais, por exemplo), a maneira como lida com a necessidade de construções rápidas e de fácil replicação é única, por isso o estudo da sua obra foi de grande suporte técnico para o desenvolvimento do projeto aqui apresentado.

É importante ratificar o caráter temporário dessas construções, ao assumir a função de habitação permanente, esses espaços podem se apresentar como moradias de baixa qualidade. Isso porque os materiais utilizados nessas obras proporcionam um padrão de qualidade em curto prazo, porém essa qualidade pode ser alterada quando utilizado por período prolongado.

Durante a pesquisa, ainda, foram considerados outros parâmetros e referências que pudessem contribuir com a concepção formal do projeto. Deste modo, a dissertação *Construindo com tubos de papelão: Um estudo da tecnologia desenvolvida por Shigeru Ban*, realizada por Gerusa de Cássia Salado para Universidade Estadual de São Paulo, em 2006, foi um ato norteador para identificar questionamentos técnicos sobre a exequibilidade da proposta. A partir dela foi possível descobrir o uso de elementos como parafina e revestimento poliuretano para aumentar a durabilidade e a resistência a água nos tubos de papelão, porém devido a composição química podem ser altamente inflamáveis, trazendo um questionamento sobre novas soluções de vedação e revestimento. A dissertação também

traz um resultado de um ensaio de absorção de umidade feito durante a pesquisa que propôs três tipos de vernizes comerciais para aferir o potencial de absorção de água, resultando num percentual não suficiente para a prática da construção, necessitando de novas pesquisas que possam viabilizar o processo.

No que se refere ao modelo proposto, para estudos futuros, recomenda-se uma pesquisa sobre o material adequado que poderá ser utilizado na cobertura. A escolha do bambu e dos rolos de papelão acredita-se que foram adequados e atenderam ao que se esperava inicialmente. Um fator importante é que esses abrigos precisam ser adaptados ao nosso clima, por isso a iniciativa de desenvolver esse projeto. Espera-se que essa iniciativa possa colaborar com outras pesquisas sobre o tema.

Referências

AGIER, Michel; Tradução de Paulo Neves. Refugiados diante da nova ordem mundial. Novembro, 2006. **Tempo Social**, revista de sociologia da USP, v. 18, n. 2. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ts/v18n2/a10v18n2>>. Acesso em: dezembro de 2019.

BELELLI, Anna Cláudia Oliveira; BORGES, Júlio César. Direito internacional dos refugiados e sua proteção no Brasil. **Novos Direitos – Revista Acadêmica do Instituto de Ciências Jurídicas**. V. 3, n. 1: jan. jun. 2016. Disponível em: <<https://revistas.unifan.edu.br/index.php/RevistaICJ/article/download/321/263>>. Acesso em: janeiro de 2020.

CONARE Comitê Nacional para os Refugiados. **REFÚGIO EM NÚMEROS 4ª EDIÇÃO**. 2018. Disponível em: <https://www.acnur.org/portugues/wp-content/uploads/2019/07/Refugio-em-nu%CC%81meros_versa%CC%83o-23-de-julho-002.pdf>. Acesso em: janeiro de 2020.

CUNHA, Carolina. **Crise migratória - cresce fluxo de migrantes e refugiados venezuelanos no Brasil**. 2018. Disponível em: <<https://vestibular.uol.com.br/resumo-das-disciplinas/atualidades/crise-migratoria-cresce-fluxo-de-migrantes-e-refugiados-venezuelanos-no-brasil.htm>>. Acesso em: janeiro de 2020.

DINO. **Brasil é o quinto maior produtor têxtil do mundo**. 2016. Disponível em: <<https://www.terra.com.br/noticias/dino/brasil-e-o-quinto-maior-produtor-textil-do-mundo,3f9ae0049406fdd8e3cf105ef23a7f294ez9hrpt.html>>. Acesso em: janeiro de 2020.

I-BEAM Architecture and Design. **The pallet house**. 2010. Disponível em: <<http://www.i-beamdesign.com/new-york-humanitarian-projects-design/>>. Acesso em: janeiro de 2020.

POLLOCK, Naomi R. **The Japanese legend discusses architects' duty to do good**. Outubro de 2008. Disponível em: <<https://www.architecturalrecord.com/articles/6424-ban-aid>>. Acesso em: janeiro de 2020.

SALADO, Gersa de Cássia. **Construindo com tubos de papelão: um estudo da tecnologia desenvolvida por Shigeru Ban**. Dissertação do Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos/SP,



2006. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-05122006-154315/publico/dissertacao_Definitivo.pdf>.

SILVA, Hannah Waisman Motta da; MUNANGA, Kabengele. **Os direitos dos refugiados(as) no Brasil:** reflexões sobre a grave e generalizada violação de direitos humanos na prática do reconhecimento da condição de refugiado(a). 2017. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

Proposta de adaptação de tecnologias da indústria 4.0 para auxiliar no reuso da água nas indústrias

Technologies adaptation proposal from industry 4.0 to support the water reuse on the industries

Ana Mariele Domingues, Mestranda em Engenharia de produção, Universidade Estadual Paulista – UNESP Bauru

anamariele.domingues@gmail.com

Jacqueline de Almeida Barbosa Franco, Mestranda em Engenharia de produção, Universidade Estadual Paulista – UNESP Bauru

jacquelinealmeidabarbosa@hotmail.com

Nelson de Almeida Africano, Mestrando em Engenharia civil, Universidade Estadual Paulista – UNESP Bauru

nelsonafricano2@hotmail.com

Rosane Aparecida Gomes Battistelle, Professora Dra. em Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade Estadual Paulista – UNESP Bauru

rosane.battistelle@unesp.br

Resumo

A crescente demanda pela água no planeta é causada pelo aumento populacional, consumo para fins domésticos e industriais, mudanças climáticas, problemas na gestão, desperdício e poluição. A escassez de água emite um alerta sobre a importância de buscar alternativas tecnológicas. Por isso, o presente artigo teve como objetivo identificar tecnologias inteligentes e inovadoras de reuso da água voltadas para as indústrias brasileiras, um dos maiores consumidores de água no país. O método de pesquisa foi baseado em uma pesquisa bibliográfica combinada com pesquisa bibliométrica. O presente artigo contribuiu para elevar o tema reuso da água nas indústrias brasileiras, de forma a estimular o estabelecimento de diretrizes para combater a escassez e economizar o uso de água potável, além de destacar a importância de estabelecer programas de reuso replicáveis para as indústrias, de forma que se tornem auto sustentáveis através do uso de tecnologias apropriadas.

Palavras-chave: Reuso da água; Indústria 4.0; Indústrias

Abstract

The growing demand for water on the planet is caused by increased population, consumption for domestic and industrial purposes, climate change, management problems, waste and pollution. The scarcity of water warns about the importance of seeking technological alternatives. Therefore, this

article objective was to identify smart and innovative water reuse technologies aimed at the brazilian industries, one of the largest water consumers in the country. The research method was based on a bibliographic data combined with bibliometric research. This article contributed to raise the theme of water reuse on the brazilian industries, in order to stimulate the guidelines establishment to combat scarcity and preserve the use of drinking water, in addition to highlighting the importance of establish replicable reuse programs for industries, so that they become self-sustainable through the use of appropriate technologies.

Keywords: Water reuse; Industry 4.0; Industry

1. Introdução

Em 2015, a ONU instituiu a agenda 2030 composta por dezessete metas de desenvolvimento sustentável, onde a água integra um dos objetivos (ODS), a meta destaca que a água segura e o saneamento adequado são indispensáveis para ecossistemas saudáveis, alcance do crescimento inclusivo, e de meios de subsistência sustentáveis.

No ano de 2018, a ONU lançou a década internacional para a ação: água para o desenvolvimento sustentável (2018-2028). Essa década é marcada pelo desenvolvimento do tripé da sustentabilidade, onde a responsabilidade econômica, social e ambiental deve gerir a água de forma integrada entre todos os setores.

Durante o 8º Fórum Mundial da Água que ocorreu em março de 2018 em Brasília, a ONU divulgou um relatório emitido pelo Banco Mundial em que estima-se que até 2050 a falta de água potável deve atingir 5 milhões de pessoas no mundo, estimulados pelas mudanças climáticas e pelo aumento da demanda do consumo, principalmente na indústria, o que desperta um sinal de alerta em todo o mundo.

No Brasil, segundo estudo realizado pela Agência Nacional de Águas (2019), a cada segundo são utilizados, em média, 2 milhões e 83 mil litros de água, o que representa 2.083 metros cúbicos. Há uma estimativa que destaca que o uso da água deverá crescer 24% até 2030, ou seja, irá superar a marca de 2,5 milhões de litros por segundo.

A agricultura irrigada, o abastecimento urbano e a indústria de transformação são os maiores consumidores de água potável no Brasil segundo ilustração do gráfico 1, esses setores são responsáveis por 85% das retiradas de água. Todos os usos continuarão a se expandir nos próximos anos, porém o reuso de água como alternativa aliado com tecnologias da indústria 4.0 podem amenizar e até mesmo reduzir o consumo de água potável.



Gráfico 1: Demandas de uso da água no Brasil, por setor (%) e total sem considerar a evaporação de reservatórios. Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA), 2019.

O desperdício de água é outro fator que pode interferir na disponibilidade hídrica no futuro. No Brasil, em 2018, de acordo com a Secretaria Nacional de Saneamento, o índice de perdas na distribuição (IN049) foi de 38,5%, ou seja, do volume total de água disponibilizado, 38,5% não foi contabilizado como volume utilizado pelos consumidores, seja por vazamentos, falhas nos sistemas de medição ou ligações clandestinas.

Por isso, com base nos movimentos globais e do Brasil, há uma crescente pressão para que as indústrias realizem reuso da água nos processos produtivos, que além de contribuir para a manutenção da água potável, representa benefícios econômicos e financeiros para o negócio.

Deste modo, o presente artigo tem como objetivo identificar tecnologias inteligentes e inovadoras de reuso da água voltadas para a indústria que é um dos que mais consomem água no Brasil.

2. Metodologia

O método de pesquisa utilizado para o desenvolvimento do artigo foi uma pesquisa bibliográfica de caráter qualitativo, combinada com pesquisa bibliométrica concentrada na base SCOPUS, baseada em artigos com as palavras-chave: ("WATER REUSE" OR "WATER REUTILIZATION") AND ("INDUSTRY 4.0" OR "TECHNOLOGY") AND ("INDUSTRY" OR "COMPANY" OR "ORGANIZATION"). Como dados secundários, foram consultados artigos científicos de outras bases, livros, dissertações, teses, revistas científicas e órgãos de credibilidade nacionais e internacionais.

Segundo MIGUEL et al. (2010), o referencial teórico utilizado serve para delimitar as fronteiras do que será investigado, proporcionar o suporte teórico para a pesquisa (fundamentos), e também explicitar o grau de evolução (estado-da-arte) sobre o tema estudado, além de indicar familiaridade e conhecimento do pesquisador sobre o assunto.

3. Normatização da conservação e reuso da água em construções no Brasil

Com base nos dados brasileiros de consumo e desperdícios de água, o reuso da água surge como um tema abordado por entidades, associações, instituições brasileiras e outros interessados que têm se reunido para buscar alternativas e normatizações em busca de soluções eficazes para reaproveitar e evitar desperdício de água. A associação brasileira de normas técnicas (ABNT) regulamenta três normas voltadas para o reuso da água em construções.

Para MAGALHÃES FILHO et al. (2019), as orientações existentes no Brasil sobre tecnologias de saneamento fornecem noções gerais sobre construção. No entanto, não são adequadas para o gerenciamento participativo ou para o foco no reuso de água e recuperação de nutrientes, particularmente nas comunidades tradicionais, isoladas e rurais.

Segundo Rezende e Tecedor (2017), a NBR 15527:2019 fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis, além de especificar características para o uso dos reservatórios tais como extravasor, dispositivo de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação, segurança e minimização do turbilhonamento. Essa norma tem como objetivo regulamentar e incentivar o uso de reservatórios para a coleta de água da chuva com foco na construção civil, sendo antes, durante e pós obra através do uso em descargas de bacias sanitárias e mictórios, irrigação para fins paisagísticos, lavagem de pisos e até uso ornamental.

As normas técnicas da conservação e reuso da água são recentes e datam do ano 2019, a NBR 16782:2019 datada em 19 de novembro trata da conservação de água em edificações – requisitos, procedimentos e diretrizes, que define conservação como “ A conservação de água em edifícios é definida como o conjunto de ações que, além de otimizar a operação do sistema predial de modo a reduzir a quantidade de água consumida (gestão da demanda), promovem também o uso de água proveniente de fontes alternativas à água potável fornecida pelo sistema público ou privado (gestão da oferta)”.

Em edifícios residenciais, são identificados diferentes fluxos de águas residuais. A água cinza, coletada de máquinas de lavar, lavatórios, chuveiros e banhos, consiste em média 60-70% da produção de uma família (OPHER et al., 2019). Por isso, a NBR 16783:2019 trata do uso de fontes alternativas de água não potável em edificações, pois a demanda de consumo em edifícios não requer que a maior parte da água utilizada seja potável, o que abre um leque de oportunidades de reuso.

As iniciativas no Brasil ainda são muito recentes e primárias, porém as inúmeras ações mostram que o tema reuso da água é a principal alternativa em busca da economia sustentável desse bem escasso.

4. Exemplos de tecnologias da indústria 4.0 utilizadas na gestão de reuso da água

Integrar tecnologias disruptivas e inovadoras no processo de gestão da água é o conceito de revolução da indústria 4.0. De acordo com Ruiz-Sarmiento et al. (2020) a indústria 4.0 está sendo cada vez mais adotada nas cadeias de produção, distribuição e comercialização em todo o mundo.

Na agricultura o consumo de água é exaustivo. Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO, a agricultura consome anualmente 69% da água disponível em todo o mundo (FAO, 2016). Por esse motivo,

avanços tecnológicos como o uso de sensores para otimizar a irrigação, o uso de aplicativos que controlam e fazem diagnóstico em tempo real da situação do solo são algumas das aplicações tecnológicas que auxiliam a agricultura a melhorar os indicadores de uso da água.

O Industrial Internet Consortium (2019), um organismo internacional que fomenta o desenvolvimento e aprimoramento das tecnologias da quarta revolução industrial, aponta a importância do uso de novas tecnologias na conservação e correta distribuição de água. Por exemplo, a empresa britânica de água Thames Water que ao implantar medidores inteligentes por meio de tecnologia sem fio, conseguiu detectar de forma mais rápida cerca de 4.200 vazamentos, o que resultou em uma economia de 930.000 litros/dia em Londres (TOMAS, 2017).

Gahr et al. (2019) explicam o funcionamento de um gerenciamento digitalizado e automatizado de águas residuais no maior parque industrial químico da Alemanha, onde a aplicação das tecnologias possibilitou o rastreamento simultâneo, através de sensores instalados que enviam informações em tempo real a uma plataforma de visualização, da quantidade de águas residuais descartadas, a qualidade dessa água e a fonte geradora para assim melhorar a gestão dos processos, tanto para a empresa gestora do parque como para as indústrias instaladas.

De acordo com um relatório disponibilizado pela Sociedade de Tecnologia Química e Biotecnologia da Alemanha - DECHEMA, a digitalização na gestão e reuso da água dentro da indústria traz inúmeros potenciais de melhoria, dentre eles, destaca-se que a gestão da água industrial é otimizada ecologicamente e economicamente, há o aumento da segurança do abastecimento e do descarte, pois evita a falta e assegura a correta disposição final ou a reutilização, contribui ainda para a proteção eficaz dos sistemas aquáticos, a eficiência de recursos, economia circular e economia verde. (DECHEMA, 2018, pag. 6, tradução nossa).

Os autores (BECKER et al., 2019; FÉRES et al., 2011) enfatizam que as formas mais importantes de aumentar a eficiência no uso da água são alcançados através da redução da captação de água potável e a diminuição do descarte de águas residuais através da promoção do reuso da água e o uso de fontes alternativas como uso de água salobra e água residual municipal.

Desta forma, a integração de tecnologia e indústria revolucionam de forma profunda e complexa o reuso da água através de processos inteligentes que podem ser aplicados em diferentes níveis.

5. Resultados - adaptação das tecnologias para auxiliar no reuso da água nas indústrias brasileiras

Os resultados mostram que na pesquisa realizada na base SCOPUS, foram publicados 223 artigos ao longo de todos os anos de publicação, a busca foi delimitada pelas palavras ("WATER REUSE" OR "WATER REUTILIZATION") AND ("INDUSTRY 4.0" OR "TECHNOLOGY") AND ("INDUSTRY" OR "COMPANY" OR "ORGANIZATION") no título e/ou resumo e/ou palavras-chave. Ao analisar os resultados, nota-se a grande relevância do tema, onde o mesmo é explorado por diversos países como Estados Unidos, China e países europeus, em contrapartida, o Brasil figura entre os dez países que mais

publicaram sobre o tema, porém com apenas 12 artigos, o que representa somente 5,38% do total de publicações conforme detalhado no gráfico 1 denominado documentos por país.

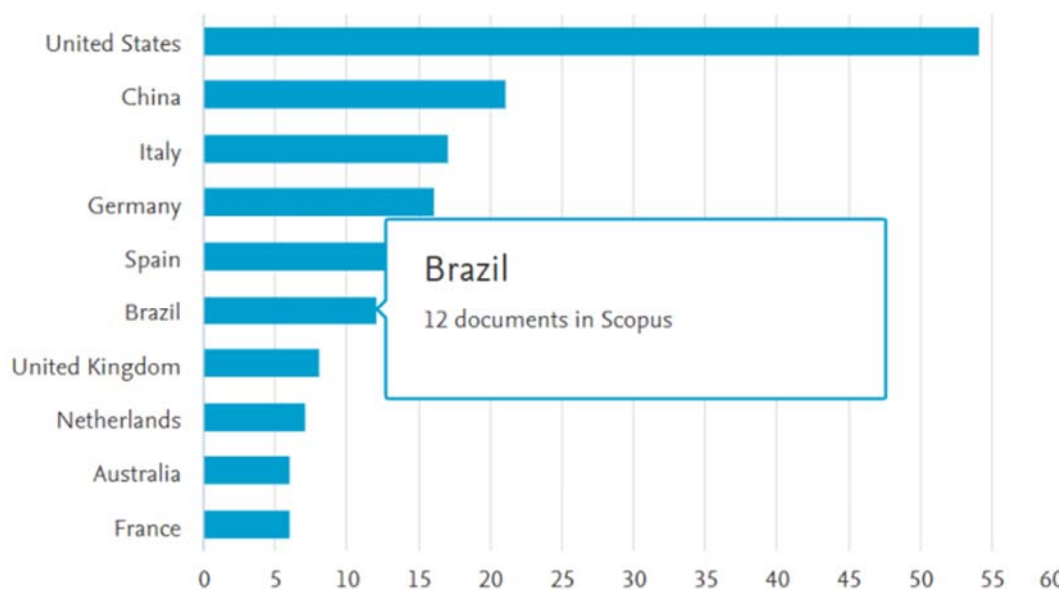


Gráfico 2: Documentos por país. Fonte: Plataforma SCOPUS, 2020.

Os artigos brasileiros voltados para a preocupação com o uso e reuso da água na indústria começam a ganhar destaque a partir do ano de 2004 com cinco publicações, já em 2017 mostra crescimento para dezesseis artigos e um pequeno decréscimo em 2019 com onze artigos, mas até Março de 2020 já com seis artigos publicados, o gráfico 3 detalha a evolução das publicações por ano.

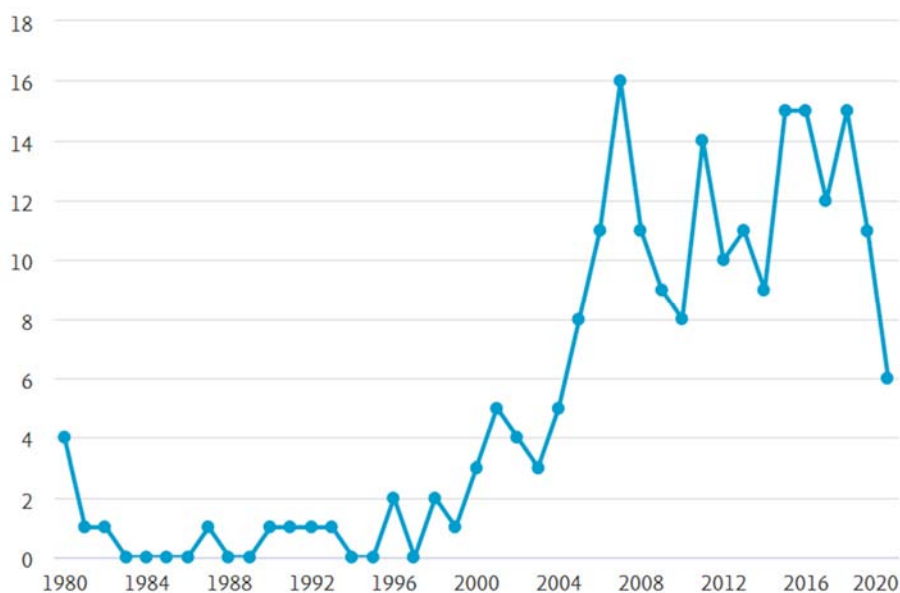


Gráfico 3: Artigos publicados por ano. Fonte: Plataforma SCOPUS, 2020.

A análise bibliométrica (gráficos 2 e 3) aponta que o tema preocupação com os recursos hídricos e o aproveitamento de água através de reuso com o apoio da tecnologia, ainda possui poucas pesquisas e publicações no Brasil e no mundo, o que demonstra lacunas para aprofundamento tanto acadêmico quanto do setor industrial em busca de identificar oportunidades benéficas para garantir indústrias sustentáveis e eficientes.

Já a revisão da literatura exposta até o momento, mostra que o uso de tecnologias da indústria 4.0 tem potencial para contribuir para a melhor gestão do reuso da água nas indústrias brasileiras.

De acordo com o relatório *Harnessing the Fourth Industrial Revolution for Water* do Fórum Econômico Mundial, o uso de ferramentas digitais podem trazer benefícios para os sistemas de águas residuais, pois pode monitorar o desempenho em tempo real e garantir a segurança de energia, nutrientes e outros materiais ou produtos gerados pelos processos de tratamento (WEF, 2018).

Por isso, nesta seção pretende-se esclarecer com o apoio da pesquisa bibliográfica e bibliométrica de forma conceitual e sucinta, quais tecnologias podem contribuir para o reuso da água nas indústrias, apoiado no suporte de conhecimentos extraídos da estrutura de tecnologias da indústria 4.0 apontadas por vários autores (BUILDIN, 2019; CRAVEIRO et al., 2019; DRATH; HORCH, 2014; GAHR, 2019; WEF, 2018;) dentre as quais destacam-se:

Sensores: podem ser utilizados tanto para monitorar o caminho da água na obra, seja da água potável ou das águas residuais dentro dos processos da construção, como para medir padrões de temperatura, condutividade e ph, desde a entrada até a saída do processo. Desta forma, se houver algum desperdício ou desvio nos padrões estabelecidos isso será mais facilmente detectado e corrigido, além de garantir a qualidade da água residual. No edifício Faria Lima 3500 localizado na capital paulista, as tecnologias aplicadas nos projetos da edificação e de interiores são monitoradas por sensores e geridas de forma inteligente, onde os sistemas hidráulicos são monitorados por uso final, de modo que identifique falhas e sejam realizadas correções em curtos intervalos de tempo, além de auxiliar na identificação de melhorias de forma constante (CTE, 2020).

Sistema de Modelagem de Informações da Construção-BIM: através da correta simulação e modelagem do projeto desde o início, pode-se otimizar o uso da água nos processos, ou seja, antes de a construção começar efetivamente os gestores do projeto podem verificar como a água será utilizada, tratada e reutilizada, e testar as decisões no ambiente virtual para verificar a melhor solução. O estádio “Mineirão” localizado em Belo Horizonte, foi o primeiro estádio do Brasil a conquistar o selo Platinum, nível máximo da certificação LEED, que avalia soluções e tecnologias sustentáveis adotadas durante o processo de construção para reduzir os impactos causados ao meio ambiente em toda a vida útil da edificação. O projeto utilizou a ferramenta BIM desde a fase de definição da obra, não utiliza água potável nos mictórios e bacias sanitárias, e sim águas cinzas geradas pelo próprio estádio, além de sistema de descarga dual-flush. As plantas são todas nativas, ou seja, adaptadas a fim de que não haja necessidade de irrigação periódica dessas áreas, o que resulta na diminuição do consumo de água. A redução de água potável representa 76% em relação a estádios que não possuem a certificação.

Drones: podem ser utilizados para mapear a região que a obra será instalada, verificar os sistemas aquáticos que podem ser afetados pelas atividades desenvolvidas e também para

monitorar os canteiros de obras e a região após o início das obras. Esse movimento começa com tecnologias que já são realidade em alguns países. É o caso, por exemplo, de drones usados para monitoramento e coleta de informações das obras bem como em sua visualização de diferentes ângulos em fiscalizar a segurança tanto estrutural, como em equipamento coletivo e individual dos trabalhadores. No Brasil, o uso dos drones já é visto como um diferencial competitivo e a busca por essa tecnologia tem aumentado, porém ainda não trata-se de uma realidade na prática (LIMA, 2019).

Nanotecnologia: o tratamento de águas residuais pode ser feito a partir de tecnologias de membranas para manipular átomos e moléculas e assim tratar a água. A Organização das Nações Unidas - ONU enxerga grande potencial no uso de nanotecnologia para a purificação das águas (ONU, 2013).

Algoritmos de inteligência artificial (IA): podem transformar a forma como as águas residuais podem ser tratadas, uma vez que o sistema pode aumentar a eficiência dos tratamentos da água de acordo com a análise dos resíduos ou substâncias constantes nesta água e ativar automaticamente o protocolo de limpeza correto para aumentar a qualidade dessa água residual e reduzir os recursos e energia utilizados (WEF, 2018). O uso de inteligência artificial em um empreendimento de Taboão da Serra, ocorreu através do uso da plataforma online e gratuita oferecida para quem busca o selo EDGE “Excellence in Design for Greater Efficiencies”, a plataforma contém informações compartilhadas com toda a equipe em tempo real sobre o consumo de água e energia das construções. A certificação é obtida pelos empreendimentos que reduzem ao menos 20% o consumo de energia, água e energia incorporada nos materiais utilizados na construção do edifício. Taboão da Serra reduziu 26% no consumo de água com o uso da plataforma para auxílio na tomada de decisões.

Em Curitiba e Espírito Santo desenvolveram uma máquina que tem a função de transformar as águas provenientes de esgoto em água potável. Já na cidade de São Paulo, devido à grande seca sofrida em 2014, houve a necessidade de aprofundarem o estudo dessa tecnologia e com isso surgiu a Elysium S7 que é de uma família de máquinas capaz de tratar 80% do efluente, o que gera qualidade igual ou melhor que das torneiras de casa (CARVALHO et al., 2014).

A figura 1 retrata como as novas tecnologias promovem um ciclo em busca de modernização e inovação nas indústrias, e que quando direcionados para o reuso de água e que proporcionam maior produtividade e sustentabilidade.

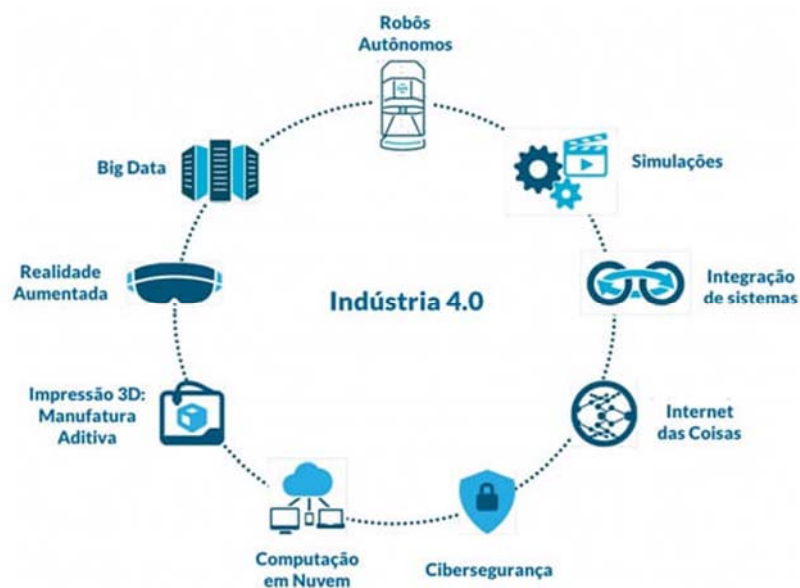


Figura 1: Indústria 4.0. Fonte: Buildin Construção e Informação, 2019.

6. Considerações Finais

O objetivo principal do presente artigo foi identificar tecnologias inteligentes e inovadoras da indústria 4.0 que possam ser empregadas no reuso da água voltadas para as indústrias que é uma das atividades que mais consomem água no Brasil.

A partir do conhecimento extraído, foi possível destacar algumas aplicações destas tecnologias especificamente para o reuso da água nas indústrias. O conhecimento proposto enfatiza o uso de sensores para mapear o caminho da água dentro do canteiro de obras e otimizar o uso e reuso da água, o uso de inteligência artificial poderia melhorar o processo de limpeza das águas residuais, aumentar o potencial de reuso, os sistemas BIM proporcionam melhorias ao traçar estratégias de reuso mesmo antes do projeto começar efetivamente, e a nanotecnologia como potencial para remover impurezas das águas residuais.

No Brasil, a indústria ainda trata-se de um setor econômico de cultura muito tradicional e que utiliza muitos recursos, além da mão-de-obra humana, porém a indústria 4.0 vem para quebrar esses paradigmas e proporcionar a busca por otimização de recursos e tempo, principalmente no que tange aos recursos escassos e finitos como a água. A nova indústria deve preparar-se para ultrapassar barreiras históricas e utilizar de maneira inteligente as novas tecnologias para garantir o desenvolvimento sustentável.

A indústria brasileira precisa adaptar-se e formar profissionais técnicos e engenheiros que estejam aptos a relacionar-se com as tecnologias em todas as etapas dos projetos, desde a elaboração até a gestão, onde todos os envolvidos compreendam a relevância de utilizar menos recursos hídricos, reciclagem de águas residuais e reuso de águas em busca do não comprometimento de águas potáveis.

Portanto, conclui-se que o artigo contribuiu para elevar potencialmente o tema reuso da água na indústrias brasileiras, de forma a estimular o estabelecimento de diretrizes para

combater a escassez de água e economizar o uso de água potável, além de destacar a importância de estabelecer programas de reúso replicáveis para as indústrias, de forma que se tornem auto suficientes e auto sustentáveis através do uso de sistemas socialmente relevantes e tecnologias apropriadas para a gestão de recursos hídricos com o apoio da indústria 4.0.

O tema do reúso da água nas indústrias com o suporte da indústria 4.0 ainda exige novos estudos de caso práticos e esforços na área de pesquisa e desenvolvimento, desta maneira, sugere-se promover parcerias e interações entre todas as partes interessadas de forma a alinhar os interesses econômicos e de sustentabilidade.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Estudo da ANA aponta perspectiva de aumento do uso de água no Brasil até 2030. Disponível em:

<<https://www.ana.gov.br/noticias/estudo-da-ana-aponta-perspectiva-de-aumento-do-uso-de-agua-no-brasil-ate-2030>>. Acesso em: 30.Jan.20.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 15527 Conservação de água em edificações – requisitos, procedimentos e diretrizes. Rio de Janeiro, p. 10. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 16782 Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis — Requisitos. Rio de Janeiro, p. 22. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 16783 Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações. Rio de Janeiro, p. 29. 2019.

BECKER, D. et al. Integrated Industrial Water Management – Challenges, Solutions, and Future Priorities. *Chemie Ingenieur Technik*, v. 91, p. 1367-1374, 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018. Brasília: SNS/MDR, 2019. 180 p.

BUILDIN Construção e Informação. O que é a Indústria 4.0?. Disponível em: <<https://www.buildin.com.br/construcao-4-0/>>. Acesso em: 29.Out.19.

CTE. Cases e Portfólio: Faria Lima 3500. c2020. Disponível em: <<https://cte.com.br/cases/solucoes/certificacao-leed/faria-lima-3500/>>. Acesso em: 30.Jan.20.

CRAVEIRO, F. et al. Additive manufacturing as an enabling technology for digital construction: A perspective on Construction 4.0. *Automation in Construction*, v. 103, p. 251-267, 2019.

DECHEMA. *Industriewasser 4.0: Potenziale und Herausforderungen der Digitalisierung für die industrielle Wasserwirtschaft*, Frankfurt, Alemanha, 2018. Disponível em: <https://dechema.de/dechema_media/Downloads/Positionspapiere/Industriewasser_40_D EHEMA_Positionspapier-p-20003550.pdf>. Acesso em: 10.Dez.19.

DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0: Hit or Hype? [Industry Forum]. IEEE Industrial Electronics Magazine, v. 8, p. 56-58, 2014.

FAO. AQUASTAT- FAO's Global Information System on Water and Agriculture: Water use, 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/aquastat/en/overview/methodology/water-use>>. Acesso em: 29.Jan. 20.

FÉRES, J. et al. Water reuse in Brazilian manufacturing firms. Journal Applied Economics, v. 44, p. 1417-1427, 2011.

GAHR, A. et al. Wasserwirtschaft 4.0 im Chemiepark Bitterfeld-Wolfen: Water Management 4.0 in the Bitterfeld-Wolfen Chemical Park. Chemie Ingenieur Technik, v. 91, p. 1375-1381, 2019.

INDUSTRIAL INTERNET CONSORTIUM. Intelligent Urban Water Supply Testbed: Fast facts, c2019. Disponível em: <<https://www.iiconsortium.org/intelligent-urban-water-supply.htm>>. Acesso em: 20 dez. 19.

INTERNATIONAL DRINKING WATER SUPPLY AND SANITATION DECADE .Disponível em: <https://www.who.int/neglected_diseases/mediacentre/WHA_34.25_Eng.pdf>. Acesso em: 15.Dez.19.

MAGALHÃES Filho, F., de QUEIROZ, A., MACHADO, B. S., & PAULO, P. L. (2019). Sustainable Sanitation Management Tool for Decision Making in Isolated Areas in Brazil. International journal of environmental research and public health, v. 16, p. 1118.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick; FLEURY, Afonso; MELLO, Carlos Henrique Pereira. Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Água potável e saneamento. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods6/>>. Acesso em: 19.Nov.19.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. A ONU e a água. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/agua/>>. Acesso em 31.Ago.19.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Até 2050, um bilhão de pessoas viverão em cidades sem água suficiente, diz Banco Mundial. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/ate-2050-um-bilhao-de-pessoas-viverao-em-cidades-sem-agua-suficiente-diz-banco-mundial/>>. Acesso em 07.Nov.19.

OPHER, T., FRIEDLER, E. & SHAPIRA, A. Comparative life cycle sustainability assessment of urban water reuse at various centralization scale. Int J Life Cycle Assessment (2019). July 2019, Volume 24, Issue 7, pp 1319–1332.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E CULTURA .2018-2028 - Década Internacional para Ação, Água para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/about-this-office/prizes-and-celebrations/2018-2028-international-decade-for-action-water-for-sustainable-development/>> em: 10.Dez.19.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E CULTURA. ONU avalia possível uso de nanotecnologia para purificar e tratar água. *Perspectiva Global Reportagens Humanas*, 2013. Disponível em:<
<https://news.un.org/pt/story/2013/06/1439741-onu-avalia-possivel-uso-de-nanotecnologia-para-purificar-e-tratar-agua>>. Acesso em: 03.Jan.20.

REZENDE, Jozrael Henriques; TECEDOR, Natália. Aproveitamento de água de chuva de cobertura em edificações: dimensionamento do reservatório pelos métodos descritos na NBR 15527. *Rev. Ambient. Água*, Taubaté, v. 12, n. 6, p. 1040-1053, dez. 2017.

RUIZ-SARMIENTO, Jose-Raul; MONROY, Javier ; MORENO, Francisco-Angel, GALINDO, Cipriano; BONELO, Jose-Maria; JIMENEZ, Javier Gonzalez. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. Elsevier. Volume 87 , Jan 2020 , 103289.

SCOPUS. Analyze search results. Disponível em:
<https://www.scopus.com/results/results>. Acesso em: 16.Mar.20.

LIMA, T. Drones na construção civil: 7 aplicações diretas na obra. **Sienge Plataforma**, [2019]. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/drones-na-construcao-civil>>. Acesso em: 30.Jan.20.

TOMAS, J. P. Thames Water rolls out smart meter project in London. **Enterprise iot insights**, 2017. Disponível em:<
<https://enterpriseiotinsights.com/20170428/channels/fundamentals/20170428internet-of-thingsindustrial-iot-case-study-thames-smart-water-tag23-ta>>. Acesso em: 15.Dez. 19.

CARVALHO, N. L. et al. Tecnologias para reutilização de águas residuárias. **Revista Gestão e Desenvolvimento em Contexto -GEDECON**. IV Fórum de Sustentabilidade, v. 2, p. 16-31, 2014. Disponível em: <
<http://revistaeletronica.unicruz.edu.br/index.php/GEDECON/article/download/1934/498>>. Acesso em: 29. Jan.20.

WORLD ECONOMIC FORUM. *Harnessing the Fourth Industrial Revolution for Water*, World Economic Forum, Genebra, Suíça, 2018. Disponível em:<
http://www3.weforum.org/docs/WEF_WR129_Harnessing_4IR_Water_Online.pdf>. Acesso em: 24 dez.19.

Ambiência Urbana: Levantamento e análise de dados da área central de uma cidade de médio porte

Urban Ambience: Survey and analysis of data from the central area of a medium-sized city

Sidnei Matana Junior, arquiteto urbanista especialista, mestrando, UPF

E-mail: 119663@upf.br

Mirian Carasek, arquiteta mestre, professora Arquitetura e Urbanismo, UPF

E-mail: miriancarasek@upf.br

Juan José Mascaró, arquiteto doutor, professor Arquitetura e Urbanismo, UPF

E-mail: juan@upf.br

Resumo

A ambiência urbana é composta por uma série de características formadas pelo ambiente construído e elementos naturais. As cidades, verticalizadas e com poucos espaços verdes estruturados propiciam o surgimento de ilhas de calor. Nesse contexto, a avaliação da ambiência urbana permite delinear diretrizes e estratégias para mitigar este fenômeno e propiciar conforto ao espaço urbano. O objetivo do trabalho é a coleta de dados referentes ao diagnóstico de ambiência urbana, na área central de uma cidade de médio porte no norte do Rio Grande do Sul. O método utilizado foi de visita in loco para medições e registro fotográfico. Os pontos foram escolhidos considerando as características construtivas e comparando áreas ensolaradas e áreas sombreadas. Como conclusão percebe-se que a mensuração das circunstâncias do sistema urbano em que habitamos e a presença de áreas verdes demonstra a importância do aprofundamento do conhecimento sobre ambiência urbana para o planejamento sustentável das cidades.

Palavras-chave: Ambiência urbana; Sustentabilidade; Espaços urbanos

Abstract

The urban ambience is composed of a series of characteristics formed by the built environment and natural elements. The cities, vertical and with few green spaces provide the emergence of islands of heat. In this context, the evaluation of the urban environment allows defining guidelines and strategies to mitigate this phenomenon and provide comfort to the urban space. The objective of the work is to collect data related to the diagnosis of urban ambience, in the central area of a medium-sized city in the north of Rio Grande do Sul. The method used was the on-site visit for measurements and photographic record. The points were chosen considering the construction characteristics and comparing sunny areas and shaded areas. As a conclusion, it is clear that the measurement of the



conditions of the urban system in which dwellings and the presence of green areas demonstrates the importance of deepening knowledge about the urban environment for the sustainable planning of cities.

Keywords: *Urban environment; Sustainability; Urban spaces*

1. Introdução

Durante o processo de desenvolvimento das cidades brasileiras, a verticalização e o adensamento construtivo restringiram poucos espaços verdes com fins de preservação natural e lazer. A desconexão entre estes espaços e as poucas massas vegetadas, em especial nas áreas centrais, produziram consequências no ambiente urbano, tais como a elevação das temperaturas, redução das áreas de sombreamento, menor absorção de partículas, supressão de habitats de pequenos animais, mudança no comportamento dos ventos, além das alterações relativas a absorção das águas pluviais.

Para Vargas (2014), a verticalização das cidades brasileiras esteve associada ao conceito progressista na década de 1940, quando surgiram as primeiras construtoras e incorporadoras, incentivadas pelas políticas de economia e habitação. A migração da população rural para o meio urbano, o incremento da capacidade compra e as novas demandas deram impulso ao processo, ao gerar o maior número de unidades possíveis em terrenos centrais com boa localização. Conforme Keeler e Burke (2010), simultaneamente, a dispersão urbana também impactou no meio ambiente através da expansão territorial das cidades, reduzindo a zona rural, elevando as distâncias para instalação da infraestrutura urbana, bem como a distância entre a moradia e o trabalho, modificando a paisagem e produzindo também espaços segregados. Para Jourda (2013), a ocupação do solo e impermeabilização das superfícies têm tornado as cidades estéreis, ao não priorizar áreas verdes e permeáveis, tornando-as carentes de massas vegetadas e desconsiderando as espécies nativas, em detrimento aos benefícios como melhoria da qualidade do ar, captura de partículas e regulação dos níveis de temperatura e umidade, por consequência melhorando a ambiência urbana.

A discussão acerca da morfologia urbana é recente nas cidades do Brasil e constitui-se uma ferramenta valorosa no planejamento urbano, ao fornecer dados para a criação de estratégias que adaptem o meio urbano as transformações do clima, dado que a verticalização impacta diretamente na iluminação natural, nas áreas de sombra e também na visibilidade de céu, consequentemente também a absorção da radiação solar e afetando o comportamento e direção dos ventos (SILVA et al, 2018). O aprofundamento dos estudos morfológicos da área urbana permitem estabelecer diretrizes relativas as demandas energéticas e ao microclima, bem como criar modelos matemáticos mais assertivos em relação aos fenômenos que ocorrem de forma simultânea no meio urbano e também elaborar estudos no sentido de entender a evolução da forma da cidade, permitindo elaborar diretrizes a partir dos dados coletados, de maneira que as estratégias utilizadas correspondam ao contexto em que serão inseridas (MARTINS, BONHOMME E ADOLPHE, 2013). Para Ascher (2010), o planejamento urbano necessita projetar a cidade em um contexto incerto, em função da velocidade em que as dinâmicas sociais e ambientais ocorrem na sociedade hipertexto, redefinindo os conceitos de público e privado, virtual e real.

O objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento e a análise de condicionantes relativos as variações de temperatura, umidade relativa e ruído urbano, a fim de elaborar um diagnóstico preliminar de ambiência urbana, na área central de Passo Fundo, cidade de médio porte localizada no norte do Estado do Rio Grande do Sul. Esta etapa apresenta as medições relativas ao verão, em uma tarde de janeiro, com leve brisa.

2. Revisão

As superfícies apresentam variações de temperatura resultantes das características dos materiais que a compõem, bem como são impactadas pela densidade de construções, áreas com vegetação e a impermeabilização do solo (AMORIM, 2019). A verticalização e a consequente densificação das áreas urbanizadas têm levantado a discussão acerca da ambiência urbana. As ilhas de calor são tratadas como fenômenos, anomalias temporais e térmicas, que evidenciam diferenças de temperatura em ambientes construídos e sem construções, simultaneamente (OKE, 1982, APUD AMORIM, 2019). Este processo decorre da intervenção humana, em especial aos processos de ocupação das malhas urbanas, onde predominam áreas construídas e impermeáveis ante as áreas vegetadas, de maneira que as superfícies absorvem e retém o calor através da radiação solar, sendo este calor irradiado e posteriormente causando aumento das temperaturas. A análise destes fenômenos, a partir do microclima urbano, permite planejar o espaço urbano objetivando o conforto térmico e a qualidade de vida dos usuários (DE LIMA MENDES et al, 2019).

Nestas análises, é necessário considerar as condições e características do meio urbano, em função da escala local, onde o fenômeno é mais perceptível, bem como na intensidade das ilhas de calor. Ao avaliar os efeitos durante as estações, é possível constatar condicionantes que potencializam ou minimizam os efeitos das ilhas de calor, assim como a presença de massas vegetadas, a identificação de materiais construtivos e os impactos na climatização dos espaços internos, sendo dados importantes para gerir e planejar o espaço urbano de maneira sustentável. Agentes públicos e privados podem adotar ações objetivando amenizar o impacto das ilhas de calor (AMORIM, 2019).

Estudos relativos a ambiência urbana tem contribuído para a compreensão das ilhas de calor. O estudo realizado por Vieira e Machado (2018), teve como resultado a identificação de diferenças de temperaturas na cidade de Uberlândia-MG, em sua maioria, provocadas pelas áreas impermeáveis e a ausência de vegetação, a partir de duas medições, num período de 10 anos, evidenciando zonas de conforto próximas a praças, parques e demais espaços verdes. Em Cuiabá-MT, o estudo de Paula et. al (2019), demonstrou a influência do uso e ocupação dos espaços urbanos sobre as ilhas de calor, identificando áreas onde a impermeabilização do solo era superior a 50%.

3. Procedimentos metodológicos

O estudo caracteriza-se como uma pesquisa de campo, avaliando aspectos qualitativos e quantitativos em relação à ambiência urbana. As medições foram realizadas no dia 12 de janeiro de 2017, em uma tarde quente de verão, com leve brisa, foram registradas as temperaturas e características das superfícies em cada ponto, relativos aos dias quentes de verão, em comparação às áreas sombreadas e ensolaradas. Foi utilizado um decibelímetro ou medidor de nível de pressão sonora (MNPS) RadioShack Sound Level Meter com alcance de 50 a 126 dB e precisão de 2 a 114 dB SPL para realizar a medição dos níveis

da intensidade do som, pois o nível de pressão sonora é uma grandeza que representa razoavelmente bem a sensação auditiva de volume sonoro. Também foi utilizado um Termo-Higrômetro Digital Tth 100 Incoterm T-THI-0010. As medições de temperatura foram realizadas com Termômetro Digital Infravermelho Portátil, modelo Vt02 da marca Fluke, com precisão de ± 5 °C ou 5 %, faixas de temperatura de -20 °C a +100 °C (sem calibração abaixo de -10°C), sensibilidade térmica (NETD) $\leq 0,2$ °C em 30 °C (200 mK). As imagens geradas pela captura permitem identificar a temperatura superficial e identificar as áreas com maior irradiação de energia infravermelha em cada superfície. Posteriormente, foi utilizado o software SmartView® 4.3 para tratamento e análise das imagens, permitindo a correção de emissividade e temperatura das imagens captadas.

A cidade de Passo Fundo, está localizada no Norte do Rio Grande do Sul, distante 293km da capital Porto Alegre, a 687 metros de altitude, sendo a maior cidade da Região Norte do estado, com população de 201.760 habitantes em 2018 (IBGE, 2019). As temperaturas médias anuais são de 16 a 18°C, no inverno a temperatura varia de -3 a 10°C e o índice pluviométrico é de 1.800 a 1.900mm anuais, conforme o Atlas Eólico do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2002). A taxa de escolarização de 97,3%, com 65 estabelecimentos de saúde atendendo ao SUS e as instituições de ensino superior reafirmam a condição história de polo médico e educacional, além do IDH de 0,766, considerado elevado (IBGE, 2019). A origem do município tem relação com o tropeirismo, que estabelecia rotas comerciais do Rio Grande do Sul até o Estado de São Paulo a partir do século XVIII, sendo que vários assentamentos foram constituídos ao longo dessas rotas. O primeiro núcleo urbano de Passo Fundo teve seu desenvolvimento em 1850, com a exploração da erva-mate, a emancipação ocorreu em 1857 e a partir de 1875 imigrantes italianos e alemães começam a chegar à cidade, impactando na economia e na densidade populacional (GOSCH, 2002). A Avenida Brasil, antigo caminho das tropas, constitui o eixo estruturador da cidade, do qual a malha urbana foi expandida e atualmente apresenta as áreas com maior densidade construtiva e verticalizada.

O levantamento foi realizado na área central de Passo Fundo, ao longo da Rua Paissandu, conforme pontos indicados na figura 1.



Figura 1: Inserção da área de análise na área urbana de Passo Fundo e localização dos pontos de análise em relação as áreas verdes. Fonte: Google Earth, adaptado pelos autores.

4. Resultados e discussão

O ponto 1, na praça Antonino Xavier, próxima ao Hospital de Clínicas, na rua Paissandu, consiste em uma área de vegetação arbórea de médio e grande porte, com áreas gramadas e sombreadas. As tipologias do entorno são predominantemente verticais, de uso residencial. As fachadas dos edifícios são pintadas ou revestidas em pastilha cerâmica, com cores claras, edificadas sobre o alinhamento, sem recuo, à exceção de três prédios com afastamento frontal. As ruas são asfaltadas, assim como as vias internas da praça e os passeios no perímetro da praça são em bloco de concreto intertravado. Nas áreas sombreadas, a temperatura aferida foi de 28°C, nas áreas com sol a temperatura atingiu 38,1°C com 60% de umidade relativa nas duas áreas. Os níveis de ruído atingiram 72 decibéis. Neste ponto foi possível constatar a diferença de temperatura provida pelas áreas sombreadas pelas árvores da praça. A figura 2 demonstra as diferenças de temperatura através do espectro infravermelho, sendo indicada a temperatura no ponto de foco em graus Celsius.

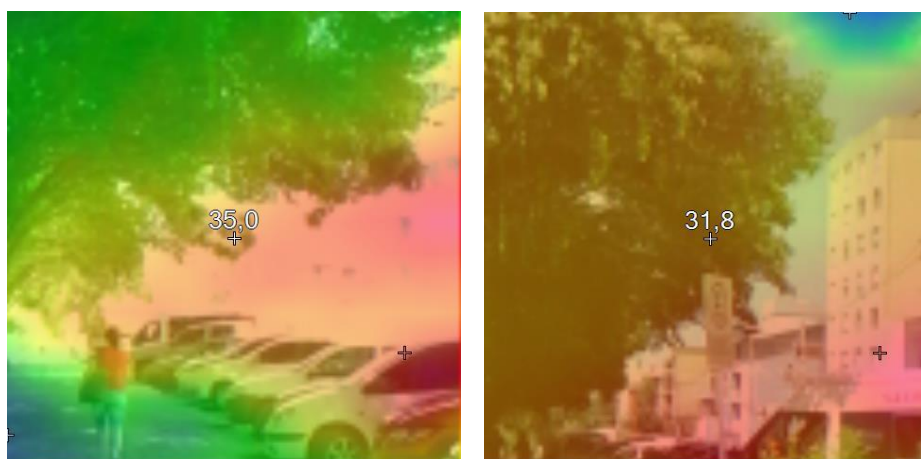


Figura 2: Medição em infravermelho do ponto 1 (a) passeio da praça Antonino Xavier (considerado lado direito do trajeto); (b) edifícios do lado esquerdo. Fonte: Smart View, adaptado pelos autores.

O ponto 2, localizado na Rua Paissandu, entre as ruas Silva Jardim e Benjamin Constant apresenta área sem arborização nos passeios, portanto ao sol. Quanto as tipologias, há edificações verticais de uso misto, com uso residencial predominante e comércio no térreo, além de edifícios de gabarito baixo exclusivamente comerciais, a maioria sem recuos frontais e laterais. Referente aos materiais, as fachadas em geral são revestidas com reboco e pintura ou pastilhas cerâmicas, variando entre cores claras e escuras, os passeios são revestidos em basalto e a via é asfaltada.

A temperatura aferida nas áreas de sombra foi de 34,5°C, nas áreas expostas ao sol foi de 36,8°C, com umidade relativa de 66% em ambas as áreas e os níveis de ruído ficaram na faixa de 78 a 85 decibéis, devido ao grande fluxo de veículos na via. Neste ponto as temperaturas do ponto de foco indicam diferenças de aproximadamente 10° C quando feitas na direção das superfícies recebendo radiação solar ou o inverso. A figura 3 demonstra as variações de temperatura no ponto 2:

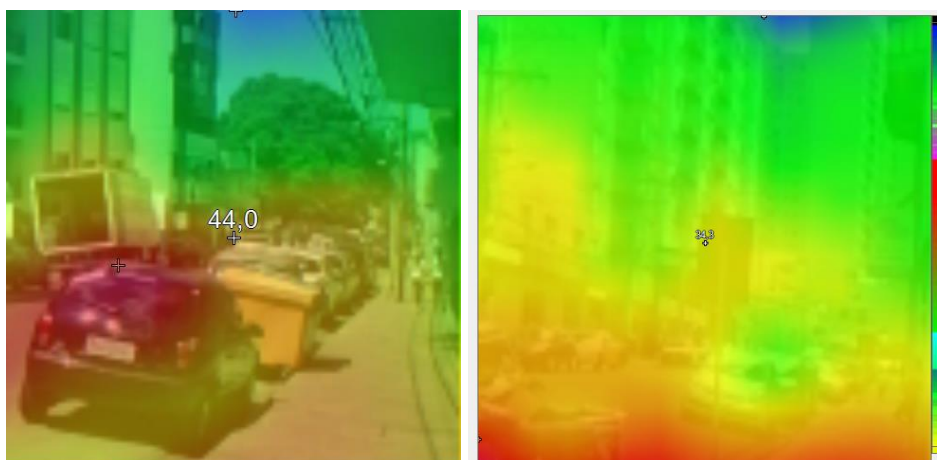


Figura 3: Medição em infravermelho do ponto 2 (a) e (b) caixa da rua. Fonte: Smart View, adaptado pelos autores.

O ponto 3 está localizado na Rua Paissandu, entre as ruas Benjamin Constant e Fagundes dos Reis. Nesta quadra estão localizados edifícios públicos, como o da Receita Federal e o Posto e Coordenadoria de Saúde. A predominância é de edificações verticais criando áreas sombreadas e a formação de canais de vento. Há arborização no passeio próximo à esquina com a Rua Fagundes dos Reis. A via é asfaltada e os passeios são em pedra de basalto. As fachadas são rebocadas e pintadas ou revestidas em cerâmica, variando de cores claras até escuras. Nas áreas sombreadas, a temperatura aferida foi de 28°C enquanto nas áreas ensolaradas a temperatura indicada foi de 37°C , a umidade relativa nas áreas sombreadas estava em 61% e nas ensolaradas em 57%. O nível de ruído no ponto atingiu 87 decibéis, cabendo salientar que a rua Paissandu, adjacente à Avenida Brasil, constitui uma via de grande fluxo e ligação entre o centro e os bairros. As figuras 4 e 5 ilustram as medições no ponto 3:

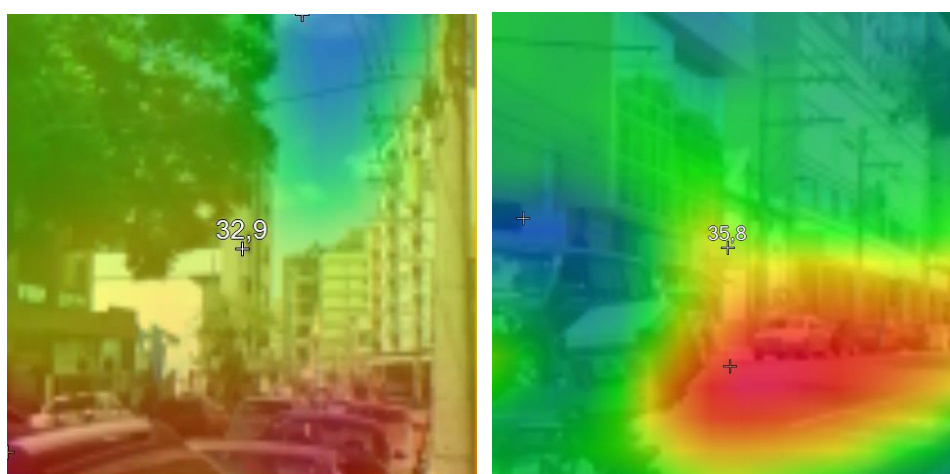


Figura 4: Medição em infravermelho do ponto 3 (a) temperatura em áreas sombreadas; (b) foco de calor na caixa de rua. Fonte: Smart View, adaptado pelos autores

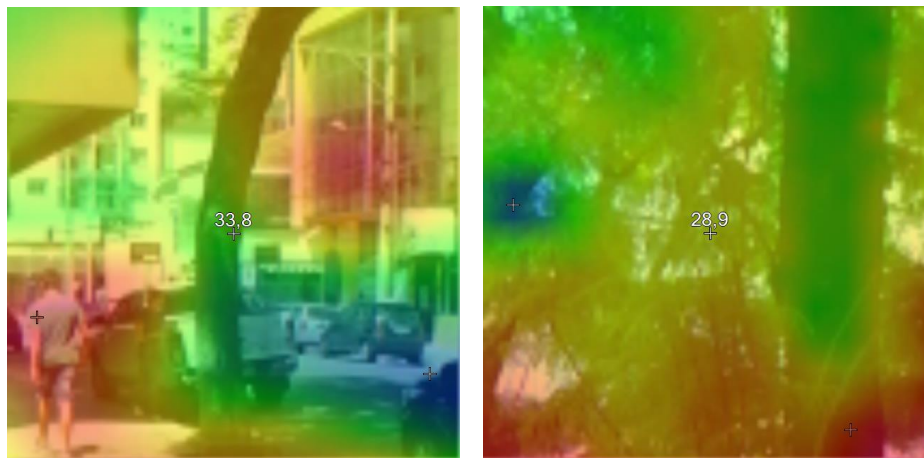


Figura 5: Medição em infravermelho do ponto 3 (c) sol e sombra no passeio e (d) sob a vegetação. Fonte: Smart View, adaptado pelos autores

O ponto 4, localizado na Rua Paissandu, entre as ruas Av. General Netto e Coronel Chicuta, encontra-se na cota mais baixa dentre os pontos aferidos. Na área é perceptível a ausência de vegetação, a via é asfaltada e os passeios são em pedra de basalto, predominam edificações comerciais térreas, em um dos lados da via, um muro com 4 metros de altura, no alinhamento predial delimita a quadra. A temperatura nas áreas expostas ao sol atingiu 41°C , enquanto nas áreas de sombra a temperatura era de 28°C , com umidade relativa de 52%. O nível de ruído no ponto atingiu 81 decibéis. A figura 6 demonstra as medições no ponto 4:



Figura 6: Medição em infravermelho do ponto 4. (a) lado direito e (b) lado esquerdo. Fonte: Smart View, adaptado pelos autores

O ponto 5 foi locado em uma desconexão da malha urbana, em função da declividade, a Av. General Netto é interrompida em seu cruzamento com a Avenida Brasil, onde uma escadaria realiza a ligação entre os níveis, para posterior continuidade da via, junto ao prédio da antiga cervejaria da Brahma, atual Faculdade Anhanguera. O trecho apresenta pouca arborização, possui edificações no alinhamento nos dois lados da via, sendo predominante o uso comercial ou institucional, com paredes rebocadas e pintadas em sua maioria. A

edificação mais alta no trecho possui 4 pavimentos. Os passeios são em basalto e a via é pavimentada com paralelepípedos. A temperatura aferida nas áreas sombreadas atingiu 35°C e nas áreas expostas a insolação 38°C, com a umidade relativa de 55% em ambas as áreas. O nível de ruído foi aferido em 76 decibéis, dado o menor fluxo de veículos, gerado apenas pelos estacionamentos existentes. A figura 7 demonstra a variação de temperatura das superfícies no ponto 5:

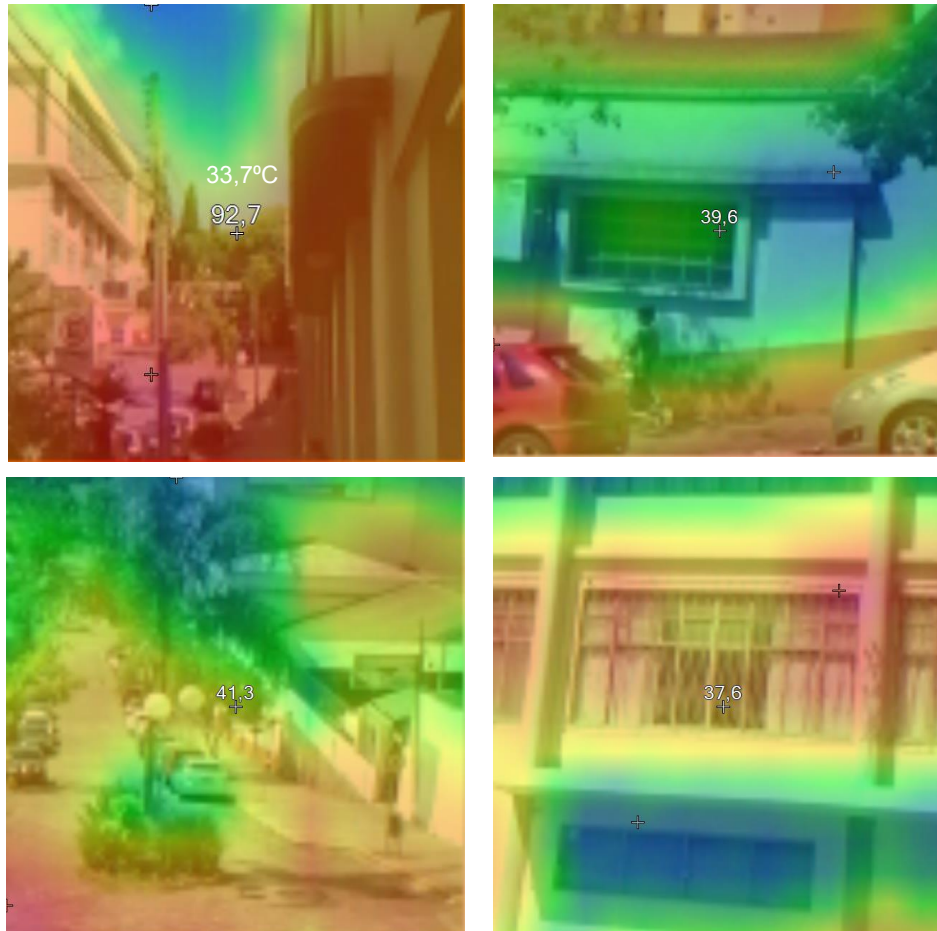


Figura 7: Medição em infravermelho do ponto 5 (a) escadaria vista da rua Paissandu; (b) detalhe do lado esquerdo; (c) vista da rua Paissandu, a partir da escadaria e (d) detalhe do lado direito da rua. Fonte: Smart View, adaptado pelos autores

A partir do levantamento, os dados coletados nos cinco pontos foram organizados em tabelas a fim de produzir um gráfico comparativo das grandezas aferidas. A partir deste, é possível obter informações sobre os valores encontrados de temperatura, umidade e ruído em relação às características construtivas e também de uso de cada trecho, além de fatores como o trânsito. O entendimento da microescala urbana permitirá traçar estratégias mais assertivas no sentido de qualificar estes espaços. O gráfico 1 abaixo demonstra o comparativo entre os pontos 1 a 5:

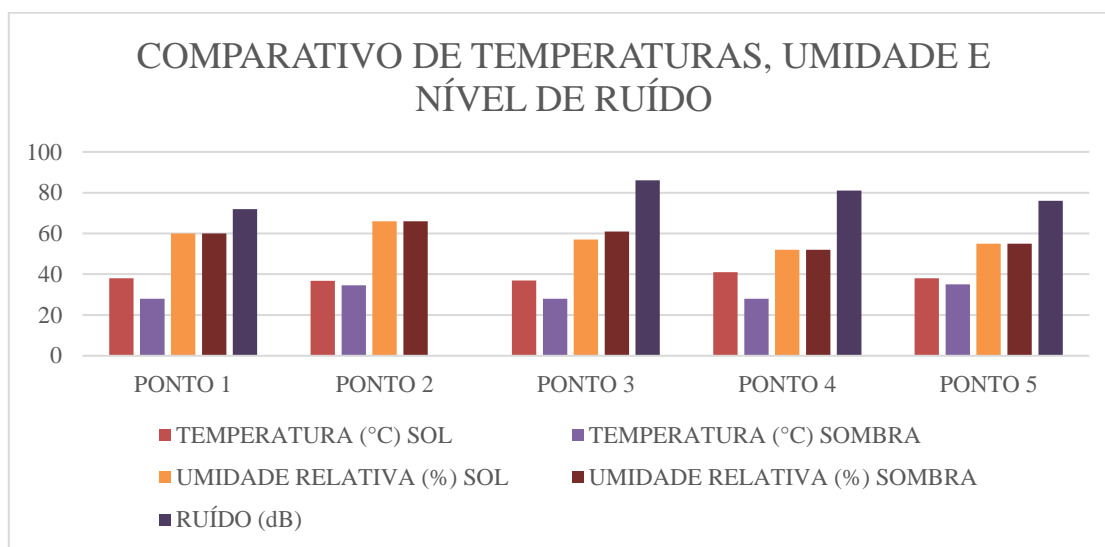


Gráfico 1: Comparativo entre os pontos 1 a 5. Fonte: Elaborado pelos autores

Foi possível constatar a maior amplitude térmica nas áreas com presença significativa de vegetação, em especial no ponto 1, por se tratar de uma praça, onde também foram registradas as menores temperaturas nas áreas sombreadas. Além disso, as áreas com as maiores temperaturas são as que apresentam maior densidade de construções. Os maiores níveis de ruído estão associados a Rua Paissandu, uma via de grande fluxo, em especial nos horários de pico, as 12:00h e as 18:00h. O ponto 1 apresentou o menor nível de ruído, devido à presença de vegetação. Cabe salientar que o nível aceitável de ruído, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), é de até 50 decibéis (dB). Sendo que o nível de ruído numa rua com trânsito intenso é de 85 dB (BRASIL, 2020). O ponto 5, apesar de abranger um ponto sem trânsito intenso de veículos, constitui um espaço entre duas vias de grande fluxo, a Avenida Brasil e a rua Paissandu, justificando o nível de ruído aferido.

O estudo realizado por Salvia et al. (2019), constatou características semelhantes em outros pontos da área urbana de Passo Fundo. As áreas verdes apresentam percepção de conforto, não somente em aspectos de temperatura, mas também em relação a cores, texturas, velocidade dos ventos e também de acústica, dependendo de o local estar no interior ou nos limites destes espaços. As demais áreas, ausentes de vegetação, também apresentaram características semelhantes quanto a poluição sonora, cores e superfícies que interferem nos aspectos climáticos, bem como a incidência de radiação solar. Estas características interferem na amplitude térmica, por consequência, na sensação de conforto ou desconforto no meio urbano. Vieira e Machado (2018) também encontraram resultados semelhantes.

A partir destes dados, são propostas estratégias para melhoria da ambiência nestes pontos. Como diretriz geral, a arborização das vias e a criação de faixas de grama nos passeios pode promover a redução das temperaturas através das massas vegetadas, bem como a filtração de partículas, melhoria da qualidade do ar, redução de ruído para os andares superiores das edificações. Além disso, o uso de materiais permeáveis no passeio pode melhorar a infiltração de águas pluviais. Vazios urbanos podem ser utilizados para criação de mais espaços verdes, em menor escala que as praças, mas que permitam a criação de

corredores verdes, conectando as áreas até então desconectadas. No caso de Passo Fundo, a Avenida funciona como corredor verde, devido a sua arborização e presença de ciclovia, entretanto, não constitui uma ligação direta entre outras áreas verdes dentro do tecido urbano. Outras políticas urbanas mais amplas, incluindo as que tratam sobre mobilidade, também podem ter impactos positivos ao reduzir o número de veículos transitando nas áreas centrais, reduzindo a emissões, a melhoria nos níveis de qualidade do ar e redução do nível de ruído para um padrão saudável.

Considerações finais

O estudo da ambiência urbana e de ilhas de calor apresentam dados significantes quanto ao conforto térmico dos espaços abertos, bem como as relações entre espaços verdes e espaços construídos. As áreas densamente construídas apresentam altas temperaturas de superfície, impactando não somente no ambiente externo, mas também na qualidade e conforto dos ambientes internos, de tal forma que o planejamento urbano pode mitigar esses aspectos de desconforto para os usuários dos espaços públicos e privados.

Os levantamentos realizados evidenciaram as diferenças de temperatura relativas as áreas com presença e ausência de vegetação e sombreamento, possíveis ilhas de calor e a relação das características dos materiais quanto a ambiência, em uma tarde quente de verão. Esta etapa apresenta informações colhidas in loco. O estudo comporta ainda levantamentos referentes à uma tarde de inverno de modo a permitir comparações e avaliações entre as duas estações do ano e o impacto do sombreamento das edificações em outra situação climática.

Os dados preliminares permitem delinear estratégias para pontos específicos, dos quais pode-se destacar o uso da arborização das vias para redução de temperaturas, criando áreas sombreadas e contribuindo também para a qualidade do ar no meio urbano. O tema da ambiência é abrangente na busca a redução de emissões, pela criação de áreas permeáveis, pela eliminação das ilhas de calor e ampliação das ilhas de frescor, abordando também a questão da sustentabilidade, visando a construção de soluções sustentáveis que tornem o ambiente urbano mais confortável para o ser humano.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação Universidade de Passo Fundo pela bolsa de mestrado.

Referências

- ASCHER, F. **Os novos princípios do urbanismo**. São Paulo: Romano Guerra, 2010.
- AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor superficiais: frequência da intensidade e variabilidade espacial em cidade de clima tropical continental. **Geo UERJ**, n. 34, p. 40959, 2019.

AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor urbanas: métodos e técnicas de análise. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, 2019.

BRASIL. **Cidades, Rio Grande do Sul, Passo Fundo**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/passo-fundo/panorama>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

BRASIL. **Poluição sonora. Sintomas vão da dor de cabeça à perda da audição e pressão alta**. Disponível em <<https://www.senado.gov.br/noticias/jornal/cidadania/PoluicaoSonora/not03.htm>>. Acesso em: 15 jan.2020

DE LIMA MENDES, T. G. et al. Abordagem científica sobre ilhas de calor em Recife-PE. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 4, n. 1, p. 001-013, 2019.

DE PAULA, D. C. J. et al. Evolução do fenômeno de ilha de calor em cidade de médio porte na região centro-oeste do Brasil/Evolution of the heat island phenomenon in medium porte city in the central west of Brazil. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 8, p. 11835-11845, 2019.

GOSCH, L. R. M. **Passo Fundo: De Saturnino de Brito ao Mercosul**. 2002. Dissertação (Mestrado em Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

IBGE. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Panorama do município de Passo Fundo**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/passo-fundo/panorama>. Acesso em: 27 abr. 2019.

JOURDA, Françoise-Helene. **Pequeno Manual do Projeto Sustentável**. São Paulo: Gustavo Gilli, 2013.

KEELER, Mirian; BURKE, Bill. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

MARTINS, T. A. de L.; BONHOMME, M.; ADOLPHE, L. Análise do impacto da morfologia urbana na demanda estimada de energia das edificações: um estudo de caso na cidade de Maceió, AL. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 4, p. 213-233, 2013.

RIO GRANDE DO SUL. SEMC. Secretaria de Energia, Minas e Comunicações. **Atlas Eólico do Rio Grande do Sul**. 2002.

SALVIA, A. L.; SANDOVAL, A. D. O.; MARTÍNEZ, M. R. G. R.; KALIL, R. M. L. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, Vol. 8, Ed. 1, p. 19-37, 2019.

SILVA, I. et al. Morphological Indices as Urban Planning Tools in Northeastern Brazil. **Sustainability**, v. 10, n. 12, p. 4358, 2018

VARGAS, H., ARAUJO, C. **Arquitetura e mercado imobiliário**. São Paulo: Manole, 2014.

VIEIRA, M.; MACHADO, G. **Caracterização do fenômeno das ilhas de calor na cidade de Uberlândia-MG**. In: Simpósio Nacional de Geografia e Gestão Territorial e Semana Acadêmica de Geografia da Universidade Estadual de Londrina, v. 1, p. 688-705, 2018.

Projeto regenerativo como base para a elaboração de diretrizes de planejamento urbano em Campus Universitário

Regenerative design as the basis for the elaboration of urban planning guidelines in University Campus

Fábio Pedroso Dias, Mestre, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

fabio.pedrosodias@gmail.com

José Ripper Kós, PhD, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

josekos@gmail.com

Resumo

O projeto regenerativo promove uma abordagem holística estabelecendo estratégias de design partindo dos sistemas ecológicos. Tais iniciativas de planejamento geram contribuições positivas e mútuas entre o ambiente natural e os sistemas de desenvolvimento humano. A partir desta temática a pesquisa apresenta uma metodologia que foi aplicada no contexto urbano do Campus Sede da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); realizada em dois momentos: primeiramente, com uma finalidade qualitativa, com a aplicação das Guias de Projeto Regenerativo para Campus Universitário a pesquisa observou os problemas existentes no recorte de estudo e a partir deles elaborou-se os potenciais regenerativos. No segundo momento, os potenciais regenerativos obtidos foram organizados por similaridade de assunto em 10 Tópicos; configurando assim as diretrizes para o projeto regenerativo no Campus Trindade da UFSC. Após a aplicação da presente metodologia, conclui-se que o conceito e a avaliação do projeto regenerativo permitem fornecer as bases para alinhar um novo processo de desenvolvimento que concilia os esforços de desenvolvimento humano com a recuperação dos sistemas ecológicos.

Palavras-chave: Projeto regenerativo; Guias de Projeto Regenerativo para Campus Universitário; Campus Trindade da Universidade Federal de Santa Catarina.

Abstract

Regenerative design promotes a holistic approach by establishing design strategies based on ecological systems. Such planning initiatives generate positive and mutual contributions between the natural environment and human development systems. From this theme the research presents a methodology that was applied in the urban context of the Campus Headquarters of the Federal University of Santa Catarina; It was carried out in two moments: first, with a qualitative purpose, with the application of the Regenerative Design Guides for University Campuses, the research observed the problems existing in the study and from them the regenerative potentials were elaborated. In the second moment, the regenerative potentials obtained were organized by subject similarity in 10 Topics; thus setting the guidelines for the regenerative project at the Trinity Campus of UFSC. Following the application of this methodology, it is concluded that the concept and the evaluation of the regenerative project provide the basis for aligning a new development process that aligns human development efforts with the restoration of ecological systems.

Keywords: Regenerative design; University campus regenerative design guides; Trindade Campus of the Federal University of Santa Catarina.

1. Introdução

Reed (2007), Plaut et al (2012) e Zari (2012) apontam que, por meio do projeto regenerativo, planejadores, desenvolvedores e outras partes interessadas são capazes de promover o impacto ambiental positivo, utilizando a saúde dos sistemas ecológicos como base para o projeto, criando desenvolvimentos que podem restaurar a saúde tanto para as comunidades humanas como para os ecossistemas. Tais estratégias de planejamento de projeto regenerativo fornecem diretrizes e medidas qualitativas para orientar as decisões de planejamento urbano que podem ser aplicadas a qualquer escala ou objeto, como no caso do presente estudo: o caráter urbano dos campi universitários.

O presente trabalho tem como objetivo identificar o potencial do projeto regenerativo para fomentar novos modelos de planejamento para as Universidades. Objetiva-se apresentar um modelo de planejamento que atue como um agente de resgate, para pensar sobre o declínio urbano, e sobre quais políticas e iniciativas poderiam ser desenvolvidas para ajudar a remediar os problemas ambientais encontrados em Campi com comunidades vizinhas; pautado com a finalidade de reconstituir as fronteiras urbanas das instituições de ensino superior com seus arredores, levando em conta os sistemas naturais e as comunidades circundantes.

Uma abordagem regenerativa no planejamento de espaços universitários é capaz de fornecer um novo conjunto de princípios para combinar soluções poderosas para problemas ambientais e urbanos com o campus circundante. Essas medidas de planejamento visam orientar a excelência do projeto e realinhar os sistemas ambientais e construídos, bem como questões sociais, culturais e econômicas, abraçando um conjunto muito mais amplo de planejamento para o ambiente construído.

2. Contextualização

Conforme os dados do DPGI/SEPLAN UFSC (2018) o Campus Trindade da UFSC possui uma comunidade constituída de aproximadamente 93.000 pessoas. Não somente a população interna da universidade, como também a população dos bairros vizinhos é afetada pela defasagem nas conexões físicas, sociais e morfológicas entre o interior e o exterior do campus. A atual configuração espacial não leva em consideração os córregos e suas áreas de preservação, fazendo-os se tornarem barreiras que resultam em longos deslocamentos, na falta de espaços públicos de qualidade e na insegurança do campus. A revisão da dependência do limite do campus através do projeto regenerativo demonstra uma oportunidade para romper com o atual padrão de desenvolvimento.

O projeto regenerativo é uma ferramenta para o processo de elaboração de projetos urbanos que norteia seu crescimento e desenvolvimento oferecendo a todas as partes interessadas (meio ambiente, comunidade externa e gestão da universidade) critérios positivos para promover a transformação nos espaços urbanos, focado na equidade e na resiliência. Não pensar na qualidade dos sistemas ecológicos e seguir com o crescimento contínuo de conceitos sustentáveis que prezam pela eficiência em um planeta finito tem consequências dramáticas para outros organismos. Portanto, este tipo de desenvolvimento não pode estar associado a danos ou esgotamento da natureza.

3. Metodologia

A pesquisa inicia-se a partir de estudos prévios acerca da contextualização do histórico de evolução e da implantação do Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima - Campus Trindade da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), realizado com base em pesquisas e análises de teses e dissertações, relatórios e levantamentos elaborados pelas Secretarias e Departamentos de Planejamento Urbano que abordam a temática do Campus. Consequente, realizou-se o estudo de caso que consiste na observação direta em um recorte de análise dentro da instituição. Para a definição do estudo, delimitou-se um recorte urbano nas dependências do Campus, com base em 9 critérios: 1. O trecho urbano selecionado deve estar na borda da universidade em contato com o entorno; 2. Este trecho urbano deve ter a presença de um ou mais sistemas ecológicos; 3. Apresentar edifícios com a finalidade educacional; 4. Apresentar edifícios com a finalidade de extensão; 5. Apresentar edifícios com finalidade de pesquisa; 6. Em seu entorno imediato, ter a presença de comunidade externa e equipamentos urbanos; 7. Apresentar vias de tráfego externo com potencial de comunicação com as vias internas do campus da universidade; 8. Apresentar potencial de pontos de acesso ao campus para pedestres; 9. Presença de diferentes modais de transporte atuantes.

Este recorte, que configura um trecho urbano do Campus, ajuda a concentrar uma série de aspectos de conexões do campus com seu entorno. Tem-se a possibilidade de ver distintas questões com mais facilidade por estar em um ambiente delimitado. Deste modo, o que é analisado passa por uma seleção do que tem maior relevância sobre como a universidade se abre para o seu entorno imediato e para a cidade; e como o projeto regenerativo pode guiar com diretrizes a elaboração de projetos que levem em consideração a restauração dos ecossistemas como agente de resgate para o desenvolvimento. O procedimento metodológico adotado foi a aplicação da ferramenta metodológica denominada: Guias de Projeto Regenerativo para Campus Universitários. Estas Guias, apresentam 13 Áreas Temáticas (Água; Comunidade; Ecologia; Economia; Educação; Ensino, pesquisa e extensão; Estética; Energia; Governança; Materiais; Mobilidade; Saúde e bem-estar, e; Terra). As quais foram combinadas em uma análise de multicritério, que consiste em um cruzamento de medidas heterogêneas aos pares; ou seja, cada uma das 13 Áreas Temáticas foram combinadas com as outras 12 Áreas Temáticas aos pares, gerando um total de 78 Combinações. Cada uma das 78 Combinações possui seu tema central questionador, que foi aderido como eixo de análise sobre o trecho urbano selecionado na borda da universidade. A partir das 78 Combinações da Guia de Projeto Regenerativo, direcionou-se para a coleta de dados qualitativos, dos quais se descrevem as Verificações (contextualização descritiva das relações urbanas observadas no recorte de estudo sob os aspectos do projeto regenerativo - que se direciona para os problemas urbanos ou potencialidades não exploradas). Após a descrição de cada Verificação foi elaborado um Potencial (diretriz de planejamento que a partir da premissa das questões ambientais se propõem a regenerar as defasagens ou potenciais não explorados no recorte de estudo).

Cada Verificação sugere a elaboração de um Potencial, que é criado com a finalidade de ser uma diretriz que pretende responder o pressuposto de como regenerar os problemas analisados em cada Combinação da Guia de Projeto Regenerativo para Campus Universitário a partir do paradigma de transformação das questões ambientais. Os potenciais por sua vez foram organizados por similaridade de assunto e por conseguinte

foram estruturados em 10 Tópicos, que se configuram como as Diretrizes para o Projeto Regenerativo no Campus Trindade da UFSC. A nomenclatura de cada Tópico e o assunto pertinente a cada um apresenta-se na seguinte estrutura: Primeiro Tópico - Infraestrutura verde, bioclima e drenagem; Segundo Tópico - Captação, reutilização e tratamento da água; Terceiro Tópico - Novas edificações e espaço urbano; Quarto Tópico - Proteção ambiental e participação comunitária; Quinto Tópico - Captação de energia, Sexto Tópico - Aplicação do ensino pesquisa e extensão e práticas educacionais; Sétimo Tópico - Lazer e contato com a natureza; Oitavo Tópico – Gestão; Nono Tópico - Acesso ao campus, e; Décimo Tópico - Mobilidade, transporte público e ativo. A seguir, no item resultados apresenta-se cada tópico com as diretrizes e contextualizações para o desenvolvimento regenerativo conforme a temática de cada tópico.

4. Resultados

4.1 Diretrizes do Primeiro Tópico - Infraestrutura verde, bioclima e drenagem

Para o Primeiro Tópico - Infraestrutura verde, bioclima e drenagem, as diretrizes e estratégias se complementam para oportunizar um espaço urbano que forneça uma rede sistêmica com uma infraestrutura natural e não poluente. O sistema de infraestrutura verde se torna aliado ao sistema de infraestrutura; exercendo a melhoria tanto na qualidade interna das edificações como nos espaços abertos. As Diretrizes para o Primeiro Tópico compreendem 10 itens e estão listados a seguir:

1. Aplicar estratégias de infraestrutura verde que se estendam da borda do campus para o seu interior, como para os bairros vizinhos para auxiliar na drenagem e no escoamento natural para amenizar as inundações e enchentes que comprometem a universidade e o entorno em eventos climáticos extremos.
2. Requalificar ambientalmente as áreas ecológicas que apresentam o curso de água do córrego para que elas consigam atender as fortes demandas dos períodos de enchente.
3. Expandir o leito e a profundidade dos córregos através de barranco e platô natural para que estes possam ser menos impermeáveis e suportar uma demanda maior do volume de água para os casos extremos de chuva.
4. Incorporar o ciclo da água no planejamento urbano da universidade e das comunidades, para prevenir desastres a partir de estratégias que apoiam o sistema ecológico, de modo que este método seja um filtro inicial na rede hidrográfica presente na universidade e nos bairros do entorno.
5. As conexões entre a universidade e os bairros circundantes podem se expressar como uma forma estética educadora, demonstrando aprendizado e possibilidade para novos projetos; integrando o ciclo da água nas medidas de projeto para a composição e sistema de infraestrutura do espaço urbano.
6. Minimizar efeitos negativos sobre a terra impactada (tornar o piso menos impermeável).
7. Adotar estratégias de bioclima a partir da utilização da água dos córregos, de espelhos d'água (resfriamento e ventilação natural para amenizar a temperatura das edificações e consumir menos energia).
8. Adotar o resfriamento passivo (um conjunto de tecnologias usadas com o objetivo de reduzir a temperatura do local sem a necessidade de usar fontes de energia elétrica ou combustíveis, que podem ser prejudiciais ao ambiente); adotar ventilação natural; valorizar e incentivar a entrada de luz natural.
9. Criar uma linguagem entre os materiais e os sistemas ambientais, conectando-os em uma troca benéfica com partidos estéticos, de bioclima e de conforto ambiental que priorizem minimizar o impacto

ambiental. 10. Adotar estratégias de bioclima como a presença de vegetação e materiais que amenizem a temperatura local para reduzir o consumo de energia.

Autores associam a infraestrutura verde no campus a uma melhora na qualidade climática e estética para estudantes e para a população externa. Lau, Guo e Liu (2014) fornecem aspectos para o projeto que apontam para mudanças no efeito da infraestrutura através de uma rede ecossistêmica, que permite a conservação de recursos naturais, através de: jardins onde a vegetação produz efeitos restauradores; espaços flexíveis que acomodam diferentes atividades, e; construções verdes que incorporam espaços abertos. Para Dalton, Hajrasouliha e Riggs, (2018) estes são objetivos comuns de um campus saudável na interface com a comunidade, que abrange seus espaços abertos para satisfazer diferentes propósitos, envolvendo o campus e seu cenário como um ecossistema.

4.2 Diretrizes do Segundo Tópico - Captação, reutilização e tratamento da água

As estratégias do Segundo Tópico - Captação, reutilização e tratamento da água, oportunizam melhorias locais para as comunidades do entorno e a universidade mediante o planejamento e parceria estabelecida entre a gestão da universidade e de concessionárias que fornecem os serviços de abastecimento e tratamento de água. As Diretrizes para o Segundo Tópico estão descritas a seguir:

1. Incentivar a captação pluvial através de uma rede de sistema de captação entre a universidade e as residências/ edifícios/ comunidade vizinha.
2. Considerar o consumo inteligente de água e a redução dos níveis de desperdício. Para que isso ocorra, é preciso usar tecnologias de reutilização da água, e ações de conscientização para as comunidades.
3. Incorporar métodos de captação e tratamento para o ciclo da água no planejamento institucional. Integrar a comunidade nesses métodos de captação e tratamento de água através de cursos de extensão.
4. Estratégias de redução do consumo da água podem ser obtidas através da captação da água da chuva na universidade e na comunidade mediante parcerias com as concessionárias de abastecimento.
5. Incluir sistemas de coleta e reutilização da água que permitam a integração e parcerias entre a universidade com a comunidade.
6. Incluir tubulação pluvial nas edificações que possam reutilizar água da chuva.
7. Incluir sistemas de drenagem e captação da água da chuva para evitar enchentes e reutilizar a água captada.
8. Incluir a separação para o destino final da água encanada (água cinza e água negra).
9. Incorporar sistemas de tratamento de despoluição dos córregos da universidade e das comunidades vizinhas.
10. Reestabelecer as conexões de tratamento de esgoto para condições menos poluentes.

Para Dalton, Hajrasouliha e Riggs (2018, p. 151) incluir parcerias entre universidades, órgãos públicos e desenvolvedores privados melhora as relações entre a universidade e os bairros vizinhos. Os autores abordam que as faculdades e universidades mantêm sua infraestrutura dentro do campus físico, mas podem compartilhar instalações comunitárias como parceiros de capital ou como grandes consumidores. Exemplos destes acordos podem incluir o tratamento de água ou esgoto; auxílio mútuo para segurança pública ou até mesmo acordos para proteção de incêndios e serviços de emergência.

4.3 Diretrizes do Terceiro Tópico - Novas edificações e espaço urbano

No Terceiro Tópico - Novas edificações e espaço urbano, observam-se estratégias que remediam os sistemas construtivos presentes nas edificações e no espaço urbano com os sistemas ambientais. Respeitar os limites das áreas ambientais, tanto para a construção de edificações como para a implantação de estacionamentos, por exemplo, impede a devastação da natureza presente no interior, exterior e nas imediações entre a borda da

universidade com os bairros do entorno. As Diretrizes para o Terceiro Tópico estão descritas a seguir:

1. Ao planejar a implantação de novos edifícios, respeitar as áreas de preservação e manejar um plano de reestruturação ambiental para as áreas ambientais, a fim de que estas estejam preparadas ambientalmente para controlar a vazão da água em eventos climáticos extremos.
2. Remover os estacionamentos das áreas ambientais para requalificá-las e receber a comunidade com uma área de percurso, lazer e contemplação; destinar os veículos para estacionamentos em edifícios garagem. As edificações próximas da área de preservação permanente devem apresentar políticas de preservação que revertam a poluição, e que crie uma rede verde de proteção para os sistemas ecológicos.
3. Incluir nos novos projetos a utilização de materiais que fortaleçam a valorização do ciclo da água, tais como: torneira temporizada; descarga com acionamento duplo; pisos recicláveis, pisos mais drenantes, etc.
4. Utilizar materiais e tecnologias nas edificações e nos espaços públicos que transmitam uma mentalidade educadora sustentável.
5. Reduzir o uso de materiais de construção e controlar que os resíduos serão depositados nos locais corretos.
6. Incluir junto aos materiais que estão associados ao consumo campanhas e anúncios que conscientizem a comunidade interna e externa para práticas mais ecológicas.
7. Adotar o uso de materiais recicláveis, naturais e renováveis e readequar as edificações mediante a necessidade de manutenção, adotando os seguintes materiais: telhado com isolamento térmico; telhas de fibra vegetal; tintas com baixos índices de compostos orgânicos voláteis; lâmpadas de LED; etc.
8. Ao comprar materiais regionais, a economia da região é incentivada, e também se diminui o impacto ambiental do transporte. Escolher e especificar materiais produzidos localmente ou que apresentem certificação ambiental.
9. Preservar a terra natural (tomar partido da topografia para caminhos, estruturas e partido arquitetônico de edifícios).
10. Viabilizar uma utilização do terreno com menores impactos ambientais. Considerar (infraestrutura, taxa de ocupação, horizontalidade x verticalidade) sobre como o edifício impacta no terreno.
11. Preservar a terra natural (tomar partido da topografia para caminhos, estruturas e partido arquitetônico de edifícios).
12. Viabilizar uma utilização do terreno com menores impactos ambientais. Considerar (infraestrutura, taxa de ocupação, horizontalidade x verticalidade) sobre como o edifício impacta no terreno.
13. Controlar para que as construções em meio à natureza não causem nenhuma destruição ou prejuízo ao meio ambiente.
14. Respeitar as condições essenciais para a regeneração da terra permite que o projeto atue como um agente transformador quando segue políticas para redução de mudanças prejudiciais ao meio ambiente.

4.4 Diretrizes do Quarto Tópico - Proteção ambiental e participação comunitária

O Quarto Tópico - Proteção ambiental e participação comunitária apresenta maiores significados para os espaços de preservação e para as conexões entre o Campus e a cidade, criando-se uma linguagem de elementos da paisagem que expresse a individualidade e o relacionamento do campus com sua região. Dalton, Hajrasouliha e Riggs (2018, p. 153) abordam que tornar as instalações da universidade abertas à comunidade é apenas o primeiro passo na colaboração. Universidades e comunidades descobriram que podem desenvolver relações comunitárias positivas quando colaboram em um projeto de benefício mútuo. As Diretrizes para o Quarto Tópico estão descritas a seguir:

1. Criar critérios de gestão que estejam voltados para a conscientização da proteção ambiental nas comunidades vizinhas; criar uma agenda de participação comunitária onde se elaborem projetos de conscientização e práticas ambientais, tais como: composteiras orgânicas comunitárias; plantio de vegetação; captação de resíduos recicláveis etc.
- 2.

Realizar periodicamente ações de discussão e de planejamento que incentivem a participação da comunidade externa e interna nas decisões, diretrizes projetos urbanos e ambientais. 3. Evidenciar os assuntos de discussão para investimentos e decisões de projeto com a comunidade interna e externa da universidade. 4. Ao realizar o planejamento na universidade incentivar a participação da população do entorno e de líderes comunitários. Divulgar amplamente o convite para a participação destas seções. 5. Criar critérios de gestão que estejam voltados para a conscientização da proteção ambiental nas comunidades vizinhas e na universidade; criar uma agenda de participação comunitária onde se elaborem projetos de conscientização e práticas ambientais, tais como: composteiras orgânicas comunitárias; plantio de vegetação; captação de resíduos recicláveis, etc. 6. Reforçar o caráter dos projetos de ensino pesquisa e extensão existentes para que estes estejam mais integrados aos sistemas ecológicos e nas comunidades do entorno; seja em seu planejamento ou em práticas ambientais mais sustentáveis. 7. Expandir o pensamento da gestão ecológica para a conservação, atendo-se para o firmamento de parcerias com outras instituições e finalidades econômicas. 7. Aplicar medidas de planejamento que evitem os desastres ambientais, com a participação em projetos e ciclos econômicos que oportunizam verbas para preservação dos sistemas ecológicos. 8. Aplicar medidas de planejamento que evitem os desastres ambientais, com a participação em projetos e ciclos econômicos que oportunizam verbas para preservação dos sistemas ecológicos. 9. Promover o reflorestamento às áreas de preservação, para viabilizar a regeneração dos ecossistemas associado com o uso da terra. 10. Agregar mais usos de produção para a terra para a comunidade (hortas, adubagem, compostagem, etc.); alguns tratamentos medicinais atrelados ao cuidado de hortas podem garantir mais qualidade de vida para os praticantes.

4.5 Diretrizes do Quinto Tópico - Captação de energia

As estratégias do Quinto Tópico - Captação de energia, geram um benefício para a universidade e para os edifícios do entorno urbano dessas áreas por ofertarem uma melhora no conforto ambiental das edificações e conseqüentemente reduzir o consumo energético; também, por criar técnicas de captação e fornecimento de energia que favorecerão tanto o entorno como a universidade. As Diretrizes para o Quinto Tópico estão descritas a seguir:

1. Criar um sistema de captação de energia integrado que permita a coleta e o armazenamento de energia que possa ser distribuído para a universidade e para as comunidades vizinhas em prol da redução do consumo de energia. 2. Priorizar o baixo consumo de energia em processos de iluminação, refrigeração e aquecimento; incentivar as fontes de energia renováveis; extrair melhor proveito da energia solar, e eólica. 3. A utilização de energias sustentáveis (eólica e solar) implica na redução de custos durante a vida útil do projeto e do consumo de energia nas edificações. 4. Utilizar tecnologias para o consumo e produção de energia de modo a criar uma identidade estética de inovação e de conscientização que conecte a universidade e os bairros vizinhos. Incluir materiais tecnológicos que permitam a produção de energia renovável e sustentável, de modo a serem incluídos em fachadas, coberturas, brise-soleil e outros elementos arquitetônicos presentes no espaço público, mantendo uma conexão e identidade estética. 5. A utilização de um sistema que gera energia pode ser utilizada para atender a demanda de espaços de circulação nas bordas da universidade, para que os moradores e a comunidade possam transitar com mais segurança, refletindo um ambiente urbano incentivador de práticas de lazer, saúde e bem-estar. 6. Direcionar o planejamento e ações que estabeleçam parcerias entre concessionárias, iniciativas privadas e a universidade para fomentar a integração de

resoluções para as práticas de consumo e produção de energia na universidade e nas regiões do entorno.

4.6 Diretrizes do Sexto Tópico - Aplicação do ensino pesquisa e extensão e práticas educacionais

O Sexto Tópico - Aplicação do ensino pesquisa e extensão e práticas educacionais, aborda questões para associação do ensino, pesquisa e extensão e prevê o envolvimento técnico associado com a participação comunitária para expandir o contato com a comunidade externa em prol do benefício dos sistemas ecológicos.

1. Associar o ensino, pesquisa e extensão como promotores de análise, monitoramento e desenvolvimento de técnicas adquiridos na academia. Integrar a comunicação entre distintas áreas de estudo em prol do ecossistema. Criar campo para aplicação de técnicas nos ecossistemas, evidenciando o bom exemplo como prática educativa.
2. Articular os ensinamentos estabelecidos em sala de aula, bem como as pesquisas científicas em conjunto com o planejamento dos recursos financeiros.
3. Proporcionar uso técnico e investigativo das áreas de preservação como elo entre o conhecimento e a prática. Integrar a disciplinas e os cursos para discussões fundamentadas em ações com os departamentos e secretarias ambientais.
4. Aplicar aulas, atividades e pesquisas que proporcionem o contato teórico e prático de alunos, professores e da comunidade com os ecossistemas e áreas de preservação.
5. Expandir as áreas educacionais (prédios, acessos, mobiliários) com conexões visuais e físicas para as áreas de preservação.
6. Proporcionar uso consciente das áreas de preservação e das áreas de lazer, utilizando-se da estética como medida educativa que cativa, atrai as pessoas e valoriza estas áreas.
7. Integrar a prática das pesquisas com o planejamento da gestão, afinando as pesquisas e as decisões governamentais para as necessidades mais evidentes que existem entre o campus e a comunidade.
8. Permitir que as tomadas de decisões de recursos do projeto dialoguem com os estudos e investimentos da comunidade acadêmica e das pesquisas científicas, de modo que o investimento econômico realizado traga uma maior escala de estudos empíricos.

4.7 Diretrizes do Sétimo Tópico - Lazer e contato com a natureza

No Sétimo Tópico - Lazer e contato com a natureza, a proteção aos ecossistemas cria força ao se associar com as áreas de transição, contemplação, e lazer por aproximar os moradores do entorno e da comunidade acadêmica junto a natureza preservada. Através das estratégias deste Tópico, a interação da população com o ambiente natural pretende gerar uma conscientização aos usuários mediante o tratamento estético e contemplativo das paisagens presentes. Para Dalton, Hajrasouliha e Riggs (2018) este tema enfatiza necessidade de um campus holístico: um local conveniente para viver, aprender, trabalhar e socializar. Este Tópico também abrange a melhoria do senso de comunidade, habitabilidade, segurança e capacidade de locomoção do parque do campus, a interface campus-comunidade. As Diretrizes para o Sétimo Tópico estão descritas a seguir:

1. Aplicar materiais com preocupação estética, denota conscientização ambiental para os usuários, também proporciona uma maior interação diária, incentivando a utilização dos espaços de lazer com segurança para práticas de saúde.
2. A valorização estética torna mais interessante o percurso em contato com a natureza. Incluir mais acessos e conexões valorizam a vivência das pessoas no local com o ecossistema de maneira a conectá-los com os bairros em fluxos, áreas de lazer, infraestrutura e ecossistema de preservação.
3. O ecossistema pode ser utilizado com um apelo estético influenciando na saúde mental das pessoas incentivando-as para o lazer e práticas saudáveis.
4. A prática de hábitos de saúde

que incluam atividades físicas pode estar associada a qualidade das áreas ambientais, complementar os hábitos de saúde com a utilização das áreas ambientais conscientizam os usuários para hábitos mais saudáveis aliados com práticas de preservação. 5. Conectar os usuários e as de lazer com as áreas ecológicas (vegetação / hidrografia) para integrá-los em uma rede ecológica, com alternativas de projeto como zero impacto ambiental que garantam a circulação e permanência dos usuários nestas áreas.

4.8 Diretrizes do Oitavo Tópico – Gestão

O Tópico - Gestão, conecta a governança para que as medidas de planejamento estejam mais voltadas para as estratégias de proteção ambiental. Faz parte deste Tópico o incentivo a participação comunitária, criação de agendas para a troca de ideias, conexões entre a identificação dos preceitos do planejamento e do projeto com a identidade da comunidade e aderir a incorporação de elementos para uma gestão comprometida com a causa ecológica em prol de uma postura responsável para os ecossistemas locais. Goddard e Vallance (2013) ressaltam que à medida em que as cidades se esforçam para desenvolver e manter um lugar para si na economia do conhecimento, as universidades urbanas representam partes interessadas críticas com a capacidade de contribuir para o desenvolvimento econômico regional de formas poderosas e inovadoras.

As Diretrizes para o Oitavo Tópico estão descritas a seguir:

1. Criar critérios de gestão que estejam voltados para a conscientização da proteção ambiental nas comunidades vizinhas; criar uma agenda de participação comunitária onde se elaborem projetos de conscientização e práticas ambientais, tais como: composteiras orgânicas comunitárias; plantio de vegetação; captação de resíduos recicláveis, etc.
2. Realizar periodicamente ações de discussão e de planejamento que incentivem a participação da comunidade externa e interna nas decisões, diretrizes projetos urbanos e ambientais.
3. Evidenciar as pautas de discussão para investimentos e decisões de projeto com a comunidade interna e externa da universidade. Ao realizar o planejamento na universidade incentivar a participação da população do entorno e de líderes comunitários. Divulgar amplamente o convite para a participação destas seções.
4. Permitir que a identidade do projeto se identifique com a identidade da comunidade. Incluir a população na tomada de decisões garantirá o êxito da utilização do projeto e de novos investimentos que fortaleçam o ciclo econômico local. Tornar transparente os investimentos financeiros realizados, para conscientizar a população deste investimento e garantir mais manutenção adequada, preservação e utilização do bem público.
5. Incorporar elementos para uma gestão comprometida com a causa ecológica: atenta para a criação de projetos de preservação do meio ambiente, que respeite as leis ambientais; e que invista em treinamentos sobre sustentabilidade.
6. Implementar uma gestão ecológica com uma abordagem mais ativa e criativa, objetivando a minimização dos impactos ambientais causados pelas organizações, tornando suas ações ecologicamente corretas e mais conectadas com a vivência da comunidade interna e externa.
7. Integrar os sistemas de governança em prol de uma postura responsável para os ecossistemas locais, com ações de planejamento, investimentos financeiros e aplicações técnicas efetivas nos sistemas ecológicos.
8. A promoção de preservação ambiental (tanto no projeto como em sua implantação) assegura uma vivência com experiências que possibilitam a comunidade associar a instituição a uma nova mentalidade, gerando uma imagem positiva da gestão. Assegurar e implantar distintas técnicas de preservação ambiental no projeto e na execução, e tornar evidentes os relatórios de impacto ambiental.

4.9 Diretrizes do Nono Tópico - Acesso ao campus

Repensar sobre as áreas ambientais e as formas de acesso ao campus denotarão uma medida de articulação que influirá diretamente na relação da borda do campus. O Nono Tópico: Acesso ao campus, discute estratégias, as quais evidenciam que as áreas de preservação podem ter uma utilização mais presente no cotidiano da população sem comprometer com a preservação das áreas verdes. Ao adotar conexões físicas com a comunidade, Alperovitz, Dubb e Howard (2008) abordam que a universidade adota explicitamente uma missão de serviço urbano, conexão e identificação com a comunidade; engajando-os em um desenvolvimento comum, reconhecendo que o sucesso contínuo da universidade depende de ter uma comunidade local próspera. As Diretrizes para o Nono Tópico estão descritas a seguir:

1. Os córregos podem se apresentar como um bem natural integrador que proporcione saúde e bem-estar mediante medidas de projeto que gerem o fluxo, contemplação e a permanência dos moradores e da comunidade acadêmica junto aos córregos, mesclando seus usos e funções aliados com a preservação, afim de que as áreas do córrego (que se estende dos bairros até a universidade) fornecendo um espaço público de transição com mais segurança e qualidade de paisagem.
2. Oportunizar o acesso, percurso e estadia da população junto a natureza e áreas ecológicas presentes na universidade e no entorno, conciliando a conscientização dos moradores e da comunidade acadêmica nesses espaços para garantir medidas de preservação ambiental aos sistemas ecológicos e áreas de lazer que forneçam mais segurança para as bordas da universidade.
3. Integrar uma gestão com estratégias que garantam a permeabilidade do pedestre na borda do campus para promover o acolhimento da comunidade.
4. A criação de mais conexões entre os bairros e a universidade contribui para a atração de comércios e vitalidade urbana.
5. Facilitar os acessos ao campus que permitam a flexibilização dessas áreas para o seu percurso e prática de atividades físicas para a comunidade acadêmica e do entorno.
6. A interação da comunidade acadêmica e dos moradores das comunidades vizinhas com ambientes atraentes e com preocupação estética possibilita uma maior interação destes usuários com as áreas ambientais, incentivando práticas de saúde.
7. Proporcionar ambientes mais agradáveis que geram mais atratividade às pessoas de modo a incentivar áreas mais seguras e valorizadas.
8. Investir em espaços urbanos com equipamentos públicos e espaços que possam ser utilizados para as práticas de atividade física, proporcionado a socialização e qualidade de vida mental para as mais diferentes faixas etárias.

4.10. Diretrizes do Décimo Tópico - Mobilidade, transporte público e ativo.

O Décimo Tópico: Mobilidade, transporte público e ativo, reúne as estratégias para sistemas de mobilidade menos impactantes nas questões ambientais. As estratégias que são discutidas neste Tópico referem-se ao ganho de qualidade urbana da presença dos sistemas de mobilidade ativo ao estarem inseridos ou próximos da universidade e das áreas verdes e dos sistemas de água (córregos). Para que isso ocorra, a infraestrutura do transporte público e dos modais ativos de transporte deve ser adequada para incentivar a sua utilização pela comunidade. Além de garantir reduções de custos ao usuário estas alternativas permitem que o campus se expresse como uma forma educadora; demonstrando aprendizado e uma forma sustentável de deslocamento que gera saúde e bem-estar com menor agressão ao meio ambiente. As Diretrizes para o Décimo Tópico estão descritas a seguir:

1. A construção e a implantação dos sistemas de mobilidade em torno de áreas ambientais e sistemas de água qualificam estes lugares, geram a atratividade dos

moradores para modais mais ativos, fortalecendo a sua infraestrutura e segurança na borda da universidade. 2. Ao apresentar infraestrutura adequada para os sistemas de mobilidade estes espaços denotarão mais qualidade, fato que incentiva sua utilização pela comunidade externa e interna. 3. Promover o acesso a outros modais de transporte para reduzir a utilização do veículo automotivo. 4. Conexões de mobilidade com valor estético permite atrair os moradores e a comunidade acadêmica para a mobilidade ativa. Conectar os caminhos para pedestres e ciclistas junto às áreas naturais, consequentemente esses caminhos se conectarão com os bairros circundantes. 5. A utilização de modais ativos e alternativos reduz custos ao usuário. Efetuar parcerias entre os sistemas de transporte e iniciativas de sistemas de compartilhamento de veículos ativos. 6. Conexões de mobilidade com valor estético permite atrair o público para a mobilidade ativa. 7. Valorizar a implantação e o tratamento funcional, estético e arquitetônico dos modais de transporte público e ativo para atrair a população estudantil e a população do entorno para a sua utilização. 8. Permitir o acesso aos diferentes modais de transporte e facilitar a integração de transportes ativos conscientiza a comunidade, e permite que o campus se expresse como uma forma educadora, demonstrando aprendizado e uma forma sustentável de deslocamento que gera saúde e bem-estar. 9. Permitir o acesso aos diferentes modais de transporte e facilitar a integração de transportes ativos com a finalidade de criar uma identidade de diálogo com rede urbana de transporte da cidade.

5. Conclusão

A partir dos conceitos teóricos do projeto regenerativo e mediante a aplicação da metodologia das Guias de Projeto Regenerativo para Campus Universitário a presente pesquisa explana os 10 Tópicos como diretrizes para elaboração de projeto urbano regenerativo no Campus Trindade da UFSC. Estes Tópicos que originaram na associação de diferentes Áreas Temáticas a partir da análise de multicritério qualitativa evidenciam um pensamento racional que amplia aspectos de conexão ao lugar, com o planejamento e direcionamento para projetos voltados para o desenvolvimento de novas tecnologias ecológicas, edifícios, sistemas de infraestrutura e formas urbanas que permeiam pelo desenvolvimento regenerativo e que possam responder para além de quesitos de indicadores metodológicos. Com isso todos os Tópicos evidenciados surgiram do cruzamento da associação entre as diferentes Áreas Temáticas, evidenciam benefícios essenciais e propostas de projeto mais fortes para serem implementados. Contemplam uma abrangência que olha para a natureza, e procede com planejamento e medidas de gestão, em que a ideia é projetar com e para a natureza, para criar regiões e conexões com a cidades e edifícios.

A pesquisa atingiu seu objetivo por apresentar um processo para elaboração de projetos urbanos em campus universitário fundamentado em teorias de projeto regenerativo demonstrando como os planejadores, agentes externos e outras partes interessadas podem prosperar através da coexistência e cooperação entre os sistemas ecológicos e os demais sistemas humanos. A principal premissa que a pesquisa pode apontar foi o direcionamento para a elaboração de projetos que atendam a reconstrução de ecossistemas em concomitância às necessidades humanas; estando expresso na restauração da paisagem, na regeneração de ecossistemas, no tratamento de águas residuais e drenagem urbana, e como um incentivador de atratividade de urbanidade com denotada segurança em torno dos sistemas de mobilidade (ativos e públicos). A segunda premissa observada pela pesquisa,

é o direcionamento para diretrizes que minimizam os impactos ambientalmente destrutivos ao se integrar com processos vivos e como a adaptação efetiva e integração com processos da natureza. O projeto regenerativo transforma as verificações negativas, ou potenciais não explorados da área de análise do objeto de estudo em processos que se compatibilizam e dialogam sinergicamente com a natureza e as funções dos sistemas naturais. Ressalta-se que os processos para elaboração de projetos urbanos com base nas teorias de projeto regenerativo, se sensibilizam às condições locais, empregam abordagens que são desenvolvidos através da contribuição e colaboração de diversos agentes, fomentam a reciprocidade para orientar os diversos sistemas envolvidos baseados na história e na cultura local, para regenerar e acomodar mudanças necessárias para o desenvolvimento humano e para os ecossistemas.

Referências

- ALPEROVITZ, G.; DUBB, S.; HOWARD, T. The next wave: building university engagement for the 21st century. *The Good Society*, 2008, p.69-75.
- DALTON, L. C.; HAJRASOUILHA, A. H.; RIGGS, W. W. State of the art in planning for college and university campuses: site planning and beyond. *Journal of the American Planning Association*, 2018, p.145-161.
- DANIELS, R; MULLEY, C. The paradox of public transport peak spreading: universities and travel demand management. *International Journal of Sustainable Transportation*, 2013, p.143-165.
- DPGI/SEPLAN UFSC. UFSC em números 2008 - 2017. Disponível em: <http://dpgi.seplan.ufsc.br/files/2018/07/UFSC-EM-NUMEROS-2008-A-2017.pdf>. Acesso em: set. 2018.
- GODDARD, J.; VALLANCE, P. *The University and the City*. New York: Routledge, 2013.
- LAU, S. S. Y.; GOU, Z.; LIU, Y. Healthy campus by open space design: approaches and guidelines. *Frontiers of Architectural Research*, 2014, p.452-467.
- PLAUT, J.; DUNBAR, B.; WACKERMAN, A.; HODGIN, S. Regenerative design: the LENSES Framework for buildings and communities. *Building Research & Information*, 2012, p.112-122.
- REED, B. Shifting from 'sustainability' to regeneration. *Building Research & Information*, v. 35, n. 6, 2007, p.674-680. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09613210701475753>. Acesso em: jan. 2017.
- ZARI, M. Ecosystem services analysis for the design of regenerative built environments. *Building Research & Information* 2012, p.54-64.

CONSTRUÇÕES COM TUBOS DE PAPELÃO: UM ESTUDO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS DURANTE 2007-2017

CONSTRUCTIONS WITH CARDBOARD TUBES: A STUDY OF CONSTRUCTIVE SYSTEMS DURING 2007-2017

Nathalia Schimidt Dias, Universidade Estadual de Campinas

nathalia.schimidt@hotmail.com

Gerusa de Cássia Salado, Universidade Estadual de Campinas

gerusa@ft.unicamp.br

Resumo

A escassez de recursos naturais e os danos ao meio ambiente levam a construção civil a buscar alternativas mais sustentáveis. Torna-se cada vez mais urgente a utilização de materiais não-convencionais, como os tubos de papelão empregados por mais de 30 anos pelo arquiteto Shigeru Ban. O objetivo deste trabalho é abordar as obras do arquiteto durante um período de dez anos (2007 - 2017), estudando e analisando como é possível gerar construções permanentes e temporárias com sistemas construtivos similares aos adotados para materiais convencionais, como concreto, aço e madeira. Metodologicamente, fez-se o levantamento bibliográfico em livros, artigos científicos, teses, dissertações e sites sobre todas as obras com tubos de papelão do arquiteto neste período, realizou-se um estudo minucioso sobre os sistemas construtivos desenvolvidos e comparou-se com obras executadas convencionalmente. A importância desse estudo está em focar um material reciclado, leve, salubre, versátil, mais sustentável e barato. Frisa-se a necessidade de estudar, disseminar e incentivar novas tecnologias e, inclusive, novas políticas públicas.

Palavras-chave: Tubos de papelão; Materiais não-convencionais; Construções sustentáveis.

Abstract

Scarcity of natural resources and damage to the environment lead civil construction to seek more sustainable alternatives. The use of non-conventional materials, such as cardboard tubes used by architect Shigeru Ban for more than 30 years, is becoming increasingly urgent. The objective of this work is to approach the architect's works over a period of ten years (2007 - 2017), studying and analyzing how it is possible to generate permanent and temporary constructions with building systems similar to those adopted for conventional materials, such as concrete, steel and wood. Methodologically, a bibliographic survey was made in books, scientific article, theses, dissertations and websites about all the works with cardboard tubes of the architect in this period, a thorough study was carried out on the developed building systems and compared with works performed conventionally. The importance of this study is to focus on a recycled, more sustainable and cheaper, light, healthy, versatile material. There is a need to study, disseminate and encourage new technologies and even new public policies.

Key-words: Cardboard tubes; Non-conventional materials; Sustainable buildings.

1. Introdução

O setor da construção civil possui inúmeras possibilidades de materiais e técnicas construtivas. Dentre os materiais empregados, atualmente pode-se dividi-los em dois grandes grupos, sendo o primeiro composto por materiais convencionais, como concreto, aço e madeira e segundo composto por materiais não-convencionais, como por exemplo os tubos de papelão.

Segundo Salado e Sichieri (2008), cada material apresenta qualidades, vantagens e especificidades de uso, dessa forma, suas aplicações são limitadas de acordo com suas propriedades, compondo assim sistemas construtivos com diversas tipologias e funções.

Apesar das peculiaridades de cada sistema construtivo, Salado e Sichieri (2008), ressaltam que mesmo com funções (estrutural, vedação, acabamento etc.) e materiais distintos, os sistemas construtivos possuem características semelhantes, já que com base no potencial do material, definem-se as possíveis aplicações na construção civil e desenvolve-se uma tecnologia apropriada para o material.

O comportamento básico de qualquer sistema construtivo não depende somente do material e sim de como as forças são redistribuídas na estrutura, já que a estrutura deve ser capaz de resistir e redirecionar as forças atuantes, sem que haja deformações inaceitáveis que afetem a estabilidade e durabilidade do sistema estrutural (DIAS, 2017).

Diante do exposto acima, e baseando-se no conceito de que o sistema construtivo não depende somente do material e sim de como os elementos são empregados na estrutura, ressalta-se a aplicação de um material bastante versátil e que possibilita a concepção de sistemas construtivos variados: os tubos de papelão. As figuras 1 e 2 demonstram o uso do material em duas obras.



Figura 1 – Exposição Alvar Aalto, 1986.
Fonte: Jodidio, 2015, p.44.



Figura 2 – Catedral de Papelão, 2013.
Fonte: Jodidio, 2015, p.500.

Os tubos de papelão vêm sendo empregados nas obras do arquiteto japonês desde 1986. A partir de então, foram executadas diversas construções ao redor do mundo com esse material. Segundo McQuaid (2003), as vantagens de se utilizar tubos de papelão na construção civil são que estes são mais baratos, de baixa tecnologia, não geram desperdício e podem ser reciclados ou reutilizados, caso estejam em perfeitas condições de uso.

No mais, o objetivo deste trabalho é abordar as obras concebidas pelo arquiteto durante um período de dez anos, compreendidos entre 2007 e 2017, estudando e analisando como o arquiteto, a partir de um material reciclado, consegue gerar construções permanentes e temporárias com sistemas construtivos similares aos adotados para materiais convencionais,

como concreto, aço e madeira. Para se alcançar o objetivo proposto, realizou-se o levantamento bibliográfico em livros, artigos científicos, teses, dissertações e sites a respeito de todas as obras com tubos de papelão do arquiteto neste período, fez-se um estudo minucioso em nível de detalhes executivos dos sistemas construtivos desenvolvidos e, através de referências bibliográficas consagradas, elaborou-se um estudo comparativo entre estes e obras executadas com materiais convencionais.

No item subsequente, serão expostas as obras do arquiteto Shigeru Ban, tecendo-se alguns comparativos em relação aos sistemas convencionais.

2. Os sistemas construtivos em tubos de papelão desenvolvidos por Shigeru Ban durante a década de 2007-2017 e os sistemas construtivos convencionais

O arquiteto Shigeru Ban destaca-se pela abordagem inovadora de diversos materiais, dentre eles os tubos de papelão. Em suas construções com tubos de papelão, é possível verificar a versatilidade do material, uma vez que podem ser empregados em inúmeras obras, possibilitando sistemas construtivos diversificados.

Segundo Salado (2006), nas obras de Ban, os tubos são utilizados ocios, apenas com tratamento contra a ação do fogo e umidade. Apesar de ser considerado um material fraco, o papelão adquire grande resistência e estabilidade quando utilizado no formato tubular, podendo obter resultados satisfatórios com relação ao desempenho estrutural.

Dentre estes sistemas construtivos convencionais encontram-se estruturas com sistema viga-pilar, painéis portantes, painéis de vedação, estruturas em arco, coberturas portantes, tesouras e treliças planas. Tais sistemas também foram identificados nas obras de Ban e serão abordados nos subitens a seguir. Posteriormente a apresentação das obras do arquiteto, apresenta-se o comparativo das principais propriedades mecânicas dos materiais empregados em sistemas convencionais (concreto, aço e madeira) e dos tubos de papelão.

2.1 Sistema Viga-Pilar

Em edificações, o sistema estrutural básico é composto por lajes, vigas e pilares, sendo os pilares responsáveis por receber os carregamentos e transmiti-los até a estrutura de fundação. Comumente, os materiais mais usuais nesse tipo de construção são o concreto armado e o aço (FERREIRA *et al.*, 2006).

Em algumas de suas obras, Shigeru Ban utiliza os tubos de papelão como vigas e pilares, os quais devem resistir aos carregamentos e direcioná-los ao solo. Dentre as obras que utilizam esse tipo de sistema construtivo no período de 2007-2017, pode-se subdividi-las em dois grupos, sendo o primeiro composto por tubos de papelão conectados por elementos de ligação e no segundo grupo têm-se os elementos transpassados, de forma que a conexão dos tubos é feita apenas por perfuração e transpasse, sendo que para a execução utiliza-se um tubo com maior diâmetro perfurado e transpassado por outro tubo de diâmetro menor. No sistema de transpasse, os tubos horizontais que atravessam os pilares ajudam na estabilidade estrutural, funcionando como vigas de travamento, impedindo os tubos que compõem os pilares de se deslocarem (DIAS, 2017).

Abaixo exemplificam-se sistemas viga-pilar. A figura 3, mostra o sistema com material convencional (concreto armado). Nas figuras 4 e 5, tem-se a Escola Temporária em Chegdu (2008) na qual os tubos de papelão são conectados por elementos de madeira e o Pavilhão temporário *Kyotographie* (2015), que apresenta tubos de papelão furados e transpassados.



Figura 3 – Sistema viga-pilar em concreto armado. Fonte: Zanollin Soluções Estruturais.



Figura 4 – Vista Interior da Escola Temporária de Chendu. Fonte: Jodidio, 2015, p.426.



Figura 5 - Vista interna do pavilhão *Kyotographie*. Fonte: Shigeru Ban Architects

No mais, nesse tipo de sistema construtivo é possível verificar a integração dos tubos de papelão com outros elementos construtivos, já que os tubos são estruturais e funcionam com vigas e pilares, necessitam de elementos complementares (painéis verticais) para efetuar a vedação vertical da obra.

Além das obras apresentadas anteriormente, pode-se citar no sistema construtivo viga-pilar o Atelier de Papel em Oganawa (2011), a Creche de Papel (2013) ambos compostos por tubos de papelão conectados por elementos de madeira, e quanto ao sistema viga-pilar com elementos transpassados, tem-se o Pavilhão de Arte de Abu Dhabi (2013), o Pavilhão do Futebol (2014) e os Sistemas de Partição de Papel (2011, 2014 e 2016), sendo este último utilizado para acolher pessoas desabrigadas em terremotos ou catástrofes naturais.

2.2 Painéis de vedação com tubos de papelão

A vedação vertical tem como principal função a divisão da edificação em ambientes que permitam o desenvolvimento adequado das atividades para as quais foram projetados (FRANCO, 1998). Ressalta-se que neste caso, os painéis de vedação não possuem função estrutural, uma vez que seu objetivo é a proteção contra vento e intempéries e segmentação da construção em ambientes. A figura 6 exemplifica uma estrutura convencional com aplicação de painéis de vedação vertical.

No período de 2007 a 2017, segundo Jodidio (2015), Shigeru Ban projetou a cabana Yakushima (Figura 7). Esta cabana foi construída em 2013 no Parque Nacional Kirishima, no Japão, para servir como refúgio aos caminhantes. Nessa obra em específico, os tubos foram colocados horizontalmente, remetendo às cabanas antigas construídas em madeira, nas quais eram dispostas toras horizontais.

De acordo com Jodidio (2015), a estrutura da cabana foi construída essencialmente em madeira de forma bem simples, com cobertura de apenas uma água e um espaço interior aberto. Na disposição dos tubos horizontais, nota-se que estes possuem apenas a função de

vedação vertical. Além disso, entre os tubos existem pequenas frestas vedadas com material transparente, permitindo dessa forma a entrada de luz natural (Figura 8).



Figura 6 – Edifício com painéis de vedação em concreto, Flórida. Fonte: PCI, 2007, p.92.



Figura 7– Vista exterior da Cabana Yakushima. Fonte: Jodidio, 2015, p.516.



Figura 8– Vista interior da Cabana Yakushima. Fonte: Jodidio, 2015, p.518.

2.3 Painéis portantes em tubos de papelão

Os painéis portantes ou alvenaria estrutural, além do seu peso próprio, devem ser capazes de suportar as cargas horizontais e verticais, já que sua função na estrutura, além da vedação, é trabalhar como elemento estrutural, como exemplificado na figura 9.



Figura 9 – Construção do empreendimento Flora Park II. Fonte: Peluso et al., 2015, p.35.

Nas obras do arquiteto Shigeru Ban, para que os tubos de papelão pudessem gerar sistemas estruturais portantes, foi necessário avaliar o material tecnicamente através da realização de ensaios, determinando assim, suas características quando submetidos aos esforços de compressão e flexão (MCQUAID, 2003).

Durante a década de 2007-2017, Ban projetou algumas obras com painéis portantes, sendo estas a Quinta botânica (2009), o *Paper Concert Hall* (2011) e o Museu Temporário de Cultura Contemporânea (2012). As figuras 10 a 12 mostram essas obras.



Figura 10 - Vista externa da Quinta Botânica.
Fonte: Shigeru Ban Architects.



Figura 11 - Vista interna do Paper Concert Hall.
Fonte: Shigeru Ban Architects.

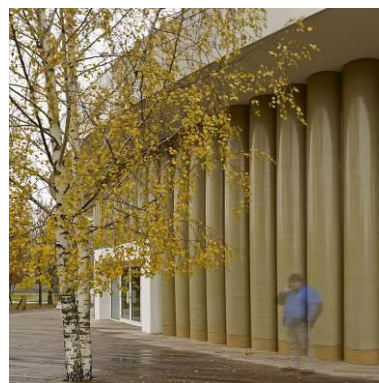
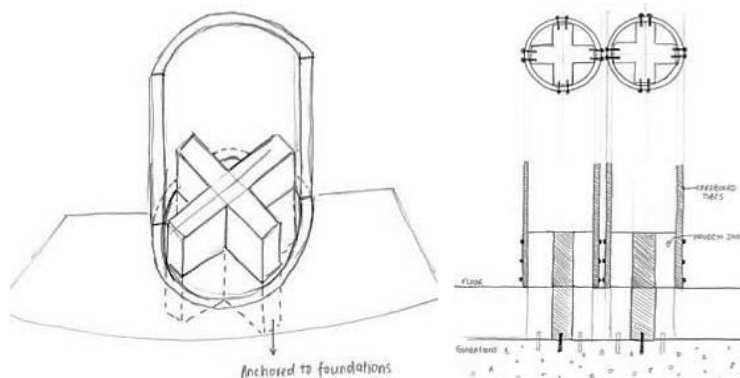


Figura 12 – Vista externa do Museu de Cultura. Fonte: Shigeru Ban Architects.

Para que os elementos do sistema estrutural sejam autoportantes, é necessária a utilização de elementos em madeira ou concreto na base e/ou no topo, possibilitando o encaixe e fixação dos tubos. Na base, o tubo é geralmente parafusado a diafragmas de madeira, quanto ao topo são utilizadas cintas para amarração, formando assim os painéis portantes (DIAS, 2017). Nas figuras 13 e 14, demonstra-se o diafragma de madeira utilizado na base dos tubos de papelão.



Figuras 13 e 14 – Croquis da ligação com diafragmas em madeira. Fonte: March2, 2012.

Vale ressaltar que nesse tipo de sistema construtivo, como os painéis têm função estrutural cabe a eles resistir e transmitir todos os esforços atuantes, como peso da cobertura, cargas de vento e até mesmo o peso próprio dos tubos para a fundação da construção.

2.4 Tesouras e treliças planas em tubos de papelão

As tesouras e treliças planas são muito utilizadas em obras de construção civil, principalmente em coberturas que necessitam vencer grandes vãos. São confeccionadas principalmente em aço ou madeira, e devido ao formato triangular dos elementos, esse tipo de solução é muito interessante para a sustentação, uma vez que elementos relativamente esbeltos são capazes de absorver os esforços solicitantes na estrutura.

As figuras 15 e 16 mostram duas coberturas realizadas com perfis metálicos e madeira, respectivamente.



Figura 15 – Estrutura metálica treliçada para cobertura. Fonte: MA Steel.



Figura 16 – Estrutura em madeira para cobertura. Fonte: Carmo Wood.

Nas obras de Ban, durante o período de 2007-2017, foram encontradas duas obras com esse sistema construtivo: o Pavilhão de Madrid (2013) e a *Papel Log House II* (2014).

O Pavilhão de Madrid foi construído em 2013. Com apenas 100 m², esse pequeno pavilhão, foi construído para promover um ambiente leve, aconchegante e funcional. A estrutura do pavilhão é composta por uma parede em concreto armado em forma de L, 06 pilares de tubos de papelão e uma cobertura levemente inclinada cujas treliças foram feitas com tubos de papelão unidos por peças em madeira (Figuras 17 e 18), (JODIDIO, 2015).



Figura 17 – Vista externa do pavilhão de Madrid
Fonte: Jodidio, 2015, p.522.

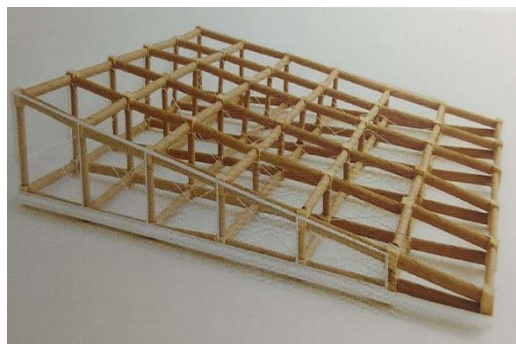


Figura 18 – Estrutura de cobertura com tubos de papelão. Fonte: Jodidio, 2015, p.523.

Os abrigos temporários denominados *Paper Log House II* (Figuras 19 e 20), foram construídos em 2014 para refugiados atingidos pelo ciclone nas Ilhas Filipinas. A estrutura montada com tubos de papelão utilizava para a vedação vertical painéis de bambu trançado e para a cobertura, utilizou-se tesouras compostas por tubos de papelão, posteriormente revestidas por lonas plásticas e folhagens de palmeira Nipa (JODIDIO, 2015).



Figura 19 – Vista externa do pavilhão do abrigo.
Fonte: Jodidio, 2015, p.532.



Figura 20 – Construção do abrigo. Fonte:
Jodidio, 2015, p.532.

2.5 Arcos em tubos de papelão

Os arcos são elementos estruturais capazes de resistir muito bem aos esforços de compressão, além de vencer grandes vãos devido ao seu formato. Constituídos por barras curvas, os arcos têm sua forma definida em função do material a ser utilizado e dos esforços atuantes na estrutura (SOUZA; RODRIGUES, 2008).

As estruturas em arco vêm sendo utilizadas pela sociedade desde a antiguidade. Como exemplo, pode-se citar a ponte-aqueduto *Pont du Gard*, na França, construída há quase 2000 anos. Segundo Silva (2011), a ponte foi construída pelos romanos com a utilização de argamassa e pedra, possuindo 49 m de altura e 275 m em sua mais longa extensão. Em 2007, Shigeru Ban em conjunto com alguns alunos da Universidade de Arquitetura de *Montpellier*, construiu a Ponte de Papel situada na França próximo a *Pont du Gard* – Figura 21.



Figura 21 – Vista da ponte de papel e *Pont du Gard* ao fundo. Fonte: Shigeru Ban Architects.

A ponte de papel composta por duas estruturas vence um vão de 22 m e a atinge a altura máxima de 6,5 m. A estrutura principal é composta por tubos de papelão e conectores metálicos, e na estrutura secundária utilizou-se materiais como madeira, plástico e papel. Neste projeto, Shigeru Ban decide utilizar os tubos de papelão para contrastar com o uso de materiais mais pesados como as pedras utilizadas na *Pont du Gard*, proporcionando elegância e leveza à Ponte de Papel. (JODIDIO, 2015).

Além da ponte de papel, o arquiteto também projetou outras duas estruturas em arco: o Pavilhão Bienal Temporário de Hong Kong (2009) e o KUAD Shigeru Ban *Studio* (2013).

Conforme o site oficial de Shigeru Ban, a estrutura do pavilhão de Hong Kong possuía um arco de 30 m de comprimento composto por treliças planas de tubos de papelão com juntas em aço. No arco, havia uma estrutura principal composta por tubos de 33,6 cm de diâmetro e uma secundária com tubos de 24,3 cm. Além dos tubos havia também cabos de aço tracionados como elementos de contraventamento.

O KUAD Shigeru Ban *Studio*, foi um estúdio temporário, no qual a rigidez da superfície do arco foi obtida com grades formadas por tubos de papelão de 2,2 m x 1,2 m e contraplacado estrutural. A cobertura do estúdio KUAD foi feita em madeira compensada com recortes circulares que permitiam a entrada de luz natural.

Em ambas as estruturas os arcos foram utilizados na cobertura, assemelhando-se muito ao sistema construtivo convencional que utiliza madeira ou aço para a sua concepção. As figuras 22, 23 e 24 mostram o pavilhão de Hong Kong, o estúdio KUAD e uma estrutura de cobertura em arco feita com madeira.



Figura 22 – Pavilhão de Hong Kong. Fonte: Shigeru Ban Architects.



Figura 23 – KUAD Shigeru Ban Studio. Fonte: Shigeru Ban Architects.



Figura 24 – Estrutura de cobertura em arco feita com madeira. Fonte: Carmo Wood.

2.6 Cobertura portante com tubos de papelão

As coberturas portantes funcionam como uma estrutura em casca utilizada para o fechamento e proteção contra vento e intempéries, além de oferecer função estrutural, esse tipo de estrutura possui boa resistência mecânica, o que permite vencer grandes vãos. Como exemplo desse sistema construtivo, Shigeru Ban projetou em 2013, a Catedral de Papelão (figura 25), localizada na Nova Zelândia. Essa catedral foi projetada para substituir a antiga catedral que foi destruída após o terremoto em fevereiro de 2011.

Com capacidade para 700 pessoas, a catedral de 770 m² utiliza em sua composição materiais como madeira, tubos de papelão, chapas de policarbonato e vidro. Os tubos de papelão com 6,1 m de comprimento foram colocados em formato triangular remetendo simplicidade e elegância à estrutura, condizente com a função religiosa (JODIDIO, 2015). Segundo Dias (2017), os tubos da cobertura da catedral foram conectados aos *containers* através de conexões metálicas, gerando assim uma cobertura autoportante.

Analisando os sistemas construtivos convencionais, geralmente, as coberturas portantes são realizadas por telhas metálicas, que garantem leveza à estrutura e bom desempenho estrutural. Na figura 26, mostra-se uma estrutura portante com telhas metálicas.



Figura 25 – Vista interna da Catedral de Papelão. Fonte: Jodidio, 2015, p.500.

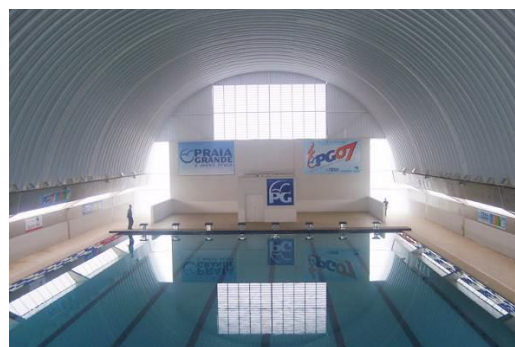


Figura 26 – Estrutura com telha metálica autoportante. Fonte: Açoport.

2.7. Comparação das propriedades mecânicas dos materiais empregados em sistemas convencionais (concreto, aço e madeira) e tubos de papelão

Na tabela 1 pode-se observar algumas propriedades como tensão, deformação e densidade de materiais como madeira, concreto e aço (convencionais) e dos tubos de papelão.

	Módulo de Elasticidade		Tensão Máxima Compressão		Tensão Máxima Tração		Máxima deformação		Peso espec.
	[GPa]		[Mpa]		[Mpa]		[%]		kN/m ³
Concreto C20/C25	29		20		2,2		3,5		25
Aço Fe E235	210		360		360		20		78,5
*)	II	⊥	II	⊥	II	⊥	II	⊥	
Madeira									
Madeira Macia	11-14	0,3-0,5	30-50	4-7	30-80	1-3			4,5-7
Papel e Papelão									
Geral	2-20	0,5-10	5-10	2-5	15-45	5-20	5-2,5	3-4	6-8
1050g/m ² **)	4,25	1,82	-	-	28,1	15,2	3,55	5,12	6-9

Tabela 1 – Propriedades mecânicas dos materiais. Fonte: Eeckout *et al.*, 2008, p.139.

*) **Madeira:** II Direção Paralela as fibras **Papel e papelão:** II Direção da máquina
 ⊥ Direção Perpendicular as fibras ⊥ Direção Perpendicular máquina

) **Resultados obtidos para o papelão na Technology University Delft

Dentre os materiais empregados nos sistemas construtivos abordados neste trabalho, o papelão não é, obviamente, comparável ao aço ou concreto, quanto à rigidez e resistência máxima, mas tem semelhanças com a madeira. A madeira também é anisotrópica e mesmo sendo muito resistente na direção paralela, tem propriedades quase insignificantes na direção perpendicular (EECKOUT *et al.*, 2008).

3. Conclusões

Como exposto nas obras acima, os tubos de papelão podem compor diversos sistemas construtivos, versáteis e assemelhando-se muito aos sistemas construtivos convencionais.

Diferentemente dos métodos construtivos convencionais como concreto, aço e madeira, a utilização de sistemas construtivos compostos por tubos de papelão oferecem algumas vantagens, já que estes dispensam a execução de acabamento; não necessitam de fundações complexas, pois são elementos leves; geram construções limpas e sustentáveis e não necessitam de mão-de-obra qualificada. Apesar de não serem comparados em termos de resistência ao concreto e aço, os tubos de papelão adequam-se aos mais diversos projetos arquitetônicos, surpreendendo pela beleza de algumas obras. Além do mais, os tubos de papelão, podem ser reaproveitados se estiverem em perfeito estado ou facilmente reciclados. Em contrapartida, assim como em estruturas de madeira, os tubos de papelão requerem tratamento contra fogo e umidade, além de exigirem coberturas leves.

Analisando minuciosamente as obras de Shigeru Ban, pode-se afirmar que a resistência e a estabilidade da estrutura estão relacionadas ao conhecimento do material e das técnicas empregadas e não somente à resistência mecânica do material em si.

No mais, este trabalho demonstra que é possível propor sistemas construtivos com desempenho satisfatório, utilizando um material sustentável, mais barato que os convencionais, leve, salubre e versátil, desde que se conheçam as características do material e as tecnologias envolvidas no sistema construtivo em questão.

Referências

AÇOPORT. **Galeria de obras.** Disponível em: <http://acoport.com.br/categoria/galeria-de-obras/>. Acessado em 22 de maio de 2019

CARMO WOOD. **Estruturas de madeira e coberturas de grandes espaços.** <https://www.carmo.com/pt/produtos/estruturas-em-madeira-3/estruturas-de-madeira-e-coberturas-de-grandes-espacos-366>. Acessado em 22 de maio de 2019.

DIAS, N. S. **Estudo e proposta de sistema estrutural com tubos de papelão.** Relatório (Iniciação Científica). Limeira: Universidade Estadual de Campinas: Faculdade de Tecnologia, 2017.

FERREIRA, E. M. *et al.* **Concepção de pilares em concreto armado e de pilares em aço.** São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba/Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, 2006.

FRANCO, L. S. **O projeto das vedações verticais: características e a importância para a racionalização do processo de produção.** Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais. São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP, 1998.

EECKOUT, M. *et al.* **Cardboard in architecture.** Holanda: IOS Press, 2008.

JODIDIO, P. **Shigeru Ban: Complete Works 1985-2015.** Taschen, 2015.

MA STEEL. **Cobertura em estrutura metálica.** Disponível em: <https://www.masteel.com.br/cobertura-estrutura-metalica>. Acesso em 22/05/2019.

MARCH2. **Shigeru Ban: building with paper – paper house, 2012.** Disponível em: <https://clarewashington.wordpress.com/2012/12/>. Acessado em 19 de março de 2017.

McQUAID, M. **Shigeru Ban.** Nova York: Phaidon Press, 2003.

PELUSO, E. O.; CARVALHO, V. T. A.; NETO PRADO, A. P. **Alvenaria estrutural. Empreendimento Flora Park II.** Goiânia: Universidade Federal De Goiás - UFG, Escola De Engenharia Civil, 2015.

PONT DU GARD. **História de uma ponte notável.** Disponível em: <http://pontdugard.com/pt/pont-du-gard/historia-de-uma-ponte-notavel>. Acesso em 22/05/2019.

PRECAST/PRESTRESSED CONCRETE INSTITUTE – PCI. **Architectural Precast Concrete Manual.** Chicago: Precast/Prestressed Concrete Institute, third edition, first printed, 2007. 588 p.

SALADO, G. C. **Construindo com tubos de papelão: um estudo da tecnologia desenvolvida por Shigeru Ban.** Dissertação (mestrado). São Carlos: Universidade de São Paulo: Escola de Engenharia de São Carlos, 2006.

SALADO, G. C. **Diferentes Alternativas de Materiais e Técnicas Construtivas.** Trabalho Final de Graduação. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2003

SALADO, G. C.; SICHIERI, E. P. **Sistemas construtivos compostos por tubos de papelão (Seminário).** NUTAU- Espaço Sustentável: Inovações em Edifícios e Cidades, 2008.

SHIGERU BAN ARCHITECTS. *Paper tube structure*. Disponível em: <http://www.shigerubanarchitects.com/works.html>. Acessado em 21 de maio de 2019.

SILVA, C. E. **Sistema de cobertura com pórticos de estabilização bidirecionais em perfis metálicos de seção circular com costura para construção residencial industrializada**. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto – Escola de Minas Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2011.

SOUZA, M. F. S. M.; RODRIGUES, R. B. **Sistemas estruturais de edificações e exemplos**. Campinas: Universidade Estadual De Campinas - Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo – FEC. Departamento de Estruturas – DES, 2008.

ZANOLLIN SOLUÇÕES ESTRUTURAIS. **Empresa de Estrutura de Concreto Armado Convencional Clementina**. Disponível em: <http://www.zanollin.com.br/estruturas-de-concreto/estruturas-de-concreto/estrutura-de-concreto-pre-moldado/empresa-de-estrutura-de-concreto-armado-convencional-clementina>. Acessado em 21 de maio de 2019.

Sustentabilidade em Projetos: Análise dos Indicadores da Certificação LEED na Edificação JBZ localizada em Porto Alegre/RS

Project Sustainability: Analysis of LEED Certification Indicators at JBZ Building located in Porto Alegre/RS

Gediel da Silva, Graduando em Engenharia Civil, UNIJUÍ

gediel.silva@sou.unijui.edu.br

Acsiel Budny, Graduando em Engenharia Civil, UNIJUÍ

acsielbudny2@gmail.com

Yasmim Sincak, Graduanda em Engenharia Civil, UNIJUÍ

yasmim.sincak@sou.unijui.edu.br

Andréia Balz, Graduanda em Engenharia Civil, UNIJUÍ

bzandreia@yahoo.com.br

Andriéli Lizandra Hoeckel Kuschel, Graduanda em Engenharia Civil, UNIJUÍ

andihoeckel@outlook.com

Resumo

Como consequência do histórico e intenso processo de globalização, é perceptível a degradação acelerada do ambiente natural. Assim, surgem discussões relacionadas às questões ambientais, buscando formas de mitigar os impactos causados pelo uso desenfreado de recursos naturais, introduzindo-se então o conceito de desenvolvimento sustentável, além do surgimento de certificações que promovem este conceito. Este estudo tem como objetivo a realização de uma análise das características de um edifício localizado em Porto Alegre/RS certificado como Platinum pelo Selo LEED. Assim, através de uma pesquisa bibliográfica de caráter descritivo, busca-se evidenciar os benefícios da aplicação do conceito de sustentabilidade em projetos, tanto para os usuários quanto para o meio ambiente. Assim, estudou-se os indicadores dispostos na certificação LEED, observando as diferentes esferas de avaliação e suas respectivas abordagens. Contudo, conclui-se que, mediante o atendimento dos indicadores da certificação, surgem benefícios diretos aos ocupantes do ambiente construído.

Palavras-chave: Certificações; LEED; Sustentabilidade; Arquitetura; Projeto

Abstract

As a consequence of the historic and intense globalization process, the accelerated degradation of the natural environment is noticeable. Thus, discussions related to environmental issues arise, looking for ways to mitigate the impacts caused by the unbridled use of natural resources, introducing the concept of sustainable development, in addition to the emergence of certifications that promote this concept. This study aims to carry out an analysis of the characteristics of a building located in Porto Alegre/RS certified as Platinum by the LEED Seal. Thus, through a descriptive bibliographic search, sought to highlight the benefits of applying the concept of sustainability in projects, both for users and for the environment. Thus, the indicators provided in the LEED certification were studied, observing the different spheres of evaluation and their respective approaches. However, it is concluded that, by complying with the certification indicators, there are direct benefits to the occupants of the built environment.

Keywords: *Certifications; LEED; Sustainability, Architecture; Design*

1. Introdução

Um dos grandes marcos históricos, transcorrido em maior escala a partir da segunda metade do século XX, diz respeito ao intenso processo de globalização. Com este, as metrópoles expandem-se, gerando um consumo desenfreado e incauto de recursos que, por consequência, ocasiona o surgimento de problemáticas socioambientais. Assim, atualmente, devido ao impacto causado por tais transformações, têm-se evidenciado e discutido frequentemente o conceito de sustentabilidade aplicada às mais diversas áreas e atividades (DESCHAMPS, 2017).

Conforme a análise de Maricato (2000), com o crescente processo de urbanização, o setor da construção civil surgiu para proporcionar serviços básicos para o contínuo aperfeiçoamento das condições de vida nas cidades, buscando conciliar as constantes transformações com o bem-estar de todos que usufruem destes ambientes. Entretanto, recorrentemente, questões de sustentabilidade não têm sido consideradas de forma efetiva no processo de desenvolvimento, ou seja, é perceptível a disparidade entre fatores econômicos e ambientais. Por vezes, as variáveis arquitetônicas e as estratégias de projeto são desconsideradas, ocasionando um microclima desfavorável ao uso, além de comprometer o ambiente natural pelos impactos causados.

O contexto de desenvolvimento abrupto, fomentado pela globalização, passa a manifestar a necessidade de criação de medidas que possam reverter a incidente e sucessiva degradação ambiental. Foi com base no Relatório de Brundtland, publicado pela primeira vez em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que buscou-se implementar o conceito de desenvolvimento sustentável, que é toda e qualquer ação que busca atender as necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras (MIKHAILOVA, 2004).

Conforme definido pelo Laboratório de Sustentabilidade da Universidade de São Paulo (LASSU), o real conceito de sustentabilidade está fundamentado em três pilares básicos, sendo estes formados a partir da análise conjunta de aspectos econômicos, ambientais e

sociais, que os definem. Tais pilares devem integrar-se paralelamente de forma a garantir a sustentação deste tripé. De modo geral, o pilar Social está relacionado ao capital humano e a sua valorização, à resolução de possíveis problemas sociais, etc; o pilar Ambiental trata do capital natural, buscando formas de reduzir os impactos ambientais, de racionalizar o uso de recursos naturais e de repô-los e; o pilar Econômico fundamenta-se na análise de aspectos relacionados à produção, distribuição e consumo de bens e serviços, tendo como princípio o fato de que o lucro não compensa a possível degradação causada por determinados processos (LASSU, 2016). A Figura 1 ilustra a relação entre os três pilares.



Figura 1: Os três Pilares Básicos da Sustentabilidade. Fonte: combitrans.com.br/política

Diante disso, conforme ressaltam Baptista Junior e Romanel (2013), desenvolvem-se condições para que organizações promovam sistemas de certificações com selos de verificação quanto à responsabilidade ambiental de empreendimentos, cada certificação baseada em itens e indicadores específicos. Todavia, de uma forma geral, tem-se como proposta a diminuição do uso de recursos naturais e, conseqüentemente, a redução do impacto ambiental causado, proporcionando assim qualidade de vida e bem-estar às gerações. Tendo em vista a contribuição direta da proposta na promoção do desenvolvimento sustentável, diversas organizações surgiram para patrocinar estes selos, todas elas inspiradas no primeiro método de avaliação de qualidade, o BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), sendo que um dos selos mais conhecidos atualmente é o LEED (Leadership in Energy & Environmental Design).

Nesse sentido, Rocha (2016) afirma que, de forma sistematizada, o selo LEED de sustentabilidade em projetos consiste em certificar que uma determinada edificação está comprometida com princípios de sustentabilidade, através de estratégias e boas práticas, seguidos por uma série de critérios e indicadores, que podem ser relacionados a ações tomadas em várias etapas de um projeto, sua construção e operação.

A certificação se dá por meio de pontuações, que variam de acordo com o grau de atendimento de cada um dos itens (uso racional da água, qualidade do ar interno, conforto ambiental, relação harmônica do edifício com seu entorno, dentre outras) e os níveis de certificação são concedidos com base no acúmulo dos pontos (podendo variar de 40 pontos a 110 pontos), conforme a Figura 2.

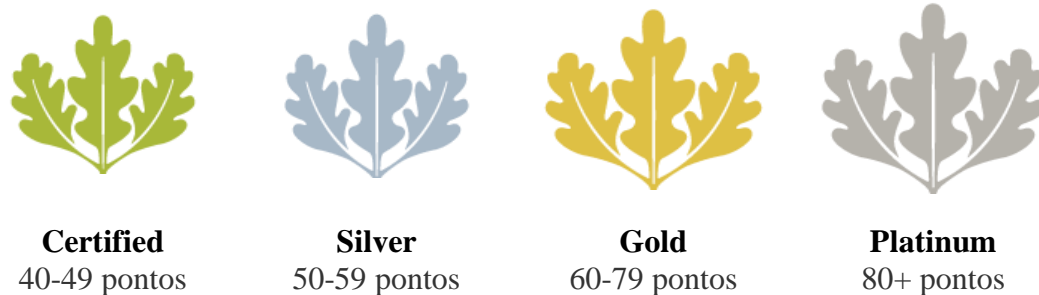


Figura 2: Níveis da Certificação LEED com base nas pontuações obtidas. Fonte: new.usgbc.org/leed

Portanto, do ponto de vista da certificação, projetos sustentáveis não estão apenas baseados na gestão e no aproveitamento adequado de recursos visando com isso a redução dos impactos ambientais, porém, a certificação LEED também preza pela viabilidade econômica das edificações e sua contribuição e influência social. Com base nisso, tem-se as principais esferas de avaliação para as edificações, sendo elas: espaço sustentável, eficiência do uso da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental interna, inovação e processos e créditos de prioridade regional (PARODE et al., 2014).

Ademais, atrelado às esferas de avaliação, Lamberts (1997) ressalta que é de suma importância o estudo e entendimento das condições do clima e suas variações, considerando Macro, Meso e Microclimas, visando a adequação do projeto mediante a utilização de estratégias para contexto local. Assim, um empreendimento projetado especificamente para o clima no qual está inserido, torna-se confortável, bem como possibilita um melhor aproveitamento energético e responde às necessidades de conforto.

Sendo assim, com base no exposto, o objetivo do presente estudo consiste em analisar brevemente as características do empreendimento JBZ - João Benjamin Zaffari, que está localizado em Porto Alegre/RS e obteve o Nível Platinum da certificação LEED. Assim, busca-se evidenciar os benefícios reais da aplicação do conceito de sustentabilidade em projetos, tanto para os usuários quanto para o meio ambiente, mediante o uso racionalizado de recursos, adequação do projeto e a gestão inteligente de resíduos, por exemplo.

2. Metodologia

O presente estudo consiste em uma pesquisa bibliográfica sobre as principais questões e informações relacionadas ao desenvolvimento de ações que promovam a aplicação do conceito de sustentabilidade em projetos, considerando também as noções e princípios da bioclimatologia. Para isso, utilizo-se de conteúdos disponíveis em sites, artigos científicos, bem como de informações disponibilizadas pela própria empresa que executou a proposta do empreendimento. Em paralelo, buscou-se estudar os indicadores dispostos na certificação LEED, observando as diferentes esferas de avaliação e suas respectivas abordagens.

Além disso, realizou-se uma análise sistematizada em relação aos benefícios proporcionados pelo atendimento dos indicadores em um empreendimento do estado do Rio

Grande do Sul que acumulou 92 pontos, sendo certificado pelo Selo Internacional LEED no Nível Platinum (Figura 3).

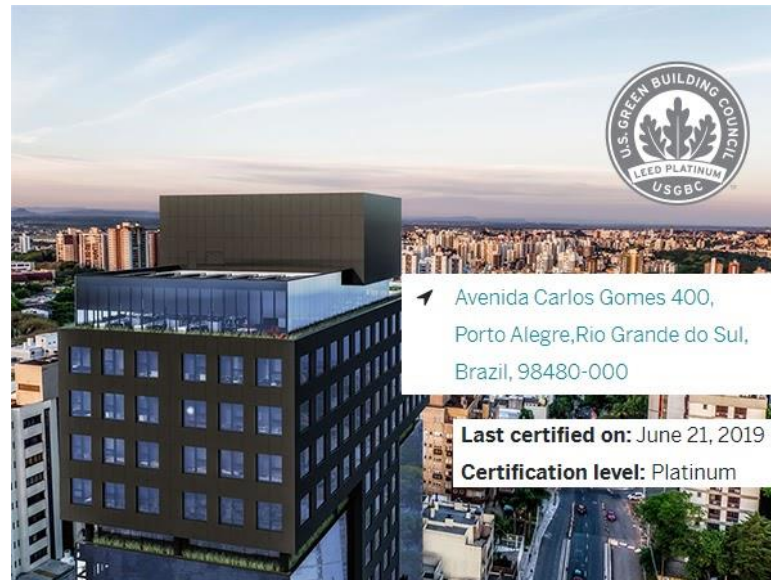


Figura 3: Certificação LEED Platinum do Empreendimento JBZ. Fonte: usgbc.org

Assim, esta pesquisa caracteriza-se como básica de caráter exploratório, pois buscou-se estudar conceitos e analisar os benefícios do atendimento dos indicadores do selo LEED, tendo como base de estudo o Edifício JBZ, com o objetivo de contribuir na disseminação do conhecimento sobre o assunto e as possibilidades de associar a inovação ao desenvolvimento sustentável no âmbito acadêmico.

3. Resultados e Discussões

Conforme Gonçalves e Bode (2015), em um projeto, inúmeras etapas são imprescindíveis para um bom resultado final, porém, uma das etapas que deve receber uma atenção especial é a de anteprojeto, pois é nela que são analisadas todas as possibilidades, verificando-se a viabilidade técnica e econômica, as configurações de elementos arquitetônicos e componentes que afetam o desempenho da edificação em relação aos fatores ambientais. É nessa etapa que é realizada a verificação do atendimento dos aspectos que formam os chamados indicadores de sustentabilidade, os quais podem ser econômicos (correspondem aos custos de operação e manutenção, investimento em energia renovável, etc), sociais (geração de emprego, uso de tecnologia apropriada, etc) e ambientais (produção e tratamento de lixo, emissão de CO₂, consumo de materiais tóxicos, etc).

No Brasil, os três pilares básicos de sustentabilidade estão sendo implementados cada vez mais em empreendimentos e edificações. Como exemplo, tem-se o caso em estudo: Edifício JBZ - João Benjamin Zaffari, localizado em Porto Alegre/RS, que recebeu a certificação LEED, após assumir e cumprir compromissos em prol do meio ambiente e da sustentabilidade, atingindo o nível Platinum e obtendo a segunda maior pontuação do país.

Nesse contexto, o Edifício JBZ - João Benjamin Zaffari, apresentado na Figura 4, foi idealizado e projetado considerando os indicadores e requisitos apresentados pelo U.S. Green Building Council, garantindo ao empreendimento a Certificação de Liderança em Energia e Design Ambiental, ou seja, atingiu a pontuação necessária para o recebimento do mundialmente conhecido Selo LEED.



Figura 4: Empreendimento JBZ em estudo. Fonte: belmondo.com.br

Ainda, conforme obtido no site GBC Brasil, o conceito de sustentabilidade em projetos se dá por meio da avaliação do empreendimento nas categorias de Projeto Integrado (IP), Localização e Transporte (LT), Espaço Sustentável (SS), Eficiência Hídrica (WE), Energia e Atmosfera (EA), Materiais e Recursos (MR), Qualidade do Ambiente Interno (IEQ), Inovação (IN) e Créditos Regionais (RP).

3.1. Projeto Integrado

Este indicador busca impulsionar o desenvolvimento do projeto de forma interdisciplinar ao longo de suas fases. No caso em estudo, observa-se que a edificação contou com profissionais e equipes capacitadas das mais variadas áreas, como engenharia, arquitetura, contenções, estruturas, automação, segurança, além de uma equipe de consultoria de sustentabilidade.

3.2. Localização e Transporte

O indicador de localização e transporte tem como missão, incentivar e recompensar construções em ambientes já desenvolvidos, com o desenvolvimento pacífico de bairros, que permitam a introdução de transporte mais eficiente e áreas de lazer que favoreçam a todos. Entretanto, por se tratar de um empreendimento inaugurado recentemente, não foi encontrada nenhuma bibliografia ou informação que descrevesse se há o atendimento destes indicadores.

3.3. Espaço Sustentável

As ações que encorajam estratégias que reduzem o impacto no ecossistema durante a implantação da edificação englobam o indicador denominado espaço sustentável. Conforme o site Belmondo (2019), o empreendimento JBZ conta com estacionamento com bicicletário, vagas ecológicas destinadas a carros ecológicos e um sistema que reduz o efeito das ilhas de calor. Assim, o empreendimento obteve um total de 22 pontos de um total de 28, sendo que neste, obteve pontuação máxima em 10 itens de avaliação.

3.4. Eficiência do Uso da Água

A atuação deste indicador, refere-se a ações para que haja uma redução no consumo de água. Levando em consideração este aspecto, no empreendimento, foi aplicado um sistema inteligente para a diminuição do consumo hidráulico. Segundo a ASBRAV (2019), a partir do controle de vazão de louça e metais, foi registada uma redução de 35% na utilização de água.

Visando ainda mais a redução do consumo, foi empregado um método de captação da água da chuva, que é usada para a irrigação de jardins. Deste modo, a edificação obteve 7 pontos em um total de 10 pontos, com uma pontuação máxima na categoria paisagismo eficiente em termos de água (USGBC, 2019).

3.5. Energia e Atmosfera

As práticas voltadas à promoção da eficiência energética nas edificações por meio de estratégias compreendem o indicador de energia e atmosfera. Para tal, segundo a empresa Belmondo Empreendimentos, responsável pelo projeto, o empreendimento em estudo conta com sistema de produção de energia fotovoltaica própria na cobertura do prédio e um sistema inteligente na composição dos vidros, que permitem uma redução de 60% de calor, acarretando assim, em uma diminuição de mais de 30 % na carga térmica dos ar-condicionados.

Além disso, a edificação conta com sistemas de elevadores, que utilizam o próprio peso, cujos quais regeneram 30 % de sua energia enquanto estão em uso; ainda, tem-se uma redução de 55% da iluminação nas áreas comuns e redução de 35% no consumo de energia no total da edificação. Todas essas ações em conjunto, foram responsáveis por atribuir 35 pontos para o empreendimento JBZ, de um total de 37 pontos.

3.6. Materiais e Recursos

Durante o processo de construção de um edifício, é comum um grande consumo de materiais e recursos, além da geração de resíduos. Assim, surge uma categoria integrante da Certificação LEED que promove a redução destes resíduos, bem como a reutilização e reciclagem: Materiais e Recursos (MR). O Edifício JBZ, nesta categoria, atingiu 7 de 13

pontos, uma vez que em sua construção adotou estratégias de gerenciamento dos resíduos sólidos e reciclagem dos volumes gerados, sendo que, 80% dos resíduos gerados durante a execução do empreendimento foram reciclados e reaproveitados. Ademais, utilizou-se madeira de procedência devidamente certificada e materiais de construção de origem local.

3.7. Qualidade Ambiental Interna

Em qualquer empreendimento dos dias atuais, é de suma importância proporcionar melhoria na qualidade de vida de quem à fazer uso. Assim, surge o indicador de Qualidade Ambiental Interna, que faz referência às estratégias que proporcionam melhorias na qualidade do ar interior, além de proporcionar acesso à luz local e melhorias acústicas. Neste quesito o edifício atingiu uma pontuação de 11 do total de 12, perdendo um ponto apenas no item de materiais de baixa emissão como madeiras composta e produtos de agro-fibras. Na Figura 5, é apresentado o aspecto final do interior da edificação.



Figura 5: Ambientes Internos. Fonte: studiomda.com.br

O empreendimento JBZ contou com materiais e acabamentos de alto padrão, os quais proporcionam sensação de aconchego e bem-estar aos usuários. Ademais, o microclima concebido pelos projetistas contribui diretamente na qualidade ambiental e no conforto, mediante a utilização estratégica dos recursos disponíveis.

3.8. Inovação

Na pontuação no critério inovação, o JBZ atingiu 6 pontos de 6, sendo 5 para inovação em design e 1 para o requisito de ter pelo menos um profissional credenciado no sistema LEED, para apoiar e incentivar a integração de design exigida pelo LEED otimizando o processo de aplicação e certificação (USGBC, 2019).

O grande diferencial no edifício João Benjamin Zaffari foi à proposta de uma fachada com vidro de aparência em tonalidade escura, quase preta, mas com boa transmissão de luz. Desejava-se um vidro com uma transmissão de luz de em torno 25% e com excelente bloqueio de calor além de que era pré requisito o mesmo ser escuro. Desta forma, conforme apresentado na Figura 6, o empreendimento recebeu aproximadamente 4000 m² de vidros

SunGuard Neutral Plus 50 on clear NP50 oc + pvb inc + fumê, com bloqueio de aproximadamente 60 % do calor (VIDRO IMPRESSO, 2019).

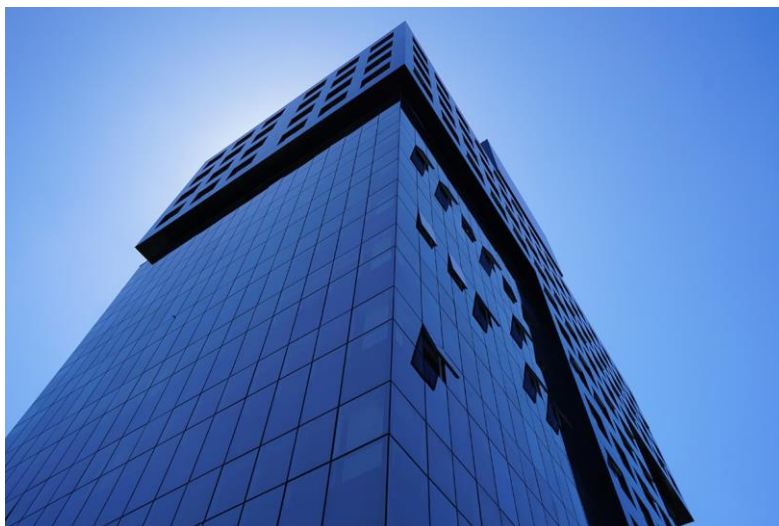


Figura 6: Aspecto da fachada envidraçada. Fonte: belmondo.com.br

Já segundo o Jornal do Comércio os diretores da Belmondo Empreendimentos afirmam que cada detalhe do projeto foi pensado com o objetivo de buscar vantagens estruturais, tecnológicas e ambientais. Destaca também os vidros com capacidade de reduzir 60% do calor reduzindo a carga térmica dos ar condicionados em 30%, além de contar com filtros (UVA/UVB) que realizam a renovação de ar em 30% acima das normas. Destaca ainda sistema inteligente de elevadores os quais utilizam o próprio peso e reconstituem 30% de sua energia enquanto estão em uso (JORNAL DO COMÉRCIO, 2019).

3.9. Créditos Regionais

No quesito de créditos regionais o empreendimento JBZ alcançou a máxima pontuação, sendo a mesma de 4 pontos: 1 de energia renovável no local, 1 gestão de resíduos da construção, 1 utilização de madeira certificada e 1 redução do uso de água (USGBC, 2019).

No quesito energia renovável o edifício conta com geração de energia solar além do elevador já mencionado que produz a parte da própria energia. Quanto aos resíduos um exemplo foi nas fundações onde fez-se necessário quebrar pedreira exigindo uma logística complexa, pois, se quebrava a pedreira e levava-se aos poucos para locais autorizados (SFREDO, 2018).

Uma das maneiras encontradas para garantir o baixo consumo de água, foi a implantação de um sistema de armazenamento, já citado anteriormente, para a água da chuva, de modo com que haja um aproveitamento da mesma, na irrigação dos jardins, nos quais são compostos essencialmente por plantas nativas (ASBRAV, 2019).

Assim, de forma geral, com base nas características do empreendimento e nos aspectos considerados previamente para a sua execução, o resultado foi a obtenção do Selo LEED Nível Platinum, conquistando a segunda maior pontuação do país até o momento. Sendo

que, as pontuações obtidas são apresentadas no Quadro 1, agrupadas de acordo com as principais esferas de avaliação intrínsecas ao Selo.

ESFERAS DE AVALIAÇÃO	PONTUAÇÃO OBTIDA
Espaço Sustentável	22 pontos de 28
Eficiência do Uso da Água	7 pontos de 10
Energia e Atmosfera	35 pontos de 37
Materiais e Recursos	7 pontos de 13
Qualidade do Ambiente Interno	11 pontos de 12
Inovação	6 pontos de 6
Créditos de Prioridade Regional	4 pontos de 4
Total de Pontos Obtidos	92 pontos de 100

Quadro 1 – Compilação das Pontuações Obtidas. Fonte: Green Building Council (2019).

Contudo, o JBZ - Edifício João Benjamin Zaffari, da Belmondo Empreendimentos, atingiu 92 pontos de 100 possíveis, distribuídos nas 8 diferentes esferas de avaliação consideradas pelo Selo.

4. Considerações Finais

Tendo em vista os critérios de avaliação para a obtenção da certificação LEED, após analisar o caso do empreendimento em estudo e o processo de obtenção do selo, nota-se que, atrelado a este surgem benefícios diretos aos ocupantes do ambiente construído, bem como alto padrão de qualidade. Evidencia-se a melhora na qualidade do ar, redução do consumo de água, produção de energia no local, utilização de iluminação do tipo LED, além da reciclagem e reaproveitamento dos resíduos produzidos durante a execução da obra.

De maneira geral, mediante a concepção de projetos focados no atendimento dos itens de sustentabilidade, proporciona-se conforto e segurança ao usuário final, além de mitigar os impactos ambientais. No estudo em questão, através da adoção de boas práticas, foram estabelecidas maneiras de contornar da melhor forma possível os impactos ambientais, bem como definidas estratégias para garantir a eficiência energética e a sustentabilidade do projeto. Sendo que, esses fatores estão diretamente ligados à obtenção da certificação, uma vez que a mesma tange questões relacionadas ao uso e gestão racional de recursos, conforto ambiental, qualidade do ar e a harmonia da edificação com o seu entorno, atendendo total ou parcialmente aos indicadores presentes nas diferentes esferas de avaliação.

Além disso, ressalta-se a utilização de estratégias bioclimáticas que possibilitam o aproveitamento das condições específicas do local. Assim, observa-se a adequação do projeto a fim de atender às questões de sustentabilidade, além de criar um microclima de conforto e bem-estar, agregando valor ao empreendimento.

Contudo, pode-se perceber que a urbanização e a sustentabilidade podem andar em paralelo, mediante o investimento em boas práticas e soluções sustentáveis, visando não apenas o desenvolvimento econômico, mas também a garantia do bem-estar para as atuais e futuras gerações de forma consciente.

Cabe a todas as esferas da sociedade, a busca contínua do desenvolvimento tecnológico, para que novos métodos alternativos sejam mais comuns em nossa sociedade, visando a preservação dos recursos naturais e a gestão inteligente de resíduos. Ademais, de uma forma geral, as certificações sustentáveis surgem em um momento oportuno e proporcionam benefícios reais, tanto para os usuários quanto para o meio ambiente.

Referências

ASSOCIAÇÃO SUL BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, AQUECIMENTO E VENTILAÇÃO (ASBRAV). Inovações trazem eficiência e qualidade de vida para prédio em Porto Alegre. 2019. Disponível em: <https://asbrav.org.br/inovacoes-trazem-eficiencia-e-qualidade-de-vida-para-predio-em-porto-alegre/>. Acesso em: 02 jan. 2020.

BAPTISTA JUNIOR, J. V.; ROMANEL, C. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. *Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)*, v. 5, n. 2, p. 27-37, jul./dez. 2013.

BELMONDO. LEED. 2019. Disponível em: <http://www.belmondo.com.br/jbz/leed>. Acesso em: 02 jan. 2020.

DESCHAMPS, L. P. Sustentabilidade Emergente e Construção Civil: Um Estudo de Caso em Florianópolis. 2017. 34 f. Trabalho de Curso (Bacharel em Administração) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2017.

GONÇALVES, J. C. S.; BODE, K. Edifício ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

JORNAL DO COMÉRCIO. Edifício JBZ é Considerado o Mais Sustentável da Região Sul. 2019. Disponível em: https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/economia/2019/11/710984-edificio-jbz-e-considerado-o-mais-sustentavel-da-regiao-sul.html. Acesso em: 02 fev. 2020.

LAMBERTS, R; et al. Eficiência Energética na Arquitetura. São Paulo: PW, 1997.

LASSU. Pilares da Sustentabilidade. 2016. Disponível em: http://www.lassu.usp.br/sustentabilidade/pilares-da-sustentabilidade/?doing_wp_cron=1560885014.1031200885772705078125. Acesso em: 15 jan. 2019.

MARICATO, E.; et al. A cidade do pensamento único. Petrópolis: Vozes, 2000.

MIKHAILOVA, I. Sustentabilidade: Evolução dos Conceitos Teóricos e os Problemas da Mensuração Prática. *Revista Economia e Desenvolvimento*, n. 16, p. 22-41, 2004.



PARODE, M. C.; et al. Certificação LEED incentivando a transformação de projetos arquitetônicos: o caso da Arena Castelão. Artigo para XVI Seminário Internacional do MERCOSUL-UNICRUZ, Cruz Alta/RS, 2014. Disponível em: <http://docplayer.com.br/19572783-Certificacao-leed-incentivando-a-transformacao-de-projetos-arquitetonicos-o-caso-da-arena-castelao>. Acesso em: 14 jan. 2019.

ROCHA, R. K. Certificação LEED de Edificações: Aspectos Relacionados a Materiais e Recursos. 2016. 80 f. Resumo do Projeto de Graduação (Bacharel em Engenharia Civil) - Escola Politécnica/Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2016.

SFREDO, M. Edifício Erguido Sobre “Pedra de Anita”. Disponível em: <http://www.belmondo.com.br/jbz/news/edificio-erguido-sobre-pedra-da-anita/5>. Acesso em: 02 fev. 2020.

U.S. Green Building Council (USGBC). LEED Scorecard. Disponível em: <https://www.usgbc.org/projects/edificio-jbz?view=scorecard>. Acesso em: 02 fev. 2020.

VIDRO IMPRESSO. Edifício Em Porto Alegre Conquista Requisitos De Sustentabilidade Com Vidros Pretos. 2019. Disponível em: <https://vidroimpresso.com.br/noticia-setor-vidreiro/edificio-em-porto-alegre-conquista-requisitos-de-sustentabilidade-com-vidros-pretos>. Acesso em: 05 jan. 2020.

Certificação Ambiental LEED-ND: O estado da arte global da pesquisa científica aplicada em estudos de caso

LEED-ND Environmental Certification: The state of the art of global scientific research applied in case studies

Rafael Lublo, mestrando do PPGTG, UFSC.

rafaellublo@gmail.com

Arnoldo Debatin Neto, doutor, UFSC.

debatin.neto@ufsc.br

Resumo

Este artigo analisa o atual modelo de desenvolvimento de bairro, no sentido de compreender a importância da relação entre bairro e cidade. Nessa perspectiva, busca-se a potencialidade da ferramenta de certificação ambiental *Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development* - LEED-ND. A hipótese de conhecer e avaliar o resultado de pesquisas científicas aplicadas em estudos de caso, num recorte temporal de 2009 a 2019 que tenham sido publicadas nos portais de bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, amplia o conhecimento para desenvolver cidades sustentáveis. O resultado encontrado indica que 30% da amostragem abrange totalmente as 5 seções do LEED-ND, e destes, 84% contempla a seção Localização Estratégica, 72% a seção Padrão e Projeto do Bairro, 62% a seção Infraestrutura e Edifícios Verdes, 40% a seção Inovação e Design de Processos e 60% a seção Créditos de Prioridade Regional.

Palavras-chave: LEED-ND; Desenvolvimento de Bairro; Planejamento Urbano; Gestão Territorial

Abstract

This article analyzes the current neighborhood development model, in order to understand the importance of the relationship between neighborhood and city. In this perspective, the potential of the Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development - LEED-ND environmental certification tool is sought. The hypothesis of knowing and evaluating the result of scientific research applied in case studies, in a time frame from 2009 to 2019 that have been published in the Scopus and Web of Science database portals, expands the knowledge to develop sustainable cities. The result found indicates that 30% of the sample fully covers the 5 sections of the LEED-ND, and of these, 84% includes the Strategic Location section, 72% the Standard and Neighborhood Project section, 62% the Infrastructure and Green Buildings section, 40% the Innovation and Process Design section and 60% the Regional Priority Credits section.

Keywords: LEED-ND; Neighborhood Development; Urban planning; Territorial Management

Introdução

O atual modelo de planejamento urbano vem exigindo grande esforço da comunidade científica no sentido de compreender as transformações econômicas, sociais e ambientais da gestão territorial, seja no âmbito das inovações tecnológicas, dos aspectos geográficos ou do urbanismo. Tais transformações ressaltam a importância da relação entre a mobilidade e o espaço urbano, remetendo à solução de problemas para um futuro com desenvolvimento sustentável das cidades.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma agenda mundial adotada durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável em setembro de 2015 composta por 17 objetivos e 169 metas a serem atingidos até 2030, e através do Objetivo 11 que aborda Cidades e Comunidades Sustentáveis, o foco tem sido o desenvolvimento sustentável, incluindo a urbanização sustentável e capacidade de participação, integrado e planejando bairros sustentáveis para tornar as cidades mais inclusivas. Governadores, pesquisadores, políticos, especialistas estão percebendo a necessidade de mudança na forma de como nós, humanos, criamos, desenvolvemos e mantemos nossas cidades. Nessa escala global, os planos e políticas estão sendo orientados na direção de cidades e comunidades sustentáveis. Ainda indicado pela ONU, até 2030 quase 70% da população mundial viverá em áreas urbanas, criando desafios e oportunidades para os municípios, o que leva a um amplo debate sobre o futuro das cidades.

As cidades em desenvolvimento estão enfrentando desafios relevantes pois lidam com efeitos colaterais inesperados de infraestrutura urbana inadequada, do transporte de massa e ambientais, que exigem então, estratégias flexíveis e adaptáveis para o planejamento urbano (Muller et al., 2018). Por outro lado, a tecnologia da informação evolui rapidamente direcionando as cidades a modelos de planejamento urbano baseados em transporte virtual. Brock e colaboradores (2019) dizem funcionar como um catalisador para a transformação urbana, na evolução a cidades inteligentes mais eficientes e habitáveis, que melhoram a qualidade de vida através de soluções que minimizem a necessidade de grandes deslocamentos territoriais.

Como as dinâmicas urbanas têm sido atreladas às tecnologias digitais e o perfil do novo profissional tem sido trabalhar cada vez mais em casa, a fusão das funções “trabalhar” e “morar” tende à redução da frequência de grandes deslocamentos territoriais. Zaho (2017) tem uma leitura dos trabalhadores como sendo importantes agentes individuais que corporificam, trocam, criam e exploram o conhecimento, contribuem para a competitividade e o crescimento regional e para atraí-los e retê-los em uma região é necessário ter uma melhor compreensão de seus comportamentos fundamentais relacionados ao espaço, incluindo a residência, o posto de trabalho e as opções de deslocamento.

A evolução do transporte virtual e das cidades inteligentes fortalecem o vínculo entre as funções “morar” e “trabalhar” em um sítio único mas acabam gerando uma tensão projetual, porque nessa temática os planejadores urbanos tendem a recorrer ao conceito do Novo Urbanismo da década 1980. Tem-se então uma problemática corroborada por Dawkins e colaboradores (2018) ao concluir que o Novo Urbanismo fracassou por conceber cidades muradas, mesmo tendo carregado no centro do seu conceito os pilares fundamentais da

sustentabilidade urbana, onde as funções “morar”, “trabalhar”, “estudar” e “divertir-se” deveriam estar a um curto espaço de deslocamento, preferencialmente realizado a pé ou por transporte ativo.

A tendência teórica da diminuição dos deslocamentos urbanos tende a fortalecer o viés ambiental, ao diminuir o consumo de combustíveis fósseis e energia, de forma mais ampla. Nessa linha de um modelo mais sustentável de cidade, diversos métodos de certificação ambiental têm sido desenvolvidos mundialmente para avaliação de sustentabilidade urbana, atuando como ferramentas de apoio ao planejamento, projeto e operação de bairros sustentáveis. A Certificação Ambiental *Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development* (LEED-ND - Liderança em Energia e Design Ambiental para Desenvolvimento de Bairro) é uma delas, sendo a mais ampla da categoria por considerar o entorno dos edifícios, a vizinhança e o loteamento como um todo (GBC Brasil, 2019).

Assim, para desenvolver uma ferramenta capaz de fornecer diretrizes objetivas e mensuráveis para o planejamento de bairros urbanos sustentáveis, à luz de uma nova abordagem para o território, a pesquisa pretende responder a seguinte pergunta: Qual a potencialidade do LEED-ND no planejamento e construção de bairros sustentáveis?

Existem estudos sobre ferramentas de apoio à tomada de decisão tratando de Sistemas de Certificação Ambiental, especialmente o LEED-ND, aplicados em estudos de caso desde 2009. Nesse contexto, o objetivo geral dessa pesquisa consiste em um levantamento do Estado da Arte Global do LEED-ND. Pretende-se, para tanto, efetuar um recorte temporal entre os anos de 2009 a 2019, limitado a pesquisas científicas com aplicação em estudo de caso e publicadas nos portais de bases de dados *Scopus* e *Web of Science*.

1. Revisão de Literatura

1.1 Contexto histórico do planejamento de Cidades

Com a intenção de construir uma visão global dos conceitos urbanísticos de maior relevância, Martins (2019) elencou um vasto conjunto de modelos de forma urbana, desde a abordagem para uma “Cidade verde”, onde incluiu a “Cidade-Jardim” de Howard (1902), que promovia lugares de elevada qualidade e reduzida densidade residencial integrados; de Geddes (1915), que sugeriu uma forma estrelar dos lugares urbanos, possibilitando a existência de eixos de espaço natural junto da cidade; de Abercrombie (1933) que incluía uma “cinturão verde” como área de lazer e forma de conter a expansão urbana; de McHarg (1969) que promovia a urbanização apenas nas áreas que menos afetassem o meio natural; até a abordagem dos modelos de “Eco-cidade” que pressupunham áreas compactas de elevadas densidades e uso misto do solo, e assim um consumo energético mais eficiente, com redução das distâncias de deslocamento e maximização do uso do transporte público.

Desde a década de 1990, uma ortodoxia de planejamento global - da qual as ideias de Jacobs são parte - foi desenvolvida em torno da “Cidade Resiliente Sustentável Inteligente”. Então, alguns modelos urbanos ancoraram as suas orientações na tecnologia. A “Cidade da Informação” (ou Cidade Pós-Industrial) promove a realização de deslocamentos mais

rápidos, baratos e fáceis ou a sua substituição recorrendo à telemática, poupando espaço, recursos e tempo, quando surge a “Cidade Virtual”, num ambiente urbano livre de barreiras espaciais. Destaca-se, contudo, a dualidade da intervenção da tecnologia na cidade criticada fortemente por Jane Jacobs, avaliando que por um lado reforça e integra globalmente o papel econômico das cidades e das suas atividades, mas, por outro, é discutível o acesso e conhecimento tecnológico de toda a comunidade, bem como não soluciona a necessidade de interação real com outros indivíduos e territórios (Connolly, 2019).

Jacobs atacou tanto as "ideias destruidoras da cidade" dos decentristas quanto ao planejamento urbano de Le Corbusier. No seu livro “A Morte e Vida de Grandes Cidade”, teceu críticas ao que chamou “Cidade-Jardim Radieuse” e falando de Le Corbusier ela comenta:

(...) ele propôs ruas subterrâneas para veículos pesados e transportes de mercadorias, e claro, como os planejadores da Cidade-Jardim, manteve os peões fora das ruas e dentro dos parques. A cidade dele era como um brinquedo mecânico maravilhoso. (...) Mas, no tocante ao funcionamento da cidade, a Cidade-Jardim só diz mentiras (Jacobs, 2011).

Nesse viés Jacobs entendia como a cidade um lugar resiliente e humano focado na identidade do usuário e sua relação com a cidade.

1.2 A relação do bairro com o atual perfil do seu usuário

O planejamento do bairro está seguindo tendências urbanas, tais como Smart City, Garden City, Unidade de Vizinhança, o Modernismo, Neo-tradicionalismo e Eco-urbanismo. Parece que a literatura sobre desenvolvimento sustentável revive o debate anterior sobre a forma urbana, suportes, abordagens, racionalização ambiental, maior precisão e com os princípios do desenvolvimento sustentável (Cease et. al., 2019).

Ao tratar da atual relação do usuário com a cidade e da busca por cidades inteligentes ligadas ao futuro do trabalho, com objetivo de explorar em que tipo de cidade as pessoas aspiram viver, Jofee et al. (2016) usando uma nova técnica associativa livre, onde define que as aspirações da cidade são agrupadas em torno de sete temas, concluiu que fisicamente, as pessoas aspiram à uma cidade com uma gama de serviços e instalações, espaços verdes e azuis, transporte eficiente, beleza e bom design, e que, socialmente, as pessoas aspiram a um senso de comunidade e a um ambiente seguro.

Estudos de cidades inteligentes (Mabon et al., 2019) enfatizam o potencial de como novas tecnologias inteligentes podem redefinir as cidades em função das necessidades dos usuários. Dawkins et al. (2018) e Birkin (2019), apontam para um comportamento para fora do carro, ou seja, eles indicam a propensão das pessoas pela mobilidade ativa para beneficiar o ambiente e a saúde, e, portanto, mudanças nos rumos da infraestrutura urbana e na gestão dos sistemas de transportes.

1.3 O bairro e os sistemas de certificação ambiental

Embora o planejamento de bairro tenha uma história relativamente longa, foi nos primeiros anos do século XXI que os planejadores e ambientalistas começaram a projetar ferramentas para Avaliação da Sustentabilidade (SA) na escala do bairro. Várias etiquetas de certificação sustentável para espaços de construção surgiram em meados dos anos 1990 e 2000 (Martinho, 2019). Eles fornecem critérios de avaliação explícitos para orientar projetos, primeiramente para o edifício isolado e, posteriormente, para orientar a relação da edificação com o contexto de sua inserção, trazendo a leitura de desenvolvimento de bairro sustentável. Tais ferramentas atuam como um instrumento de apoio para designers, consultores e gerentes, planejadores e ambientalistas, na busca de melhores soluções através do estabelecimento de processos específicos, critérios e indicadores. Então os sistemas de certificação para desenvolvimento de bairros sustentáveis fornecem orientações para o desenvolvimento urbano sustentável (Vilela et al., 2019).

A este respeito, Pedro et. al. (2018), argumentam que os instrumentos de avaliação devem levar em conta a especificidades de cada local. Diversos estudos já foram realizados e vinculados à certificação ambiental e, que para o caso de unidades de vizinhança, o LEED-ND é a ferramenta que melhor se adequa as características locais de cada bairro. O LEED-ND, desenvolvido em 2009 pela US Green Building Council (USGBC), se baseia em uma abordagem de sustentabilidade integrada para uso da terra, transporte e infraestrutura de projetos urbanos com vistas ao desenvolvimento mais saudável das cidades.

A certificação ambiental LEED-ND é subdividida em três seções principais: Localização Estratégica - pretende minimizar os impactos ambientais adversos e limitar a expansão urbana; Padrão e Projeto do Bairro - incentiva implantações compactas, uso misto e com ligações a comunidades vizinhas; e Infraestrutura e Edifícios Verdes - visa reduzir o impacto ambiental dos edifícios e infraestruturas. Além disso, há duas seções de crédito bônus: Inovação e Design de Processos; e Créditos de Prioridade Regional. Cada uma destas seções compreendem um conjunto de pré-requisitos obrigatórios e créditos opcionais. Para aplicar a certificação LEED-ND os projetos devem atender a todos os pré-requisitos obrigatórios e um conjunto mínimo de pontos dados por créditos opcionais. A Figura 1 apresenta a estrutura de pontuação estruturada nas 5 seções descritas e elencadas por pré-requisitos e créditos com a pontuação correspondente.

2. Metodologia da Pesquisa

Adotou-se a revisão sistemática de literatura com objetivo de identificar o estado da arte de publicações científicas relacionadas especificamente a certificação ambiental LEED-ND, visando a utilização dos dados encontrados na análise e sumarização quantitativa no sentido desmistificador do conhecimento.

A pesquisa, do ponto de vista da sua natureza é classificada como básica, abordando o problema de forma quantitativa exploratória, realizada por procedimento técnico documental disponível nos bancos de dados das plataformas *Scopus* e *Web of Science* e posterior utilização do *software* Zotero na logística organizacional. Foram aplicados os filtros e *strings*: TITLE-ABS-KEY: (“LEED-ND” OR “Leadership in Energy & Environmental Design for Neighborhood Development”), gerando a identificação de 72 artigos na

plataforma *Scopus* e 49 artigos na plataforma *Web of Science*, sendo de livre acesso 56 artigos na plataforma *Scopus* e 36 na plataforma *Web os Science*. Na utilização do *software* auxiliar *Zotero* foram eliminadas sobreposições de documentos, identificando por fim 54 artigos com a possibilidade de adoção para a pesquisa.

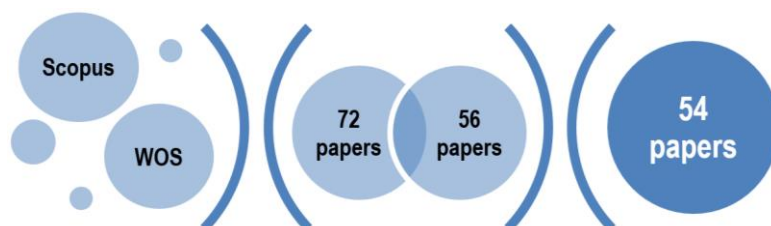


Figura 1: Fluxo e identificação da amostragem. Fonte: Os autores.

Como procedimento técnico documental eliminatório foram adotadas nas fases subsequentes: Seleção (S), Elegibilidade (E) e Inclusão (I), e as condições: análise do abstract, conteúdo exclusivo da certificação ambiental LEED-ND e aplicabilidade em estudo de caso.



Figura 2: Fluxo e identificação da amostragem. Fonte: Os autores.

O Quadro 1 traz a lista de artigos considerados para o estudo.

ARTIGO	PAÍS DE ORIGEM	ANO	TÍTULO ORIGINAL DO ARTIGO
1	United States	2019	Barriers and incentives for sustainable urban development: An analysis of the adoption of LEED-ND projects
2	Brazil	2019	Sustainable neighborhoods in Brazil: a comparison of concepts and applications
3	Portugal	2018	Scaling up LEED-ND sustainability assessment from the neighborhood towards the city scale with the support of GIS modeling: Lisbon case study
4	United States	2017	Shades of Green Modifying Sustainability Rating Systems for Transit Center Functionality
5	Turkey	2016	Attaining SDG11: can sustainability assessment tools be used for improved transformation of neighbourhoods in historic city centers?
6	United States	2013	LEED-ND as an urban metric
7	United States	2012	A GIS and indexing scheme to screen brownfields for area-wide redevelopment planning
8	Canada	2012	Measuring the sustainability of existing communities using LEED for neighbourhood development (LEED-ND) rating system
9	China	2011	The quantai ecological urban design based on the dark-green concept
10	United States	2009	Sustainable by Design? Insights From US LEED-ND Pilot Projects

Quadro 1: Lista de artigos definida como amostragem para análise. Fonte: Os autores.

Para a leitura e análise dos artigos científicos definidos como amostragem, foi elaborada uma tabela adaptada do check list original do LEED-ND, com o objetivo principal de verificação e entendimento completo das cinco seções da ferramenta, o que incluiu as suas 12 métricas definidas como pré-requisitos obrigatórios e as 47 métricas definidas como créditos. Para atingir o objetivo geral desse artigo foram eliminados os valores quantitativo mínimo ou máximo possíveis em cada métrica e substituídos por valores representados pelo sinal positivo (+) para as métricas consideradas na amostragem ou sinal negativo (-) para as métricas não consideradas na amostragem.

LEED v4 para Projeto Construído para Desenvolvimento do Bairro (LEED v4 for Neighborhood Development Built Project)												
SEÇÃO		ARTIGO: considerou (+) ou não considerou (-)										Sub total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Localização Estratégica		Total atingido pela amostragem na seção										84%
Pré-req	Local Inteligente	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	9
	Espécies em Risco e Comunidades Ecológicas	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	9
	Conservação de Zonas Úmidas e Corpos d'Água	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	9
	Conservação de Terras Agrícolas	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	9
Crédito	Prevenção de Planícies de Inundação	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	9
	Localização Preferencial	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	9
	Remediação de Áreas Contaminadas	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	8
	Acesso a Transporte de Qualidade	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	8
	Instalações para Bicicletas	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	8
	Proximidade entre Residência e Trabalho	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	8
	Proteção de Encostas Íngremes	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	8
	Projeto do Terreno para Conservação do Habitat ou Áreas Úmidas e Corpos d'Água	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	8
	Restauração do Habitat ou Áreas Úmidas e Corpos d'Água	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	8
	Gestão de Conservação a Longo Prazo do Habitat ou Áreas Úmidas e Corpos d'Água	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	8
Padrão e Projeto do Bairro		Total atingido pela amostragem na seção										72%
Pré-req	Ruas Caminháveis	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	8
	Desenvolvimento Compacto	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	8
	Comunidade Conectada e Aberta	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	8
Crédito	Ruas Caminháveis	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	7
	Desenvolvimento Compacto	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	7
	Bairros de Uso Misto	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	7
	Tipologias Residenciais e Valores Acessíveis	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	7
	Redução da Área de Projeção do Estacionamento	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	7
	Comunidade Conectada e Aberta	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	7
	Instalações de Trânsito	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	7
	Gerenciamento de Demanda de Transporte	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	7
	Acesso a Espaços Cívicos e Públicos	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	7
	Acesso a Instalações de Lazer	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	7
	Visitabilidade e Desenho Universal	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	7
	Divulgação e Envolvimento da Comunidade	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	7
	Produção Local de Alimentos	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	7
	Paisagem Urbana Arborizada e Sombreada	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	7
Escolas de Bairros	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	7	
Infraestrutura e Edifícios Verdes		Total atingido pela amostragem na seção										62%
Pré-req	Edifício Verde Certificado	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	7
	Desempenho Energético Mínimo do Edifício	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	7
	Redução do Uso de Água do Interior	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	7
	Prevenção da Poluição na Atividade de Construção	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	7
Crédito	Edifícios Verdes Certificados	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6
	Otimizar Desempenho Energético do Edifício	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6
	Redução do Uso de Água do Interior	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6
	Redução do Uso de Água do Exterior	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6
	Reúso do Edifício	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6
	Preservação de Recurso Histórico e Reuso Adaptável	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6
	Reduzir Distúrbios no Terreno	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6
	Gestão de Águas Pluviais	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6
	Redução de Ilhas de Calor	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6
	Orientação Solar	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6
	Produção de Energia Renovável	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6
	Central Distrital de Água Gelada e Aquecimento	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6
	Eficiência Energética da Infraestrutura	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6
	Gerenciamento de Águas Servidas	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6
Reciclagem e Reutilização da Infraestrutura	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6	
Gerenciamento de Resíduos Sólidos	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6	
Redução da Poluição Luminosa	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6	
Inovação e Processo de Projeto		Total atingido pela amostragem na seção										40%
Crédito	Inovação	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	5
	Profissional Acreditado LEED®	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	3
Créditos de Prioridade Regional		Total atingido pela amostragem na seção										60%
Crédito	Crédito de Prioridade Regional: Região Definida	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6
	Crédito de Prioridade Regional: Região Definida	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6
	Crédito de Prioridade Regional: Região Definida	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6
	Crédito de Prioridade Regional: Região Definida	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	6

Tabela 1: Resultado quantitativo verificado no conteúdo abordado pela amostragem em relação ao check list contido no LEED v4 para Desenvolvimento do Bairro. Fonte: Adaptado de LEED v4 for Neighborhood Development (2018).

Com o método adotado foi possível entender melhor o significado de cada métrica aplicado nos estudos de caso contidos nos artigos definidos como amostragem para essa pesquisa, o possibilitou mensurar em percentual a atual aplicabilidade da certificação ambiental LEED-ND, apresentados a seguir.

3. Apresentação e Análise dos Resultados

Como procedimento técnico analítico, a partir do check list contido no LEED-ND suas métricas, consideradas ou não consideradas nos estudos de caso, contidas nos 10 artigos definidos como amostragem para essa pesquisa, são apresentados os resultados do ponto de vista documental exploratório quantitativo.

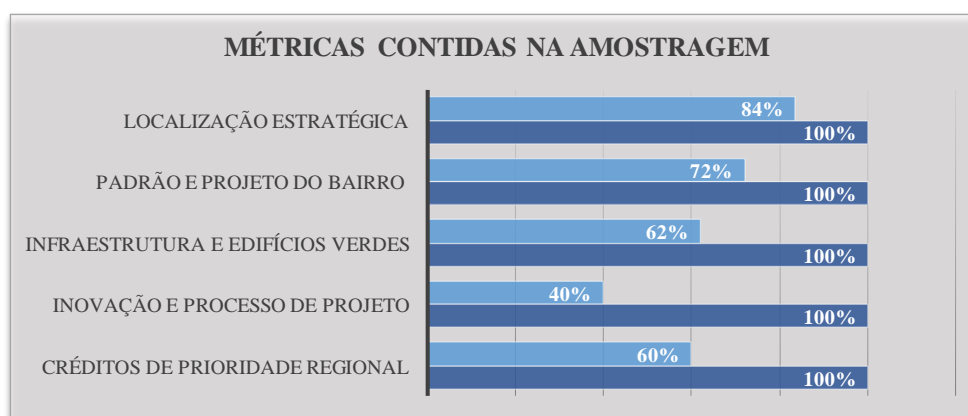


Figura 3: Resultado da relação entre a quantidade de métricas possíveis e métricas adotadas.

Fonte: Os autores.

Seção Localização Estratégica: 84% - Foi a seção com maior dedicação das pesquisas científicas e vinculadas as métricas que pretendem minimizar os impactos ambientais adversos e limitar a expansão urbana, acreditando-se que se deve por ser condição fundamental no desenvolvimento sustentável de bairros e no processo de certificação, comprovado por conter o maior número de pré-requisitos da ferramenta, e que priorizam a preservação natural do sítio. Pode-se perceber no conteúdo dos artigos uma priorização pelas facilidades de acesso ao transporte e ao deslocamento ativo da população alvo, além do incentivo a proximidade de serviços e trabalho a curtas distâncias das unidades habitacionais.

Padrão e Projeto do Bairro: 72% - Foi a seção com o segundo maior índice de dedicação das pesquisas científicas e vinculadas às métricas que incentivam implantações compactas, uso misto e com ligações a comunidades vizinhas, sendo que o conteúdo dos artigos direcionam principalmente para diretrizes confortáveis para o manuseio da vida diária em comunidade, abrangendo a diversidade de usos, tipologias, conforto nos curtos trajetos de deslocamento e atividades sociais, lazer e educação, com preservação ambiental representando o interesse do usuário final do bairro.

Infraestrutura e Edifícios Verdes: 62% - Foi a seção com o terceiro maior índice de dedicação das pesquisas científicas e vinculadas a métricas pois visam reduzir o impacto

ambiental dos edifícios e infraestruturas. Percebe-se uma diminuição gradativa da dedicação dos estudos a medida que a escala é reduzida de conjunto urbano para a edificação isolada. Há um entendimento de redução de investimentos de tempo e recursos para calcular a pontuação LEED-ND para projetos individuais, ou seja, do edifício isolado, o que tem sido um impedimento importante na implantação do LEED-ND, ou seja, torna-se economicamente menos acessível em relação a projetos individuais.

Inovação e Processos de Projetos: 40% - Foi na seção em que a amostragem apresentou menor índice de dedicação e de informação a respeito do credenciamento de profissionais. Percebe-se, também, a superficialidade com que o tema é abordado quando presente nas pesquisas, apresentando poucos dados no sentido quantificador das características técnicas que a seção exige.

Créditos de Prioridade Regional: 60% - É por fim na seção de créditos e prioridades regionais que a ferramenta LEED-ND proporciona a flexibilidade em adequações a identidade local para cada bairro ou comunidade alavancando a potencialidade de conquista de pontuação no processo de certificação, e é onde encontra-se um déficit de criatividade da discussão e inovação de técnicas ou diretrizes projetuais. Em raras oportunidades nos artigos científicos são encontradas discussões acerca das prioridades regionais de cada sítio e quando existem estão focadas em expor a falta de políticas públicas e instrumentos legais direcionados em favor da construção de cidades mais saudáveis.

4. Considerações Finais

Apesar de diversos estudos terem sido direcionados à pesquisa de ferramentas de certificação ambiental com aplicabilidade em estudos de caso, especialmente as direcionadas ao LEED-ND e limitadas aos portais de bases de dados Scopus e Web of Science num recorte temporal entre os anos de 2009 a 2019, apenas 30% das pesquisas abordam todas as métricas contidas nessa ferramenta de certificação. Deve-se também considerar que as pesquisas podem ser insatisfatórias se utilizadas individualmente como referência de aplicação da ferramenta LEED-ND, e que geram entendimento completo da abrangência e utilidade da ferramenta se cruzadas entre si e aplicadas em uma amostragem de relevância.

Pode-se dizer que a sinergia entre os princípios do Novo Urbanismo, das Cidades Inteligentes e das Certificações Ambientais ainda está desalinhada com o caminho da sustentabilidade e seus sistemas de infraestrutura urbana, então pode-se concluir que o LEED-ND é uma ferramenta capaz de fornecer diretrizes objetivas e mensuráveis para o planejamento de bairros urbanos sustentáveis. O LEED-ND é uma ferramenta capaz de potencializar a construção de bairros sustentáveis e cidades mais saudáveis porque emprega um número de métricas amplamente utilizadas para avaliar a sustentabilidade urbana, como a acessibilidade, densidade e uso da terra e diversidade de usos, sendo a conectividade a métrica mais essencial, onde o foco principal é sobre o aumento do número e tipos de vias de circulação. Aumentar a conectividade se traduz em criação de lugares centrais onde várias atividades podem se integrar, funcionando como espaços compartilhados e de diversidade de usos.

Percebeu-se que a seção do LEED-ND com maior aplicabilidade nas pesquisas foi a de Localização Estratégica, o que significa dizer que as pessoas desejam estar próximas do que a cidade tem para oferecer e com fácil acesso à serviços e atividades cotidianas como lazer, trabalho, escola e demais que possam surgir. Nesse viés cabe ressaltar a importância da acessibilidade e mobilidade e por isso os sistemas de conexão urbanos precisam ser adequados e viabilizar a integração de bairros sustentáveis com a cidade. Nesse sentido, um transporte coletivo é mais sustentável do que um motorizado individual. Um individual ativo é mais sustentável do que qualquer um dos dois mencionados anteriormente. Sobretudo, essa é uma das formas de criar o senso de comunidade, já que depende do contato frequente entre as pessoas, ocorrendo em situações onde o transporte não motorizado é incentivado.

A ferramenta de certificação ambiental LEED-ND pode ser percebida como como um sistema retroalimentador para as cidades, visto que quanto mais conceitos e métricas indicadas pela ferramenta forem aplicados pelos planejadores e administradores urbanos, mais popular se tornará como um instrumento auxiliar em tomadas de decisão no desenvolvimento de bairros, construindo então cidades mais saudáveis e conectadas.

Referências

- ARSLAN, T.V.; DURAK, S.; AYTAC, D.O. Attaining SDG11: can sustainability assessment tools be used for improved transformation of neighbourhoods in historic city centers?, *Natural Resources Forum*, vol. 40, no. 4, p. 180-202, 2016.
- BIRKIN, M. Spatial data analytics of mobility with consumer data. *Journal of Transport Geography*, v. 76, p. 245-253, abr. 2019.
- BROCK, K.; OUDEN, E.; KLAUW, K. der; PODOYNITSNA, K.; LANGERAK, F. Light the way for smart cities: Lessons from Philips Lighting. *Technological Forecasting and Social Change*, v.142, p. 194-209, mai. 2019.
- CEASE, B.; KIM, H.; KIM, D.; KO, Y.; CAPPEL, C. Barriers and incentives for sustainable urban development: An analysis of the adoption of LEED-ND projects, *Journal of environmental management*, vol. 244, pp. 304-312, 2019.
- CHRYSOCHOOU, M.; BROWN, K.; DAHAL, G.; GRANDA-CARVAJAL, C.; SEGERSON, K.; GARRICK, N.; BAGTZOGLU, A. A GIS and indexing scheme to screen brownfields for area-wide redevelopment planning, *Landscape and Urban Planning*, vol. 105, no. 3, pp. 187-198, 2012.
- CONNOLLY, J. J.T. From Jacobs to the Just City: A foundation for challenging the green planning orthodoxy. *Cities*, 91, p. 64-70, ago. 2019.
- COSTA, F. L. O.; Alexandre de Oliveira e AGUIAR, A. de O. e. Do edifício ao bairro: critérios de certificação de sustentabilidade e eficiência energética no planejamento de bairros ativos. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 6, n. 40, p. 113-124, 2018.
- CROSSON, C. *Shades of Green modifying sustainability rating systems for transit center functionality*. 2017.

DAWKINS, L.C.; WILLIAMSON, D.B.; BARR, S.W.; LAMPKIN, S.R. Influencing transport

behaviour: A Bayesian modelling approach for segmentation of social surveys. *Journal of Transport Geography*, v. 70, p. 91-103, jun. 2018.

GARDE, A. Sustainable by design?: Insights from U.S. LEED-ND Pilot Projects, *Journal of the American Planning Association*, vol. 75, no. 4, pp. 424-440, 2009.

GBC BRASIL. Green Building Council Brasil. LEED v4 for NEIGHBORHOOD DEVELOPMENT. Updated July 2, 2018. Disponível em: <<https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/tipologia-nd/>>. Acesso em: 01 dez. 2019.

GBC BRASIL. Green Building Council Brasil. Checklist LEED v4 ND. Disponível em: <<https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/tipologia-nd/>>. Acesso em: 05 dez. 2019.

JACOBS, Jane. *Morte e vida de grandes cidades*. 3º. Martins Fontes, 2011.

JOFFE, H.; SMITH, N. City dweller aspirations for cities of the future: How do environmental and personal wellbeing feature? *Cities*, 59, p. 102-112, nov. 2016.

PEDRO, J., SILVA, C. & PINHEIRO, M.D. Scaling up LEED-ND sustainability assessment from the neighborhood towards the city scale with the support of GIS modeling: Lisbon case study, *Sustainable Cities and Society*, vol. 41, pp. 929-939, 2018.

MABON, L.; KONDO, K.; KANEKIYO, H.; HAYABUCHI, Y.; YAMAGUCHI, A. Fukuoka: Adapting to climate change through urban green space and the built environment? *Cities*, v. 96, p. 273-285, out. 2019.

MARTINHO, N. S. Legados urbanos e suburbanos: analisando indicadores morfológicos de vitalidade urbana em duas vilas olímpicas certificadas pelo selo LEED-ND, 2019. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

MARTINS, A. I. M. L. *Contributos da Gestão e Planeamento da Mobilidade Urbana para a Construção de Cidades Saudáveis*, 2019. Tese (Doutorado em Geografia / Planeamento Regional e Urbano) – Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2019.

MULLER, J., LU, H.; CHIRKIN, A.; KLEIN, B.; SCHIMITT, G. Citizen Design Science: A strategy for crowd-creative urban design. *Cities*, v. 72 A, p. 181-188, fev. 2018.

NIELSEN, B. F.; BAER, D.; LINDKVIST, C. Identifying and supporting exploratory models of innovation in municipal urban planning: key challenges from seven Norwegian energy ambitious neighborhood pilots. *Technological Forecasting and Social Change*, v.142, p. 142-153, mai. 2019.



ONU, Organização das Nações Unidas. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: < <https://nacoesunidas.org/pos2015/>>. Acesso em: 01 dez. 2019.

TALEN, E.; ALLEN, E.; BOSSE, A.; AHMANN, J.; KOSCHINSKY, J.; WENTZ, E.; ANSELIN, L. LEED-ND as an urban metric, *Landscape and Urban Planning*, vol. 119, pp. 20-34, 2013.

USGBC. United States Green Building Council. LEED Reference Guide for Neighborhood Development: LEED V4 Edition. Disponível em: < <https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/tipologia-nd/>>. Acesso em: 03 dez. 2019.

VILELA, A.P.L.; REBOITA, M.S.; SILVA, L.F.; GERASIMOVA, M.K.; SANT'ANNA, D.O. Sustainable neighborhoods in Brazil: a comparison of concepts and applications, *Environment, Development and Sustainability*. 2019.

WESHAH, N.; SADEGHPOUR, F. Measuring the sustainability of existing communities using LEED for neighbourhood development (LEED-ND) rating system, *ICSDC 2011: Integrating Sustainability Practices in the Construction Industry - Proceedings of the International Conference on Sustainable Design and Construction 2011*, pp. 611, 2012.

ZHAO, J.; BENTLAGE, M.; THIERSTEIN, A. Residence, workplace and commute: Interrelated spatial choices of knowledge workers in the metropolitan region of Munich. *Journal of Transport Geography*, v. 62, p. 197-212, jun. 2017.

ZHU, D. & SHENG, J. The quantai ecological urban design based on the dark-green concept. 2011.

Escola Mandacaru e o brotar da vida nos espaços públicos: proposta de integração urbana para o bairro da Levada, em Maceió - AL.

Mandacaru School and the blossoming of life in public spaces: proposal of urban integration for the neighborhood of Levada, in Maceió - AL.

Anne Kalyne Barros de Oliveira, CENTRO UNIVERSITÁRIO TIRADENTES - UNIT

kalynedeoliveira1@gmail.com

Isabela Florenço de Castro, CENTRO UNIVERSITÁRIO TIRADENTES - UNIT

isabelandcred@gmail.com

Maria Clara Catão Barbosa, CENTRO UNIVERSITÁRIO TIRADENTES - UNIT

mariaclaracataob@gmail.com

Resumo

Vive-se em um momento onde os espaços públicos e as pessoas estão perdendo palco e protagonismo para os edifícios fechados e cidades com muros. A cidade, como um organismo vivo, se encontra em um quadro de saúde debilitada. Portanto, como nunca, o discurso de caminhabilidade e desenvolvimento sustentável, passam ser uma necessidade urgente. Assim como os espaços, os equipamentos públicos presentes na cidade estão cada vez mais genéricos e impessoais, os mesmos carecem de sensibilidade e identidade, principalmente por fazerem parte do desenvolvimento da sociedade. Este artigo apresenta uma proposta de uma Escola Infantil, que tem como objetivo desenvolver um conceito arquitetônico que vislumbre a sustentabilidade e a eficiência energética através da utilização de tecnologias construtivas com baixo impacto ambiental. Propondo um contato diferente entre a criança e o meio ambiente, a Escola Mandacaru apresenta uma integração entre área escolar e o espaço público, localizado no bairro da Levada, em Maceió - AL, contribuindo com o bem estar da comunidade local.

Palavras-chave: Espaço Público; Escola; Integração; Urbanismo

Abstract

We live in a moment where public spaces and people are losing their space and prominence to closed cities and buildings. As a living organism, the city is in a state of low health. Therefore, as never before, the discussion of walkability and sustainable development becomes an urgent need. As the spaces, public facilities in the city are increasingly generic and impersonal, they are in need of sensitivity and identity, especially because they are part of society's development. This article presents

a proposal for a kindergarten school, aiming to develop an architectural concept that envisions sustainability and energy efficiency through the use of low environmental impact building technologies. Proposing a different relationship between the child and the environment, the Mandacarú School presents an integration between the school area and the public space, located in the neighborhood of Levada, Maceió - Alagoas, contributing to the well-being of the local community.

Keywords: Public Spaces; School; Integration; Urbanism

Introdução

Por muito tempo o espaço público foi a continuidade de lares. De forma pública, as ruas possibilitam diversas interações culturais, sociais, facilitando a mobilidade e conectando pessoas, sendo palco para encontros. Um exemplo da formação do mesmo foi a ágora grega presente na história, uma praça pública, símbolo da democracia para sua época e local onde eram realizadas reuniões, discussões ou até mesmo encontros religiosos.

O espaço público tem o poder de conectar lugares e pessoas por sua própria essência, é um lugar de troca, não só de bens, mas trocas de ideias e experiências. Entretanto, na atualidade, a formação da cidade como um todo baseia-se na relação de poder e estes espaços muitas vezes são apenas um reflexo deste jogo, representando uma estrutura social totalmente desigual e injusta, onde o interesse da melhoria é transformado em investimento e a beleza só existe para os mais privilegiados.

Até o momento, viemos caminhando de acordo com um modelo de cidade que nega a possibilidade de uso do espaço público e intensifica a privatização da vida, o fechamento da homogeneização dos espaços e que está nos levando à desorganização social e ao caos urbano. É preciso implementar uma política de investimento muito clara na retomada da qualidade do espaço da cidade, na retomada da sua multifuncionalidade e beleza, na retomada da idéia de uma cidade que conecta usos, funções e pessoas diferentes, em segurança. Esse modelo não só é urgente para quem defende uma posição mais democrática de utilização do espaço público, da vida pública, mas também porque é mais sustentável. (ROLNIK, 2000)

Pode-se encontrar em todas as cidades os chamados vazios urbanos, espaços estes que não apresentam uma função social, e que estão a mercê da especulação imobiliária, que podem ser transformados em fonte de lazer e de vida para pequenas comunidades ou para grandes cidades. Para que isso aconteça de fato não são necessários grandes investimentos, entretanto, são necessários equipamentos para que as pessoas criem seus próprios usos e por fim, seu significado. Isto não quer dizer que seja necessária uma homogeneidade, pois, espaços como estes devem fomentar a vivência do diferente de igual para igual.

Segundo Maranhão e Oliveira (2016), “a utilização e a apropriação dos espaços públicos, no entanto, só se mantêm conforme o significado que a comunidade lhes atribui.”

A escola, por sua vez, representa um papel de extrema importância para a formação cidadã de uma população, visto que a educação infantil é a base para o desenvolvimento da criança nos aspectos físico, psicológico, intelectual e social. Um espaço amplo e aberto para desenvolver os sentidos nesta etapa de formação que são os primeiros anos de vida são

essenciais para as crianças, eles promovem uma melhor interação e integração da criança com o espaço, à medida que estimula sua sensibilidade e criatividade.

Portanto, a proposta da creche escola não apenas está ligada ao ensino prático de disciplinas e a relação de professor e aluno, mas também, a uma nova forma de vivência da criança com o meio em que está inserida, proporcionando inúmeros benefícios para sua formação, visto que os conceitos projetuais que baseiam a elaboração do projeto, visam quebrar paradigmas das demais escolas construídas até então.

Para a sua elaboração, foi utilizado como método de abordagem o hipotético-dedutivo e como método de procedimento o experimental. Durante a coleta de dados, além da pesquisa bibliográfica, foi realizada uma pesquisa de campo, com entrevistas com a população local e visitas *in loco* para observação.

O presente artigo traz consigo a proposta de um espaço público integrado a uma creche escola pública para o bairro da Levada, Maceió - AL, levando em consideração problemas e potencialidades locais para a produção de um espaço que proporcione qualidade de vida. Derivado das disciplinas de Ateliê de Projetos Institucionais e Práticas de Arquitetura e Urbanismo III, do 6º período de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Tiradentes – UNIT AL. Nele, esta problemática é abordada sob três aspectos: História breve do bairro e diagnóstico, Escola Mandacarú e o brotar da vida nos espaços públicos.

1. História breve do bairro e diagnóstico

Como conta Jair Barbosa, o bairro da Levada em Maceió - AL, por ser vizinho ao centro da cidade, por muito tempo foi habitado por pessoas da classe média, que construíram seus casarões sempre com sobrados e as sacadas voltados para a bela lagoa Mundaú, que banha o bairro. As ruas eram estreitas (como atualmente), porém as pessoas costumavam conviver nelas.

Aos poucos foram surgindo as casas comerciais e hoje, o bairro tem todas as ruas pavimentadas, alguns casarões permanecem, porém já descaracterizados e transformados em escolas e casas comerciais. O Mercado da Produção por exemplo, é o símbolo dessa modernidade, apesar de mal conservado, virou um centro de vendas de artesanato e a linha férrea continua cortando parte do bairro, que passou a ter uma estação ferroviária.

Após um levantamento com as principais questões urbanas e sociais que serviram de base para o desenvolvimento da proposta do espaço público e da escola e mediante a análise do entorno do terreno do mesmo, pôde-se observar diferentes apropriações dos espaços, fluxos e deslocamentos, além de vários problemas urbanos. Observou-se a existência de lugares que tornam aquela área um bom lugar para viver (Figura 1).

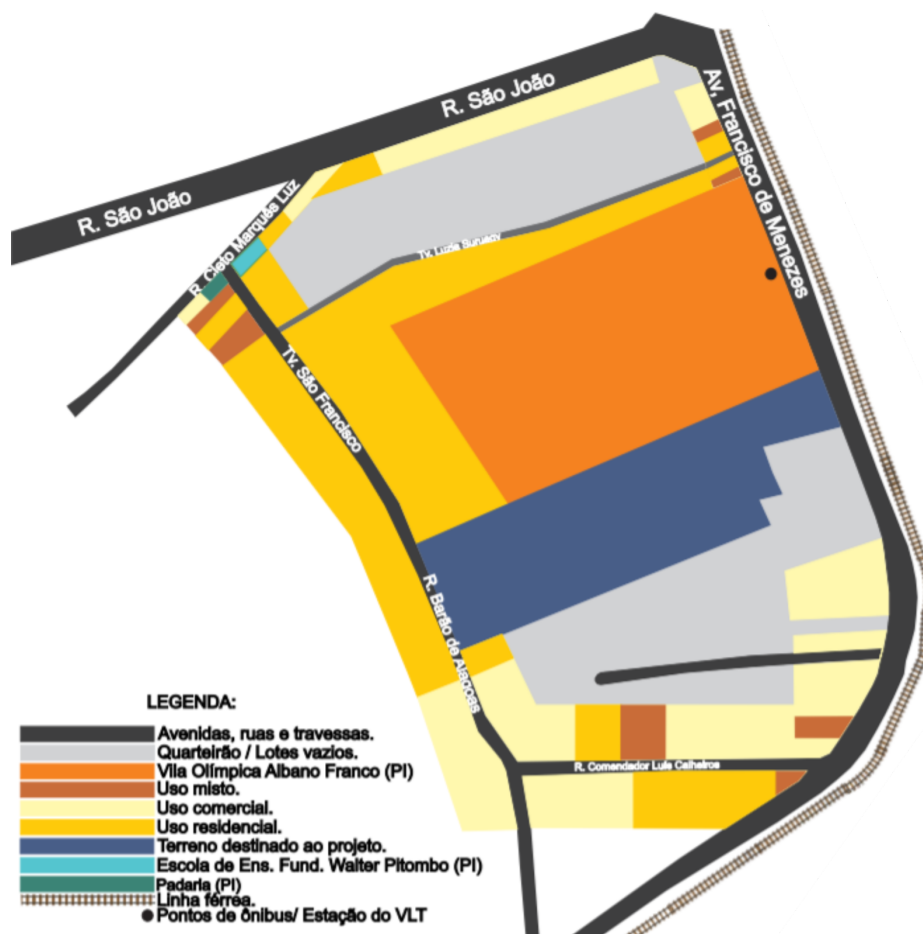


Figura 1: Mapa de uso e ocupação do solo com pontos de interesse. Fonte: Elaborado pelos autores.

Outro ponto de interesse muito importante é a escola pública de ensino fundamental, que garante o acesso à educação básica para as pessoas daquela região e ainda nas proximidades, encontram-se outros como o Mercado da Produção, que é o maior, mais antigo e tradicional mercado da cidade, possuindo uma variedade extensa de produtos, levando centenas de pessoas aquela área diariamente, a estação ferroviária, que por sua vez permite que as pessoas que ali residem tenham acesso fácil e barato para outros lugares da cidade, ainda que poucos e também o posto de saúde, mostrando que aquelas pessoas usufruem de alguns de seus direitos básicos como cidadão.

A infraestrutura é precária, não possuindo saneamento básico, onde o esgoto das casas desaguam na rua, tornando-se expostos, além do lixo encontrado por todas as partes, em calçadas ou nas próprias ruas, pois não possuem um descarte adequado ou uma coleta regular. Além do cheiro desagradável, o líquido produzido pelo seu acúmulo pode atingir as águas subterrâneas, contaminar o solo, e portanto, trazer doenças às pessoas que mantêm um contato com o mesmo, contribuindo com possíveis problemas mais graves como as enchentes.

O presente levantamento permitiu indicar os fatores negativos que prejudicam o bem estar de uma sociedade no meio urbano, refletidos no bairro. Contudo, pôde-se também através do

mesmo identificar as potencialidades presentes no local, grande oportunidade para transformar problemas em soluções, beneficiando assim esta comunidade.

2. Escola Mandacarú

Como mostra Rocha (2012), a partir de estudos realizados pela Eletropaulo, para o município de São Paulo, obteve-se o resultado de que se tratando de prédios públicos as unidades de ensino são um dos maiores consumidores de energia elétrica. Dentre eles, destacam-se os sistemas de climatização e iluminação como os principais responsáveis pelo consumo de energia elétrica em prédios públicos.

Verifica-se que os prédios públicos, em sua maioria, apresentam oportunidades significativas de redução de custos e de economia de energia a partir da adoção de melhores práticas de gerenciamento das instalações, utilização de equipamentos tecnologicamente mais avançados e eficientes, alterações de características arquitetônicas, e, principalmente, pelas modificações dos hábitos dos usuários e de suas rotinas de trabalho. (ROCHA, 2012)

Os principais obstáculos para a implementação de estratégias ou programas de eficiência energética são a carência de cultura voltada ao combate ao desperdício, dificuldade de obtenção de financiamento, percepção equivocada do elevado investimento inicial ou até mesmo conflito de interesses entre as empresas concessionárias e consumidores públicos. (ROCHA, 2012)

Para contribuir com a qualidade de vida local, foi desenvolvida a proposta de uma creche escola integrada a um espaço público. Com o conceito de cacto, a escola Mandacaru simboliza a resiliência, resistência, beleza e esperança. A escola pública foi pensada a partir da desconstrução da forma do cacto, este dividiu-se em três partes, onde pode-se observar as conexões em planta baixa (Figura 2), os mesmos foram centralizados a fim de que as duas vias de acesso à escola tivessem aproximadamente a mesma distância, visando não privilegiar nenhum dos lados do terreno.

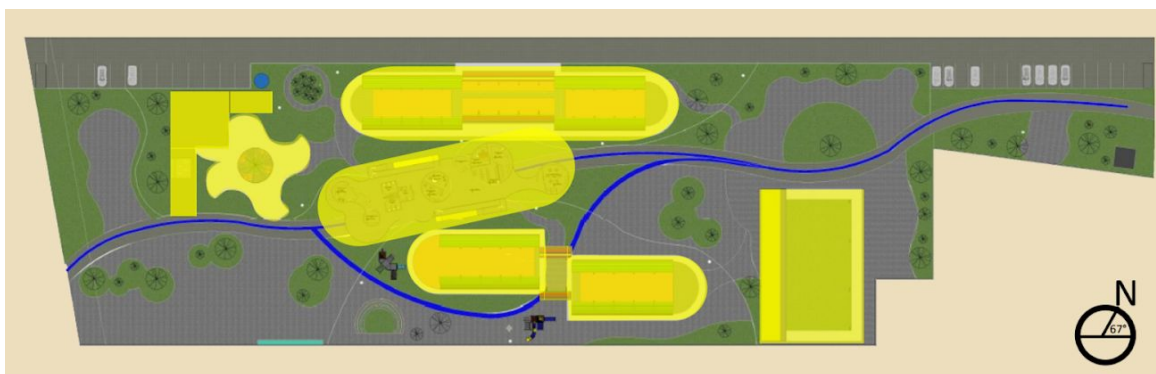


Figura 2: Planta baixa de implantação. Fonte: Elaborado pelos autores.

A escolha dos materiais de construção para um determinado empreendimento afeta diretamente seu impacto ambiental, tanto pela energia introduzida em seu processo de

fabricação quanto pela energia gasta no transporte entre sua origem até ao local de execução, além do cuidado com materiais tóxicos ao meio ambiente (SOLANO, 2008). Visto isso, optou-se pela preferência de produção local – de 61 a 80% dos fornecedores destes materiais de construção deverão estar dentro de um raio máximo de 150 Km. Além disso, é importante a preferência de materiais que com potencial de reaproveitamento e que contribuam para o meio ambiente, como por exemplo, o uso de formas metálicas e do cimento CP3.

Para a proposta da escola, foram utilizadas estratégias como o tijolo de plástico e borracha reciclado para sua vedação, um ótimo isolante térmico e acústico. Além de ser de fácil montagem, não necessitando de uma mão de obra especializada, a escolha deste material contribui com o desenvolvimento sustentável do local, visto que uma das bases para a sustentabilidade é tratar o meio ambiente com respeito, equilibrar o que é retirado e o que é devolvido a natureza. Portanto, o modelo construtivo escolhido promove a reutilização e evita desperdícios, proporcionando assim um destino mais justo para estes materiais.

Outra estratégia utilizada foi a instalação de painéis solares na laje do bloco de serviço, visto que o sol pode ser considerado uma fonte de energia renovável, pois é natural, limpa e sempre disponível. Estando voltados para o poente para maior aproveitamento dos raios solares, a instalação dos painéis torna possível o aquecimento da água e a produção de energia elétrica limpa para a escola, pois sua produção não emite gases de efeito estufa e não gera resíduos.

Devido ao vasto território brasileiro e sua posição geográfica favorável (posicionado bem centrado à Linha do Equador, a incidência dos raios solares é mais vertical), com isso, o Brasil é ensolarado durante todos os meses do ano, o que permite prospectar o uso de energia solar na matriz energética do país, tornando-a mais sustentável e econômica à medida que tiver a produção em larga escala. (MOURA, 2016)

Devido a situação precária atual do local, no que diz respeito ao saneamento básico e descarte inadequado de lixo, foi proposta a instalação da chamada fossa de fitodepuração, a mesma funciona através de um processo biológico e possibilita o reuso das águas cinzas claras (ex.: chuveiros, tanques e lavatórios) para outras atividades, como a irrigação do jardim. Já as águas residuais negras e cinzas escuras (ex.: pias de cozinha e vasos sanitários) são tratadas e descartadas na rede pública, resultando em um impacto mínimo já que o bairro não possui sistema de saneamento básico.

De acordo com SOLANO (2008), a permeabilidade do solo reduz o nível de poluição dos resíduos líquidos que chegam nas estações de tratamento, visto que proporciona melhor funcionamento das redes de tratamento de esgoto. A inserção do telhado verde no projeto além de proporcionar melhorias no clima, reduz os índices da poluição urbana e diminui a velocidade com que a água se encaminha para o sistema público de esgoto.

Como uma alternativa para garantir o conforto térmico no interior dos blocos de salas de aula e para que estes não dependessem da utilização de equipamentos artificiais de condicionamento térmico e iluminação, utilizou-se brises horizontais, fixos e externos, posicionados de maneira que bloqueasse a incidência solar nas faces voltadas para o oeste; desta forma, é possível diminuir o calor no interior dos blocos e evitar ganhos térmicos nos ambientes, além disso, os brises foram modelados de maneira que se tornassem um dos

elementos estéticos mais marcantes da identidade da escola, na cor verde e formando um arco sobre os blocos, dando vida ao conceito “cacto”.

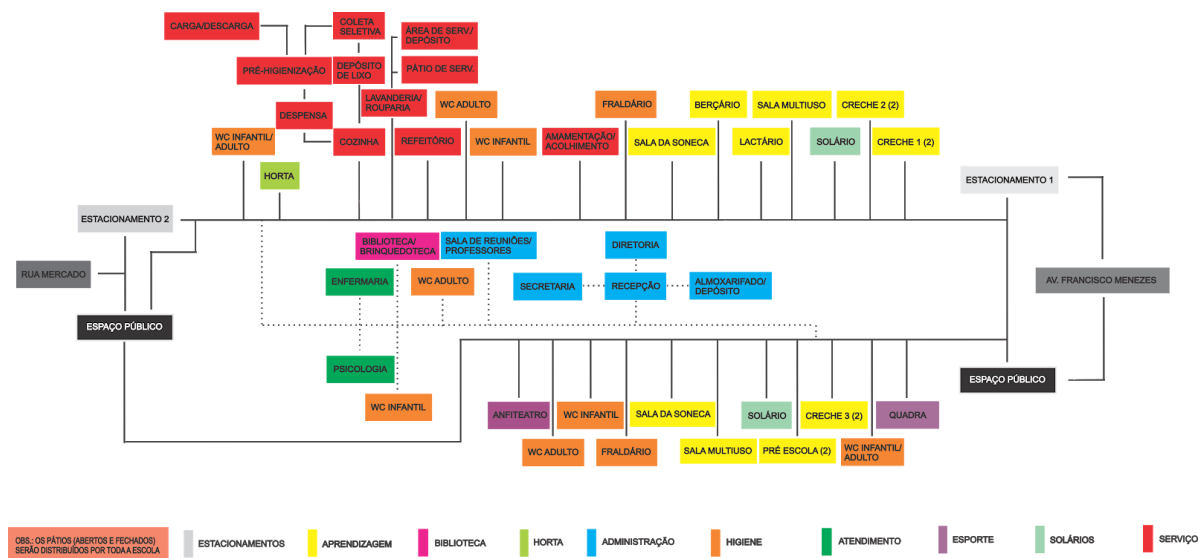


Figura 3: Fluxograma esquemático com setorização. Fonte: Elaborado pelos autores.

Como demonstra o fluxograma da Figura 3, a escola conta com dois acessos, um pela linha ferroviária (A), e outro pelo lado do Mercado (B), ambos contendo estacionamento lateral contínuo que percorre todo o terreno. Os três blocos principais se dividem em dois blocos com sala de aula e de atividades diversas, contornado por um arco de brises. O bloco administrativo conta com formas circulares acompanhadas pela cobertura de telhado verde, também remetendo a outros tipos de cacto e trazendo dinâmica às formas.

Sendo este bloco suspenso por pilares que vão até a cobertura do segundo pavimento, tanto pela questão da sustentação quanto pela estética, o acesso a ele se dá através de rampas de ambos os lados e uma escada (Figura 4). Portanto, considerando que o pilotis faz parte do espaço público, foi definido um limite através de biombos em aço amarelo e vazados, que trazem a segurança necessária para as crianças ao mesmo tempo que não bloqueiam visualmente a paisagem (Figura 5).

Figura 4: Renderização Escola Mandacarú. Fonte: Elaborado pelos autores.

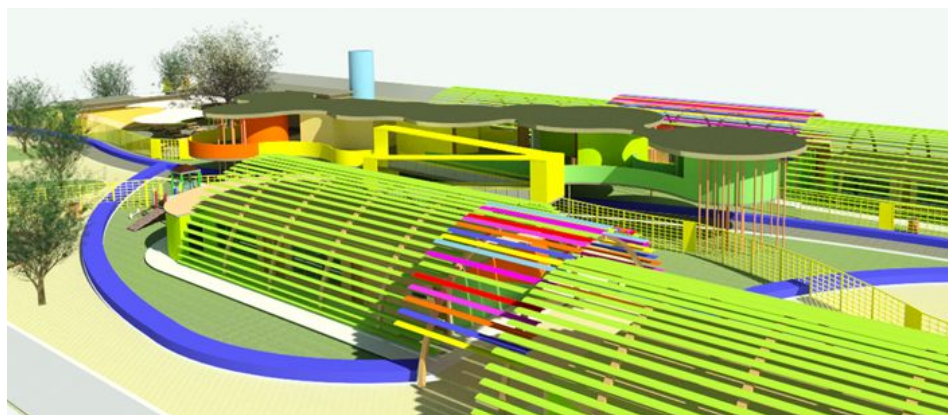


Figura 5: Renderização Escola Mandacarú. Fonte: Elaborado pelos autores.

O espaço da escola conta também com atividades recreativas e educativas durante toda sua extensão, como a horta direcionada às crianças, um mini anfiteatro e espaços amplos para brincar. O refeitório é localizado próximo ao acesso B e é totalmente aberto, possuindo uma árvore em seu centro, buscando proporcionar uma conexão das crianças com o meio externo (Figura 6).



Figura 6: Renderização da proposta apresentada. Fonte: Elaborado pelos autores.

Os espaços afetam diretamente no desenvolvimento das crianças, estes cuidam e educam. Na Escola Mandacaru tanto as edificações que se integram à paisagem local quanto o entorno arborizado foram projetados para propiciar um exemplo permanente da maneira correta de se obter uma convivência benéfica com o meio social e natural em que vivem, preservando-o ao máximo diariamente, para o seu próprio futuro.

3. O brotar da vida nos espaços públicos

Tendo em vista todos os pontos identificados durante o levantamento das principais características da localidade, minimizando seus problemas e evidenciando potencialidades, o projeto terá como principal proposta a interação da comunidade com a área escolar, por meio da travessia que interliga as duas vias principais que margeiam o terreno. Esta opção também será possível aos finais de semana onde a escola e a quadra permanecerão disponíveis para os moradores, e ocasionalmente serão fornecidos alguns eventos para a comunidade.

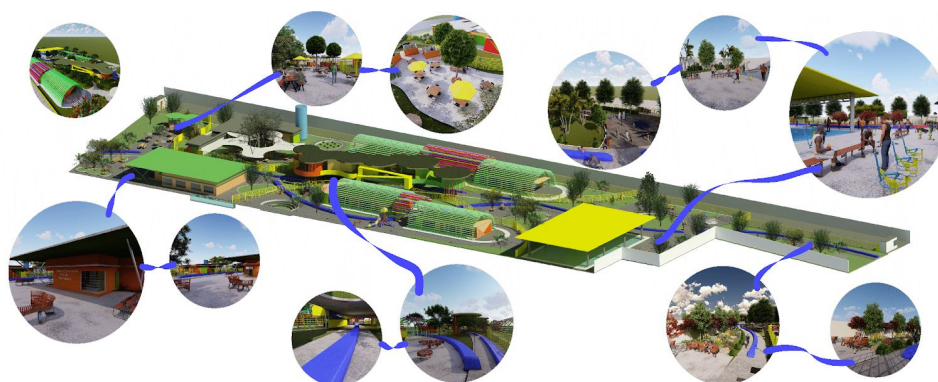


Figura 7: Esquema de atividades do espaço público. Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao longo de todo o terreno é possível identificar locais de permanência, convivência e descanso, sombreados, ao longo de um grande banco azul que atravessa a escola proporcionando permeabilidade (Figuras 7, 8 e 9), assim como mais possibilidades de descanso, tanto em seu interior, no caso sob o pilotis, quanto nas áreas descobertas e até mesmo dentro da escola, como também a permeabilidade do solo através da mescla entre os pisos intertravado e grama.



Figura 8: Renderização da proposta apresentada. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 9: Renderização da proposta apresentada. Fonte: Elaborado pelos autores.

Visando explorar a diversidade de usos e usuários e garantir naturalidade em sua utilização, foram distribuídos equipamentos diversos como para realização de exercícios físicos próximos a quadra de esportes (Figura 10), trazendo movimentação para a área junto a diversos bancos distribuídos por todos os espaços, para garantir oportunidades de lazer e encontro, incluindo um playground público para atender as crianças fora da área da creche, trazendo à comunidade alegria e prazer (Figura 11).



Figura 10: Renderização da proposta apresentada. Fonte: Elaborado pelos autores.

Do outro lado do terreno, próximo ao mercado, foi pensado um espaço para alimentação com quiosques e mesas, com o objetivo de trazer atratividade para a área, garantindo atividade em diversos horários, inclusive no período da noite quando o comércio está fechado,

contando também com uma boa iluminação, para impedir que o local se torne vazio e inseguro. Além disso, foi projetada uma estrutura física para um centro comunitário, Flor de Mandacarú, contendo salas de aulas, ateliês e expositores, podendo ter usos diversos e sendo responsável por gerar suporte e oportunidade principalmente aos adultos da comunidade.

Os parques que apresentam condições ambientais adequadas são determinantes na utilização de parques para o desenvolvimento de atividades físicas e o lazer. Ou seja, podem contribuir na redução da prevalência de sedentarismo e auxiliar na promoção da saúde e bem estar, além de possibilitar o aumento do nível de atividade física dos ativos. Em contrapartida, a má qualidade do ambiente e a insatisfação dos usuários são determinantes ambientais negativos para o uso dos parques, de forma a vir descaracterizar estas funções associadas à qualidade de vida e saúde pública. (SZEREMETA; ZANNIN, 2013)

Com os dados adquiridos a partir da pesquisa sobre parques públicos feita por PIERONE, VIZZOTTO, HELENO, FARHAT e SERAFIM (2016), pôde-se perceber que diferentes grupos de pessoas utilizam o espaço com objetivos diferentes, crianças e jovens para lazer e esportes, adultos para um curto passatempo e atividades físicas quando se tem esse objetivo e os idosos por questões de saúde principalmente, para manter o bem estar psicológico e físico. Percebe-se assim, a importância de espaços abertos destinados ao mais variados públicos, pois estes locais mudam e afetam o cotidiano e a saúde de seus usuários.

Como comenta Jane Jacobs (2011, p.56), “A vida na rua, tanto quanto eu possa perceber, não nasce de um dom ou de talento desconhecido deste ou daquele tipo de população. Só surge quando existem as oportunidades concretas, tangíveis, de que necessita.” Portanto, o propósito deste projeto é trazer oportunidade para que o espaço público represente o seu florescer, brotando vida e concretizando essa esperança para a comunidade em geral.

4. Considerações finais

Levando em consideração os aspectos apresentados, conclui-se que um espaço humanizado e repleto de boas práticas contribui positivamente para a vida em sociedade, tanto em questões físicas, mentais e principalmente sociais, pois o bem estar da população está diretamente ligado aos elementos estruturantes da cidade, como as calçadas, as ciclovias, as praças e ruas arborizadas, bem como o espaço físico da escola, pensado de forma a contribuir com o desenvolvimento da comunidade tanto no âmbito profissional como também no âmbito social, tendo em vista todos os benefícios que serão entregues aos moradores do bairro.

O espaço proposto traz, desta forma, a integração de espaços coletivos e restritos que reflete acolhimento à cidade e proporciona elementos que tornam a experiência de viver naquele local mais agradável e prazerosa. A Escola Mandacaru, ao unir a arquitetura com a educação torna possível a aplicação da sustentabilidade, visto que este espaço educa as crianças para que aprendam a forma correta de convivência com o ambiente natural e o social, mostrando a responsabilidade que o ser humano tem com o meio em que vive.

Referências

- BARBOSA, Jair. **Levada**. Bairros de Maceió. Disponível em: <<http://www.bairrosdemaceio.net/bairros/levada>>. Acesso em: 19 de Novembro de 2018.
- JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo : Editora WMF Martins Fontes, 3 ed., p.56, 2011.
- MARANHO, Marina e OLIVEIRA, Constantino. **O lazer no contexto do espaço público: algumas aproximações**. **EFDeportes.com**, Buenos Aires, Nº 216 - Maio de 2016. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/>>. ISSN 1514-3465. Acesso em: 19 de Novembro de 2018.
- MOURA, Lucas; QUEIROZ, Leila; SOUZA, Carlos H. Energia Solar Fotovoltaica: um estudo da sua viabilidade no Brasil. *In*: Simpósio de TCC e Seminário de IC, 1º, 2016, Brasília. **Anais eletrônicos...** Brasília: ICESP, 2016. Disponível em: <http://nippromove.hospedagemdesites.ws/anais_simposio/arquivos_up/documentos/artigos/61b4dfa928421fc3f8219b27a0ce8a75.pdf> Acesso em: 23 de Março de 2020.
- PIERONE, Juliana Martinez et al . Qualidade de vida de usuários de parques públicos. **Bol. psicol**, São Paulo , v. 66, n. 144, p. 99-112, jan. 2016 . Disponível em<http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-5943201600010009&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 24 de Novembro de 2018.
- ROCHA, Afrânio. **Eficientização energética em prédios públicos**: Um desafio aos gestores municipais frente aos requisitos de governança e sustentabilidade. São Paulo: FGV EAESP - MPGPP, 2012. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/10262>>. Acesso em: 23 de Março de 2020.
- ROLNIK, Raquel. **O lazer humaniza o espaço urbano**. In: SESC SP. (Org.). Lazer numa sociedade globalizada. São Paulo: SESC São Paulo/World Leisure, 2000.
- SOLANO. Rosana. A importância da Arquitetura Sustentável na redução do impacto ambiental. In: Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo. 2008, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: USP, 2008. Disponível em:<<https://www.usp.br/nutau/CD/28.pdf>> Acesso em 23 de Março de 2020.
- SZEREMETA, Bani; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. A importância dos parques urbanos e áreas verdes na promoção da qualidade de vida em cidades. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.l.], v. 29, p. 177-193, dez. 2013. ISSN 2177-2738. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/30747/21483>>. Acesso em: 25 de Novembro de 2018.

A importância do estudo de insolação e ventilação no processo do projeto arquitetônico

The importance of studying insolation and ventilation in the architectural design process

Amanda Caroline Nisz Witiuk, acadêmica, UDESC.

amanda.nisz@gmail.com

Gabriela Fernandes Justus, acadêmica, UDESC.

justusgabi@gmail.com

Laís da Silva Pereira, acadêmica, UDESC.

laisdpereira25@gmail.com

Americo Hiroyuki Hara, doutor, UDESC.

americo.hara@udesc.br

Resumo

Este trabalho tem como objetivo evidenciar a importância de estudos de insolação e ventilação no processo do projeto arquitetônico tendo como pano de fundo um projeto acadêmico na etapa de estudo preliminar. A metodologia consistiu em estudos de insolação por meio da carta solar e do traçado da máscara de sombra de aberturas inclinadas e zenitais, e da verificação da incidência solar em modelos tridimensionais, além de estudos de ventilação. Os resultados destacam as diferenças entre os estudos de insolação por meio da carta solar associada com a máscara de sombra e os modelos tridimensionais, e de ventilação, com modelos tridimensionais físico e digital. Conclui-se que as avaliações em modelos tridimensionais, seja por meio de modelos físicos ou digitais, são imprescindíveis para o projeto de arquitetura.

Palavras-chave: Estudo de insolação; Ventilação natural; Projeto de arquitetura

This work is intended to show the importance of studies of solar incidence and ventilation in the process of architectural design taking into account an academic project in the preliminary stage. The methodology consisted of studies of solar incidence using the solar

chart and shadow mask of inclined and zenith openings, and to verify sun penetration in three-dimensional models, in addition, ventilation studies are presented too. The results highlight the differences between the studies through the solar chart associated with the shade mask and the three-dimensional models, and of ventilation, with physical and digital three-dimensional models. It is concluded that evaluations in three-dimensional models, whether through physical or digital, are essential for architectural design.

Keywords: Solar incidence; Natural ventilation; Design project

1. Introdução

Nos cursos de Arquitetura e Urbanismo, é senso comum a importância de se realizar estudos de insolação, principalmente por meio da carta solar. A carta solar pode ser interpretada como a projeção no plano horizontal das trajetórias solares ao longo da abóbada celeste para o ano todo em uma determinada latitude. As trajetórias solares são apresentadas com linhas de leste a oeste que representam os meses do ano. Nessas trajetórias, são marcadas linhas que indicam as horas. Dessa forma, a carta solar é uma ferramenta que permite o estudo da insolação diária e mensal tendo como ponto de referência o centro da circunferência (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014).

É inegável a importância da carta solar na análise de insolação, principalmente nas etapas iniciais do projeto e no traçado de elementos de proteção solar nas aberturas.

Entretanto, o estudo por meio da carta solar não é suficiente para o entendimento da insolação no espaço tridimensional, uma vez que esta trata de uma representação bidimensional.

Sendo assim, entende-se que é fundamental considerar a atual profusão de aplicativos e instrumentos digitais para complementar a compreensão da insolação no espaço tridimensional e verificar a eficácia dos elementos de proteção solar.

Este trabalho tem como objetivo evidenciar a importância de estudos de insolação e ventilação visando o conforto ambiental no processo do projeto arquitetônico tendo como pano de fundo um projeto acadêmico na etapa de estudo preliminar. A metodologia consistiu em estudos de insolação por meio da carta solar e do traçado da máscara de sombra de aberturas inclinadas e zenitais, e da verificação da incidência solar em modelos tridimensionais. Além disso, também se realizou estudos de ventilação por meio dos modelos físico e digital.

A pesquisa aqui realizada pondera acerca da insolação e da ventilação nos processos que envolvem os estudos preliminares relativos ao conforto ambiental nas etapas iniciais do projeto arquitetônico.

2. Dados do projeto

O Templo Z é um templo ecumênico pensado para receber pessoas que buscam um local de paz em meio a cidade, no qual seus visitantes podem apreciar, ler, meditar ou realizar celebrações religiosas que eventualmente possam acontecer no templo ecumênico. O lote onde templo será implantado fica situado na rua Fernando Machado, no Centro Histórico de Laguna.

O projeto consiste em uma proposta de um centro ecumênico voltado para cultos, meditação, celebrações e palestras. **A Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a planta baixa, a Figura 2 o corte longitudinal e a Figura 3 o corte transversal da proposta arquitetônica. Nas Figuras 1 a 3 também estão indicados os pontos P1 e P2 que serão tratados no item 4.

O edifício é proposto para a cidade de Laguna-SC, com área de 113,19 m². Como o formato do edifício é piramidal, considerou-se que os fechamentos opacos devem atender as recomendações da NBR 15.220 para a cobertura (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE

NORMAS TÉCNICAS, 2005). Aqui cabem duas observações: a primeira diz respeito à aplicação da norma, que apesar de apresentar recomendações para edificações habitacionais, é razoável que estas orientações possam ser aplicadas para edifícios de uso institucional, como é o caso deste trabalho; a segunda diz respeito à página da *internet* do Projetee que não fornece os dados climáticos da cidade de Laguna, o que nos obriga a utilizar os dados disponíveis do município mais próximo, ou seja, Urussanga/SC.

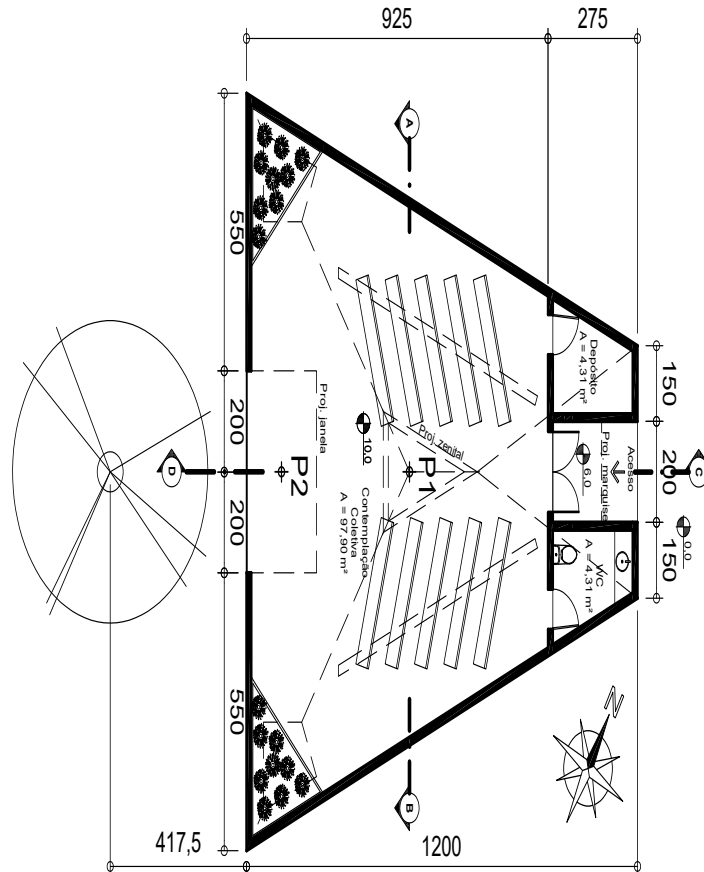


Figura 1. Planta baixa da edificação proposta. Fonte: Elaborado pelos autores.

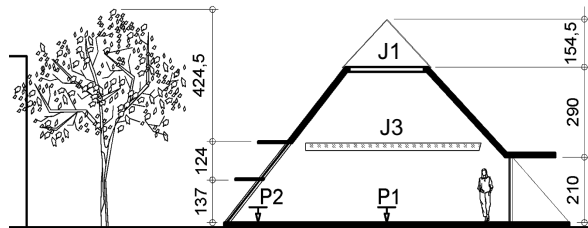


Figura 2. Corte Longitudinal da edificação proposta. Fonte: Elaborado pelos autores.

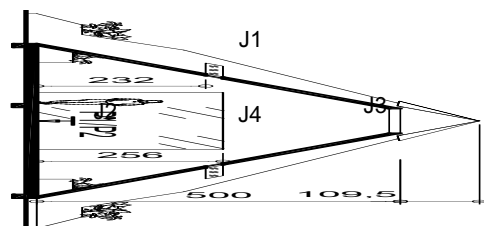


Figura 3. Corte Transversal da edificação proposta. Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o projeto em questão, optou-se por utilizar laje pré-moldada preenchida com EPS de 12 cm, cujas características térmicas são indicadas no Quadro 1.

Quadro 1. Características dos fechamentos. Fonte: Projeteec (2019), modificado pelos autores.

Fechamento	Composição	Transmitância térmica	Atraso térmico	Capacidade térmica
Laje	Laje pré-moldada EPS 12 cm	1,8 W/m ² K	2,5 h	132 kJ/m ² K

Para os fechamentos transparentes e translúcidos, a NBR 15.220-4 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005) recomenda que a relação entre a área das aberturas e a área do piso seja de 15 a 25%. O espaço de contemplação do Templo Z tem 97,90 m² e conta com 5 aberturas totalizando 20,67 m², de modo que a relação de área de abertura e área total do edifício é de 21,11%, dentro do recomendado para a Zona 2, segundo a norma.

Para a cobertura, por decisão projetual, optou-se por uma abertura zenital triangular com 3,45 m². A proposta considera que o pé direito de 5,0 m diminuiria o desconforto térmico pelo calor, pois, o ar quente se concentraria na porção superior e sairia pelas frestas na abertura zenital. Entende-se que nessa etapa, as simulações/estudos de trocas de calor seriam interessantes de serem aplicadas como próximo passo no desenvolvimento do projeto.

Para esta e as demais aberturas, foram selecionados dois tipos de vidros que mais se aproximam às adequações da NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013), apresentados no Quadro 2.

Quadro 2. Características dos fechamentos transparentes. Fonte: Projeteec (2019), modificado pelos autores.

Fechamento	Composição	Transmitância Térmica	Fator solar	Transmissão luminosa	Reflexão luminosa
Abertura zenital	Vidro monolítico 6 mm – Cebrace Collite SKN 154	3,139 W/m ² K	0,29	0,552	0,155
Demais aberturas	Vidro monolítico 6 mm – Cebrace Collite SKN 144 II	3,225 W/m ² K	0,267	0,446	0,184

Destaca-se que a ferramenta Projeteec, disponibilizada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), se mostra bastante informativa no que se refere às estratégias climáticas para o desenvolvimento de projetos de edifícios eficientes.

3. Definição das estratégias de projeto para Laguna-SC

Para a análise em questão, utilizou-se o aplicativo disponibilizado por Marsh (2020) para obter-se a carta bioclimática da cidade de Laguna, apresentada na Figura 4.

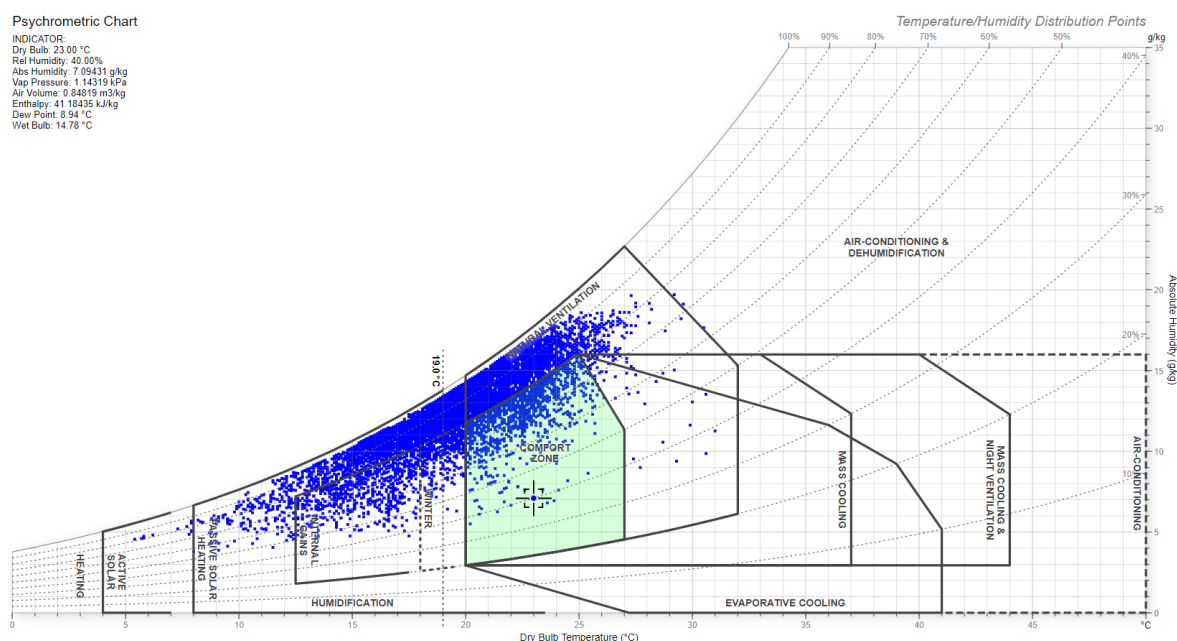


Figura 4. Carta bioclimática de Laguna-SC. Fonte: Marsh (2019), adaptado pelos autores.

A partir da carta bioclimática, nota-se que a maior concentração de pontos se encontra na zona de ventilação natural. Observa-se ainda uma quantidade considerável de pontos nas zonas de aquecimento solar passivo e ganhos internos, além da zona de conforto.

A Figura 5 apresenta a carta psicrométrica de conforto/desconforto em função das temperaturas para a cidade de Laguna. Com ela, observa-se que a maior concentração de pontos está nas áreas de baixas temperaturas, e em quantidade média na região neutra, que é caracterizada pelo conforto. Já na área de temperaturas mais elevadas obtém-se apenas poucos pontos na região ligeiramente quente.

Na região definida para a ventilação natural deve-se adotar estratégias de projeto de forma a amenizar a sensação do calor durante o verão. Existem várias formas de proporcionar esta ventilação, seja por ventilação cruzada ou por diferença de temperatura. É importante ressaltar que as aberturas devem estar voltadas para as áreas de ventos predominantes a barlavento, cuja análise deve ser feita com base na rosa dos ventos de cada lugar específico.

Para este projeto, a rosa de ventos apresentada pelo Projeteer (BRASIL, 2020) não foi considerada, por se tratar de Urussanga. Por meio do programa Ecotect e inserindo o arquivo climático disponibilizado pelo Laboratório de Eficiência Energética da UFSC (Labeec/UFSC), foi possível obter a rosa de ventos de Laguna.

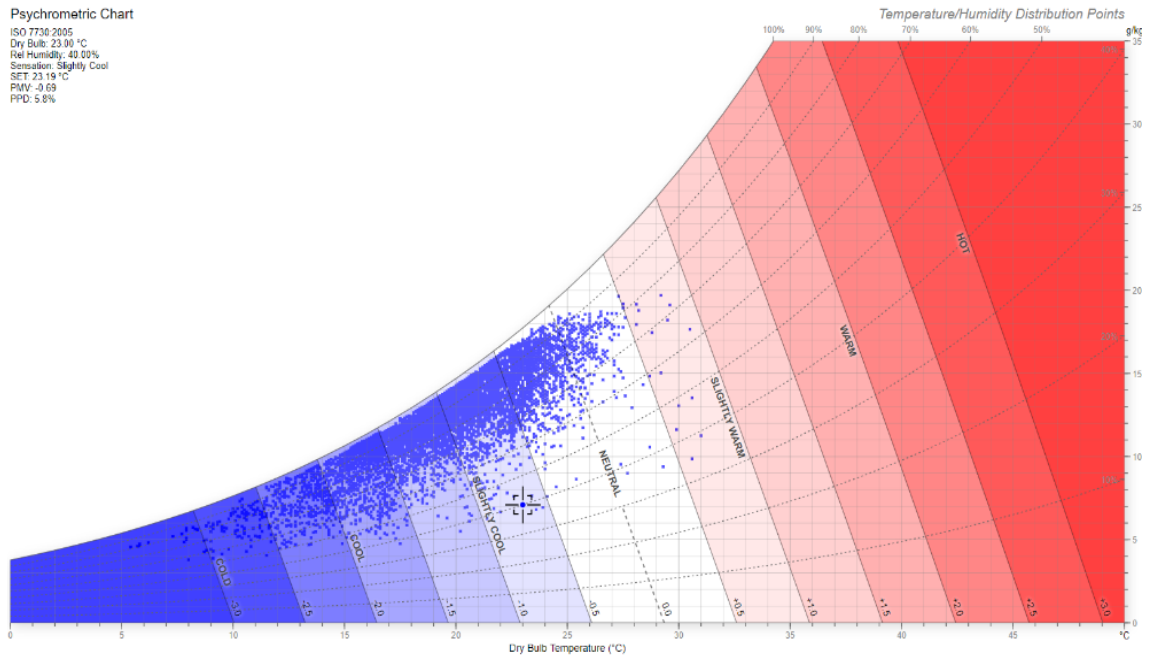


Figura 5. Carta psicrométrica de Conforto/desconforto térmico. Fonte: Marsh (2019), adaptado pelos autores.

Para Laguna, os ventos predominantes são sul, sudeste e nordeste, no entanto como a estratégia recomenda a ventilação nas épocas mais quentes do ano, as aberturas devem estar orientadas à nordeste, que é o vento predominante no verão lagunense (Figura 6).

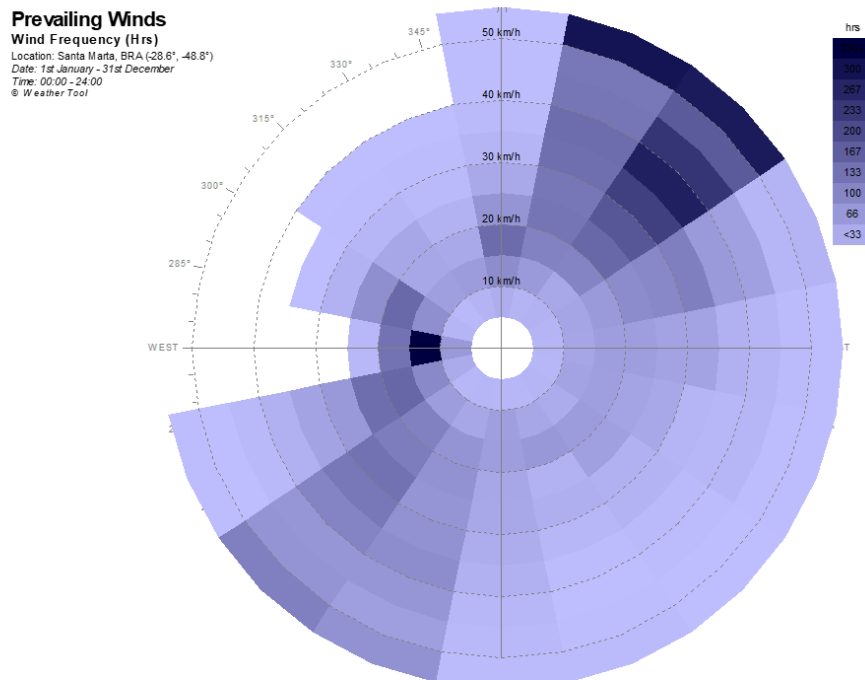


Figura 6. Rosa dos ventos de Laguna/SC. Fonte: Ecotect (Autodesk, 2011), elaborado pelos autores.

A figura 6 apresenta a rosa dos ventos para Laguna e suas respectivas velocidades. Nota-se que há incidência de ventos em todas as direções, com o predomínio nos quadrantes Nordeste e Sudoeste, e as velocidades variando entre 10 km/h (≈ 3 m/s) a 50 km/h (≈ 14 m/s).

Estas soluções de ventilação natural são fundamentais para a eficiência energética da edificação pois, assim, pode-se reduzir o uso de ar condicionado, proporcionando conforto térmico e economia em energia elétrica. Além disso, para Laguna, tal estratégia é bastante viável, considerando a incidência de ventos na maior parte do ano.

Para as áreas de desconforto térmico por frio, as soluções projetuais que podem ser adotadas são o aquecimento solar passivo, que pode ser realizado por meio da incidência solar nas paredes e aberturas orientadas à norte, durante o inverno. Outra opção são paredes com massa térmica elevada para reter calor no interior da edificação, que pode ser feito em alvenaria, elemento construtivo consagrado no Brasil.

4. Estudo da insolação por meio da carta solar e a definição de protetores solares

Tomando-se como ponto de referência P1 (ver Figuras 1 a 3), na altura do piso, traçou-se a máscara de sombra da abertura zenital e das aberturas laterais com o auxílio do transferidor de ângulos, conforme apresentado na Figura 7.

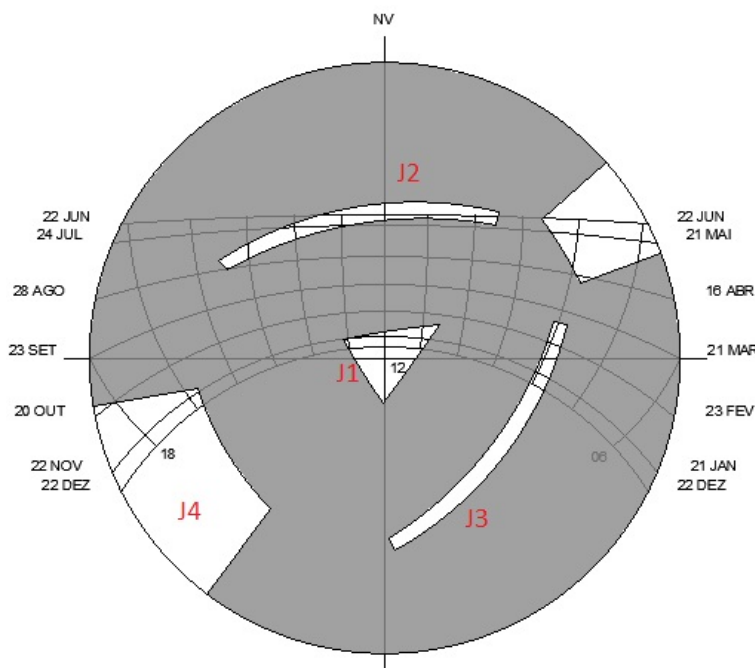


Figura 7. Máscara de sombra para o ponto P1. Fonte: Elaborado pelos autores.

A abertura zenital (J1) permitirá a insolação em P1 durante pelo menos 2 horas entre os meses de novembro a janeiro. Entretanto, isso não significa que a insolação no interior da edificação ocorrerá somente nestes horários e períodos do ano. Haverá insolação ao longo

do dia inteiro, que incidirá em outras regiões do espaço, conforme será visualizado no estudo realizado com o modelo tridimensional.

As aberturas J2 (leste) e J3 (oeste) indicam que há pouca insolação em P1, devido ao seu formato estreito e longitudinal.

A abertura J4 (sudoeste) permitirá a incidência solar no ponto P1 no final da tarde dos meses de verão, novembro a janeiro. Pela porta de vidro que dá acesso ao templo, a insolação em P1 ocorrerá no início da manhã, no período do inverno.

Um estudo minucioso foi realizado na abertura J4. A Figura 8-A apresenta a máscara de sombra no ponto P2, na altura do piso (ver Figuras 1 a 3). A escolha do ponto P2 considerou o centro geométrico da projeção da abertura no plano horizontal. Nota-se que ocorre incidência do sol no período da tarde nos meses de agosto a abril, envolvendo o verão (dezembro a março). Dessa forma, torna-se necessário o uso de algum elemento de proteção solar principalmente para o período do verão.

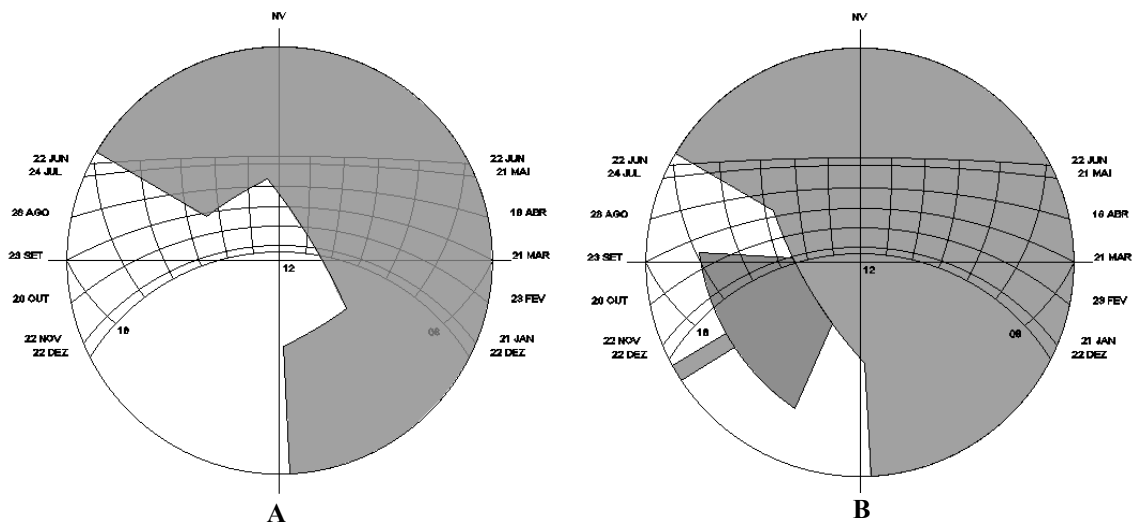


Figura 8. Máscara de sombra da abertura J4 para o ponto P2. Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir das análises, optou-se por utilizar 2 *brises* horizontais e a locação de uma árvore em frente à abertura J4. Os *brises* foram definidos considerando a manutenção e a visualização do exterior que, neste caso, optou-se pela argamassa armada devido às características de resistência para vencer vãos de 4,0 m de comprimento. A largura dos *brises* foi definida pela necessidade de proporcionar a visualização ao exterior.

A proposta de locar uma árvore foi baseada no entendimento de que quanto mais próximo do horizonte, maior será a extensão do protetor horizontal. Ademais, considerando a função do edifício como espaço de contemplação e reflexão, essa relação com a natureza é imprescindível. A definição das dimensões da árvore e sua posição foi determinada medindo-se o ângulo (α) entre o plano horizontal do piso e o topo da árvore, cujo valor foi de 60°. Para que se alcance a angulação definida, é preciso que a árvore esteja a uma distância de aproximadamente 4 metros e atinja altura entre 6 a 7 metros, além disso a árvore em questão deve ser preferencialmente uma árvore de folhas caducas, que perde suas folhagens somente durante o inverno, mantendo a proteção solar no verão. Uma opção seria o Ipê (*Handroanthus*), espécie que não possui uma copa muito densa (PINDORAMA, 2020), evitando que ocorra um bloqueio da iluminação no interior do templo.

A Figura 8-B apresenta a máscara de sombra após o traçado dos dois *brises* e da árvore para o ponto P2.

4.1. Simulação da incidência solar

Para verificar a eficiência dos sistemas de proteção solar propostos, foi desenvolvido um modelo tridimensional para observar incidência solar no interior do edifício por meio dos *softwares* Formit e Sketchup. O estudo considerou o período vespertino do solstício de verão (22/12).

A Figura 9 demonstra que no solstício de verão, situação para a qual se buscava a proteção solar com prioridade, os *brises* horizontais protegeram a edificação da insolação das 11h às 14h. Após esse horário, a árvore atuou como bloqueador da insolação.

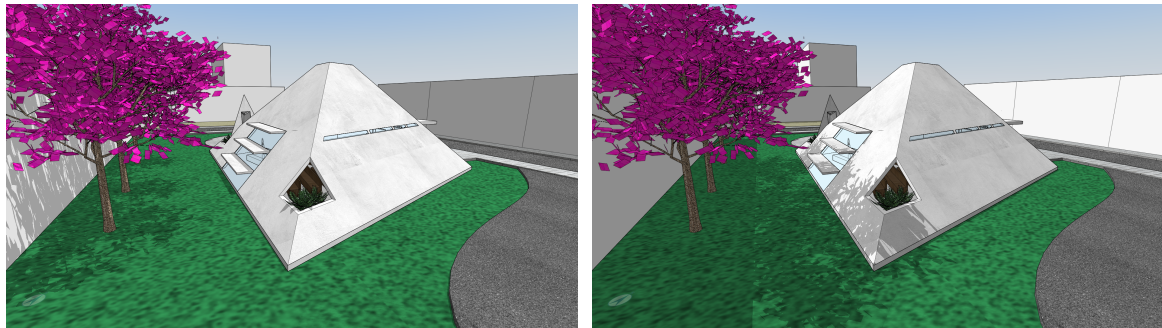


Figura 9. Verificação da proteção solar na fachada sudoeste para os horários das 14 h e 16 h do solstício de verão. Fonte: Elaborado pelos autores.

Após analisar o desempenho dos dispositivos de proteção solar, nota-se que estes se adequaram à necessidade de proteger a janela da fachada posterior nos momentos mais críticos dos dias 22/12, 22/06 e 23/09.

Entretanto, a abertura zenital, não apresentou comportamento desejado, pois permitiu a insolação ao longo do dia. A Figura 10 apresenta um exemplo da ocorrência de insolação às 15h do solstício de verão no interior da edificação. A insolação não incide sobre o ponto P2, mas na parede inclinada do edifício.

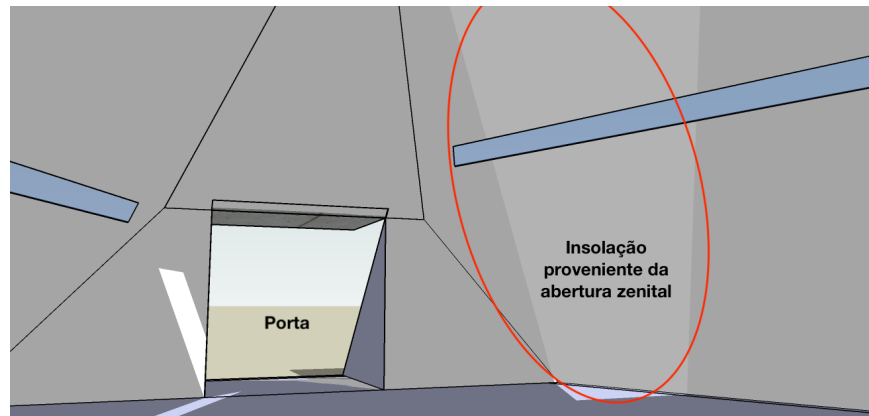


Figura 10. Insolação às 15 h do solstício de verão no interior da edificação. Fonte: Elaborado pelos autores.

Dessa forma, o traçado de elementos de proteção solar por meio da carta solar e do transferidor de ângulos é bastante eficiente, pois permite a visualização da trajetória solar sobre a máscara de sombra. Entretanto, o estudo através da carta solar diz respeito a somente um ponto, não permitindo a visualização holística do fenômeno da insolação e da iluminação, sendo fundamental a verificação da eficácia dos protetores por meio de modelos tridimensionais.

Por exemplo, no estudo da abertura zenital, passa-se a falsa impressão de que haverá insolação somente por duas horas, quando no estudo com o modelo tridimensional, o sol incidirá durante todo o dia.

5. Estudo da ventilação no túnel de vento e no *software* Flow Design

Para o estudo no túnel de vento, inseriu-se a maquete física do projeto de modo a simular a incidência do vento nordeste na edificação. A Figura 11 é uma imagem obtida de um vídeo da simulação.



Figura 11. Simulação do vento nordeste no túnel de vento. Fonte: elaborado pelos os autores.

A partir desta análise, verifica-se que o vento em sua maioria contorna a edificação e incide sobre a pequena abertura da fachada nordeste. Dessa forma, a abertura deverá permitir passagem do vento pelo interior da edificação, pois, através da ventilação cruzada, esse fenômeno ocorre devido à existência de outra abertura na fachada oposta. A ventilação cruzada acontece devido à existência de zonas sujeitas a diferentes pressões do ar, ou seja, na face de incidência do vento existe uma zona de alta pressão e na face oposta, de baixa pressão.

Posteriormente, com intuito de comparar os resultados obtidos, utilizou-se o *software* Flow Design. Este *software* permite que você importe seu modelo e o posicione de acordo com o vento que deseja ser analisado e configure a velocidade do ar. Dessa forma, é possível visualizar os ventos incidentes na edificação e as zonas de pressão. A Figura 12, a seguir, apresenta os resultados obtidos no *software* Flow Design.

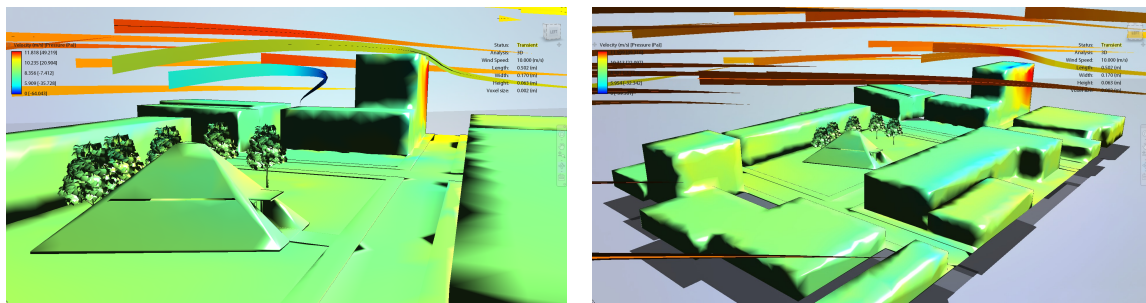


Figura 12. Simulação no programa Flow Design (Autodesk, 2019). Fonte: elaborado pelos autores.

Esta segunda análise confirma os resultados pontuados com o uso do túnel do vento. O vento em sua maioria passa por cima da edificação, por conta das edificações vizinhas. No interior do templo, devido ao pé direito de 5,0 m, a massa de ar quente se acumulará na parte superior, por diferença de temperatura, enquanto o ar frio ingressa pelas aberturas e se concentra próximo ao piso, gerando conforto térmico aos usuários.

Comparando-se as duas ferramentas para estudo de ventilação, nota-se que o túnel de vento em questão apresenta limitações relacionadas com as dimensões do modelo, pois, a fumaça se projeta somente na região superior, dificultando a visualização do vento na fachada. Além disso, deve-se definir as dimensões do modelo físico considerando a orientação dos ventos predominantes, pois qualquer rotação do mesmo poderá impedir seu arranjo dentro do túnel de vento. Para se obter os resultados dos ensaios, estes devem ser registrados em forma de vídeo. No túnel de vento é possível definir a velocidade do ar com auxílio de um anemômetro.

Com o *software* Flow Design, é possível realizar estudos semelhantes, com a facilidade de fazer alterações mais ligeiras quando comparado com o túnel de vento que exige um modelo físico.

6. Conclusões

Este estudo expôs algumas ferramentas que servem de suporte para as decisões projetuais frente aos fenômenos da insolação e da ventilação, aspectos a serem considerados na arquitetura.

Os estudos de insolação por meio da carta solar associada com a máscara de sombra permitem uma análise rápida do comportamento da edificação frente às recomendações da norma. Entretanto, o estudo através da carta solar não permite a visualização real do fenômeno da insolação e da iluminação sendo necessária a verificação em modelos tridimensionais.

Os estudos de ventilação por meio de modelos físicos apresentam alguns aspectos negativos em comparação com a aplicação de *softwares*, principalmente no que diz respeito às dimensões da maquete e, ao tempo e custo para realização das modificações. O *software* Flow Design apresentou resultados semelhantes com os do túnel de vento, sendo uma ferramenta interessante de apoio ao desenvolvimento projetual.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.220: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.575: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.

BARANDIER, Henrique; ALMEIDA, Maria Cristina Tiná Soares de; MORAES, Ricardo (org.). **Planejamento e controle ambiental-urbano e a eficiência energética**. Rio de Janeiro: Eletrobras/procel, 2013.

BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Christhina. **Ventilação natural em edificações**. Rio de Janeiro: Procel Edifica, 2010.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Projeteee**. Conheça soluções bioclimáticas para projetar edificações energeticamente eficientes. Disponível em: <<http://projeteee.mma.gov.br>>. Acesso em: 03, fevereiro de 2020.

FROTA, A.F. & SCHIFFER, S.R. (1995): **Manual de Conforto Térmico**, 2a ed., Livraria Nobel S.A., São Paulo.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. **Eficiência energética na arquitetura**. 3°. ed. rev. e aum. [S. l.: s. n.], 2014. 366 p.

LAMBERTS, Roberto; XAVIER, Antônio Augusto de Paula. **Conforto térmico e stress térmico**. Florianópolis: Labeee, 2002.

MARSH, Andrew. **Web Applications**. Esta é uma lista de alguns aplicativos e programas para análise e avaliação de desempenho de edificação que o autor tem trabalhado ao longo de sua carreira como pesquisador. Disponível em: <<http://andrewmarsh.com/software/>>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2020.

PINDORAMA FILMES. **Um Pé de Quê? Guia visual de identificação de árvores**. Rio de Janeiro, RJ. Vento Estúdio: 2010. Disponível em: <http://www.umpedeque.com.br/umpedeque.php>. Acesso em 25 de março de 2020.

Competência da criatividade para o desenvolvimento econômico sustentável no design de interiores

Creativity competence for sustainable economic development in interior design

Pedro Rocha Sousa Filho, Mestrando em design, Universidade Federal do Maranhão

pedro_rocha_filho@hotmail.com

Ana Lúcia A. de O. Zandomeneghi, Pós Doutora, Universidade Federal do Maranhão

ana.zandomeneghi@ufma.br

Resumo

Na evolução do homem e das habitações, o consumo de bens materiais alargou-se com os novos padrões de vida cunhados pela revolução industrial. E, na esteira do crescimento da humanidade, no decorrer do tempo, os limites do planeta evidenciaram-se com o aquecimento global, solicitando, assim, mudanças para o atendimento das dimensões da sustentabilidade, entre elas, a dimensão econômica. É neste contexto que a competência da criatividade se torna imprescindível para o escopo projetual dos designers de interiores. De investigação teórica e exploratória, este trabalho tem como objetivo refletir e operacionalizar o uso e o reaproveitamento de recursos locais, propondo ações educadoras para uma economia sustentável no âmbito do design de interiores. Portanto, um projeto sustentável, por mais complexo que seja, quando atrativo, delineado pela capacidade criativa, proporciona o bem-estar para os seus usuários e, os redireciona para o pensamento de respeito ao meio ambiente.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Dimensão econômica; Criatividade; Design de interiores.

Abstract

In the evolution of man and housing, the consumption of material goods has increased with the new standards of living created by the industrial revolution. And, in the wake of humanity's growth, over time, the limits of the planet became evident with global warming, thus requesting changes to meet the dimensions of sustainability, among them, the economic dimension. It is in this context that the competence of creativity becomes essential for the design scope of interior designers. With theoretical and exploratory research, this work aims to reflect and operationalize the use and reuse of local resources, proposing educational actions for a sustainable economy in the scope of interior design. Therefore, a sustainable project, however complex it may be, when attractive, outlined by

the creative capacity, provides the well-being for its users and redirects them towards thinking of respect for the environment.

Keywords: *Sustainability; Economic dimension; Creativity; Interior Design.*

1. Introdução

Nos dias atuais, no momento em que, os limites do planeta tornaram-se evidentes com as retiradas excessivas de recursos naturais do meio ambiente, a sustentabilidade tem sido uma temática de estudo para diversos pesquisadores, dentre eles os designers.

Sendo o desenvolvimento econômico sustentável um conjunto de ações que os indivíduos podem ser ou fazer ao longo de suas vidas em busca do bem-estar (SANTOS *et al.*, 2019), é imprescindível uma descontinuidade sistêmica por meio de aprendizagem social, de modo que a direção da sociedade seja conduzida para a redução da cultura e consumo material (MANZINI, 2008).

O design, com o marco da revolução industrial, transformou os padrões de consumo na sociedade, conseqüentemente, novos estilos de projeto surgiram no âmbito do design de interiores. Na esteira do pensamento consumista, produtos são consumidos e descartados em um curto espaço de tempo pela sociedade no planeta, impossibilitando, portanto, a recuperação dos recursos naturais retirados do meio ambiente (KAZAZIAN, 2005).

Na evolução das habitações, as cavernas passaram a ser construções modernas, e, hoje, o homem materializa seu espaço envolvido pelo sentimento da conquista. Assim, os projetos passaram a ter *status* de diferenciação e, o mercado construtivo, passou a visar a lucratividade, sem as devidas preocupações com a natureza (MANCUSO, 2012).

Na década de 60 iniciaram as preocupações com o meio ambiente e o designer assumiu novos valores em suas ações. Como no conceito de sustentabilidade ambiental de 1987, que se pauta no desenvolvimento econômico com o equilíbrio do meio ambiente e questões sociais (MANZINI e VEZZOLI, 2008; DIAS, 2017); o conceito de design proposto pela WDO (2019), passou também a requerer do profissional inovações que atendam as esferas econômica, social e ambiental.

Deste modo, o desenvolvimento sustentável compreende o uso de recursos naturais que atenda às necessidades atuais da sociedade sem faltar para as gerações futuras, além disso, é a via para a sustentabilidade, que pauta-se pelo equilíbrio entre as dimensões econômica, social e ambiental (BRUNDTLAND, 1987; AGENDA 21, 2002; MANZINI e VEZZOLI, 2008; SANTOS *et al.*, 2019).

Neste contexto, no alinhamento dos temas design de interiores e dimensão econômica da sustentabilidade no campo criativo do projeto de interiores, percebeu-se por meio de uma

Revisão Bibliográfica Sistemática¹ - RBS, desenvolvida em pesquisa de mestrado em andamento², lacunas que apontam a necessidade do aprofundamento do conhecimento acerca da criatividade para uma elaboração projetual alinhada com o olhar do desenvolvimento econômico sustentável (Quadro 01).

ASSUNTOS	BASES	AUTORES	LACUNAS
Gestão de processos	BDTD	Morais (2016)	Falta de conhecimento em técnicas de planejamento no projeto voltados para soluções eficazes de execução;
Percepção ambiental	CAPES BDTD	Lopes (2014); Sarmiento (2017)	Falta de compreensão, estudos práticos e consciência para o sucesso de projetos sustentáveis;
Dimensão econômica da sustentabilidade	BDTD CAPES	Andrade (2012); Rosa (2013)	Falta de pesquisas no campo do design sobre a dimensão econômica da sustentabilidade e da integração da mesma de forma clara no projeto;
Criatividade diante de dificuldades para se propor soluções sustentáveis	SCOPUS	Moubarak e Qassem (2019); Demirkan e Afacan (2018); Rashdan (2015); Hayles (2015); Murto, Person e Ahola (2014); Kazamia e Gwilliam (2011); Kazamia e Kafaridou (2010); Máté (2007); Rashdan e Ashour (2017).	Conhecimento limitado para o uso criativo de produtos sustentáveis; Faltade ferramentas de apoio e informações de como se projetar projetos sustentáveis; Necessidade de mudanças no processo projetual; Falta de critérios sustentáveis diante de muitos requisitos projetuais;

Quadro 01: Análise sintetizada da RBS. Fonte: Elaborado pelos autores.

Apoiada pelo método de Conforto, Amaral e Silva (2011), a RBS compreendeu as fases de entrada (levantamento dos documentos), processamento (seleção dos documentos) e saída (análise/sintetização dos documentos catalogados). As buscas foram realizadas nas bases de dados da CAPES - Catálogo de Teses e Dissertações; BDTD - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações; e, SciVerse SCOPUS, entre os meses de abril e julho de 2019 e sem considerar o período determinado de anos.

No total verificou-se 327 (trezentos e vinte e sete) documentos levantados por meio de três conexões de grupos de palavras em português e no idioma inglês, que foram: ("design de interiores" and "sustentabilidade" or "dimensão econômica da sustentabilidade"), ("gestão do design" and "dimensão econômica" or "design de interiores") e, ("estratégias sustentáveis" and "design de interiores" or "critérios sustentáveis").

Consequentemente, após a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave (filtro 1); posteriormente, leitura das introduções e conclusões (filtro 2), finalizou-se com as leituras

¹ Método científico que compreende a busca e análise de artigos de uma determinada área da ciência (CONFORTO; AMARAL e SILVA, 2011).

² Intitulada “O PROCESSO PROJETUAL DO DESIGN DE INTERIORES E A INTEGRAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA SUSTENTABILIDADE; FOCO NA DIMENSÃO ECONÔMICA”. Pesquisador mestrando responsável: Pedro Rocha Sousa Filho, do Programa de Pós-Graduação em Design - PPGDg da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior / CAPES.

completas dos documentos (filtro 3). Assim, na fase de saída, 14 (quatorze) documentos foram catalogados e analisados, conforme apresentou-se no Quadro 01 acima.

Na costura das lacunas levantadas na RBS, que foram além das apresentadas no presente estudo, Glăveanu (2010) defende que, vivemos em um mundo de mudanças cada vez mais rápidas e, nesta situação, a criatividade se torna essencial para se alcançar novos objetivos.

Contudo, o conhecimento da criatividade voltado para o design de interiores sustentável é limitado na literatura (MOUBARAK e QASSEM, 2019; DEMIRKAN e AFACAN, 2018; MURTO, PERSON e AHOLA, 2014; KAZAMIA e KAFARIDOU, 2010). Além disso, a dimensão econômica da sustentabilidade, que busca o desenvolvimento econômico por meio da redução do uso de recursos naturais, tem sido pouco investigada no âmbito do design (ANDRADE, 2012; ROSA, 2013).

Logo, no desafio do desenvolvimento econômico sustentável, Santos *et al.* (2019, p. 31) aponta que a criatividade é uma das competências que o designer precisa possuir diante da “natureza complexa³ e inter/trans/multidisciplinar dos problemas associados à sustentabilidade”.

E, no design de interiores, o designer é um elemento crucial para a implementação da sustentabilidade, visto que tem ligação direta com seus clientes na elaboração e execução dos projetos (MOXON, 2012). Assim, para Tanzil e Beaver (2005), atender às necessidades da crescente comunidade global, minimizando os impactos negativos ao meio ambiente e ao bem-estar social exige o desenvolvimento de padrões alternativos de utilização de recursos, produção e consumo.

Nesse alinhamento, e visando aprofundar o tema em pauta, propõe-se no presente estudo reunir um aporte teórico, levantado em parte pela RBS e, complementada por buscas assistemáticas na área, que permita contribuir para a implementação de uma economia sustentável por meio da criatividade no design de interiores.

Para tal, aprofundou-se os estudos acerca da criatividade como via para o desenvolvimento da dimensão econômica da sustentabilidade no processo projetual dos designers de interiores. Desta forma, pretende-se contribuir com a fomentação de estudos que integrem e operacionalizem os princípios da dimensão econômica da sustentabilidade no projeto de interiores a partir da competência da criatividade.

2. Criatividade no design de interiores, uma competência para uma economia sustentável

A dimensão econômica, é “aquela que busca alcançar a equidade econômica de pessoas, comunidades, organizações, empreendimentos, projetos, governos, localidades e do próprio planeta” (ANDRADE, 2012, p.165) e, com ações que impulsionem menores impactos ambientais. Para Santos *et al.* (2019), a dimensão econômica busca a evolução econômica

³ Natureza complexa ou complexidade é entendida aqui como um sistema composto por vários elementos, camadas e estruturas, cujas inter-relações condicionam e redefinem continuamente o funcionamento do todo (CARDOSO, 2012).

(justa e ética) por meio do bem-estar dos indivíduos e o desenvolvimento harmônico com a natureza. E, destacam seis princípios a serem integrados e adotados em práticas projetuais, que são: (i) Fortalecer e valorizar recursos locais; (ii) Respeitar e valorizar a cultura local; (iii) Promover a economia local; (iv) Promover organizações em rede; (v) Valorizar a reintegração de resíduos; (vi) Promoção da educação para a economia sustentável (SANTOS *et al.*, 2019).

O princípio **fortalecer e valorizar recursos locais** busca priorizar os recursos locais (materiais, produto, entre outros) dando maior visibilidade aos mesmos diante de recursos de fora da região. **Respeitar e valorizar a cultura local** compreende valorizar ativos intangíveis materializados em quadros, fotos, artesanatos, entre outros, da cultura local. O princípio **promover a economia local** trata de envolver e permitir o protagonismo dos atores locais, favorecendo para o desenvolvimento da renda e fortalecimento do empreendedorismo (SANTOS *et al.*, 2019).

Promover organizações em rede busca incentivar a estruturação em conjunto de produtores locais de modo que tenham mais força competitiva, além do compartilhamento de infraestrutura e conhecimento. O princípio **valorizar a reintegração de resíduos** compreende soluções que convertam resíduos em ativos econômicos por meio de produtos, materiais e outros, visto que os resíduos são recursos e, reintegrá-los significa deixar de retirar novos recursos naturais do meio ambiente. A **promoção da educação para a economia sustentável** trata de transparecer aos consumidores os impactos de suas escolhas, assim, terão consciência em suas aquisições, ou seja, busca desenvolver nas pessoas a valorização de práticas orientadas a uma economia mais sustentável (SANTOS *et al.*, 2019).

Neste contexto, o modelo metodológico projetual na atualidade deixou de ser simples, pois, antes, os requisitos eram previsíveis e de fácil atendimento, com baixo número de informações simultâneas, contudo, no cenário mutante e complexo de hoje, não atende mais devido ao elevado número de dados a serem analisados (MORAES, 2011).

A complexidade de um sistema, que envolve um projeto, está relacionada ao grau de dificuldade de prever as inter-relações potenciais entre suas partes. Logo, de acordo com Cardoso (2012), o reconhecimento da complexidade é um grande avanço, visto que ter consciência das relações conflituosas que regem o mundo hoje, possibilitará um caminho coletivo da sociedade na direção a um objetivo, seja o da sustentabilidade ou de outro. Um grande empecilho para tal coletividade é a falta de entendimento e ideias preconcebidas, derivadas da falta do exercício do pensamento.

O design frente ao mundo complexo, necessita modificar o seu processo projetual, deixando de “projetar para” e passando a “projetar com” (THACKARA, 2008). Tal postura possibilitará o desenvolvimento, não somente no sentido material, mas também intelectual, afetivo e moral com as demandas ambientais, buscando atingir a sociedade em sua totalidade (MORIN, 2000).

Com esse alinhamento, o designer, que:

(...) preenche a lacuna entre o que é e o que é possível. É uma profissão transdisciplinar que utiliza a criatividade para resolver problemas e co-criar soluções com a intenção de melhorar um produto, sistema, serviço, experiência ou negócio. Na sua essência, o design oferece uma maneira mais otimista de olhar para o futuro, reformulando os problemas como oportunidades (...) (WDO, 2019 - tradução dos autores).

Logo, necessita atuar de forma multidisciplinar e criativa em suas ações, de modo a colaborar no planejamento de práticas sustentáveis, beneficiando além das dimensões ambiental (capital natural) e social (capital humano), a dimensão econômica, que busca o desenvolvimento econômico sustentável, igualitário e ético.

Neste sentido, a criatividade se tornou uma das principais qualidades para o sucesso de produtos e projetos (GLÁVEANU, 2010). Assim, no design de interiores, no estágio inicial criativo, é de suma importância a percepção do profissional enquanto articulador para tomadas de decisões diante das necessidades reais do cliente e as demandas da sustentabilidade ambiental (SARMENTO, 2017).

Uma vez que, o designer de interiores “utilizando-se da sua criatividade e da tecnologia disponível”, para mediar “entre uma necessidade e uma solução” (LOPES, 2014, p.111). E, sendo responsável pela modelagem do espaço interior (MANCUSO, 2012), assume papel estratégico para a implementação de soluções sustentável no projeto (MOXON, 2012), pois, além disso, suas escolhas podem reduzir ou contribuir para o aumento de impactos ambientais no meio ambiente (RASHDAN, 2015; HAYLES, 2015; MOUBARAK e QASSEM, 2019).

O design de interiores ao adotar sua responsabilidade com a sustentabilidade e voltando-se para a mesma, além de planejar aspectos que se relacionam à estética e o bem-estar dos usuários, pensa, também, nos danos ambientais de suas ações (MOUBARAK e QASSEM, 2019).

De acordo com Higgins (2012, p.06), “o design de interiores se dedica à criação de interfaces entre as pessoas e as edificações que elas usam”. Para Brooker e Stone (2014), o design de interiores é uma ação projetual multidisciplinar que envolve em seus processos a criação de ambientes internos, com estudos do clima e da identidade de seus usuários, demonstrando, também, características volumétricas, elementos específicos, mobiliário e superfícies. E, do resultado criativo do processo projetual, o mesmo poderá influenciar na sua função, materiais utilizados, tecnologia e na sua preocupação com a sustentabilidade (GURGEL, 2017).

Considerada uma profissão criativa, o designer de interiores enfrenta em sua rotina diária o desafio de desenvolver, entregar e acompanhar projetos. E, diante de novos requisitos projetuais atrelados a dimensão econômica da sustentabilidade, projetar se tornou complexo, exigindo ainda mais da competência criativa, além do acúmulo de informação, conhecimento e experiência (OLIVEIRA, 2016).

Para Löbach (2001, p.139), a criatividade do designer “se manifesta quando, baseando-se em seus conhecimentos e experiências, ele for capaz de associar determinadas informações com um problema, estabelecendo novas relações entre elas”. A criatividade é uma competência cognitiva do indivíduo e, sendo assim, a mesma pode ser desenvolvida e aplicada na criação de algo novo, podendo ser carregado de valor para um determinado contexto (TSCHIMMEL, 2010).

Sendo uma capacidade cognitiva, o pensamento criativo resulta da troca entre os conteúdos previamente conhecidos e operações mentais, que se conectam a elementos presentes na memória e acionados pela percepção, mediante às articulações cognitivas (TSCHIMMEL, 2010).

A criatividade requer habilidade, conhecimento e principalmente saber transformar isso em algo real. Não se trata apenas de soltar a imaginação, mas de saber dar continuidade no pensamento e transformá-lo em um projeto. Podemos definir a criatividade como o processo de gerar ideias originais e com significado, ela é mais um processo do que um acontecimento (BAR, 2017, p.3).

A partir dos pressupostos e do pensamento de Tschimmel (2010, p.204), o conceito, adotado nesse trabalho, de criatividade é: uma capacidade que os sistemas, presentes nos indivíduos, “possuem de criar novas complexidades, de reordenar e estruturar uma situação caótica”.

Tschimmel (2010, p.204) defende que todo sistema humano é criativo, pois “possui a capacidade de produzir, numa determinada área especializada, novos pensamentos, processos ou produtos anteriormente desconhecidos”. Logo, a competência da criatividade é colocada em ação em novos projetos, novas soluções, e, também, quando existe a percepção de novos problemas, conseqüentemente, o planejamento de novas ideias.

Deste modo, assim como se aprende a ler ou a escrever, por meios estratégicos é possível desenvolver a criatividade, visto que não é uma falta de capacidade, mas, sim, falta de oportunidade de aprendizado (BAR, 2017). No design de interiores, o processo de criação não se limita apenas a geração de ideias, envolve também avaliações para a definição de escolhas, que pode ser entre opções de projeto, de materiais de acabamentos, mobiliários, entre outros (BAR, 2017; GURGEL, 2017).

Portanto, verificar quais ideias funcionam com a percepção das demandas da sustentabilidade, aqui, com o foco dos princípios da dimensão econômica da sustentabilidade, faz parte do processo de criação do designer. Contudo, no projeto, a dimensão econômica é vista como uma face mais árida para o emprego do processo criativo (SANTOS *et al.*, 2019, p.34).

3. O processo projetual criativo: heurísticas para estimular soluções sustentáveis

Buscando ajudar a geração de ideias no processo criativo, Seifert *et al.* (2015) desenvolveu uma ferramenta, chamada *Design Heuristics* para ajudar na concepção de ideias. A mesma conta com o total de 77 heurísticas de design para uso no desenvolvimento de novos produtos e, que podem ser visualizadas em sua totalidade no artigo *Boosting creativity in idea generation using Design Heuristics*, pois, aqui, destaca-se somente as voltadas para o foco do desenvolvimento sustentável (Quadro 02).

Heurística do projeto	Definição
Adicionar recursos naturais	Explore as relações entre o produto e a natureza para melhorar a função ou a estética.
Permitir que o usuário personalize	Envolva o usuário, dando-lhe opções de personalização. Considere como isso fornece ao usuário um senso de propriedade e conscientização.
Alterar flexibilidade	Alterar propriedades do material com material diferente ou modificado. Considere durabilidade, recolhibilidade, função e ajustabilidade.
Alterar a vida útil do produto	Considere a vida útil assumida de um produto ou de suas partes e altere o número de vezes que ele pode ser usado.
Contextualize	Visualize os detalhes de como e onde o produto será usado e coloque o produto nesse contexto.

Expandir ou recolher	Projete o produto para aumentar ou diminuir para ajustar ou alterar a função. Considere fluidos, infláveis, materiais flexíveis e juntas complexas.
Incorporar ambiente	Use o ambiente vivo ou artificial como parte do produto projetando-o em vez de se diferenciar dele.
Tornar os componentes acopláveis ou destacáveis	Torne as peças individuais acopláveis ou destacáveis para flexibilidade, facilidade de uso, transporte ou reparo / substituição adicionais.
Tornar multifuncional	Identifique uma função complementar secundária para o produto e crie um novo formulário para realizar as duas funções.
Tornar o produto reciclável	Substitua os componentes descartáveis por reutilizáveis ou vice-versa. Modifique o projeto de acordo com as capacidades do novo material.
Reduzir material	Remova o material do produto, eliminando componentes desnecessários ou suprimindo elementos estruturais para torná-lo mais eficiente.
Reutilize embalagens	Converta as sobras de embalagens após a remoção do produto. Considere transformar a embalagem em um jogo, decoração ou outro produto útil.
Simplificar	Remova a complexidade desnecessária do produto para reduzir custos e desperdícios ou torne o produto mais intuitivo.
Use material contínuo	Encontre maneiras de criar conexões entre peças e aplique um material contínuo a elas para reduzir peças, juntas e complexidade.
Use fonte de energia diferente	Substitua a fonte de energia esperada e redesenhe de acordo. As possibilidades incluem química, geotérmica, hidrelétrica, solar e eólica.
Use materiais reciclados ou recicláveis	Explore o uso de materiais reciclados ou recicláveis no produto. Considere como a estrutura e o contexto mudarão.

Quadro 02: Heurísticas do projeto extraídas dos processos de conceitos dos designers. Fonte: Seifert *et al.* (2015).

Essas heurísticas possibilitam que os profissionais vislumbrem atalhos cognitivos, os ajudando a produzir soluções diferentes de projeto. Logo, possibilita maneiras específicas de desenvolver novos conceitos, modificar e entender os conceitos existentes (SEIFERT *et al.*, 2015).

Cada heurística oferece novas possibilidades para a introdução de variações no projeto e, podem ser aplicadas a qualquer tipo de projeto, sendo útil para propor novas ideias. De acordo com Seifert *et al.* (2015), os designers que utilizaram essa ferramenta no planejamento projetual em seus estudos demonstraram mais eficácia na geração de ideias com variedade e criatividade.

De fácil implantação, para usar as heurísticas, basta selecionar uma e verificar o que a descrição explicadora solicita, assim, começa-se a gerar as ideias. Diante das preocupações do desenvolvimento sustentável e atrelado a questões da dimensão econômica, a ferramenta fomenta as questões da sustentabilidade no projeto, sendo importante para usuários e fabricantes, conseqüentemente, essas e outras heurísticas presentes na literatura ajudam a conduzir mudanças de conceitos em direção a esse objetivo (SEIFERT *et al.*, 2015).

4. Das limitações à ação criativa no projeto de interiores

Os designers de interiores são geralmente responsáveis por selecionar todos os materiais e acabamentos internos, então estão em posição ótima para controlar os impactos ambientais associados. Em vez de ser uma limitação negativa, a especificação sustentável oferece um vasto escopo para a criatividade (MOXON, 2012, p.90).

Para Papanek (1995), uma das funções do design é apresentar opções criativas às pessoas, assim, no acionamento de uma das heurísticas de Seifert *et al.* (2015), por exemplo: use materiais reciclados ou recicláveis, que alia-se ao princípio: valorizar a reintegração de resíduos, conseqüentemente, suas heurísticas estabelecidas por Santos et al. (2019) no livro *Design para a Sustentabilidade: Dimensão Econômica*; é possível acionar por meio de pesquisas os atalhos cognitivos para propor novas soluções criativas, atendendo, portanto, a demanda em questão.

Como exemplo ilustrativo, as luminárias de *Guy Trench da Antiques by Design*, que são feitas de antigos capacetes da II Guerra Mundial (Figura 01). Para Moxon (2012, p. 106), o “mobiliário recuperado usado com criatividade pode tornar o projeto mais interessante”.



Figura 01: Luminárias com reintegração de resíduos. Fonte: Moxon (2012 p.106).

Nesse alinhamento, o artesanato também tem um importante papel para a transição de uma sociedade mais sustentável. De acordo com Moubarak e Qassem (2019), os objetos produzidos localmente de forma artesanal contribuem para dar a sensação de criatividade e autenticidade ao conceito de sustentabilidade nos projetos de design de interiores.

Portanto, o designer de interiores “deve considerar cuidadosamente quais materiais e acabamentos usar para executar os seus projetos”, visto que as escolhas podem otimizar ou desperdiçar os recursos naturais (MOXON, 2012, p.44).

Diante de tantos requisitos projetuais e o olhar para a sustentabilidade econômica, o processo criativo pode parecer difícil e limitante, contudo, “soluções de projeto simples, como a inclusão de recipientes de reciclagem, de espaço para secagem de roupas e de bicicletários, estimulam os ocupantes a seguirem um estilo de vida sustentável” (MOXON, 2012, p.16).

Para Bar (2017), o hábito do estímulo criativo é um grande aliado para a criatividade no processo de criação dos profissionais, visto que permite eliminar ou transformar as dificuldades em oportunidade de solução projetual.

Deste modo, como impulsionador da criatividade, é imprescindível que se saiba as responsabilidades ambientais de cada escolha no processo de projeto. De acordo com Papanek (1995), a sobrevivência da humanidade depende de uma imediata atenção às questões ambientais.

Destaca-se, que na definição do projeto a ser executado, os consumidores têm “o poder de promover mudanças fundamentais nas práticas de consumo e produção em prol da sustentabilidade” (SANTOS *et al.*, 2019, p.24). Pois, cabe aos profissionais somente apresentar as soluções projetuais e, as explicar para os clientes.

Ainda segundo Santos *et al.* (2019), para que os profissionais possam transparecer o que cada produto carrega dentro de sua criação para o cliente, no âmbito da dimensão econômica da sustentabilidade, é necessário que os mesmos dominem conceitos sustentáveis, princípios e ferramentas estratégicas, como as heurísticas, por exemplo.

5. Considerações finais

Sendo o desenvolvimento econômico sustentável um desafio da contemporaneidade e, tratando-se de uma problemática complexa, a criatividade é uma competência requerida às ações do designer (SANTOS *et al.*, 2019).

Por meio do percurso teórico percorrido, pode-se perceber e compreender que a criatividade é fundamental para atender os requisitos projetuais no design de interiores, entre eles: ser um ambiente esteticamente bonito, simbólico, com estilo, funcional, de bom custo, entre outros (GURGEL, 2017). E, ainda, o designer, na sua polivalência criativa, precisa aliar ao conceito do projeto os requisitos sustentáveis.

Moxon (2012), defende que um projeto de interiores deve ser sustentável, sem opção de escolha, assim, como estratégia criativa em soluções projetuais, as heurísticas apresentadas fornecem um caminho alternativo importante para a reflexão cognitiva no processo criativo.

Ressalta-se que, a criatividade não é uma capacidade somente de um grupo de pessoas que atuam em áreas que demandam por ideias inovadoras, ela é uma competência cognitiva presente nos indivíduos, logo, pode ser desenvolvida e estimulada (TSCHIMMEL, 2010).

Portanto, na proposição de projetos voltados para o desenvolvimento econômico, atendendo os princípios da dimensão econômica da sustentabilidade, por mais complicado e complexo que seja, a criatividade, como meio de criação para o novo, fornece, sem dúvida, a possibilidade de um projeto sustentável, atrativo, proporcionando bem-estar para os seus usuários.

Referências

AGENDA 21. Plano de Implementação da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/agenda21/Agenda_21_Global_Sintese.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2019.

ANDRADE, Erica Ribeiro de. Interferências do Design na Dimensão Econômica da Sustentabilidade. 2012. 207f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Comunicação e Expressão - Programa de Pós graduação em Design e Expressão Gráfica - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

- BAR, Cristhiane Prado de Oliveira. A criatividade no desenvolvimento de projeto arquitetura e design de ambientes. Revista Especialize On-Line IPOG. v.1, n.14, p.1-19, 2017. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=cristhiane-prado-de-oliveira-151517215.pdf>>. Acesso em: 1 Out. 2019.
- BROOKER, Graeme; STONE, Sally. O que é design de interiores? São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2014.
- BRUNDTLAND, Gro. H. Our common future: world commission on environmental development. The BrundtlandReport - Oxford University Press, Oxford, Reino Unido, 1987.
- CARDOSO, Rafael. Design para um mundo complexo. São Paulo: Gosac Naify, 2012.
- DEMIRKAN, Halime; AFACAN, Yasemin. Setting the key issues and a prioritization strategy for designing sustainable interior environments. Middle East Technical University, v.35, n.1, p.201-219, 2018, DOI: 10.4305/METU.JFA.2018.1.11.
- DIAS, Reinaldo. Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- GLÁVEANU, Vlad Petre. Paradigms in the study of creativity: introducing the perspective of cultural psychology. New Ideas in Psychology, v.28, n.1, p.79-93, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2009.07.007>.
- GURGEL, Miriam. Projetando espaços: design de interiores. 6Ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2017.
- HAYLES, Carolyn S. Environmentally sustainable interior design: a snapshot of current supply of and demand for green, sustainable or fair trade products for interior design practice. International Journal of Sustainable Built Environment, v.4, n.1, p.100-108, 06 mar. 2015, Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2015.03.006>.
- HIGGINS, Ian. Planejar espaços para o design de interiores. Tradução: Alexandre Salvaterra. São Paulo: G.Gilli, 2015. Título original: Spatial strategies for interior design.
- KAZAMIA, Kika Ioannaou; KAFARIDOU, M. O. How a designer can support sustainability in a creative way. In: International Design Conference, Dubrovnik, Croatia - DESIGN 2010, p. 573-580, 17-20 Mai. 2010.
- KAZAZIAN, Thierry. Haverá a idade das coisas leves. Tradução de Eric Roland René Heneault. São Paulo: Ed. Senac, 2005.
- LÖBACH, Bernd. Design Industrial: bases para a configuração dos produtos industriais. São Paulo: Edgard Blücher Ltda. 2001.
- LOPES, Giselle Kossatz. Percepções de sustentabilidade no cotidiano profissional do designer de interiores. 2014. 139f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Tecnologia – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná.
- MANCUSO, Clarice. Arquitetura de Interiores e Decoração: A arte de viver bem. Porto Alegre: Sulina, 2012.

MANZINI, Ezio. Design para a inovação social e sustentabilidade: Comunidades Criativas organizações colaborativas e novas redes projetivas. Rio de Janeiro: Epapers, 2008.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais de produtos industriais. 1. ed. Traduzido por: CARVALHO, A. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008. Título original: Lo sviluppo di prodotti sostenibili: I requisiti ambientali dei prodotti industriali.

MORAES, Dijon De. Metaprojeto como modelo projetual. In: MORAES, Dijon; DIAS, Regina Álvares; CONSELHO, Rosemary Bom (Eds.). Caderno de Estudos Avançados em Design: método, v. 5. Barbacena: EdUEMG, 2011, p. 35-51.

MORIN, Edgard. Introdução ao pensamento complexo. Porto Alegre: Sulina, 2000.

MOUBARAK, Lobna M. M.; QASSEM, Eman W. Creative eco crafts and sustainability of interior design: Schools in Aswan, Egypt as a case study. The Design Journal, v.0, n.0, p.1-20, 09 jan. 2019, Doi:10.1080/14606925.2018.1533717.

MOXON, Siân. Sustentabilidade no Design de Interiores. Editorial Gustavo Gili, SL: Barcelona, 2012.

MURTO, Pekka; PERSON, Oscar; AHOLA, Markus. Shaping the face of environmentally sustainable products: image boards and early consumer involvement in ship interior design. Journal of Cleaner Production, v.75, n.-, p.86-95, 25 mar. 2011, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.078>.

OLIVEIRA, Gilberto Rangel de. Método de design de interiores no Brasil: uma contribuição dos princípios da ergonomia do ambiente construído. 2016, 279f. Tese (doutorado) - Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PAPANEEK, Victor. Arquitectura e Design: ecologia e ética. Lisboa: Edição 70, 1995.

RASHDAN, Wael. Exploring sustainability impact on interior design solutions. In: International Conference On Engineering Design, ICED15, v.-,n.- ,p.309-318, Milan, Italy, 30 jul. 2015. ISBN: 978-1-904670-64-3.

ROSA, Ivana Marques da. A Dimensão Econômica do Design para a Sustentabilidade: Princípios e Diretrizes. 2013. 182f. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós Graduação em Design - Universidade Federal do Paraná, Paraná.

SANTOS, Aguinaldo dos *et al.* Design para a Sustentabilidade: Dimensão Econômica. Curitiba, PR: Insight, 2019.

SARMENTO, Ana Carolina de Lima. Sentir, perceber, notar e compreender a habitação: a experiência multissensorial no design de interiores - o exemplo de uma residência em Itacimirim- BA. 2017. 146f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Belas Artes, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

SEIFERT, Colleen M.; GONZALEZ, Richard; YILMAZ, Seda; DALY, Shanna. Boosting Creativity In Idea Generation Using Design Heuristics. Design Thinking: New



Product Development Essentials from the PDMA, v.-, n.-, p.71-86, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1002/9781119154273.ch6>.

TANZIL, Dickson e BEAVER, Earl R. Designing for sustainability: overview. In: BELOFF, Beth; LIES, Marianne; TANZIL, Dickson. Transforming Sustainability Strategy into Action: The Chemical Industry. New Jersey: John Wiley & Sons, 2005.

THACKARA, John. Plano B: O design e as alternativas viáveis em um mundo complexo. São Paulo. Ed. Saraiva; Versar, 2008.

TSCHIMMEL, Katja Christina. Sapiens e Demens no pensamento criativo do design. 2010. 574f. *Tese (Doutorado)* – Universidade de Aveiro, Departamento de Comunicação e Arte, Aveiro.

WDO: World Design Organization. Definição De Design Industrial. Disponível em: <<https://translate.google.com.br/translate?hl=ptPT&sl=en&u=http://wdo.org/about/definition/&prev=search>>. Acesso em: 20 Out. 2019.



Eficiência energética e a padronização de edificações públicas catarinenses

Energy efficiency and standardization of public buildings of Santa Catarina

Ana Lígia Papst de Abreu, Professora, Instituto Federal de Santa Catarina.

ana.abreu@ifsc.edu.br

Marina Espíndola Amorim, acadêmica Curso Engenharia Civil, IFSC.

marinaamorim2101@gmail.com

Rafael Takeshi Hayashi Feuerharmel, acadêmico Curso Engenharia Civil, IFSC.

rafaelfeuerharmel@gmail.com

Julien Morello, acadêmico Curso Engenharia Civil, CESI La Rochelle.

julien.morello@viacesi.fr

Resumo

Projetos públicos catarinenses são conduzidos pela política da padronização e repetição. Num estado com diferenças climáticas, o ideal é que o sistema construtivo (paredes e cobertura) seja adequado ao local que será implantada a construção, para garantir conforto aos ocupantes e assim minimizar o consumo energético. O objetivo deste artigo é analisar como garantir a eficiência energética em edificações públicas, mantendo-se uma padronização construtiva única para os diferentes climas catarinenses. A metodologia utiliza-se de regulamentos nacionais que indicam características térmicas mínimas para os diferentes climas brasileiros, e desta forma propõe uma característica térmica de parede e cobertura que se adequem aos diferentes climas catarinenses. Como conclusão observa-se que para uma padronização nas edificações públicas catarinenses é importante utilizar na cobertura materiais com baixo valor de transmitância térmica. Já com relação a padronização das paredes, ou elabora-se dois projetos com espessuras diferenciadas ou adiciona-se isolamento térmico numa parede de blocos cerâmicos.

Palavras-chave: edificações padronizadas; características térmicas da edificação; envoltória da edificação

Abstract

Santa Catarina public buildings conception and realization projects are led by the standardized policy. Building system (walls and roof) should be suitable for the location/climate where the construction will be built. Energy consumption is minimized whether the users are thermal comfort. The aim of this paper is to analyze how to seek energy efficiency in buildings, maintaining the standardization in different Santa Catarina climates. The methodology of this work has adopted Brazilian regulation that indicates minimum building thermal characteristics for the different Brazilian climates, and thus proposes a thermal characteristic of the wall and roof that are suitable



for different Santa Catarina climates. As a conclusion, it is observed that for a standardization in public buildings in Santa Catarina it is important the roof has materials with low thermal transmittance. Regarding the standardization of the walls, either two projects with different thicknesses are elaborated or thermal insulation is added to a ceramic block wall.

Keywords: *standardized buildings; thermal characteristics of building; building envelope*

1. Introdução

Os projetos de edifícios públicos estaduais geralmente são padronizados. Esse comportamento de repetição de projeto pode ser útil para equalizar o processo e a gestão da construção estatal, apesar da implantação ocorrer em cidades diferentes. Em Santa Catarina, muitos projetos de edificações públicas estaduais, como centros sociais, asilos e outros, são norteados pela política de repetição do projeto arquitetônico. Claro que, as diretrizes projetuais dessas edificações públicas podem se adequar para determinados aspectos locais, e algumas adaptações podem ser feitas pelas diferenças entre o tamanho do terreno, a localização na cidade, e inclusive o clima.

Neste artigo faz-se uma comparação das diferentes regiões bioclimáticas do estado e as recomendações das características térmicas da envoltória para uma edificação adaptada ao clima.

O objetivo deste artigo é avaliar como a padronização de um projeto arquitetônico de um prédio pode adequar-se para buscar a eficiência energética da mesma edificação implantada em diferentes climas do estado.

2. Revisão de Literatura

O comportamento térmico e o consumo de energia de uma edificação estão relacionados com o clima. Pois o usuário quando em desconforto (térmico ou lumínico), vai buscar através dos sistemas da edificação (aquecimento, resfriamento, iluminação artificial) alterar o ambiente para melhor desempenhar suas atividades. (BROWN e DEKAY, 2004).

Desde 2014, os projetos de edificações públicas federais novas devem ser desenvolvidos ou contratados visando, obrigatoriamente, à obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) classe "A" (BRASIL, 2014). A envoltória da edificação é um dos aspectos a serem avaliados pelo RTQ-C - Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INMETRO, 2010).

Um dos primeiros critérios para se determinar se a envoltória é adequada pelo RTQ-C, é determinar qual zona bioclimática pertence a cidade que será implantada a edificação. Este artigo, refere-se a todas as cidades do Estado de Santa Catarina.

O Brasil é dividido em oito zonas bioclimáticas (ABNT, 2005). O estado de Santa Catarina tem classificada a maior parte das suas cidades nas zonas bioclimáticas 1, 2 e 3 (Figura 1).

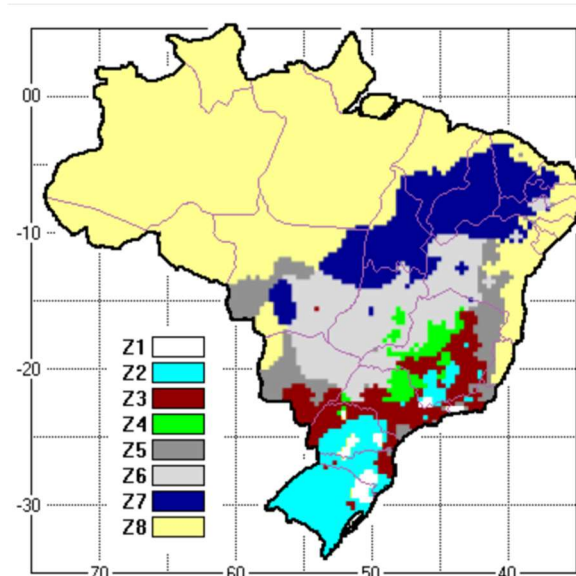


Figura 1: Zoneamento Bioclimático Brasileiro. Fonte: Software ZBBR 1.0.

O desempenho térmico-energético de uma edificação varia conforme o sistema construtivo, e o RTQ-C avalia de forma diferenciada a envoltória da edificação em função da zona bioclimática que este pertence, seja pela transmitância térmica, seja pela absorvância solar. A transmitância térmica (“U”) é a “transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo, (...) incluindo as resistências superficiais interna e externa, induzida pela diferença de temperatura entre dois ambientes.” (ABNT, 2013). Já a absorvância solar é a parcela (α) absorvida da radiação solar incidente numa superfície. Esta varia conforme a cor da superfície, cores escuras possuem valores de absorvância mais elevados (0,7 a 0,9), enquanto cores mais claras os valores variam de 0,2 a 0,5 (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Num estudo recente com projeto de edificações escolares que foram desenvolvidos para as 8 zonas bioclimáticas brasileiras, observou-se que mesmo com o atendimento aos dados de transmitância térmica da envoltória, seriam necessárias estratégias adicionais para garantir o conforto térmico nas salas. (TELES et al, 2019). Desta forma, mesmo com a adoção de um projeto público padrão, onde se prioriza uma gestão otimizada dos recursos públicos, é possível garantir a qualidade ambiental, com pequenas alterações de elementos arquitetônicos, sem descaracterizar o projeto padrão. (BRITO et al, 2019).

3. Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos apresentam os critérios usados para comparação: (a) das características térmicas da envoltória para edificações públicas catarinenses; (b) da



radiação solar disponível para três cidades que representam as três zonas bioclimáticas catarinenses.

3.1 Comparação das características térmicas da envoltória

Os critérios estabelecidos pelo RTQ-C para obtenção da ENCE “A” para a envoltória das três zonas bioclimáticas serão apresentados, e seus resultados discutidos quanto a padronização e a busca por eficiência energética nas edificações públicas estaduais.

3.2 Disponibilidade de radiação solar

Para um mesmo projeto, cuja edificação seja implantada em diferentes cidades catarinenses, preferiu-se cidades que tivessem estações meteorológicas. Então, o primeiro critério de escolha das cidades foi a disponibilidade de arquivos climáticos. Para isso, buscou-se no site http://climate.onebuilding.org/WMO_Region_3_South_America/BRA_Brazil/index.html as cidades catarinenses com dados climáticos disponíveis. Das 23 cidades catarinenses com dados climáticos, optou-se por São Joaquim para a Zona bioclimática 1, São Miguel do Oeste para a zona bioclimática 2, e Florianópolis para a zona bioclimática 3.

A comparação da disponibilidade de radiação solar nas três cidades foi determinada plotando os dados médios por hora e por mês de radiação solar. Desta forma é possível visualizar e comparar também entre as cidades, a porcentagem de horas dentro de determinadas faixas de radiação solar global horizontal por hora e mês do ano.

4. Resultados

Este item do artigo é dividido em duas partes: (a) análise da interferência dos requisitos construtivos voltados para a eficiência energética num projeto qualquer padronizado, neste caso focando em edificações públicas; e (b) análise da disponibilidade de radiação solar global horizontal.

4.1 Requisitos construtivos de eficiência energética versus padronização

Na Tabela 1 são apresentados os pré-requisitos mínimos de transmitância térmica (“U”) e absorvância térmica (α) da envoltória (paredes e cobertura da edificação) para obtenção de nível de eficiência “A”, para as três principais zonas bioclimáticas que se situam os municípios catarinenses.

		Zona Bioclimática 1		Zona Bioclimática 2		Zona Bioclimática 3	
Valor máximo		condic. artificial	ventilação natural	condic. artificial	ventilação natural	condic. artificial	ventilação natural
Cobertura	“U”(W/m ² K)	0,5	1,0	0,5	1,0	1,0	2,0
	α	0,5		0,5		0,5	
Parede	“U”(W/m ² K)	1,0		1,0		3,7	
	α	-		0,5		0,5	

Tabela 1 - Valores máximos das características térmicas da envoltória como pré-requisitos mínimos para obtenção de nível de eficiência “A”, para as três principais zonas bioclimáticas catarinenses. Fonte: adaptado de INMETRO (2010).

Pelos dados da Tabela 1, a transmitância térmica (“U”) das coberturas variam entre ambientes condicionados e naturalmente ventilados. A restrição quanto à transmitância térmica das coberturas é maior nas zonas bioclimáticas 1 e 2. Para padronização de uma edificação pública estadual catarinense, o ideal seria que as coberturas das edificações tivessem “U” máximo de 0,5 W/m²K. Numa edificação com um único pavimento, o ganho térmico pela cobertura no verão influencia diretamente na carga térmica de todos os ambientes internos. A opção por padronizar a cobertura neste caso, vem ao encontro da minimização do consumo energético por climatização no verão, e a diminuição da perda do calor interno no inverno.

Nas três zonas bioclimáticas, a absorvância solar (α) máxima das coberturas é de 0,50, mas são exceção as coberturas de teto-jardim ou quando se utiliza telhas cerâmicas não esmaltadas. (INMETRO, 2010). Vale lembrar que este aspecto limita o uso de telhas de fibrocimento na sua cor natural pois estas apresentam valor da absorvância solar de 0,6 (PRADO e FERREIRA, 2005). Se for especificado telhas de fibrocimento no sistema de cobertura, faz-se necessário pintar a mesma com cor clara, e a especificação de sua limpeza e manutenção regular.

Com relação às paredes, existe uma grande variação no valor de transmitância térmica (“U”) das zonas bioclimáticas 1 e 2 para a zona bioclimática 3. Exemplos de paredes com “U” < 1,0W/m²K são paredes duplas com tijolos cerâmicos vazados, e ou paredes com isolamento térmico. Já valores “U” < 3,7W/m²K para paredes, contemplam o sistema construtivo da maioria das paredes de blocos cerâmicos (simples) rebocados dos dois lados. Esta diferença nas paredes, interfere na construção padronizada tanto na dimensão dos ambientes quanto no aspecto financeiro. Edificações na zona bioclimática 3 podem utilizar uma quantidade menor de material nas paredes, mas precisariam ter um projeto de planta baixa readequado pelo menos para as paredes externas nas zonas bioclimáticas 1 e 2.

Observa-se que na Zona Bioclimática 1 não existe limite da absorvância solar (α) das paredes, isto para que se permita aumentar ainda mais os ganhos térmicos por radiação no período de inverno. Já nas zonas bioclimáticas 2 e 3, não é possível usar cores escuras. Se for necessária a padronização das cores das fachadas dos prédios públicos estaduais, faz-se necessário a especificação de cores claras ($\alpha < 0,5$) para as paredes.

4.2 Comparação da disponibilidade e da necessidade de incidência solar

A Figura 2 apresenta os gráficos da média mensal por hora da radiação global horizontal durante um ano, nas três cidades catarinenses: São Joaquim; São Miguel do Oeste; e Florianópolis. No eixo horizontal dos gráficos da Figura 2, são representados os meses, e no eixo vertical as horas do dia, as curvas amarelas representam as horas de nascer e pôr do sol respectivamente. Na legenda aparecem as faixas de valores da média de radiação global, e a porcentagem de horas que ocorreram no ano.

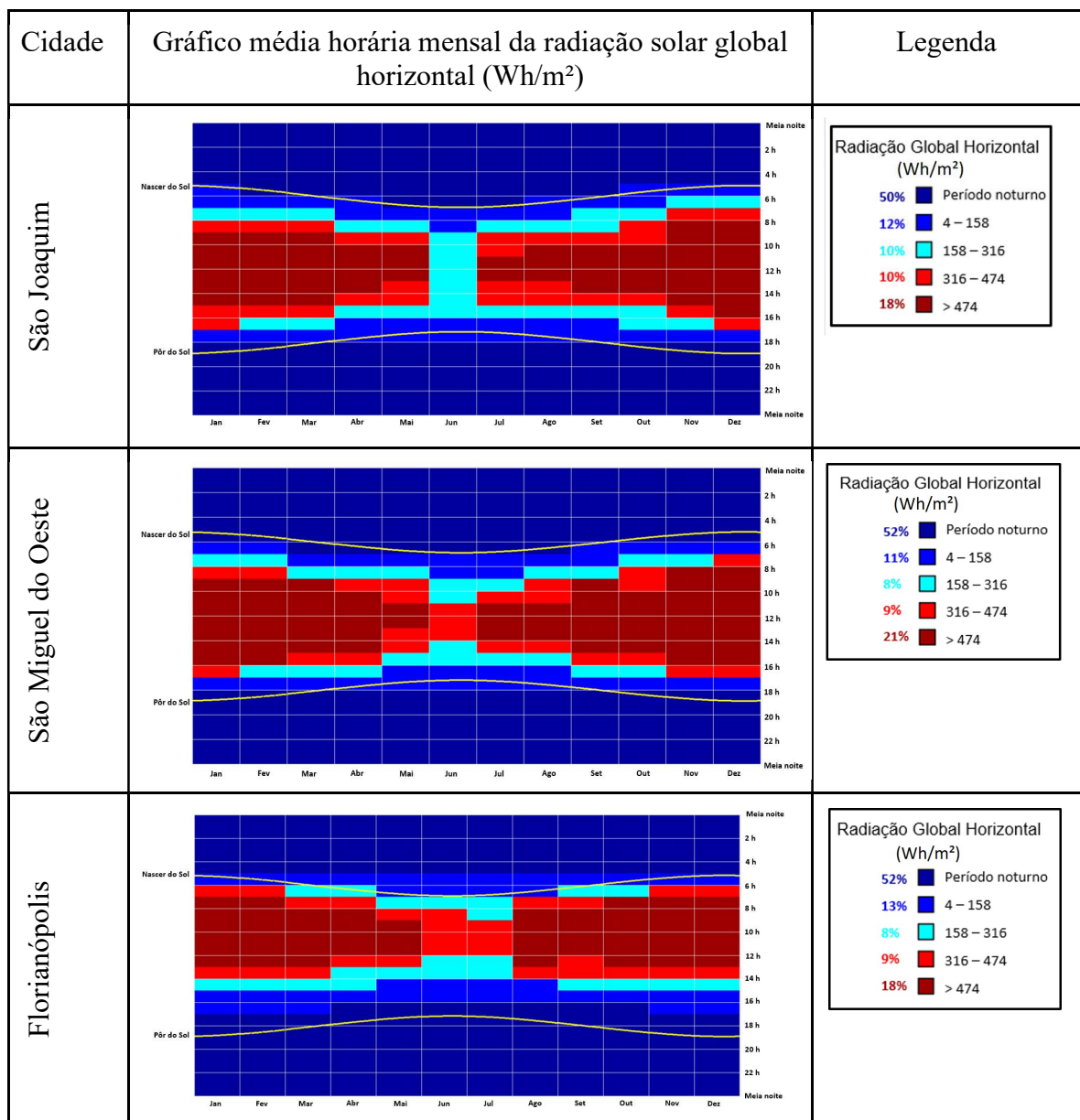


Figura 2: Gráficos comparativos de avaliação de distribuição da incidência solar por diferentes cidades catarinenses. Fonte: elaborado pelos autores a partir do software Climate Consultant.



A cidade de Florianópolis apresenta nos meses de junho a julho dados de radiação global horizontal superior às cidades de São Miguel do Oeste e São Joaquim. Nos meses mais quentes, janeiro e fevereiro, novembro e dezembro, os dados da média mensal da radiação global horizontal, que aparecem na maior faixa de valores, ocorrem em maior quantidade de horas nas cidades de São Joaquim e São Miguel do Oeste, e em menor ocorrência de tempo na cidade de Florianópolis. Em São Joaquim

Para as cidades da Zona Bioclimática 1, o ideal é aumentar o ganho de radiação solar para aquecimento. Mas para padronização de projetos públicos, precisaria prever-se que as paredes tivessem absorvância máxima de 0,5. O que se sugere, é que os beirais a norte das edificações públicas da Zona Bioclimática 1 sejam dimensionados para possibilitar uma maior incidência solar nos ambientes internos do que os beirais das edificações nas Zonas Bioclimáticas 2 e 3.

5. Considerações Finais

A otimização da gestão dos recursos públicos muitas vezes induz a padronização de edificações com o mesmo programa de necessidades, mas implantadas em diferentes localidades. Tendo como foco o conforto dos ocupantes e a eficiência energética da edificação, é recomendável ter-se adequações arquitetônicas nas edificações públicas em função do clima, mas que não descaracterizem o projeto padrão.

Neste estudo observou-se que a adoção de cobertura padronizada com baixo valor de transmitância térmica, possibilita a diminuição da climatização no verão (zona bioclimática 2 e 3), e a diminuição da perda do calor interno no inverno em todas as zonas bioclimáticas catarinenses. Com relação às paredes, existem duas possibilidades: (a) elaborar dois projetos com espessuras diferenciadas para edificações na zona bioclimática 1 e 2; e outro com paredes menos espessas para zona bioclimática 3; (b) adoção de isolamento térmico e valor de transmitância térmica mais restritivo, que atenderia às três zonas bioclimáticas catarinenses. Se o objetivo for padronizar as cores das fachadas dos prédios públicos estaduais, seria necessário adotar cores claras ($\alpha < 0,5$) para as paredes, assim como para a cobertura. Recomenda-se também, que os beirais na fachada norte das edificações públicas da Zona Bioclimática 1, sejam dimensionados para garantir ganho térmico solar nos períodos mais frios do ano.

Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. **Instrução Normativa nº 2, de 4 de junho de 2014**. Dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas



e aparelhos consumidores de energia pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional, e uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit. Disponível em:

<http://siabi.trt4.jus.br/biblioteca/direito/legislacao/atos/federais/int_mpog_slti_2014_2.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2015.

BRITO, A.C.P., BRITO, C.M.B., BORTOLOTTI, V.M., SILVA, C.F., AMORIM, C.N.D. O processo de projeto de edifício escolar: barreiras e perspectivas para o Conforto e a eficiência energética. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2019, João Pessoa. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2019.

BROWN, G. Z. e DEKAY, M. **Sol, vento e luz: estratégias para o projeto de arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2004. ISBN: 85-363-0344-1.

INMETRO - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **RTQ-C: Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**. Brasília, 2010. Portaria n.º 372, de 17 de setembro de 2010.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3 ed. Rio de Janeiro: Eletrobras/Procel, 2014.

PRADO, R. T. A.; FERREIRA, F. L. Measurement of Albedo and Analysis of Its Influence the Surface Temperature of Building Roof Materials. **Energy and Buildings**, v. 37, n. 4, p. 295-300, 2005.

TELES, C.C., GÓES, T.M., LOPES, A.F.O., FERNANDES, J.T., AMORIM, C.N.D., SILVA, C.F. Avaliação de Eficiência Energética e Conforto Térmico de Projetos Educacionais Padronizados do FNDE. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2019, João Pessoa. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2019.

Implantação de um sistema de captação de água da chuva para o abastecimento de uma casa popular em Brusque - SC

Implementation of a raw water collection system for the supply of a popular house in Brusque - SC

Igor Schlindwein, Engenheiro Civil, UNIFEBE

igorschlindwein@gmail.com

Family Roedel, Mestra em Ciência e Tecnologia Ambiental, UNIFEBE

family.roedel@unifebe.edu.br

Resumo

Tendo em vista que a água é um recurso natural imprescindível à vida, questões sobre a conservação e preservação dos recursos hídricos vêm sendo cada vez mais destacadas na atualidade. O objetivo geral é implantar um sistema de captação de água da chuva para uma casa popular em Brusque - SC. A pesquisa teve uma abordagem quali-quantitativa, método exploratório e descritivo e tipo de pesquisa bibliográfica e experimental. Na pesquisa experimental, fez-se um estudo comparativo, onde foram calculados cinco tipos de reservatórios a fim de verificar as suas características. Através da pesquisa, foi definido que para a implantação do sistema, o reservatório possui um tamanho usual, a captação será feita pelo telhado e o escoamento pela calha, com filtragem simples e destinação não potável. Por fim, fizeram-se recomendações para o melhoramento da captação e racionalização da água pluvial, além de estudos ainda necessários para o aperfeiçoamento deste tipo de sistema.

Palavras-chave: Construção civil; Água pluvial; Captação.

Abstract

Considering that water is a indispensable natural resource for life, questions about the conservation and preservation of water resources are becoming more prominent today. The general objective is to implement a rainwater harvesting system for a popular house in Brusque - SC. The research had a qualitative-quantitative approach, exploratory and descriptive method and type of bibliographic and experimental research. In the experimental research, a comparative study was carried out, in which five types of reservoirs were calculated in order to verify their characteristics. Through the research, it was defined that for the implantation of the system, the reservoir has a usual size, the capture will be done by the roof and the flow through the trough, with simple filtration and non-potable disposal. Finally, recommendations were made for the improvement of the abstraction and rationalization of rainwater, besides studies still necessary for the improvement of this type of system.

Keywords: Construction civil; Rainwater; Captation.

1. Introdução

Segundo Braga (2002) a água está entre os recursos mais utilizados e necessários à sobrevivência de qualquer organismo, sendo considerada fundamental para a existência e manutenção da vida. Por isso sua qualidade e quantidade devem ser conservadas no ambiente.

Em um balanço hídrico realizado em 2014, a Agência Nacional de Águas - ANA considerou que o Brasil é um dos países com a maior disponibilidade de água doce mundial, com 15% dos recursos hídricos superficiais do globo terrestre. Recurso esse, que quando comparado com a densidade demográfica, é entendido como desigual ao longo do território nacional (ANA, 2017).

Fantinatti, Zuffo e Argollo (2015) afirmam que mais de 60 milhões de brasileiros não possuem acesso a uma rede contínua de água, o que representa uma situação preocupante em termos de saúde pública. Sendo assim, a partir de 1997 foi criada a Lei nº 9.433 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

“No Brasil a água, por atingir e impactar outros recursos naturais, por ser domínio público e espaço de gestão democrática, apresentar um desafio em sua gestão, [...] em prol do bem comum a favor de um mundo sustentável” (FANTINATTI; ZUFFO; ARGOLLO, 2015, p. 19).

O temor de um colapso no abastecimento de água tem aumentado a preocupação da população quanto ao uso racional da água, recurso essencial à vida e à organização dos ecossistemas no planeta. Apesar de abundante a nível mundial, a água é um recurso que precisa ser conservado, principalmente por causa da distribuição irregular, e de longos períodos de seca, para que sua disponibilidade possa ser garantida para as próximas gerações. Neste contexto, destaca-se o aproveitamento de água da chuva, ou água pluvial para fins não potáveis.

O aproveitamento da água pluvial, além de reduzir os riscos de enchentes em caso de chuvas intensas, pode ser um ótimo método para a diminuir o consumo de água potável, reduzindo a pressão sobre os mananciais (DUDZEVICH, 2009).

“A captação de água de chuva está sendo amplamente utilizada em países como a Austrália, Alemanha e Japão, onde novos sistemas estão sendo desenvolvidos com a finalidade de permitir a captação de água de chuva de maneira mais simples” (TORDO, 2004 apud CARVALHO, 2010, p. 12). No Brasil, há um projeto de incentivo para a instalação de cisternas, principalmente nos estados onde o clima é semiárido denominado “Programa Um Milhão de Cisternas - P1MC”, com o objetivo de garantir o fornecimento de água à população nos períodos de seca. Segundo o site ASA Brasil (2017) que trata da Articulação do Semiárido Brasileiro, o programa P1MC possibilitará que inúmeras famílias de comunidades rurais, façam o uso da água pluvial por captação do telhado da casa.

O presente trabalho teve como objetivo geral implantar um sistema de captação de água da chuva para uma casa popular em Brusque - SC. E como objetivos específicos: i)

Determinar a pluviosidade na cidade de Brusque dos anos de 2013 a 2017; ii) Avaliar dois métodos de cálculo de dimensionamento do reservatório e uma alternativa para sua locação em um sistema de aproveitamento de água de chuva para uso em bacias sanitárias com caixa acoplada em residências unifamiliares; iii) Projetar um sistema de captação de água da chuva para uma casa popular; iv) Determinar o custo para a implantação de um sistema de captação de água da chuva para uma casa popular.

2. Procedimentos metodológicos

2.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa teve uma abordagem quali-quantitativa, método exploratório e descritivo, e tipo de pesquisa bibliográfico e experimental. Segundo Köche (2013) a pesquisa qualitativa não se preocupa com a representativa numérica, mas sim, com o entendimento e a compreensão do assunto. Na abordagem quantitativa é feito o uso de um método exploratório a partir de dados, utilizando uma linguagem matemática, com a comparação das variáveis estudadas.

Para Köche (2013) o método de pesquisa exploratório estabelece critérios, dados, métodos e técnicas para a elaboração de uma pesquisa, formando novas tecnologias a partir de experimentos. O método descritivo é aquele que observa, analisa e registra o conteúdo, sem interferência do pesquisador.

A pesquisa bibliográfica é aquela que se desenvolve tentando explicar um problema, nela “[...] o investigador irá levantar o conhecimento disponível na área, identificando as teorias produzidas, analisando-as e avaliando sua contribuição para auxiliar a compreender ou explicar o problema objeto da investigação” (KÖCHE, 2013, p. 122).

Para Gil (2010, p. 47) “a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto”.

2.2 Área de estudo

A pesquisa foi realizada no loteamento Residencial Hoefelmann, Bairro Limeira Baixa, na cidade de Brusque - SC. Atualmente o plano de zoneamento do bairro Limeira Baixa é residencial e industrial.

O local escolhido para desenvolver o projeto é o Condomínio Residencial London, empreendimento com 195,04 m², com três casas geminadas. Cada unidade residencial conta com aproximadamente 65 m². Cada unidade terá três pavimentos, sendo: térreo, superior e caixa. Este último é destinado exclusivamente para abrigar o reservatório a uma altura mais elevada que os pavimentos inferiores.

2.3 Método

Para a elaboração da pesquisa, através de análise de dados, desenvolve-se um projeto de captação de água da chuva para fins não potáveis, para isso foi necessário obter os dados pluviométricos, estabelecer as diretrizes para o projeto, calcular o dimensionamento e fazer o orçamento do sistema.

A coleta dos dados pluviométricos foi feita através de uma solicitação à Defesa Civil de Brusque - SC, mediante contato inicialmente com Coordenador do Órgão, para obter informações pluviométricas dos anos de 2013 a 2016 e 2017 (até o mês de outubro). De acordo com NBR 15527/2007, estes dados são necessários para o dimensionamento do reservatório que foi feito pelo método de simulação. No método da simulação, aplicam-se os valores diários ou mensais de precipitação. Como o próprio nome já diz, é um método que criará um parâmetro através de simulação, aqui dos anos anteriores. Quanto maior for a alimentação de dados pluviométricos, maior será a veracidade dos resultados obtidos.

Estes dados foram inseridos em planilhas eletrônicas no Excel e a partir delas foram elaborados cinco gráficos, um para cada ano, além da média mensal pluviométrica.

Os dados técnicos do empreendimento e o projeto hidrossanitário foram fornecidos pelo Arquiteto responsável pelo projeto e execução do residencial, mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE.

O projeto está de acordo com a NBR 15527/2007, que apresenta os requisitos para o aproveitamento de coberturas de áreas urbanas para fins não potáveis. Também foram respeitadas todas as normas referentes ao projeto hidrossanitário do empreendimento (NBR 8160, 7229 e 13969), tendo o cuidado para não alterar nenhum item que estava estabelecido nas regras, normas e diretrizes do projeto.

O projeto foi dimensionado para a captação de água de chuvas para fins não potáveis, utilizando alguns elementos do sistema já existentes, como as calhas, rufos, tubo de queda, ralo e privada acoplada.

Os elementos dimensionados foram o reservatório (Método de simulação -NBR 15527/2007) através de dados pluviométricos e estimativas de captação de água da chuva (Resumidos graficamente nos resultados e discussões) e os tubos de alimentação da privada acoplada e torneira do jardim (Pesos relativos e Ábaco Luneta - NBR 5626/98).

Para o dimensionamento dos reservatórios para o aproveitamento da água da chuva, utilizou-se a equação por simulação (Equação 1), de acordo com a NBR 15527/2007.

$$S(t) = Q(t) + S(t-1) - D(t) \quad (1)$$

$$Q(t) = C \times \text{precipitação da chuva}(t) \times \text{área de captação}$$

$$\text{Sendo que: } 0 \leq S(t) \leq V$$

Onde:

$S(t)$ é o volume de água no reservatório no tempo t ;

$S(t-1)$ é o volume de água no reservatório no tempo $t - 1$;

$Q(t)$ é o volume de chuva no tempo t ;
 $D(t)$ é o consumo ou demanda no tempo t ;
 V é o volume do reservatório fixado; e
 C é o coeficiente de escoamento superficial.

Como esse método leva em consideração a área, a demanda e a eficiência, têm-se uma combinação de 3x3x3 resultado, por simulação, em 27 volumes.

Para a elaboração do projeto foram aproveitados alguns elementos do sistema de captação instalados no empreendimento. Para o dimensionamento das tubulações de água fria, utilizou-se a NBR 5626/1998 que trata da instalação predial de água fria. Constante no abastecimento residencial, será usada uma tubulação de 20 mm de PVC para o abastecimento da privada acoplada, tipo caixa e 20 mm PVC para o abastecimento da torneira do jardim. A localização dos elementos que completam o sistema está especificada no projeto.

Os resultados de dimensionamento foram obtidos através da tabela de pesos relativos aos pontos, com o uso da NBR 5626/1998, onde a bacia sanitária tipo caixa de descarga tem peso 0,15 e a torneira de jardim ou lavagem geral peso 0,20. Posteriormente analisando a imagem do Ábaco Luneta, conclui-se que a dimensão do cano é 20mm PVC para ambos.

Todo o orçamento do sistema foi baseado nas notas fiscais do Vieira Materiais de Construção, que é a empresa que forneceu todos os materiais de construção do empreendimento escolhido para esse trabalho.

Para elaboração do projeto foi utilizada a calha (condutor horizontal) e o tubo de queda (tubulação vertical) existente do empreendimento. A trincheira foi instalada embaixo do extravasor/ ladrão do reservatório, sendo que a sua utilização será para a absorção da água excedente, ou seja, quando ocorrer dias de chuvas intensas.

O esquema apresentado no projeto da captação da água da chuva terá dois filtros que apresentam a mesma característica “Retem substâncias indesejáveis da água” um filtro para retenção de substâncias maiores e outro para retenção de substâncias menores, como areia e sujeiras.

No projeto do sistema de captação de água da chuva são descritos todos os elementos básicos para a viabilidade do sistema.

3 Resultados e discussão

3.1 Pluviosidade

Para realizar a análise dos dados pluviométricos se fez necessário o levantamento da série histórica de chuvas da cidade de Brusque - SC. A Figura 4 apresenta os 5 gráficos dos valores pluviométricos de 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017.

Com base nos gráficos da Figura 1, compreende-se que não existe uma constante de chuvas de um determinado período do ano, tendo em vista que os cinco gráficos ficaram divergentes. Por exemplo, março de 2013 foi o mês com um alto valor pluviométrico, com 296,60 mm, porém no mesmo período em 2015 e 2016, não foram registradas chuvas.

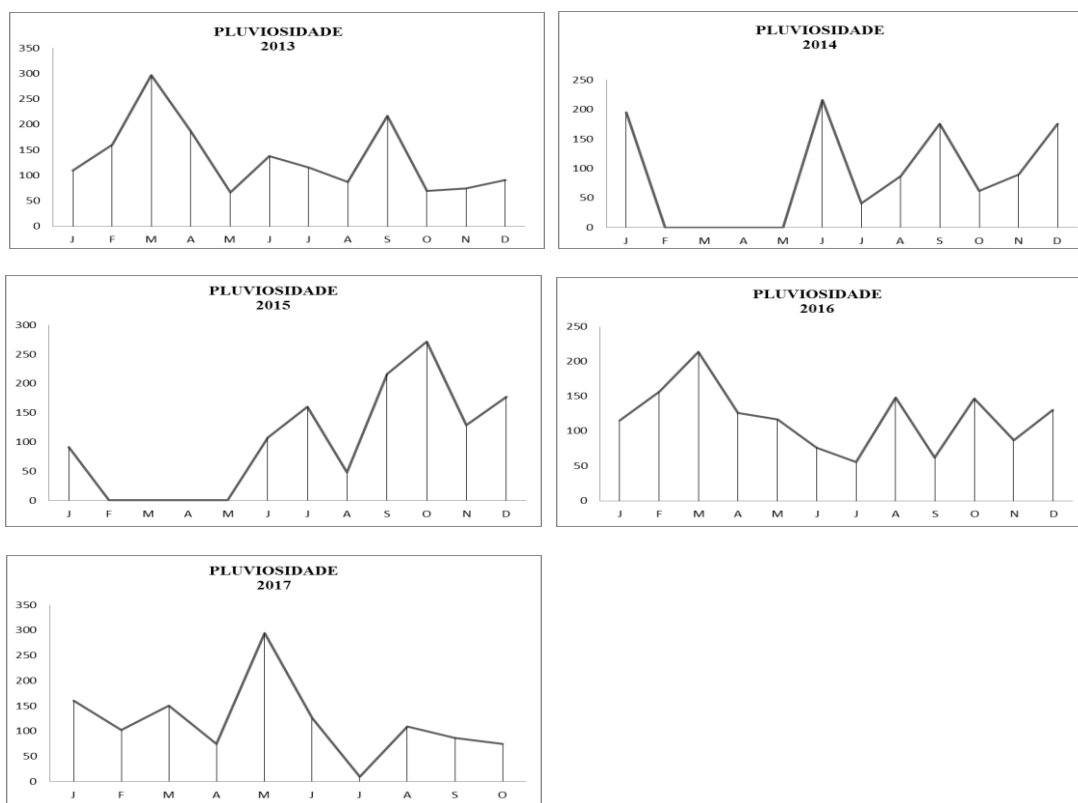


Figura 1: Valores pluviométricos de 2013 a 2017 de Brusque - SC. O Gráfico 1 apresenta os valores pluviométricos de 2013, o Gráfico 2, os valores de 2014, o Gráfico 3, os valores de 2015, o Gráfico 4, os valores de 2016, e o Gráfico 5, os valores de 2017. Fonte: Os autores (2017).

3.2 Sistema de captação de água da chuva

A estimativa de captação de águas de chuvas no bairro Limeira Baixa no município de Brusque - SC é baseada na simulação dos cenários de precipitação dos anos de 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017, segundo a NBR 15.527/2007, que trata do dimensionamento a partir do método de simulação, e está representada na Figura 2, que traz os Gráficos 6 a 10.

Ao longo dos 58 meses ocorreu descarte por excesso em 3 meses, totalizando 5,08m³ (Figura 2). O ano com maior índice de captação foi em 2013, com uma somatória de 39,73 m³. Já o pior foi o ano de 2014, onde no começo do ano ocorreu um tempo de seca resultando num somatório de 25,66 m³. Os valores variaram bastante entre os meses e anos. Por isso é indispensável a conexão do sistema de água fria para o abastecimento da privada de caixa acoplada quando não ocorrer o fornecimento de água pluvial.

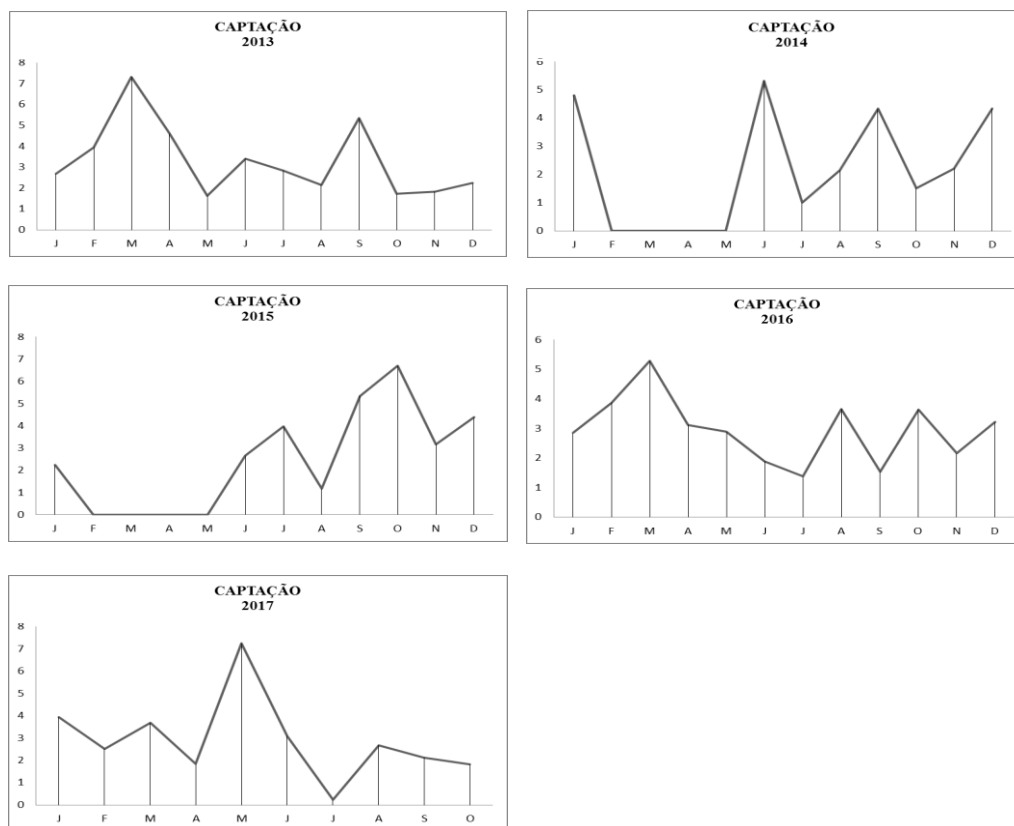


Figura 2: Índices de captação de água da chuva de 2013 a 2017 de Brusque - SC. O Gráfico 7 apresenta os valores de 2013, o Gráfico 8, os valores de 2014, o Gráfico 9, os valores de 2015, o Gráfico 10, os valores de 2016, e o Gráfico 11, os valores de 2017. Fonte: Os autores (2017).

Para o dimensionamento do reservatório, exige-se uma situação de consumo e a análise dos índices pluviométricos. Os cálculos foram realizados através de um programa computacional elaborado em planilha (Excel).

A Figura 3 ilustra como os dados foram organizados para obter os resultados de volume mensais do ano de 2013, para um reservatório de 500 litros, (0,5 m³).

Através da Figura 3, pode-se encontrar os valores necessários (Volume de captação, Volume do reservatório no final do mês, Descarte e Suprimento Externo). É importante ressaltar que a privada acoplada será abastecida pelo sistema de captação e o sistema de água fria. Quando faltar água da captação, por meio de um registro de parede, utiliza-se a água do sistema residencial. A última coluna da Figura 6 demonstra exatamente esse procedimento, onde todo o valor apresentado é a quantidade de água que será solicitada da rede.

MÉTODO DE SIMULAÇÃO - ABNT NBR 15527:2007

C	Área (m ²)	Demanda (m ³ /mês)	E	V Res. (m ³)
0,8	30,823	5	100,00%	0,5

Ano	Mês	P (mm)	Demanda (m ³)	Volume P*A*C (m ³)	V Res. (m ³)	V Res t-1 (m ³)	V Res t (m ³)	Descarte (m ³)	Supr. Ext (m ³)
2013	1	109,40	5,00	2,70	0,50	0	-2,30	0,00	2,30
2013	2	160,20	5,00	3,95	0,50	0,00	-1,05	0,00	1,05
2013	3	296,60	5,00	7,31	0,50	0,00	0,50	1,81	0,00
2013	4	186,80	5,00	4,61	0,50	0,50	0,11	0,00	0,00
2013	5	66,20	5,00	1,63	0,50	0,11	-3,26	0,00	3,26
2013	6	138,00	5,00	3,40	0,50	0,00	-1,60	0,00	1,60
2013	7	115,40	5,00	2,85	0,50	0,00	-2,15	0,00	2,15
2013	8	87,20	5,00	2,15	0,50	0,00	-2,85	0,00	2,85
2013	9	216,80	5,00	5,35	0,50	0,00	0,35	0,00	0,00
2013	10	69,60	5,00	1,72	0,50	0,35	-2,94	0,00	2,94
2013	11	74,20	5,00	1,83	0,50	0,00	-3,17	0,00	3,17
2013	12	91,00	5,00	2,24	0,50	0,00	-2,76	0,00	2,76
TOTAL		1611,40	60,00	39,73				1,81	22,08

Figura 3: Cálculo do reservatório 0,5 m³ no ano de 2013. Fonte: Os autores (2017).

O Gráfico 11 representa a média mensal da quantidade de água que será solicitada da rede nos cinco anos estudados, simulando um consumo de 5m³/mês.

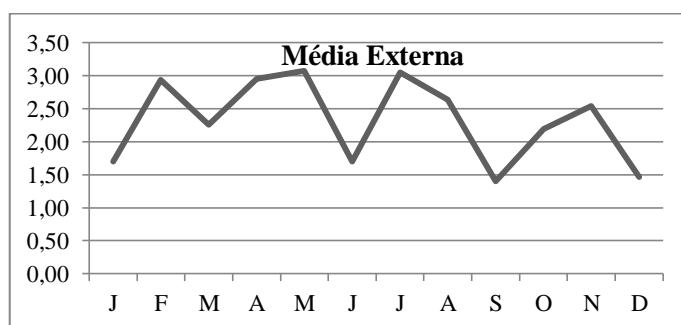


Gráfico 11: Média mensal solicitação externa. Fonte: Os autores (2017).

Os dados mostram que todos os meses será utilizado a água da rede e o consumo da água captada pela chuva será total. Também fica evidente que os meses com maior índice de chuva (dezembro, setembro e junho) apresentam os menores valores de uso externo com 1,46m³, 1,40m³ e 1,70 m³.

3.3 Projeto do sistema de captação de água da chuva

Utilizando como base os resultados descritos anteriormente o projeto foi elaborado afim captar e aproveitar a água da chuva para fins não potáveis. Através dos resultados mostrados anteriormente foi possível indicar o potencial de captação, utilizando o telhado da casa. Visando o menor custo possível para a instalação do sistema, aproveitou-se os componentes descritos no projeto hidrossanitário.

Na próxima página é apresentado o projeto, que contém o térreo (Figura 4), o primeiro e o segundo piso (Figura 5) e corte do telhado (Figura 6). Também estão localizados todos os

tubos de queda, diâmetro dos tubos de alimentação, componentes de sistema e localização da cisterna.

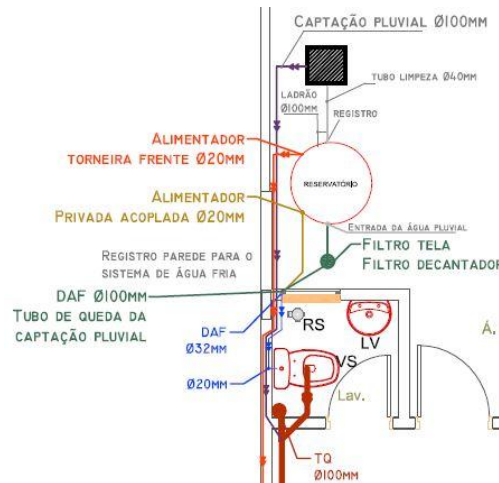


Figura 4: Projeto do térreo. Fonte: Os autores (2017).

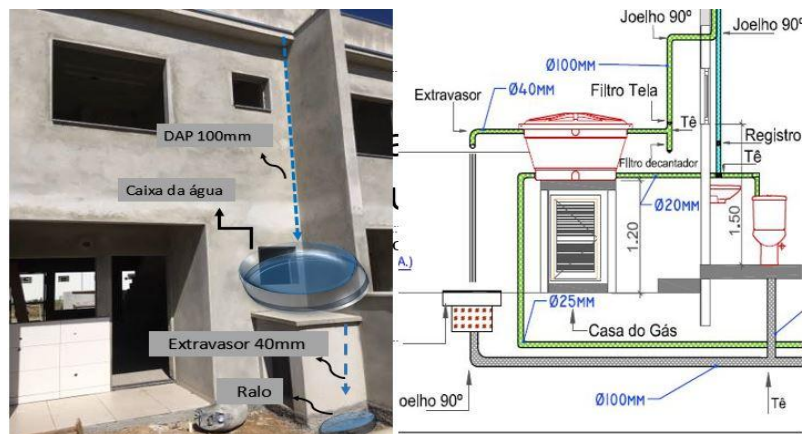


Figura 5: Primeiro e segundo piso, e esquema do sistema. Fonte: Os autores (2017).

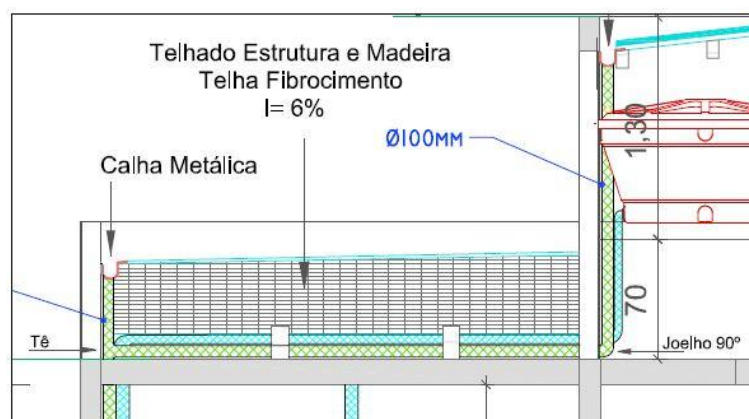


Figura 6: Corte do telhado. Fonte: Os autores (2017).

O esquema se caracteriza com um tubo de queda de água pluvial (existente), passante pelo filtro tela e pelo filtro decantador, onde será armazenada a água pluvial na caixa da água, que será destinada para a privada com caixa acoplada e a torneira do jardim (Figura 6).

De acordo com Carvalho (2010) com a implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva, pode-se obter grandes vantagens no aspecto ambiental. O autor afirma que

para suprir a demanda crescente de água há uma certa tendência do poder público em construir barragens para abastecer os grandes centros causando enormes impactos ambientais. Sendo assim, a construção de cisternas, que representa a construção de pequenas barragens individuais, pode minimizar estes impactos ambientais. (CARVALHO, 2010, p. 17).

3.4 Orçamento do sistema de captação de água da chuva

Os materiais e componentes são simples para serem instalados, pois a estrutura atual será utilizada, e a tabela 1 apresenta a quantidade e o valor unitário de cada material. Todos os valores foram retirados das notas de materiais hídricos, e a mão de obra foi estipulada em um valor médio de um trabalhador durante um dia (8 horas de trabalho).

O custo do sistema será de R\$ 689,57 (Tabela 1). É importante destacar algumas observações das informações que foram colocadas na Tabela 1:

- Os valores de “R. Gaveta 20mm, Tubo 20mm, Joelho 20mm e Tê 20mm” não constam nas notas fiscais, os valores foram orçados por telefone;
- O filtro tela e Filtro decantador não estão inclusos;
- A mão-de-obra foi estipulada a um valor de R\$ 25,00/hora, sem custos de impostos.

MATERIAL	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
Tubo 100m	6	7,79	46,74
Joelho 90 100mm	4	3,48	10,44
Tê 100mm	1	9,60	9,60
Curva 100mm	1	7,79	7,79
R. Gaveta 20mm	3	25,90	77,70
Tubo 20mm	24	4,49	107,76
Tê 20mm	1	5,59	5,59
Joelho 20mm	4	2,49	9,96
C. d' Água 500L	1	177,00	177,00
Torneira Jardim	1	36,99	36,99
Mão de obra	8	25,00	200,00
TOTAL			R\$ 689,57

Tabela 1: Orçamento. Fonte: Os autores (2017).

4 Considerações finais

O presente trabalho teve como objetivo geral implantar um sistema de captação de água da chuva para uma casa popular em Brusque - SC, este foi obtido através de estudos e métodos de cálculos para dimensionamento de um sistema de captação de água pluvial e com a simulação pluviométrica do bairro Limeira Baixa dos últimos cinco anos.

Foram propostos cinco objetivos, sendo o primeiro determinar a pluviosidade na cidade de Brusque dos anos de 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017, este foi alcançado através de um requerimento e contato com a Defesa Civil.

O segundo objetivo específico era avaliar dois métodos de cálculo de dimensionamento do reservatório e uma alternativa para sua locação em um sistema de aproveitamento de água de chuva para uso em bacias sanitárias com caixa acoplada em residências unifamiliares. O método mais preciso para este cálculo foi o método por simulação.

Quanto ao terceiro objetivo específico que consistia em projetar um sistema de captação de água da chuva para uma casa popular, este foi obtido com base no projeto hidrossanitário, onde é possível visualizar o sistema pluvial e o de abastecimento da água da rede.

O quarto objetivo específico era determinar o orçamento para a implantação de um sistema de captação de água da chuva para uma casa popular. Este objetivo foi obtido através de notas fiscais existentes no empreendimento estudado.

Os valores foram satisfatórios em relação ao índice de captação de água pluvial, ficando em torno de 2,9 m³/mensal para aproximadamente 30m² de área de captação, ou 100 litros de água por dia. É uma solução simples para economizar água e diminuir ocorrências de enchentes locais. Porém não teve um retorno financeiro positivo, pois mesmo com a captação da água de chuvas, a cobrança da taxa de serviço para a abastecimento de água continuaria a mesma (R\$ 27,21).

Referências

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626:** Instalação Predial de Água Fria. 2 ed. Rio de Janeiro, 1998. 41 p.

_____. **NBR 7229:** Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. 2 ed. Rio de Janeiro, 1993. 15 p.

_____. **NBR 8160:** Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e Execução. 1 ed. Rio de Janeiro, 1999. 74 p.

_____. **NBR 13969:** Tanques Sépticos – Unidades de Tratamento Complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, Construção e Operação. 1 ed. Rio de Janeiro, 1997. 60 p.

_____. **NBR 15527:** Água da Chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro, 2007. 8 p.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Aquífero Guarani**. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/meio-ambiente/aquifero-guarani>>. Acesso em: 10 set. 2017.

ASA, BRASIL. **Articulação Semiárido Brasileiro**. 2017. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br/>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

BRAGA, B. **Introdução a Engenharia Ambiental**. São Paulo; Pretice Hall, 2002.

BRASIL. **Lei nº 9.433 - Política Nacional de Recursos Hídricos**, 08 janeiro de 1997. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 08 set. 2017.

CARVALHO, Raquel Saravy de. **Potencial econômico do aproveitamento de águas pluviais**: análise da implantação de um sistema para a região urbana de Londrina. 2010. Monografia, Universidade Federal do Paraná, 2010.

DUDZEWICH, A. Sistema de aproveitamento de água de chuva. **Téchne**, Rio de Janeiro, v. 148, p. 13-14, 25 jun. 2009.

FANTINATTI, P. A. P.; ZUFFO, A. C.; ARGOLLO, A. M. A. F. **Indicadores de sustentabilidade em engenharia**: como desenvolver. São Paulo: Elsevier, 2015. p. 341.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176p.

KÖCHE, José. **Fundamentos de Metodologia Científica**: Teoria da ciência e iniciação à pesquisa. 33. ed. Petrópolis: Ed. Vozes, 2013. 179 p.



CERES – Centro de Estudos Regenerativos e Sustentabilidade: um projeto que promove a educação ambiental

CERES – Center for Regenerative and Sustainable Studies: a project that promotes environmental education

Alline Gomes Lamenha e Silva, MSc., Universidade Federal do Rio Grande do Sul
allinelamenha@gmail.com

Daniela Tatsch Baptista, Arquiteta e Urbanista, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
danibaptsch@gmail.com

Guilherme Almeida Souza, Arquiteto e Urbanista, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
guialsouza@gmail.com

Márcia de Moraes Stein, Especialista, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
marciamstein@gmail.com

Miguel Aloysio Sattler, Ph.D., Universidade Federal do Rio Grande do Sul
masattler@gmail.com

Resumo

Ao questionarmos as convencionais tecnologias de construção civil e infraestrutura, presentes nas cidades brasileiras, que contribuem consideravelmente com a geração dos impactos ambientais do planeta, descobrimos uma diversidade de possibilidades alternativas que podem suprir as demandas humanas, preservando os recursos naturais de modo significativo. Este artigo apresenta uma proposta sistêmica para o projeto de uma edificação, sua infraestrutura e seu entorno, de modo a propor diferentes técnicas, sistemas e materiais na busca por soluções inovadoras de baixo custo e impacto ambiental. Como resultado deste processo, é esperado que o local construído possa disseminar as informações praticadas nas fases de projeto, implementação e manutenção, a fim de promover educação ambiental e a regeneração do ecossistema local. O CERES objetiva a valorização do meio natural e a popularização de meios de construção e demais pontos abrangidos por um lugar para habitar, através de conceitos permaculturais e sustentáveis, que podem ser conhecidos na prática, através da visitação de pessoas e pela contínua experimentação.

Palavras-chave: Arquitetura Sustentável; Bioclimática; Educação Ambiental; Tratamento de Efluentes.

Abstract

When we question the conventional technologies of civil construction and infrastructure, present in Brazilian cities, which contribute considerably to the generation of environmental impacts on the planet, we discover a diversity of alternative possibilities that can supply human demands, preserving natural resources in a significant way. This article presents a systemic proposal for the design of a building, its infrastructure and its surroundings, in order to propose different techniques, systems and materials in the search for innovative solutions of low cost and environmental impact. As a result of this process, it is expected that the built site will be able to disseminate the information practiced in the design, implementation and maintenance phases, in order to promote environmental education and the regeneration of the local ecosystem. CERES aims at valuing the natural environment and popularizing construction means, besides other topics found in a place to live, through permacultural and sustainable concepts, which can be known in practice, by visitors and the continuing experimentation.

Keywords: Sustainable Architecture; Bioclimatic; Environmental Education; Wastewater Treatment.

Introdução

Em contraponto a uma tendência nacional em que o crescimento das cidades geralmente está associado ao uso indiscriminado dos recursos naturais e à geração de inequidades sociais, o município de Feliz, no estado do Rio Grande do Sul, vem recebendo destaque pelo bom desempenho nos diversos índices relacionados à qualidade de vida, aos quais, segundo FGV (2012), a renda é apenas uma das características associadas.

O município recebe atenções do grupo de pesquisa de Edificações e Comunidades Sustentáveis, ligado ao Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE), da Universidade do Rio Grande do Sul: diversos estudos e ações voltadas à sustentabilidade nas comunidades foram desenvolvidas nesse contexto, buscando, em uma abordagem transdisciplinar, a visão holística e sistêmica associada à busca por soluções mais sustentáveis em projetos.

Os projetos de pesquisa, ensino e extensão trabalham a sustentabilidade em suas vertentes social, econômica, ecológica, geográfica e cultural, buscando incorporá-las para a proposição de soluções tanto na escala da edificação, quanto das comunidades (SATTLER, 2007).

Como parte integrante desse plano de estudos, o presente artigo tem como objetivo apresentar propostas norteadoras para a implantação do CERES, o Centro de Estudos Regenerativos e Sustentabilidade, no município de Feliz/RS, no intuito de planejar um centro demonstrativo de referência em termos de sustentabilidade, onde seja possível não apenas o desenvolvimento de pesquisa e teste de soluções inovadoras de baixo custo e impacto ambiental, como também um ponto de disseminação de alternativas e educação, orientado à preservação ambiental e regeneração do ecossistema local.

1. Revisão Bibliográfica

A construção civil é uma das atividades que mais consome recursos do planeta. É responsável por consumir 40% de toda energia, extrair 30% dos materiais do meio natural, gerar 25% dos resíduos sólidos e consumir 25% da água deste planeta, além de produzir um terço do total de emissões de gases de efeito estufa (BENITE, 2011). Carvalho, Bragança e Mateus (2019) apontam que a maneira convencional de projetar, construir, operar e demolir construções utiliza em demasia recursos naturais não-renováveis e energia, além de produzir uma grande quantidade de resíduos.

Tendo conhecimento da alta contribuição da construção civil na geração dos impactos ambientais globais, o setor começou a se responsabilizar por suas ações, deste modo, iniciativas começaram a ser tomadas na tentativa de mitigar e reduzir estes impactos. Nesse contexto, emerge no mundo a necessidade de criação de construções que priorizem a sustentabilidade. Em 1987, a primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, indicada pela ONU, chefiou a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento que resultou na elaboração do chamado Relatório Brundtland, também conhecido como Nosso Futuro Comum. O documento ressalta a incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes, e define sustentabilidade como: “ O desenvolvimento

comprometer a possibilidade das futuras gerações (ONU, 1988).

A primeira definição de construção sustentável foi dada por Kilbert (1994) na primeira Conferência Mundial de Construções Sustentáveis, definindo-a como: “criação e gestão responsáveis de um ambiente construído saudável, considerando princípios ecológicos e o uso eficiente de recursos”. Foram estabelecidas as seguintes construções sustentáveis:

1. Minimizar o consumo de recursos;
2. Maximizar o reuso de recursos;
3. Utilizar recursos renováveis ou recicláveis;
4. Proteger o meio ambiente;
5. Criar um ambiente saudável e não-tóxico;
6. Buscar qualidade ao criar o ambiente construído.

Muito tem se discutido sobre construções sustentáveis nos dias atuais. Para Lin et al. (2019), elas são primordiais para que as ações humanas sobre a Terra se mantenham sustentáveis, pois garantem conforto ambiental com menores custos ambientais e o mínimo consumo de energia. Elas relacionam a arquitetura e o meio ambiente. Um projeto arquitetônico sustentável proporciona benefícios econômicos, praticidade, durabilidade, conforto e redução de impactos ambientais (MARZOUK et al., 2013; LIN et al., 2019).

Ao tratar da sustentabilidade de uma edificação, devem ser avaliadas as diferentes fases de projeto, construção, uso e operação, coletando informações que auxiliem na tomada de decisões para que os impactos ambientais associados a cada uma dessas etapas sejam minimizados (BRAGANÇA; MATEUS; KOUKKARI, 2010).

Segundo Yu e Woo (2013), o projeto é uma etapa de extrema importância no processo de construção de uma edificação, pois tem relação direta com o consumo de energia e com o conforto do ambiente interno. Dessa maneira, se as edificações não são projetadas, construídas, operadas e/ou mantidas adequadamente, as consequências são refletidas no ambiente externo. Além disso, existem impactos negativos na qualidade do ambiente interno e nos custos totais da edificação associados a esses fatores, que podem refletir na diminuição da produtividade das pessoas e causar problemas de saúde aos usuários (STEGNAR; CEROVSEK, 2019).

Nesse sentido, podem ser citados exemplos de trabalhos e projetos que tratam da sustentabilidade no ambiente construído. No Projeto Casa Alvorada, de Sattler (2007) foram tomadas estratégias de sustentabilidade para a criação de um projeto de moradia sustentável popular, incorporando princípios como a utilização de materiais locais de menor impacto ambiental, a utilização de fontes materiais e energéticas renováveis, a redução de resíduos, a redução de perdas no processo de construção da habitação, a horizontalidade colaborativa e a promoção de autonomia através da participação. O projeto conta, ainda, com estratégias da arquitetura bioclimática, como a ventilação cruzada, o sombreamento da edificação e a orientação solar, de maneira a otimizar o uso da energia solar. O livro “Autonomous House”, de Vale e Vale (2000), trata da sustentabilidade, como a coleta e utilização de água da chuva e a utilização de fontes de energias renováveis para atender toda a demanda da casa, na intenção de reduzir o impacto ambiental durante a fase de operação da construção. O livro de Alexander et al. (2013),

“ Uma Linguagem de padrões que contempla princípios de sustentabilidade e habitabilidade para o ambiente construído. O ecologista australiano Bill Mollison é um dos criadores do conceito de permacultura, que pode ser compreendido como um método sistemático. Para Mollison e Slay (1994), o foco da permacultura é oportunizar a criação de sistemas ecologicamente responsáveis e economicamente viáveis que possam suprir as demandas e sejam sustentáveis também a longo prazo.

Essas obras foram tomadas como referências e serviram de inspiração para nortear alguns dos elementos incorporados no projeto arquitetônico do CERES.

Como o CERES tem o propósito de ser um centro demonstrativo de práticas sustentáveis, levando em conta o contexto apresentado, é de grande interesse que seu projeto arquitetônico contemple os princípios das construções sustentáveis. Aliando estratégias como a arquitetura bioclimática, o respeito à cultura e às tradições construtivas locais, a reutilização e reciclagem de materiais da construção civil, a utilização de materiais locais, a coleta e o aproveitamento de água da chuva, o uso de banheiros secos, o reaproveitamento de águas cinzas, o tratamento de efluentes domésticos no local, o paisagismo produtivo e o resgate da vegetação nativa, o presente artigo tem por objetivo propor um projeto que contemple amplamente os princípios do desenvolvimento sustentável, considerando seus três principais pilares: ambiental, sociocultural e econômico.

2. Procedimentos Metodológicos

A proposta desse trabalho é apresentar o projeto de uma residência unifamiliar em área rural, onde possam ser testadas e demonstradas estratégias de construção que englobem sistemas de conservação de energia, economia de recursos naturais, redução de impacto ambiental e redução de custos, contribuindo assim com uma condição de vida mais sustentável.

A residência a ser instalada no CERES terá como objetivo a pesquisa de matérias e técnicas mais sustentáveis e a verificação da eficácia das tecnologias construtivas elegidas.

Após sua construção poderá ser aberta à visitação de pesquisadores, estudantes e demais interessados no assunto, proporcionando a conscientização ecológica da população local.

O processo foi dividido em onze etapas:

- 1) Visitação e levantamento fotográfico do sítio de implantação e da residência existente (parcialmente demolida);
- 2) Desenho da situação no local existente com o uso de ferramentas de sistemas tipo CAD e GIS, com o posicionamento das curvas de nível;
- 3) Definição do programa de necessidades da residência e metragem quadrada;
- 4) Pesquisa aos autores citados nas referências, buscando a definição das melhores técnicas a serem utilizadas;
- 5) Análise e escolha das técnicas mais adequadas ao projeto, desenvolvidas pelos grupos de pesquisa do NORIE;
- 6) Levantamento de materiais construtivos produzidos localmente, de fornecedores regionais de materiais e mão de obra, priorizando os mais próximos, bem como a quantificação dos materiais resultantes da demolição parcial da residência a serem reutilizados na obra;

- 7) Determinação das escolhas projetuais que proporcionem o melhor aproveitamento das condições climáticas locais e a conservação de energia, insolação e iluminação adequadas, e inércia térmica;
- 8) Elaboração do projeto arquitetônico conceitual;
- 9) Detalhamento das técnicas de tratamento de esgotos, reuso de águas, jardim produtivo, compostagem e horta.
- 10) Mapeamento da vegetação existente no lote e levantamento dos tipos de espécies nativas e exóticas que podem ser bem adaptadas ao clima local;
- 11) Elaboração de projeto paisagístico educativo.

Após a realização das etapas acima, de 1 a 6, partiu-se para a etapa 7, em exercício de definição dos princípios projetuais considerados mais importantes, mencionados a seguir:

1. Escolha de materiais construtivos provenientes da região de implantação do edifício: priorizando os mais próximos;
2. Utilização de materiais biodegradáveis, provenientes de recursos renováveis, de baixo consumo energético e baixo nível de contaminação (tanto na produção quanto na utilização e desconstrução);
3. Incorporação de materiais provenientes da demolição;
4. Aproveitamento total dos materiais utilizados na construção - “ d e s p e r d í c i o z e ”
5. Escolha de materiais duráveis que proporcionem ao edifício, longa vida útil. Evitando substituições e reformas dentro de um curto prazo de tempo;
6. Utilização de fontes de energia renováveis;
7. Redução dos níveis de consumo energético durante o tempo de uso do edifício e aumento da eficiência dos sistemas projetados;
8. Integração do edifício com o entorno natural e adequação ao microclima local com utilização dos sistemas naturais de isolamento, ventilação e insolação que proporcionem conforto térmico à residência;
9. Compacidade projetual, otimizando espaços e circulações;
10. Utilização de sistemas de tratamento de resíduos contaminantes.

Para tanto, foram desenvolvidas estratégias projetuais que compõem as etapas 8 a 10, descritas nos resultados, a seguir.

3. Resultados

A arquitetura sustentável proporciona a integração da construção com o ecossistema natural, mitigando a intervenção humana sobre o ambiente. Reduz o consumo de recursos, trata os efluentes localmente e reconhece a importância da natureza, na busca de níveis satisfatórios de conforto ambiental no espaço construído.

3.1 Programa de Necessidades:

1. Estar; 2. Jantar/Cozinha; 3. Área de convivência; 4. Banheiro com separação de águas; 5. Dormitório; 6. Escritório; 7. Banheiro seco; 8. Mirante. Dispostos em dois pavimentos, dentro de uma área não superior a 60m².


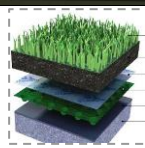







3.2 Projeto Conceitual:







Figura 3. Perspectivas Externas. Fonte: elaborado pelos autores.

Destacamos no quadro seguinte, os principais sistemas adotados:

Sistema	Descrição/Vantagem	Croqui/Imagem
1. Integração Com o Ambiente Natural	<ul style="list-style-type: none"> Adequação do projeto às curvas de níveis naturais do terreno; Corte de somente duas árvores que projetavam sombra excessiva sobre a casa e compensação por reflorestamento; Utilização das vertentes existentes para abastecimento de água em conjunto com poço artesiano pré-existente no local. 	
2. Compacidade	<ul style="list-style-type: none"> Disposição dos ambientes em planta baixa de maneira a minimizar percursos e circulação interna, com melhor aproveitamento do espaço; Compactação máxima da forma do edifício, dentro do programa proposto – Economia de material construtivo, recursos e mão de obra; Integração com a natureza pela escolha de formas orgânicas. 	
3. Materiais	<ul style="list-style-type: none"> Não desperdício de materiais de construção; Utilização de materiais biodegradáveis e locais (priorizando os mais próximos); Escolha de toras de madeira de reflorestamento; Exclusão de materiais poluentes e de difícil degradação; Aproveitamento total dos dejetos e entulhos do canteiro de obra, evitando a contaminação do solo. 	
4. Ventilação Cruzada	<ul style="list-style-type: none"> Implantação adequada do edifício, com esquadrias em direção aos ventos favoráveis de verão, evitando ventos frios de inverno; Aproveitamento da vegetação para sombreamento do edifício e anteparo à ventos desfavoráveis; Dimensionamento e posicionamento adequado das esquadrias com aberturas de ventilação higiênica para situação de inverno - resfriamento forçado por diferença de pressão. 	

<p>5. Insolação e Iluminação Adequadas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo de iluminamento ideal por ambiente; definição do tamanho correto das aberturas: máximo aproveitamento da iluminação e insolação natural. Redução de consumo energético; ▪ Utilização de lâmpadas de baixo consumo e maior vida útil; ▪ Iluminação indireta por esquadria tipo zenital (domo); ▪ Insolação máxima no inverno e controlada no verão. 	
<p>6. Isolamento e Conforto Térmicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Isolamento térmico da pele do edifício (paredes externas, vidros e cobertura) através do uso de materiais isolantes e tetos verdes - Cálculo de transmitância dos materiais. ▪ Inércia térmica: mínimas trocas de temperatura do edifício com o meio ambiente para aumento do conforto térmico interior. 	 http://www.oldroyd.no
<p>7. Aquecimento Natural: Lareira, Serpentina no fogão à lenha e Placas Solares</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aquecimento das águas servidas através do uso do sistema de placas solares; ▪ Utilização da Lareira posicionada no centro da casa para aquecimento local; ▪ Instalação de serpentinas a partir do fogão à lenha para aquecimento suplementar de água. 	
<p>8. Placas Fotovoltaicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação de conjunto de placas fotovoltaicas no topo da residência junto ao mirante; ▪ Independência energética por, pelo menos, 10 meses do ano; ▪ Utilização da rede pública de abastecimento de energia nos meses de inverno ou chuvas prolongadas. 	
<p>9. Telhado Verde **</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução da área impermeável do solo; ▪ Recolhimento da água de chuva para tratamento e reuso; ▪ Integração visual com o entorno natural; ▪ Isolamento térmico do edifício, com redução do calor interno. 	
<p>10. Terraço Produtivo</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução da área impermeável do solo; ▪ Integração visual com o entorno natural; ▪ Isolamento térmico do edifício, com redução do calor interno; ▪ Proporciona a biofilia. Contato mais íntimo com a natureza; ▪ Resfriamento do ar que penetra no pavimento superior. 	
<p>11. Reuso de Materiais</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reaproveitamento dos materiais provenientes da demolição parcial da casa existente no local: 1. Madeiras utilizadas como entrepiso e no sistema enxaimel; 2. Tijolos utilizados nas paredes de sistema enxaimel, pisos, forno de barro e fogão campeiro; 3. Telhas utilizadas na horta. ▪ Manutenção de parte da construção original: fundações, pisos e paredes do pavimento térreo; ▪ Utilização de troncos, de pinheiros derrubados no paisagismo. 	
<p>12. Tratamento de Efluentes Domésticos e do Lixo**</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema de tratamento de esgotos sanitários locais; ▪ Condução e tratamento de águas cinzas para posterior reutilização; ▪ Separação de urina para fertilização específica do solo; ▪ Implantação de sistema de compostagem para depósito de resíduos domésticos, popularmente chamado de lixo orgânico; 	
<p>13. Churrasqueira, Forno de barro e Fogão Campeiro</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação de áreas de lazer e integração com o uso do fogo como elemento centralizador: churrasqueira, forno e fogão; ▪ Apoio à elaboração de alimentos, localmente; ▪ Estímulo à manutenção da cultura local e ao encontro de pessoas. 	

<p>14. Hortas e jardins</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilização dos princípios da permacultura para organização das hortas: uma em forma de mandala e outra em forma de feijão, cuja fertilização surge do sistema de tratamento de efluentes; ▪ Utilização de telhas de barro para separação das culturas; ▪ Utilização dos resíduos da compostagem e do banheiro seco para adubação da horta e jardins – Adubação orgânica; 	
<p>15. Espiral de Ervas Aromáticas e Medicinais</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribuição de três diferentes espirais de ervas a nordeste do edifício; ▪ Reuso de telhas, toras e tijolos provenientes da edificação pré-existente; ▪ Utilização dos resíduos da compostagem e do banheiro seco para adubação da horta – Adubação orgânica. 	 <p>https://www.conviverde.com.br/espiral-de-ervas/</p>
<p>16. Percursos Paisagísticos e Lagoa</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Paisagismo permacultural elaborado com plantas nativas ou bem adaptadas à microrregião; ▪ Percursos educativos para que o visitante possa conhecer os princípios aplicados, quando caminha pelos jardins; ▪ A fim de demonstração, o sistema de tratamento de efluentes foi utilizado como parte do paisagismo; ▪ Pavimentos de materiais reaproveitados da demolição ou de recursos naturais como: madeiras, tijolos, cerâmicas, etc. 	
<p>17. Área de Convivência Externa com Fogo de Chão</p>	<p>Foi projetada área de convivência na parte norte da residência, a ser utilizada para encontros, orientações ou palestras; É composta de pergolado de madeira de reflorestamento, com trepadeiras e é circundado por bancos de pedra, em torno de um espaço para o fogo de chão, ao centro. Favorecendo a integração dos usuários.</p>	
<p>**Sistema detalhados no item 4.4.</p>		

Quadro 1. Sistemas Adotados. Fonte: elaborado pelos autores.

3.3 Descrição dos Sistemas de Tratamento de Efluentes:

Para fins demonstrativos, os efluentes domésticos serão tratados com soluções distintas: O banheiro seco situa-se no pavimento térreo (Figura 4) e buscou a eficiência e a simplicidade da solução em uma apresentação contemporânea. A matéria orgânica é encaminhada à câmara, que apresenta inclinação suficiente para facilitar a condução dos dejetos e é revestida por material de cor preta, de forma a aumentar as temperaturas e acelerar o processo de compostagem. A proposta inclui dois vasos, visando facilitar a utilização do sistema: enquanto um compartimento é utilizado, parte da câmara e o aparelho sanitário associado a ele ficam isolados. O acesso para retirada do composto é realizado pela área externa, de modo a facilitar o manejo e otimizar as distâncias até seu destino final, pois atuará como fertilizante para as áreas de cultivo.

Os efluentes do banheiro do primeiro pavimento (Figura 5), bem como as águas cinzas da cozinha, são destinados ao sistema modular de tratamento de esgotos proposto por Ercole (2003), que consiste na combinação de tratamento de esgotos, amplamente utilizados, acrescidos de alguns detalhes construtivos destinados à potencializar o processo. Foi escolhido o modelo vaso separador, que separa as fezes da urina, que pode ser armazenada e utilizada como fertilizante. As águas escuras seguem aos módulos do digestor e filtros, e logo são conduzidas ao misturador, para onde são destinadas as águas cinzas e onde o pH do efluente é equilibrado. A base do leito de evapotranspiração e infiltração é constituída por um caminho de distribuição do efluente, elaborado com resíduos da própria construção. Além do elemento paisagístico no leito de evapotranspiração, é importante demonstrar o caráter produtivo associado aos efluentes domésticos.

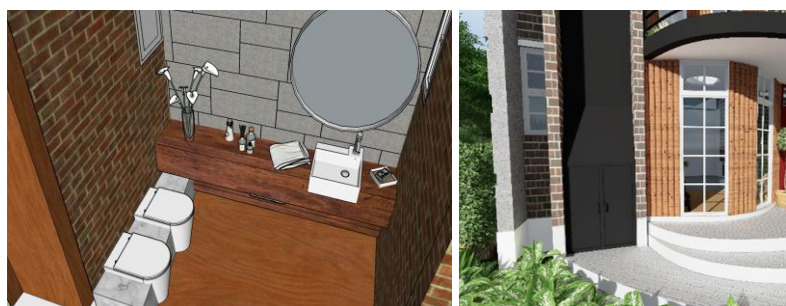


Figura 4: Banheiro do pavimento térreo (à esquerda) e acesso à câmara (à direita). Fonte: elaborado pelos autores.

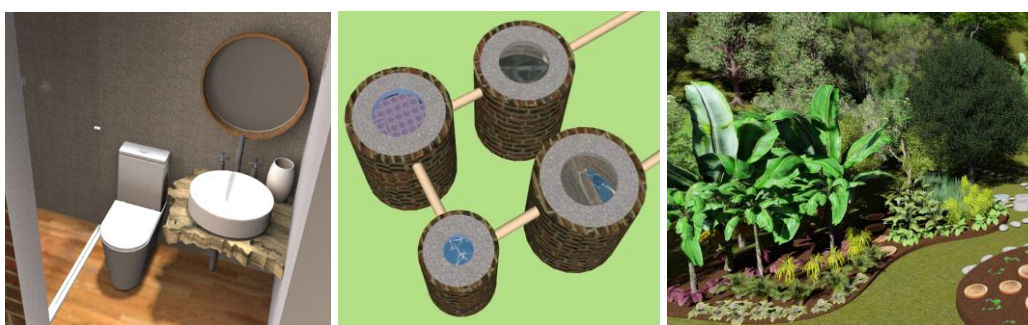


Figura 5: banheiro do primeiro pavimento (à esquerda) e sistema modular para o tratamento de esgoto. Fonte: elaborado pelos autores.

É reconhecida a necessidade de distribuição de vegetação nativa. A seleção das espécies para plantio partiu do levantamento de Welter (2013), do qual foram selecionadas seis espécies nativas, por encontrarem-se em ameaça de extinção: araticum-cagão (*Annona cacans*), butiá (*Butia capitata*), espinheira santa (*Maytenus aquifolia*), cabreúva (*Myrocarpus frondosus*), baguaçu (*Magnolia ovata*) e limão bravo (*Sequiaria langsdorffii*).

O projeto conta com um sistema de captação e utilização de águas pluviais. O método da simulação, apresentado pela NBR 15527:2007, foi utilizado para o dimensionamento do sistema. A área de captação da cobertura é de 28,65m². Foram utilizados os dados pluviométricos da estação São Vendelino, a mais próxima do local do projeto, obtidos na Agência Nacional de Águas através do seu portal Hidroweb. A precipitação média anual registrada por essa estação é de 1.746,84 mm. Por se tratar de um telhado verde, somente 27% de toda a chuva incidente sobre ele efetivamente encaminha-se para o reservatório (TOMAZ, 2003). A coleta anual de água da chuva pelo telhado em questão é de 13,51m³ e o dimensionamento resultou em um reservatório de 500 litros, garantindo uma confiabilidade volumétrica de 96,5%, ou seja, 96,5% da demanda por água da chuva poderá ser abastecida pelo reservatório.

4. Considerações Finais

O intuito maior desta proposta é que a elaboração do projeto aconteça de forma colaborativa e multidisciplinar, a fim de contemplar e reconhecer as diferentes partes influenciadas pelo todo. A materialização do projeto pode oportunizar valiosas informações para os moradores locais, por visar a sustentabilidade de forma sistêmica e complementar, e oportunizar benéficas soluções frente aos comportamentos contemporâneos e convencionais.

As estratégias projetuais de arquitetura e infraestrutura conjuntamente com as áreas de cultivos, conformam um espaço que tem a capacidade de funcionar de forma saudável, expandindo as possibilidades de profundo bem-estar.

Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 15527 – **Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**. Rio de Janeiro. 2007.

ALEXANDER, C. et al. **Uma linguagem de padrões: A pattern language**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BENITE, A. **Emissões de carbono e a construção civil: o uso da tecnologia de Edificações**, 2011. Disponível em: <02-27-emissoes-de-carbono-e-a-construcao-civ/>. Acesso em: 30 de jan. 2020.

BRAGANÇA, Luís; MATEUS, Ricardo; KOUKKARI, Heli. Building sustainability assessment. **Sustainability**, [s. l.], v. 2, n. 7, p. 2010–2023, 2010.

CARVALHO, José Pedro; BRAGANÇA, Luís; MATEUS, Ricardo. Optimising building sustainability assessment using BIM. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 102, n. September 2018, p. 170–182, 2019.

KIBERT, Charles J. Sustainable Construction. **Proceedings of the First International Conference of CIB TG 16**, November 6-9, 1994, Tampa, Florida, USA. University of Florida Center, 1994.

LIN, Pao Hung et al. Green BIM assessment applying for energy consumption and comfort in the traditional public market: A case study. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 11, n. 17, 2019.

MARZOUK, Mohamed; HISHAM, Mohamed, ELSHEIKH, Mohamed; AL-GAHTANI, Khalid. **Building information model for selecting environmental building materials**. In : 7th international structural engineering and construction conference: New developments in structural engineering and construction, ISEC 2013. 2013. p. 1679-1684.

STEGNAR, G. ; CEROVŠEK, T. **Progressive BIM methodology supporting the holistic energy renovation of office buildings**. **Energy**, [s. l.], v. 173, p. 317–331, 2019.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva: para áreas urbanas e fins não potáveis**. 2a ed. Sao Paulo: Navegar, 2003. 180 p.

VALE, B.;VALE, R. **The new autonomous house**. London: Thames & Hudson, 2000.

YU, Youngdong; WOO, Sae Jin. A study on the model of a building-envelope structural modification system to increase energy efficiency at the schematic design stage. **Journal of Asian Architecture and Building Engineering**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 189–196, 2013.

SATTLER, Miguel Aloysio. **Habitacões de baixo custo mais sustentáveis**. Porto Alegre: ANTAC. 2007.

ONU, Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum (Relatório Brundtland)**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, p. 46, 1988.

MOLISSON, Bill; SLAY, Reny Mía. **Introducción a la permacultura**. Tasmania: Tagari. p. 5, 1994. 202 p.

Análise da viabilidade econômica de implantação de um sistema de energia fotovoltaico no bloco D do Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE

Analysis of the economic feasibility of implementing a photovoltaic energy system in block D of the Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE

Emanuel Pieper Junior, Engenheiro Civil, UNIFEBE

pieper_junior@hotmail.com

Tamily Roedel, Mestra em Ciência e Tecnologia Ambiental, UNIFEBE

tamily.roedel@unifebe.edu.br

Resumo

Este trabalho tem como objetivo geral analisar a viabilidade econômica de implantação de um sistema de energia fotovoltaica para o bloco D do Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE. A pesquisa teve uma abordagem quali-quantitativa, método descritivo e exploratório e por duas formas de coleta, pesquisa bibliográfica e estudo de caso. De um modo geral, os estudos realizados obtiveram resultados satisfatórios e confiáveis em todos os objetivos abordados, como, no dimensionamento das áreas dos painéis, levantamentos de dados de irradiação do local ao longo do ano, quantificação de demandas energéticas na instituição como um todo e do bloco D, além da composição orçamentária de modo sucinto de todo o sistema de geração de energia fotovoltaica. Portanto, após todas as análises e projeções, foram atendidas as expectativas econômicas a longo prazo, ou seja, com a recuperação em 14,08 anos de todo o valor inicial do investimento realizado.

Palavras-chave: Sistemas fotovoltaicos; Energia solar; Viabilidade econômica.

Abstract

This work aims to analyze the economic feasibility of implementing a photovoltaic energy system for block D of the Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE. The research had a qualitative and quantitative approach, a descriptive and exploratory method and by two forms of collection, bibliographic research and case study. In general, the studies carried out obtained satisfactory and reliable results in all the addressed objectives, such as, in the dimensioning of the panels areas, surveys of irradiation data of the place throughout the year, quantification of energy demands in the institution as a whole and block D, in addition to the budgetary composition of the entire photovoltaic energy generation system. Therefore, after all the analyzes and projections, long-term economic expectations were met, that is, with the recovery in 14.08 years of the entire initial value of the investment made.

Keywords: Photovoltaic systems; Solar energy; Economic viability.

1. Introdução

Cerca de 81% do consumo mundial de energia elétrica ainda são oriundos de combustíveis fósseis, ou seja, em sua grande maioria proveniente do petróleo, carvão e gás natural (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2010). Contudo, o Brasil é uma exceção, pois 82% da sua matriz energética provém de fontes renováveis, valor este que representa 61% exclusivamente da fonte hídrica (ANEEL, 2018).

Entre os anos de 2012 a 2015, a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, permitiu tanto pessoas físicas quanto jurídicas realizassem a minigeração distribuída, além de serem unidades consumidoras (EPE, 2018). Isto, foi um avanço importante para a tecnologia fotovoltaica brasileira, pois começou a utilização do *net metering*, que nada mais é do que o sistema de compensação de energia elétrica para sistemas autônomos conectados à rede. Atualmente, este sistema gera 56,9MW de potência instalada (EPE, 2018).

Tendo em vista a crescente demanda energética do país, é necessário que sejam diversificadas as matrizes energéticas. Nesse sentido a energia fotovoltaica surge como alternativa, ou seja, com a implantação deste sistema, residências, estabelecimentos comerciais, indústrias e universidades podem gerar sua própria energia, de modo a serem autossuficientes nesse aspecto.

O objetivo geral deste trabalho é analisar a viabilidade econômica de implantação de um sistema de energia fotovoltaica para o bloco D do Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE. E como objetivos específicos, fazer o levantamento da área para a instalação das placas fotovoltaicas; verificar a irradiação do local; investigar a demanda energética do bloco D; e apresentar a composição orçamentária de materiais e mão-de-obra para a implementação do sistema.

2. Materiais e métodos

2.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa teve uma abordagem quali-quantitativa, método descritivo e exploratório e por duas formas de coleta, pesquisa bibliográfica e estudo de caso. A abordagem quali-quantitativa, evidencia de forma simultânea ou alternada a resposta para a indagação da análise e que quando utilizada numa mesma pesquisa, a subjetividade é minimizada e o pesquisador é aproximado da mesma, fazendo com que os dados sejam ainda mais confiáveis (PASCHOARELLI; MEDOLA; BONFIM, 2015).

O método descritivo abrange aspectos gerais com amplitude acerca de um contexto social, através disto, ele consegue identificar as formas dos fenômenos (OLIVEIRA, 2004). O método exploratório, como o próprio nome já diz, refere-se ao tipo de pesquisa onde toda a ênfase é relacionada a descoberta de práticas ou diretrizes que de alguma forma precisam ser modificadas. (OLIVEIRA, 2004).

A pesquisa bibliográfica é baseada nos conhecimentos de biblioteconomia, documentações e bibliografias (PÁDUA, 2007). O estudo de caso é a pesquisa sobre um

determinado indivíduo, família, grupo ou comunidade, cuja finalidade é ter os aspectos de sua vida examinados de alguma maneira (PÁDUA, 2007).

2.2 Planos de coleta e análise dos dados

A Resolução nº 482/2012 da ANEEL permite que o consumidor instale pequenos geradores em sua unidade consumidora e troque energia com a distribuidora local, afim de conseguir uma redução no valor da fatura do consumo de eletricidade. Se o sistema gerar mais energia que a demanda, esses valores ficam como crédito com a distribuidora local para os próximos meses. Desta forma, o projetista deve fazer o sistema com que obtenha retorno econômico da forma mais rápida possível (ALVES, 2016).

Os dados foram coletados pelas faturas de energia elétrica do Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE referentes aos meses de outubro/2017 a setembro/2018, mediante o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE, cujo consumo é o total utilizado pela mesma, onde foi rateado de forma aproximada para os respectivos blocos existentes, blocos A, B, C, D e E. Para os blocos A, C e D, cujas instalações são de maior porte e consequente de maiores consumos energéticos, foi considerado 75% do total do consumo e para os blocos B e E, os outros 25%. Destes 75%, ficou definido respectivamente 25% para cada bloco. Resumidamente, os blocos A, C e D possuem um valor de 25% do consumo total cada e os blocos B e E com 12,5% de consumo cada.

Para as placas solares fotovoltaicas, a princípio foi adotada a utilização do telhado do bloco D para a instalação, porém, se houver a necessidade de um espaço físico maior, a Instituição dispõe de grandes áreas ainda sem nenhum tipo de edificação, cuja solução seria para futuras instalações solares, caso viável. Da mesma forma, foi realizado o levantamento de todos os materiais necessários: placas solares, cabeamento, etc., a fim de conseguir um valor exato e consequentemente um *payback* menor.

Com isso, conforme a Equação 1, resume-se o dimensionamento da quantidade (n) de painéis para a produção de energia desejada, onde leva-se em conta o consumo de energia anual, a radiação solar da região, a eficiência dos equipamentos e a área do modulo fotovoltaico.

$$n = \frac{c_s}{r_{ma} \times n_{ds} \times A \times \eta_{painel} \times \eta_{sistema}} \quad (1)$$

Sendo: c_s =consumo de energia anual; r_{ma} =maior média anual de radiação solar; n_{ds} =número de dias ensolarados do ano; A =área do painel fotovoltaico; η_{painel} =eficiência do painel fotovoltaico; $\eta_{sistema}$ =eficiência geral, considerando perdas em todo o sistema.

Foi solicitada a uma empresa especializada em sistemas solares, o orçamento e o projeto com profissionais que estão no mercado há um certo tempo. Assim, esta empresa forneceu estes dados como quantificação de insumos, por exemplo, de modo que fosse possível estudar a viabilidade do sistema.

Para a análise dos dados, principalmente de retorno de investimento, levou-se em consideração a vida útil e a perda de eficiência de trabalho das placas fotovoltaicas neste tempo. Ou seja, considerou-se a vida útil de 25 anos da planta fotovoltaica, que nada mais é do que os catálogos dos fabricantes informam, e uma perda de eficiência de 0,7% ao ano.

A geração de energia mensal (E_m) dos painéis foi calculada pela Equação 2 para o primeiro ano de investimento.

$$E_m = n \times n_{ds} \times c_{mm} \times A \times \eta_{painel} \times \eta_{sistema} \quad (2)$$

Sendo: E_m =geração de energia mensal; n =número de painéis; n_{ds} =número de dias ensolarados no mês; c_{mm} =radiação solar mensal média; A =área do painel fotovoltaico; η_{painel} =eficiência do painel fotovoltaico; $\eta_{sistema}$ =eficiência geral do sistema.

Para uma melhor compreensão, o projeto apresentado não visa a autossuficiência energética da Instituição, mas a utilização da energia solar com placas fotovoltaicas como forma de contribuição para a redução da conta de energia, além do marketing e apelo sustentável.

3. Resultados e discussão

3.1 Consumo energético

O Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE está classificado como grupo A4, recebendo a tensão de 11,9 kV a partir de um consumo médio mensal de 114062,3 kWh, cujo valor é bastante elevado para que um sistema fotovoltaico consiga manter esta demanda energética mensal.

Deste modo, como foi apresentado, o objetivo é atender o bloco D, cujo consumo médio mensal foi rateado em 25% do total do consumo da instituição citado anteriormente, sendo aproximado para 28515,6 kWh. Assim, na Tabela 1, apresenta-se a situação do consumo entre os meses de janeiro a setembro de 2018 para o bloco D.

MÊS	CONSUMO (KWh)	CONSUMO (R\$)
Janeiro	23940	R\$ 5.065,97
Fevereiro	27757	R\$ 6.220,68
Março	38701	R\$ 9.132,83
Abril	40404	R\$ 9.323,32
Maiο	32241	R\$ 6.745,34
Junho	24258	R\$ 5.422,72
Julho	22463	R\$ 5.090,16
Agosto	22708	R\$ 3.474,69
Setembro	24169	R\$ 5.649,69
VALOR MÉDIO	28515,6	R\$ 6.236,15

Tabela 1: Consumo energético para os meses de janeiro a setembro de 2018. Fonte: Dados da UNIFEBE (2018).

Na Tabela 1, consegue-se observar que durante os meses de março (38701 kWh), abril (40404 kWh) e maio (32241 kWh) foram os meses com os maiores consumos, devido a época do ano, onde utilizam-se mais os aparelhos de ar condicionado durante todos os períodos com aulas. Visualiza-se também que durante os outros meses, o consumo manteve-se, de certa forma, constante. A média para este período foi de 28515,6 kWh.

3.2 Local de instalação dos painéis

O local para a instalação dos painéis solares foi estabelecido pelo autor, sendo o telhado do bloco D da Instituição. A área disponível para a colocação dos painéis solares é de 1784,675m².

As coordenadas geográficas retiradas do Centro Universitário de Brusque – UNIFEBE são: 27°04'03.2" S, 48°53'06.7" O. Não foi possível aproveitar 100% da área do telhado do bloco D por este possuir uma platibanda que gera sombras na cobertura em determinadas horas do dia, além da necessidade de existir espaços para caminhar entre os painéis solares. Porém, a área necessária para os painéis é de 1272m², ou seja, espaço suficiente para a adequação.

3.3 Medições da radiação solar

Para a garantia de um bom projeto é de suma importância visualizar e ter em mãos o histórico de medição de radiação solar difusa e direta, com o objetivo de garantir o máximo aproveitamento anual do sistema a ser construído. Desta maneira, utilizou-se neste projeto os dados da base SunData do CRESESB (2018) (Tabela 2).

		RADIÇÃO SOLAR (kWh/m ² .dia)		
		ÂNGULO IGUAL A LATITUDE	MAIOR MÉDIA ANUAL	MAIOR MÍNIMO MENSAL
Mês	Ângulo	27° N	21° N	40° N
Janeiro		4,95	5,14	4,45
Fevereiro		5,06	5,18	4,68
Março		4,76	4,78	4,58
Abril		4,21	4,14	4,25
Mai		3,89	3,75	4,08
Junho		3,34	3,2	3,56
Julho		3,45	3,31	3,64
Agosto		3,92	3,82	4,01
Setembro		3,64	3,63	3,55
VALOR MÉDIO		4,14	4,11	4,09

Tabela 2: Dados para irradiação solar diária mensal para as coordenadas geográficas. Fonte: CRESESB (2018).

Através da Tabela 2, nota-se que a geração solar fotovoltaica pode ser estabelecida de forma bem exata, ou seja, esses dados denotam condições de céu claro e também a geometria da posição relativa entre a Terra e o Sol. Mesmo com tantas variações, a radiação global no plano horizontal, a qual usufrui-se para geração de energia solar através de painéis fotovoltaicos, possui baixa variação no decorrer do ano, principalmente quando comparada com a geração eólica ou hidrelétrica. Portanto, como não há muita variação da radiação solar no decorrer dos anos, os valores gerados durante toda a vida útil do sistema mantem uma boa constância, sendo possível uma projeção econômica mais confiável.

3.4 Dimensionamento dos painéis fotovoltaicos

Os painéis serão direcionados para o Norte geográfico, onde, aqui no Hemisfério Sul, corresponde ao Norte Magnético da bússola com acréscimo de 21° de leste a oeste. E para a inclinação, usualmente utiliza-se igualmente a latitude do local onde irão ser instalados.

Como não se obteve todos os dados dos painéis fotovoltaicos com a empresa especializada, segue-se com o dimensionamento proposto pela mesma: 553 módulos fotovoltaicos 335Wp; 1 inversor 18kW Huawei; 2 inversores 60kW Huawei; 1 sistema de monitoramento WEB; 3 sistemas de proteção contra surtos conforme normas.

3.5 Levantamento de valores

Como o orçamento não apresenta exatamente o caminho do projeto, considerou-se uma reserva técnica de R\$75.000,00 (12% do valor total) para levar em conta os possíveis imprevistos ao longo do projeto.

Deste modo, o projeto também foi orçado por uma empresa especializada, uma empresa que fornece este tipo de serviço na região. O resumo do projeto é para uma área utilizada de 1272 m²; a potência instalada do sistema é de 185,26 kWp; a geração anual é de 213,21 MWh; a redução de emissões de CO₂ é de 1,16 toneladas por mês; e o investimento é de R\$ 624.585,60.

3.6 Geração de energia esperada

Para os 12 meses do ano estão apresentados os valores de geração e consumo de energia na Tabela 3.

MÊS	ENERGIA GERADA (kWh)	ENERGIA GERADA (R\$)	ENERGIA CONSUMIDA (kWh)	ENERGIA CONSUMIDA (R\$)
Janeiro	24280,6	R\$ 5.138,04	23940	R\$ 5.065,97
Fevereiro	23300,5	R\$ 5.221,92	27757	R\$ 6.220,68
Março	20226,4	R\$ 4.773,11	38701	R\$ 9.132,83
Abril	16083,1	R\$ 3.711,21	40404	R\$ 9.323,32
Mai	13365,5	R\$ 2.796,28	32241	R\$ 6.745,34
Junho	11004,2	R\$ 2.459,92	24258	R\$ 5.422,72
Julho	11717,1	R\$ 2.655,12	22463	R\$ 5.090,16
Agosto	14434,7	R\$ 2.208,74	22708	R\$ 3.474,69
Setembro	14969,3	R\$ 3.499,19	24169	R\$ 5.649,69
Outubro	17107,8	R\$ 3.641,60	26658*	R\$ 5.674,48*
Novembro	22231,2	R\$ 4.566,40	28874*	R\$ 5.930,86*
Dezembro	24503,4	R\$ 5.163,75	28668,5*	R\$ 6.041,49*
MÉDIA	17768,65	R\$ 3.819,61	28403,5**	R\$ 6.147,69**
ANUAL	213223,8	R\$ 45.835,29	340841,5**	R\$ 73.772,23**

Onde: *Dados referentes ao ano de 2017; **Dados mesclados com valores do ano de 2017.

Tabela 3: Geração e consumo de energia mensal para o primeiro ano de investimento. Fonte: Empresa especializada (2018) e acervo da UNIFEFE (2018).

Analisando a Tabela 3, observa-se que a planta solar não consegue atender a maioria da demanda ao longo do ano, porém, ressalta-se que, o sistema será interligado com a rede elétrica local, não sendo necessário dar conta de todo o consumo, uma vez que não se busca a autonomia energética do bloco D.

Na Tabela 4, consegue-se observar os valores para a energia gerada durante o horizonte de projeção do investimento, o qual considerou-se o aumento do valor da tarifa de energia elétrica (9%) segundo o DIEESE (2015), e perda de eficiência anual dos painéis (0,7%) segundo o fabricante, cujos valores serão apresentados e utilizados na análise econômica no tópico a seguir.

MÊS	ENERGIA GERADA (kWh)	ENERGIA GERADA (R\$)	ENERGIA CONSUMIDA (kWh)	ENERGIA CONSUMIDA (R\$)
0	213223,8	R\$ 45.835,29	340841,5	R\$ 73.772,23
1	211731,2	R\$ 49.951,88	340841,5	R\$ 80.411,73
2	210249,1	R\$ 54.066,42	340841,5	R\$ 87.648,79
3	208777,4	R\$ 58.519,87	340841,5	R\$ 95.537,18
4	207315,9	R\$ 63.340,15	340841,5	R\$ 104.135,52
5	205864,7	R\$ 68.557,48	340841,5	R\$ 113.507,72
6	204423,7	R\$ 74.204,56	340841,5	R\$ 123.723,42
7	202992,7	R\$ 80.316,79	340841,5	R\$ 134.858,52
8	201571,8	R\$ 86.932,48	340841,5	R\$ 146.995,79
9	200160,7	R\$ 94.093,11	340841,5	R\$ 160.225,41
10	198759,6	R\$ 101.843,56	340841,5	R\$ 174.645,70
11	197368,3	R\$ 110.232,42	340841,5	R\$ 190.363,81
12	195986,7	R\$ 119.312,26	340841,5	R\$ 207.496,55
13	194614,8	R\$ 129.140,01	340841,5	R\$ 226.171,24
14	193252,5	R\$ 139.777,28	340841,5	R\$ 246.526,65
15	191899,7	R\$ 151.290,73	340841,5	R\$ 268.714,05
16	190556,5	R\$ 163.752,55	340841,5	R\$ 292.898,32
17	189222,6	R\$ 177.240,85	340841,5	R\$ 319.259,17
18	187898,0	R\$ 191.840,17	340841,5	R\$ 347.992,49
19	186582,7	R\$ 207.642,05	340841,5	R\$ 379.311,82
20	185276,6	R\$ 224.745,52	340841,5	R\$ 413.449,88
21	183979,7	R\$ 243.257,81	340841,5	R\$ 450.660,37
22	182691,8	R\$ 263.294,96	340841,5	R\$ 491.219,80
23	181413,0	R\$ 284.982,56	340841,5	R\$ 535.429,58
24	180143,1	R\$ 308.456,58	340841,5	R\$ 583.618,25
25	178882,1	R\$ 333.864,15	340841,5	R\$ 636.143,89

Tabela 4: Energia gerada ao longo da vida útil do projeto. Fonte: Os autores (2018).

3.7 Análise da viabilidade econômica

A análise da viabilidade econômica, com fins de implementação, deve ser mostrada à diretoria, através dos estudos econômicos dos indicadores principais, que são o Valor Presente Líquido (VPL), *Payback* e Taxa Interna de Retorno (TIR).

Neste sentido, os valores financeiros envolvidos são: o valor total do investimento fornecido pela empresa especializada; mais a adição dos valores de energia produzida anualmente junto a entrada do fluxo de caixa calculado para cada situação. Lembrando

que, para o valor da energia foi levado em conta seu aumento e a respectiva perda de rendimento do sistema solar. Além disto, considerou-se 1% do investimento atual referente à manutenção do sistema, seja preventiva (limpeza e inspeção) e/ou corretiva (consertos), índice este, previsto em qualquer projeto dessa natureza e largamente aplicado pelas empresas do ramo como estimativas orçamentárias que tem de ser levadas em conta na hora de calcular a viabilidade econômica desse tipo de investimento.

A seguir são apresentados as taxas e tributações consideradas para a sequência de cálculos.

Tarifa da energia elétrica: a UNIFEBE, além de utilizar a energia elétrica oriunda da concessionária local de fornecimento (CELESC), também utiliza um certo valor do consumo total a partir do mercado livre de energia elétrica, fazendo com que o valor do kWh seja reduzido. Para isso, fez-se a média do valor dos dois tipos de fornecimento, da concessionária local (CELESC) e concessionária do mercado livre (Heidrich), dividido pelo consumo, o qual chega-se num valor próximo de R\$0,2164/kWh.

Desta maneira, admitiu-se a taxa de aumento da tarifa de energia elétrica de 9% anual, conforme é visto na Tabela 5, os dados referentes ao longo do horizonte de projeção do projeto.

ANO	PREÇO DA TARIFA DE ENERGIA
0	R\$ 0,2164
1	R\$ 0,2359
2	R\$ 0,2572
3	R\$ 0,2803
4	R\$ 0,3055
5	R\$ 0,3330
6	R\$ 0,3630
7	R\$ 0,3957
8	R\$ 0,4313
9	R\$ 0,4701
10	R\$ 0,5124
11	R\$ 0,5585
12	R\$ 0,6088
13	R\$ 0,6636
14	R\$ 0,7233
15	R\$ 0,7884
16	R\$ 0,8593
17	R\$ 0,9367
18	R\$ 1,0210
19	R\$ 1,1129
20	R\$ 1,2130
21	R\$ 1,3222
22	R\$ 1,4412
23	R\$ 1,5709
24	R\$ 1,7123
25	R\$ 1,8664

Tabela 5: Projeção do valor da tarifa da energia ao longo do projeto. Fonte: Os autores (2018).

Inflação: segundo Bovespa (2018), o valor obtido para a cotação de novembro de 2018, foi de 10,28%, o qual será adotado para a utilização na consideração do aumento do preço da manutenção anual.

Selic: conforme Tororadar (2018) “é a taxa básica de juros da economia no Brasil, utilizada no mercado interbancário para financiamento de operações com duração diária, lastreadas em títulos públicos federais. [...] A sigla é a abreviação de Sistema Especial de

Liquidação e Custódia”. Assim, utiliza-se igualmente à Taxa Mínima de Atratividade - TMA nos cálculos, com o objetivo de definir a viabilidade do projeto. Para o dia 26/11/2018, foi estabelecido o valor de 6,40%, segundo o site do Banco Central do Brasil - BCB (2018).

Impostos sobre os equipamentos: como os equipamentos utilizados serão fornecidos pela empresa especializada, desconsiderou-se os custos de importação e impostos como COFINS, IPI e PIS, pois estes valores já estão inclusos no valor total do orçamento.

Em resumo, a Tabela 6, apresenta todas as variáveis econômicas utilizadas decorrente o período do investimento.

VARIÁVEIS ECONÔMICAS	VALOR
Taxa de manutenção anual	1,00%
Tarifa atual da energia	R\$ 0,2164
Taxa de aumento da energia anual	9,00%
Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	6,40%
Perda de eficiência dos painéis	0,70%
Investimento Inicial (FC ₀)	R\$ 624.585,60
Inflação	10,28%

Tabela 6: Variáveis econômicas decorrente o período do investimento. Fonte: O autor (2018).

Na Tabela 7, encontram-se os dados para toda análise econômica do projeto, uma vez que os valores foram calculados e obtidos conforme as Equações 1 e 2. Essa análise ainda considerou a geração de energia esperada ao longo do investimento, a perda de eficiência dos painéis na ordem de 0,70%, aumento do valor da tarifa de energia anual (9%) e 1% do investimento para gastos de manutenção no fluxo de saída.

ANO	ECONOMIA ENERGIA FATURADA	GASTOS COM MANUTENÇÃO	FLUXO DE CAIXA	FLUXO DE CAIXA DESCONTADO	VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)
0	R\$ 45.835,29	R\$-	-R\$ 624.585,60	-R\$ 624.585,60	-R\$ 624.585,60
1	R\$ 49.951,88	-R\$ 6.887,93	R\$ 43.063,95	R\$ 40.473,64	-R\$ 584.111,96
2	R\$ 54.066,42	-R\$ 7.596,01	R\$ 46.470,41	R\$ 41.048,12	-R\$ 543.063,84
3	R\$ 58.519,87	-R\$ 8.376,88	R\$ 50.142,99	R\$ 41.627,98	-R\$ 501.435,86
4	R\$ 63.340,15	-R\$ 9.238,02	R\$ 54.102,13	R\$ 42.213,16	-R\$ 459.222,71
5	R\$ 68.557,48	-R\$ 10.187,69	R\$ 58.369,79	R\$ 42.803,57	-R\$ 416.419,14
6	R\$ 74.204,56	-R\$ 11.234,99	R\$ 62.969,57	R\$ 43.399,13	-R\$ 373.020,01
7	R\$ 80.316,79	-R\$ 12.389,94	R\$ 67.926,85	R\$ 43.999,74	-R\$ 329.020,27
8	R\$ 86.932,48	-R\$ 13.663,63	R\$ 73.268,85	R\$ 44.605,29	-R\$ 284.414,98
9	R\$ 94.093,11	-R\$ 15.068,25	R\$ 79.024,86	R\$ 45.215,68	-R\$ 239.199,30
10	R\$ 101.843,56	-R\$ 16.617,26	R\$ 85.226,30	R\$ 45.830,79	-R\$ 193.368,51
11	R\$ 110.232,42	-R\$ 18.325,52	R\$ 91.906,90	R\$ 46.450,48	-R\$ 146.918,03
12	R\$ 119.312,26	-R\$ 20.209,38	R\$ 99.102,88	R\$ 47.074,61	-R\$ 99.843,42
13	R\$ 129.140,01	-R\$ 22.286,91	R\$ 106.853,10	R\$ 47.703,03	-R\$ 52.140,39
14	R\$ 139.777,28	-R\$ 24.578,00	R\$ 115.199,28	R\$ 48.335,58	-R\$ 3.804,81
15	R\$ 151.290,73	-R\$ 27.104,62	R\$ 124.186,11	R\$ 48.972,09	R\$ 45.167,28
16	R\$ 163.752,55	-R\$ 29.890,98	R\$ 133.861,57	R\$ 49.612,36	R\$ 94.779,64
17	R\$ 177.240,85	-R\$ 32.963,77	R\$ 144.277,08	R\$ 50.256,20	R\$ 145.035,84

18	R\$ 191.840,17	-R\$ 36.352,44	R\$ 155.487,73	R\$ 50.903,40	R\$ 195.939,24
19	R\$ 207.642,05	-R\$ 40.089,47	R\$ 167.552,58	R\$ 51.553,74	R\$ 247.492,98
20	R\$ 224.745,52	-R\$ 44.210,67	R\$ 180.534,85	R\$ 52.206,97	R\$ 299.699,95
21	R\$ 243.257,81	-R\$ 48.755,53	R\$ 194.502,28	R\$ 52.862,84	R\$ 352.562,79
22	R\$ 263.294,96	-R\$ 53.767,60	R\$ 209.527,36	R\$ 53.521,09	R\$ 406.083,88
23	R\$ 284.982,56	-R\$ 59.294,91	R\$ 225.687,65	R\$ 54.181,42	R\$ 460.265,30
24	R\$ 308.456,58	-R\$ 65.390,42	R\$ 243.066,16	R\$ 54.843,53	R\$ 515.108,83
25	R\$ 333.864,15	-R\$ 72.112,56	R\$ 261.751,59	R\$ 55.507,11	R\$ 570.615,94

Tabela 7: Análise econômica do projeto de implementação. Fonte: Os autores (2018).

Para tanto, o Gráfico 1, observa-se o fluxo de caixa ao longo da vida útil do projeto.

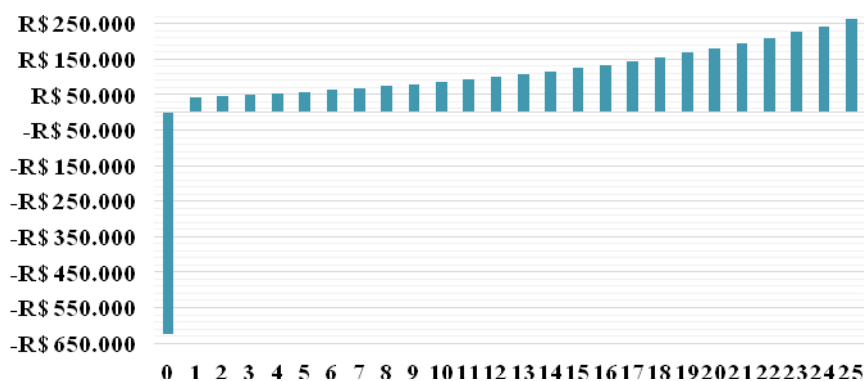


Gráfico 1: Fluxo de caixa para o projeto ao longo do horizonte de projeção. Fonte: Os autores (2018).

Continuando, segundo o Gráfico 2, visualiza-se que o valor do VPL do projeto é positivo após 14 anos (exatamente 14,08 anos), deixando claro que após esse período, o valor investido é então recuperado.

Analisando ainda o Gráfico 2, percebe-se que o *Payback* é de 14 anos, 28 dias, 19 horas e 12 minutos, ou seja, o tempo de retorno do valor aplicado, não é ruim, porém, não é de grandeza tão atrativa, pois já se passou da metade da vida útil das placas solares neste momento, portanto não trouxe o retorno financeiro de forma rápida.

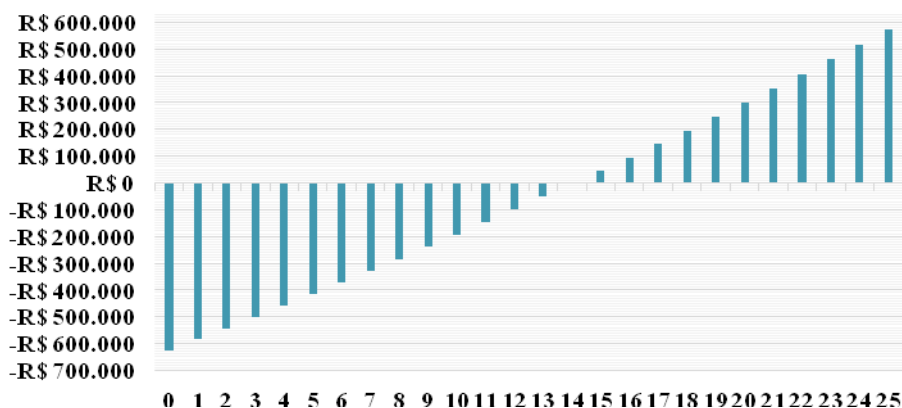


Gráfico 2: Valor Presente Líquido - VPL do projeto ao longo do horizonte de projeção. Fonte: Os autores (2018).

4. Considerações finais

Para levantamento da área para a instalação das placas fotovoltaicas, considerou-se o telhado do bloco D da instituição, onde este apresenta uma área total de 1784,675m², cujo valor é suficientemente necessário para a instalação da área dimensionada pela empresa especializada, que foi no valor de 1272m². Além disto, aproveitou-se também, a inclinação das telhas existentes para melhor aproveitamento solar, devido a presença de uma platibanda na altura de 1,30 metros.

Para a coleta de informações sobre irradiação solar no local de estudo, verificaram-se as coordenadas geográficas do bloco D numa plataforma especializada em banco de dados, a SunData, porém, houve divergências destes valores, pois a empresa especializada obteve seus dados por outra fonte de informações, que é o Atlas Brasileiro de Energia Solar.

Em relação a demanda energética, a instituição forneceu dados referentes ao consumo geral de todas as edificações, sendo estas constituídas pelos blocos A, B, C, D e E. Acerca do bloco D, convencionou-se calcular uma porcentagem do consumo total através da equivalência de áreas construídas, ou seja, considerou-se o valor correspondente de 25%.

A composição orçamentária do projeto foi elaborada pela empresa especializada, pois não se obteve os dados junto às tabelas do Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil - SINAPI. Assim, o valor total do investimento, R\$624.585,60, contempla os materiais necessários para a instalação, mão-de-obra qualificada, *softwares* técnicos para acompanhamento dos índices e pós-venda de um ano.

Conclui-se que o objetivo geral deste trabalho foi atendido. Pode-se então afirmar que, através do valor do VPL ter dado um resultado matematicamente positivo, o projeto é economicamente viável, porém, com um tempo de resposta econômica certamente demorado (14,08 anos).

Referências

ALVES, G. H. **Projeto e análise da viabilidade econômica da instalação de painéis fotovoltaicos no setor industrial**. 2016. 106 f. Monografia (Especialização), Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Matriz de energia elétrica**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

_____. **Resolução normativa nº 482**, de 17 de abril de 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

BCB - BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Dados diários da Taxa Selic**. 2018. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/htms/selic/selicdiarios.asp>>. Acesso em: 27 nov. 2018.

BOVESPA, Bmf & **Inflação**. 2018. Disponível em: <http://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/juros/cotacoes-de-cupom-de-ipca.htm>. Acesso em: 27 nov. 2018.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.

CRESESB. **Potencial Solar - SunData v3.0**. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

DIEESE. Comportamento das tarifas de energia elétrica no Brasil. **Nota Técnica 147**, ago. 2015. Disponível em: <<https://www.dieese.org.br/notatecnica/2015/notaTec147e letrici%20dade.html>>. Acesso em: 27 nov. 2018.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Nota Técnica DEA 001/17: Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2017-2026)**. Disponível em: <<http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/...>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de Metodologia Científica: Projetos de Pesquisa, TGI, TCC, Monografias, Dissertações e Teses**. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

PÁDUA, Elisabete Matallo Marchesini de. **Metodologia da Pesquisa: Abordagem Teórico-Prática**. 13. ed. Campinas: Papirus Editora, 2007.

PASCHOARELLI, Luis Carlos; MEDOLA, Fausto Orsi; BONFIM, Gabriel Henrique Cruz. Características Qualitativas, Quantitativas e Quali-quantitativas de Abordagens Científicas: estudos de caso na subárea do Design Ergonômico. **Revista de Design, Tecnologia e Sociedade**, p.65-78, fev. 2015.

TORORADAR. **O que é Taxa SELIC e qual o seu rendimento**. 2018. Disponível em: <<https://www.tororadar.com.br/investimentos/taxa-selic-o-que-e-rendimento>>. Acesso em: 27 nov. 2018.

Guia de Estratégias Bioclimáticas para Projetos Arquitetônicos no Clima Quente e Úmido.

Guide to Bioclimatic Strategies for Architectural Projects in Hot and Humid Climate.

Anneli Maricielo Cárdenas Celis, Doutoranda em Arquitetura, Universidade de Lisboa.

anneli.2792@gmail.com

João Vitor Vieira Pereira, Graduando em Arquitetura e Urbanismo, UNIFAP.

2joaovp@gmail.com.

Matheus Ferreira Moreira, Graduando em Arquitetura e Urbanismo, UNIFAP.

mths.fmoreira@gmail.com

Resumo

Este trabalho aborda um conjunto de estratégias bioclimáticas para concepção de projetos arquitetônicos, com foco nas regiões de clima quente e úmido. Por meio de uma revisão bibliográfica, são apresentadas as principais formas de conceituação do clima estudado, recomendações normativas e estudos de caso de projetos de êxito na região, para assim produzir o objetivo do estudo que é uma síntese de estratégias bioclimáticas que se adequam ao clima selecionado. No trabalho, as estratégias foram agrupadas em quatro partes: Criando sombras, Utilizando a luz natural, Deixando o vento circular e Utilizando a vegetação a nosso favor.

Palavras-chave: Estratégias bioclimáticas, Soluções arquitetônicas, Clima quente e úmido.

Abstract

This work addresses a set of bioclimatic strategies for the design of architectural projects, focusing on hot and humid climates. Through bibliographic review, the main forms of conceptualization of the climate studied are presented, normative recommendations and case studies of successful projects in the region, in order to produce the objective of the study, which is a synthesis of bioclimatic strategies that suit the climate selected. In the work, the strategies were grouped in four parts: Creating shadows, Using natural light, Letting the wind circulate and Using vegetation to our advantage.

Keywords: Bioclimatic strategies, Architectural solutions, Hot and humid climate.

1. Introdução

Esta pesquisa é proveniente de um material produzido pelos autores durante monitoria na disciplina de Projeto Arquitetônico III na Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), apresentando aos acadêmicos uma revisão de bibliografias e síntese dos pontos relacionados a região para a qual os estudantes vão projetar, no caso o estado do Amapá, na região norte, apresentando o clima quente e úmido.

A principal problemática enfrentada, tanto por estudantes quanto por profissionais, é a não adequação de projetos ao clima local, acarretando prejuízos ao bem-estar dos usuários da edificação. Por isso, com o intento de auxiliar na elaboração de projetos de arquitetura, o presente trabalho consiste na elaboração de um material que reúna estratégias bioclimáticas voltadas para a concepção de projetos no quente e úmido. Essas estratégias são formas de conceber, equipamentos e aspectos construtivos que são adaptáveis e mutáveis a qualquer projeto, visando promover a relação do homem com o meio externo bem como a entrada de ventilação e iluminação natural. Isso irá promover espaços internos mais saudáveis, mais integrados com o externo, e um menor consumo de energia elétrica.

A partir das discussões, o trabalho analisa o clima da Região Norte e referências normativas, para posteriormente apresentar exemplos de boas práticas arquitetônicas, discorrendo sobre projetos arquitetônicos que se adequam corretamente ao clima local, sendo um estudo sobre as estratégias utilizadas por Oswaldo Bratke ao projetar Vila Serra do Navio e Vila Amazonas. No tópico de resultados, são apresentadas uma série de estratégias e diretrizes para a concepção de projetos, concebida no trabalho como um capítulo dividido em quatro linhas distintas de estratégias, sendo elas: Criando sombras, Utilizando a luz natural, Deixando o vento circular e Utilizando a vegetação a nosso favor.

Cabe ressaltar que o objetivo do trabalho é servir como um guia para auxiliar estudantes e projetistas que desejam tornar seus projetos mais eficientes e adaptados ao clima, sendo um material conciso e informativo mas não construtivo, logo, a função deste documento não é ensinar o construtor a executar nenhuma dessas estratégias, e sim selecionar as estratégias adequadas ao quente e úmido.

2. Metodologia

A metodologia adotada na construção do presente trabalho se desenvolve a partir de duas abordagens, a revisão de bibliografias já desenvolvidas sobre o assunto e o estudo de caso de dois projetos de arquitetura relevantes dentro do contexto do clima quente e úmido.

A revisão bibliográfica tinha como foco principal estabelecer e conceituar o clima quente úmido, definindo assim a base para o desenvolvimento do trabalho. Para este intento foram utilizados os conceitos elaborados por Romero (2013) e Lamberts et al. (2014). Outro ponto de análise da revisão bibliográfica é a compreensão das normativas aplicadas a esse clima, elaborada a partir do estudo da NBR 15220, denominada “Desempenho térmico das edificações”.

A segunda abordagem inserida na discussão do trabalho são os estudos de caso de dois projetos de relevância dentro do clima abordado, sendo eles Vila Serra do Navio, por Oswaldo Bratke e o Campus Manaus, da Universidade Federal do Amazonas, idealizado por Severiano Porto. Na análise dos estudos de caso buscou-se entender quais as estratégias e

medidas foram utilizadas na concepção dos projetos para que eles tenham uma boa adaptação ao clima quente e úmido.

3. Discussão

3.1. Conceituação do clima

A compreensão do clima e a aplicação dos princípios de adequação climática em projetos arquitetônicos desde a sua concepção, promovem projetos em conformidade com o clima local. De acordo com Romero (2013), os desenhos dos espaços devem ser pensados mediante as características do meio, tais como, topografia, revestimento do solo, ecologia, latitude e clima. Entretanto, a autora destaca que essas informações são apresentadas de maneira incompletas, impossibilitando que esses dados sejam utilizados de maneira coerente para o desenho dos espaços.

As variáveis climáticas são quantificadas em estações meteorológicas, e cada região brasileira apresenta particularidades únicas. No caso da região amazônica, localizada na região norte do Brasil, apresenta tipos climáticos diversificados. De acordo com Lamberts et al. (2014), segundo a classificação de Köppen, o clima amazônico se subdivide em clima tropical e equatorial.

Com base na pesquisa realizada por Romero (2013), para o clima equatorial, no qual a cidade de Macapá se insere, apresenta noites com temperaturas mais amenas que a manhã, a umidade relativa do ar é alta e existem apenas duas estações: verão e inverno, com poucas variações de temperaturas entre elas. A autora destaca também que a alta umidade nessa região não permite que ocorra grandes variações de temperatura na transição do dia para a noite, ou vice-versa, logo o albedo dessas regiões é baixo e promove um clima mais estável.

Para Lamberts (2014), o conhecimento das variáveis climáticas, tais como radiação solar, temperatura do ar, vento e umidade, se tornam de fundamental importância para o projeto de edificações mais adequadas ao conforto dos ocupantes e por consequência em edificações mais eficientes energeticamente.

Os dados climáticos podem ser obtidos pela plataforma Projetando Edificações Energeticamente Eficientes (PROJETEEE), ou, mediante a utilização da base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A seguir, se apresenta as variáveis climáticas para a cidade de Macapá obtidos pela plataforma PROJETEEE:

3.1.1. Radiação solar

De acordo com a plataforma a radiação média mensal se encontram nos meses de outubro e dezembro respectivamente. No mês de outubro com o valor máximo de 790.55 Wh/m² e dezembro com o valor mínimo de 622.81 Wh/m².

3.1.2. Temperatura do ar

Os dados obtidos pelo PROJETEEE, referente aos valores de temperatura do ar encontram - se com valores máximos e mínimos encontrados nos meses de novembro e fevereiro respectivamente. O mês de novembro com temperatura média mensal de 27.62°C e no mês de fevereiro com temperatura média mensal de 24.64°C.

3.1.3. Vento

Os ventos predominantes para a cidade de Macapá são provenientes do Nordeste com valores de 8 – 10 m/s, como se observa na (Figura 1).

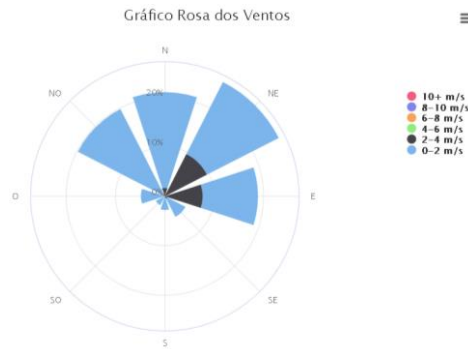


Figura 1: Gráfico Rosa dos Ventos da cidade de Macapá. Fonte: PROJETEEE.

3.1.4. Umidade

A cidade de Macapá apresenta valores máximos de umidade relativa média mensal no mês de março, com valores de 87.74 % e no mês de novembro com valores de 70.08 %.

3.2.Recomendações da NBR 15220

A norma NBR 15220, que trata do Desempenho Térmico de Edificações, em sua parte 3 apresenta o “Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social”, essa normativa consiste na separação do país em 8 diferentes zonas bioclimáticas, trazendo diretrizes e estratégias para a elaboração de projetos de arquitetura termicamente adequados à região em que a edificação está sendo implantada.

Através da análise de dados de temperatura e umidade, as cidades observadas foram divididas em 8 diferentes zonas, a região amazônica, foco deste trabalho, encontra - se na Zona Bioclimática 8. Esta zona se distribui por 99 cidades, sendo grande parte na Região Norte do país, se estendendo também por todo o litoral nordestino e em um trecho dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (figura 2).

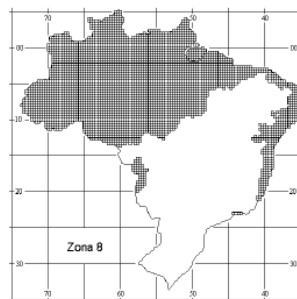


Figura 2: Mapa dos climas do Brasil. Fonte: NBR 15220 (2005)

A norma inicia com recomendações voltadas a aberturas, indicando que estas devem ser grandes e sombreadas. O Anexo C desta normativa caracteriza como aberturas “grandes”

aquelas que possuem espaços livres para ventilação de no mínimo 40% da área do piso do ambiente em que se encontra.

Em sequência a norma trás diretrizes para escolha de vedações externas da edificação (paredes e cobertura). Para a zona estudada ela recomenda que tanto as paredes quanto a coberturas sejam do tipo “leve refletora” apresentando caracterizando-as através de valores de transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar (Tabela 1).

		Transmitância térmica - U W/m ² .K	Atraso térmico – j Horas	Fator solar – Fso %
Paredes	Leve refletora	$U \leq 3,60$	$j \leq 4,3$	$FSo \leq 4,0$
Cobertura	Leve refletora	$U \leq 2,30 FT$	$j \leq 3,3$	$FSo \leq 6,5$

Tabela 1: Tabela de especificação de paredes e coberturas. Fonte: NBR 15220 (2005) Adaptado pelos autores.

A norma finaliza a seção referente à zona climática 8 com a indicação de estratégias de condicionamento térmico passivo, que são as medidas de conforto realizadas de maneira natural, sem a utilização de elementos mecânicos. Para esta zona a estratégia sugerida é a J, que consiste na ventilação cruzada permanente, utilizando a circulação natural do ar para auxiliar na adequação da temperatura.

3.3. Estudos de caso: As soluções de Oswaldo Bratke para o clima quente e úmido

Durante a década de 1950, o arquiteto paulista Oswaldo Arthur Bratke desenvolve seus projetos mais conhecidos, a criação da Vila Amazonas e da Vila Serra do Navio, duas cidades modernistas em meio a floresta amapaense. Através da mineradora ICOMI, Bratke teve a oportunidade de se debruçar profundamente sobre o modo de viver e construir dos moradores locais, se dedicando imensamente a um estudo bioclimático da região amazônica, para apenas então realizar sua proposta de intervenção no espaço.

Segundo Correia (2014), o projeto idealizado por Bratke para as duas vilas possuía um forte aspecto econômico, o que se justifica devido à natureza do empreendimento, mas também possuía uma forte adequação às condições locais, e essas características se refletiam desde o plano urbanístico até o material empregado na construção das moradias.

As construções de Bratke são referências em uso de estratégias bioclimáticas para o clima quente-úmido. Entre as utilizadas na Vila Amazonas e em Serra do Navio podemos destacar principalmente a utilização de brises móveis (figura 3), uma estratégia que se tornou bastante disseminada por toda a região. Além disso, Bratke foi extremamente criterioso no uso de grandes beirais sombreando as fachadas, Segawa e Dourado (1997) expõe os estudos da carta solar realizados pelo arquiteto onde ele demonstrava ter um completo domínio sobre os elementos climáticos da região.



Figura 3: Habitação com fachada com brises m\u00f3veis (Moreira, 2017)

Os autores ainda mostram como Bratke utilizou da t\u00e9cnica de descolar as paredes do teto das edifica\u00e7\u00f5es visando uma melhor circula\u00e7\u00e3o da ventila\u00e7\u00e3o. Para esse intento ele mesclava a redu\u00e7\u00e3o da altura das paredes com a utiliza\u00e7\u00e3o de elementos vazados, algo que ficou bem marcado na arquitetura dele para Amaz\u00f4nia, onde encontr\u00e1vamos fachadas inteiras ornadas com o uso de cobog\u00f3s.

3 Resultados: Estrat\u00e9gias bioclim\u00e1ticas para o clima quente e \u00famido

4.1. Criando sombras

Na regi\u00e3o norte a incid\u00eancia solar \u00e9 muito forte, por isso se faz necess\u00e1rio comentar sobre estrat\u00e9gias que possam sombrear de maneira mais eficaz os espa\u00e7os. A primeira estrat\u00e9gia apresentada neste t\u00f3pico seria a ado\u00e7\u00e3o de largos beirais (Figura 4), que seria um prolongamento da cobertura da edifica\u00e7\u00e3o, esse recurso \u00e9 bastante presente na regi\u00e3o norte em edifica\u00e7\u00f5es t\u00e9rreas, o que nos remete a uma certa forma vernacular na arquitetura, uma vez que este \u00e9 um elemento j\u00e1 conhecido pela popula\u00e7\u00e3o e agora indicado para fins bioclim\u00e1ticos. (SEGAWA, 1997)



Figura 4: Croqui demonstrativo de uma edifica\u00e7\u00e3o com beirais prolongados (Elaborado pelos autores, 2019)

A segunda estrat\u00e9gia abordada neste t\u00f3pico ser\u00e1 o estudo da trajet\u00f3ria solar (Figura 5), que almeja incluir nos estudos preliminares os esquemas de insola\u00e7\u00e3o, para que o projetista consiga identificar as fachadas que ser\u00e3o voltadas para o sol nascente e poente (NEVES, 1998). \u00c9 importante entender que essa estrat\u00e9gia de se estudar a movimentação do sol, servir\u00e1 tanto uma edifica\u00e7\u00e3o com um \u00fanico bloco construtivo quanto para projetos mais complexos envolvendo diversas edifica\u00e7\u00f5es (como em conjuntos habitacionais, por exemplo)

O estudo da trajet\u00f3ria solar ao longo do dia, fornecer\u00e1 ao projetista as fachadas que receber\u00e3o insola\u00e7\u00e3o direta durante a manh\u00e3, as que receber\u00e3o durante a tarde e as fachadas

que não receberão insolação direta (NEVES, 1998). Ter essa informação antes de se iniciar de fato o projeto, possibilitará que o arquiteto possa conceber o edifício de forma mais consciente, e evitará erros básicos, como locar grandes esquadrias desprotegidas em fachadas insoladas diretamente, por exemplo.

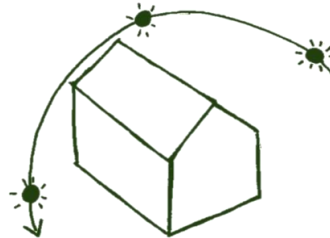


Figura 5: Croqui demonstrativo da trajetória solar sobre uma edificação (Elaborado pelos autores, 2019)

A ideia de se desenvolver esse estudo é justamente descobrir onde é mais adequado posicionar aberturas, o tamanho delas, superfícies envidraçadas e entre outros. No capítulo que abordou as recomendações da norma 15.220, pode-se observar que é aconselhável para a nossa região grandes aberturas, no entanto, se essas aberturas não forem protegidas o melhor seria que as de maior tamanho fossem empregadas nas fachadas e que não recebem insolação direta, principalmente se forem de material transparente, logo, o mesmo serve para peles de vidro.

3.3 Utilizando a luz natural

No desenvolvimento de uma arquitetura mais eficiente e adequada aos padrões regionais e bioclimáticos se entende que é de suma importância o aproveitamento da iluminação natural (que é tão abundante na região amazônica). Para este tópico, será explanado formas alternativas de iluminação, principalmente para ambientes que se apresentem enclausurados, ou seja, quando nenhuma de suas paredes possibilita aberturas que deem para o exterior, e assim permitindo a entrada de luz natural.

Quando acontece do ambiente ser enclausurado, a melhor alternativa para a entrada de iluminação natural são as estratégias zenitais. Na iluminação zenital as aberturas são feitas na cobertura com a utilização de materiais transparentes, assim a vedação possibilita proteger o ambiente das chuvas, sem prejudicar a entrada da luz natural; além de produzir uma entrada de luz mais uniforme (LAMBERTS, 2014).

Existem diversas formas da iluminação zenital apresentadas no livro Eficiência Energética para a Arquitetura (2014), no entanto, algumas, como as claraboias, fornecem uma entrada direta dos raios solares; como na região a incidência solar é muito forte e o clima em geral é quente, a entrada de radiação direta poderia prejudicar o conforto térmico da edificação. Por esse fator, as duas formas de iluminação zenital exemplificadas a seguir, possibilitam a entrada indireta dos raios solares.

No croqui (Figura 6) estão representadas estas estratégias, a da esquerda é denominada lanternim, composta por uma estrutura opaca horizontal na parte mais alta e estruturas transparentes verticais embaixo da estrutura opaca. A direita o shed, com estruturas opacas

inclinadas e estruturas transparentes verticais. Ambas pensadas para possibilitar que a luz natural entre, mas não de forma a prejudicar o conforto térmico com a radiação direta



Figura 6: Croqui demonstrativo de iluminação zenital nos modelos lanternim e shed (Elaborado pelos autores, 2019)

3.4 Deixando o vento circular

Assim como no estudo da trajetória solar no item “criando sombras”, no desenvolvimento de uma arquitetura que favoreça a circulação dos ventos também se fará necessário pensar na forma e na disposição dos blocos construtivos (Figura 7). Na região amazônica e na maior parte do Brasil (principalmente climas mais quentes) a ventilação é muito recomendada para fins de redução da carga térmica do ambiente, renovação do ar e higiene do ambiente.

O intuito é impedir que o arquiteto cometa erros graves que vão acarretar problemas térmicos na edificação, por exemplo, criar ambientes de longa permanência (como os dormitórios) que sejam enclausurados e não possuam entrada e saída para a circulação do ar. Outro erro corriqueiro é a execução de edificações muito próximas, desrespeitando os afastamentos mínimos. De nada adianta aplicar grandes aberturas como é recomendado na norma, se essas aberturas são voltadas para muros ou edificações muito próximas que barrem a entrada da ventilação.



Figura 7: Croqui demonstrando a circulação da ventilação em diferentes formas construtivas (Elaborado pelos autores, 2019)

Outra estratégia relacionada a este tema seria a ventilação cruzada (Figura 8). Essa técnica se baseia no ato de localizar aberturas em locais opostos em todos os ambientes, pois o vento, tendo aberturas para sua entrada e saída, circulará no ambiente de forma muito mais efetiva. É interessante, se possível, que uma destas aberturas sejam voltadas para a fachada que recebe a ventilação predominante. (NBR 15220, 2005)

Na Figura 8 a ventilação cruzada também foi empregada em conjunto com uma espécie de Lanternim como o apresentado no tópico “utilizando a luz natural”. Nesse caso o material transparente é substituído por uma estrutura vazada para assim realizar o efeito chaminé, que consiste em fazer aberturas superiores para que o ar quente que já subirá naturalmente (por ser mais leve), tenha por onde sair.



Figura 8: Croqui demonstrando a ventilação cruzada no ambiente (Elaborado pelos autores, 2019)

A ventilação cruzada, embora melhore o ambiente em diversos aspectos, precisa ter uma atenção especial com relação a insolação, segundo a NBR 15220 (2005), grandes aberturas são necessárias, no entanto, se estas recebem insolação direta no período da manhã ou da tarde, precisam ser protegidas, o que é corroborado por Luciani-mejia, Velasco-gomez e Hudson (2018) que afirmam que “além da ventilação natural, é de extrema importância evitar ganhos de calor usando elementos de controle solar.” Dito isso, uma alternativa bastante eficiente de proteção de aberturas é o brise (Figura 9), que é uma estrutura locada na parte externa da edificação, com lâminas que podem ser móveis ou não. A estrutura objetiva barrar a insolação direta, sem prejudicar a circulação do ar no ambiente, e possui diversos formatos e materiais dos quais podem ser feitos o brise, compondo a fachada sem prejudicar a estética.

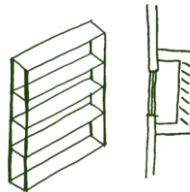


Figura 9: Croqui demonstrativo de um brise horizontal, a esquerda sua perspectiva e a direita seu corte (Elaborado pelos autores, 2019)

Uma alternativa para a utilização dessas estruturas vazadas é o cobogó, que é uma peça com partes vazadas, que pode ser colocada continuamente formando uma composição. Assim como o brise, os cobogós vão permitir que a incidência solar não seja direta, mas que a ventilação possa adentrar o ambiente. Esse elemento é bastante utilizado na região, principalmente como exaustão em banheiros e cozinhas. Atualmente os cobogós existem nos mais diversos formatos, materiais e cores, podendo funcionar também como um elemento decorativo.

3.5 Utilizando a vegetação a nosso favor

Para projetar em um espaço, entende-se que o arquiteto deve antes pensar e entender onde está, e para onde vai projetar. No regionalismo, na arquitetura bioclimática ou sustentável sempre é frisado a importância de reconhecimento e aprofundamento sobre em qual espaço esse projeto será desenvolvido. No caso em questão, estamos rodeados pela floresta amazônica, é incoerente projetar uma edificação, sem pensar na relação desta com a natureza. Neste tópico será abordado como a vegetação é essencial para a elaboração de um bom projeto, além de representar para as regiões amazônicas um fator cultural.

Regiões urbanizadas em geral apresentam mais problemas que áreas rurais ou naturais, sua temperatura costuma ser mais alta enquanto a umidade se apresenta mais baixa. Isso se dá por uma série de fatores, incluindo a vegetação, que é muito mais escassa em regiões urbanizadas e adensadas (CÓRREA, 2017). Como exemplo do porque a vegetação

é tão decisiva nesses problemas, as árvores, mais especificamente, promovem a evapotranspiração vegetal e a sombra, e sozinhas funcionam naturalmente como reguladores de temperatura e umidificadores do ar.

Espaços vegetados que contem com arborização garantem benefícios como: redução da erosão do solo, redução da poluição, embelezamento da paisagem, aumento da permeabilidade do solo, promoção de espaços de convívio social e finalmente uma estabilização do microclima e regularização térmica (Figura 10), que é justamente o objetivo de um projeto bioclimático.



Figura 10: croqui representando o alívio térmico trazido pela vegetação (Elaborado pelos autores, 2019)

4 Considerações finais

Com este trabalho, pode-se perceber que de fato existe um grande referencial projetual, para se conceber e construir de forma adequada ao clima amazônico, porém sendo pouco divulgado. Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de ser um material científico, mas didático e de fácil compreensão, no fornecimento de estratégias bioclimáticas ao clima da região amazônica, servindo de base instrutiva para que estudantes e profissionais da área e da arquitetura e urbanismo, e também de outras áreas afins possam compreender as complexidades e adequações da Região Amazônica e suas condições ao clima local.

Referências

- ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento Bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, Rio de Janeiro, 2005.
- CORREA, Rodrigo. **Revegetação**. Curso de pós-graduação *lato sensu* em reabilitação ambiental sustentável arquitetônica e urbanística, outubro, 2017.
- CORREIA, Telma de Barros. Bratke e o projeto civilizatório da ICOMI. **Pós-**: Revista do programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP, São Paulo, v. 19, n. 31, p.132-145, jun. 2012.
- DEEKE, Vania; CASAGRANDE JUNIOR, Eloy Fassy; CORREA, Maclovio da Silva. Edificações Sustentáveis em Instituições de Ensino Superior. In: **NUTAU 2008 - O**

ESPAÇO SUSTENTÁVEL: INOVAÇÕES EM EDIFÍCIOS E CIDADES, São Paulo: NUTAU, 2008

FROTA, Anésia; Schiffer, Sueli. **Manual de conforto térmico**. 5. Ed. São Paulo 1995

KALLAS, L. M. E.. Desenhando com o Clima e a Vegetação: Um Estudo de Caso do Loteamento HBB em Teresina-PI.. In: NUTAU 2008 - **7º Seminário Internacional 'ESPAÇO SUSTENTÁVEL: INOVAÇÕES EM EDIFÍCIOS E CIDADES'**, São Paulo: NUTAU, 2008.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. Ed. 2014.

LUCIANI-MEJIA, Sara; VELASCO-GOMEZ, Rodrigo; HUDSON, Roland. Eco-envolventes: Análisis del uso de fachadas ventiladas en clima cálido-húmedo. **Revista de Arquitectura**, Bogotá, v. 20, n. 2, p.1-16, maio 2018. Editorial Universidad Católica de Colombia. <http://dx.doi.org/10.14718/revarq.2018.20.2.1726>.

NEVES, Laert Pedreira. **Adoção do Partido na Arquitetura**. 2. ed. Bahia: Editora Universidade Federal da Bahia, 1998. 204 p.

NEVES, Leticia de Oliveira. **A Arquitetura Bioclimática e a obra de Severiano Porto**: Estratégias de ventilação natural. 2006. 222 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

REGO, Renato Leão; MENEGUETTI, Karin Schwabe. A respeito de morfologia urbana. Tópicos básicos para estudos da forma da cidade. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 33, n. 2, p.123-127, maio 2011. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/viewArticle/6196>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

ROMERO, Marta. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. 2. Ed. São Paulo 2000.

SEGAWA, Hugo; DOURADO, Guilherme Mazza. . **Oswaldo Arthur Bratke**. 1. ed. São Paulo: ProEditores, 1997. 324p .

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **PROJETEEE**. Disponível em: <<http://projeteee.mma.gov.br/>>. Acesso em: 24 março. 2020.

Análise do edifício sede Sinduscon – BA, certificado pelo IPTU Verde Salvador

Analysis of the Sinduscon – BA head office building, certified by Green IPTU in Salvador City

Resumo

O presente artigo estuda a edificação sede do Sindicato da Indústria da Construção do estado da Bahia (Sinduscon - BA), que fica situado em Salvador/BA, sendo a primeira edificação certificada IPTU Verde em Salvador, embora já possua a certificação Aqua-HQE. Metodologicamente, procede-se à revisão bibliográfica e destaca-se o estudo do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), como ferramenta de incentivo fiscal para estímulo da adoção de técnicas e atitudes mais sustentáveis. Neste estudo destaca-se a certificação sustentável IPTU Verde Salvador e os critérios para sua concessão, que incluem os requisitos relacionados à gestão das águas; eficiência e alternativas energéticas; projeto sustentável; e emissões de gases de efeito estufa, bem como os benefícios da adesão a uma certificação sustentável e por fim a análise da autora.

Palavras chave: Arquitetura; Iptu Verde em Salvador; Sustentabilidade.

Abstract

This article studies the Headquarters Building of the Construction Industry Syndicate in Bahia, which is located in Salvador / BA. It is the first building certified as Green IPTU in this city, although it already has the Aqua-HQE certification. Methodologically this article starts with a bibliographic review, followed by the study of the Properties of the Urban Territorial Tax (IPTU). This is a tax incentive tool to stimulate the adoption of more sustainable techniques and attitudes in urban planning. Thus, it includes the requirements for the acquisition or the sustainable certification Green IPTU in Salvador and its concession. Therefore, it will demand the requirements related to water management, energy efficiency and other alternatives like sustainable design and the use of greenhouse gas emissions, and the benefits for adhering to sustainable certification. Finally, to conclude, an analysis from the author.

Keywords: Architecture; Green IPTU in Salvador City; Sustainability.

Introdução

A construção civil é um dos setores que mais geram impacto no meio ambiente, pelo alto consumo de recursos naturais e pela ampla geração de resíduos. Por esses fatores, possui grande capacidade de redução nos impactos ambientais a partir da incorporação de práticas e técnicas mais sustentáveis.

A implementação de uma metodologia de construção mais sustentável surge como uma possível solução para combater o alto índice de poluição atmosférica, escassez de recursos naturais e traz também o benefício de gerar economia para o próprio usuário. Consiste em um sistema construtivo que visa promover alterações conscientes no entorno, de forma a garantir qualidade de vida para as gerações atuais e futuras, utilizando os recursos naturais com responsabilidade e preservando o meio ambiente.

Diante deste quadro, as certificações sustentáveis se destacam como um instrumento para se implantar melhores práticas de sustentabilidade, após a avaliação de uma terceira parte. Então instituições privadas e públicas com grande capacidade técnica criaram métodos com sistemas de avaliação em que procuram verificar a aplicação de melhores práticas e técnicas para as edificações, de acordo com critérios específicos.

O objetivo desse artigo é analisar o edifício sede do Sinduscon – BA, que possui a certificação IPTU Verde Salvador. Para tanto, faz-se uma revisão bibliográfica para entender o IPTU como um instrumento de estímulo ao investimento em construções mais sustentáveis. O IPTU Verde Salvador se estrutura a partir de técnicas, materiais e atitudes mais sustentáveis que foram incorporados ao edifício, mostrando os benefícios obtidos.

1. Referencial teórico

1.1 IPTU como incentivo fiscal verde

A degradação do meio ambiente é alvo de grande preocupação da humanidade, o que vem resultando em questionamentos sobre os comportamentos incorporados pela sociedade e Estado, em relação à preservação ambiental.

Sob essa perspectiva, os incentivos fiscais com viés ambiental foram criados para implantar medidas orientadoras de condutas, que causam impactos positivos para o meio ambiente, isto é, via instrumentos econômicos, com o intuito de estimular atividades sustentáveis e desencorajar atividades inadequadas. Para Torres, (2011, p. 29) a Constituição Federal de 1988, proclama no art. 225 que a preservação do meio ambiente é um dever do estado e da sociedade civil, pois “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” Vale salientar que o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado é um direito fundamental.

Segundo Azevedo (2017, p. 152) o desconto do IPTU “está alinhado às diretrizes do Estatuto da Cidade, pois enfatizam a função socioambiental, que pressupõe motivar e estimular comportamentos coadunados com a sustentabilidade ambiental”. Dessa forma, Dantas (2014, p. 4) acredita que “a propriedade privada passa a ser um direito-dever, já que tem a obrigação de atender a função socioambiental”.

O IPTU tem sua previsão constitucional através do artigo 156, I, da Lei Maior, de competência municipal que atinge as propriedades de imóveis urbanos e possui a grande importância no financiamento da infraestrutura local, ao mesmo passo em que atua como instrumento de viabilização da função social da propriedade, por promover o uso racional da terra, a construção de cidades mais sustentáveis, e desestimular a especulação imobiliária. (DE CESARE, FERNANDES E CAVALCANTI, 2015)

Algumas cidades no Brasil como: Salvador-BA, Araraquara-SP, Urbelândia-MG, São Bernardo do Campo-SP, Campinas-SP, Campo Grande-MS, Cuiabá-Mt, Goiânia-Go, Guarulhos-SP, Porto Alegre-RS, Sorocaba-SP, dentre outras, vêm introduzido o IPTU Verde como um instrumento de propagação da preservação ambiental e incentivo ao modelo de construção sustentável. Isso ocorre através de decretos e leis municipais, que comprovam a aplicação de técnicas e práticas sustentáveis e podem se beneficiar com descontos no valor total do imposto. Para Nunes (2016, p. 11), “um incentivo fiscal para a cidade é uma ferramenta para auxiliar na indução de um comportamento mais sustentável por parte da população, gerando benefícios ao meio ambiente e aos cidadãos”.

2. Objeto

2.1 IPTU Verde Salvador/BA

O programa de certificação sustentável IPTU Verde teve início em outubro de 2013 no município de Salvador, mediante a Lei nº 8.473/2013, regulamentada em março de 2015 pelo Decreto nº 25.899/2015 e sancionada em novembro de 2017, mediante o Decreto nº 29.100/2017. Criado pela Secretaria de Cidade Sustentável, Inovação e Resiliência (SECIS), se caracteriza por ser um programa de certificação sustentável que busca estimular ações e aplicações de técnicas ambientais na escala da edificação, com base no Decreto nº 29.100/2017. Este concede benefícios fiscais de redução de até 10% no valor total do IPTU aos proprietários de imóveis residenciais e não residenciais participantes do programa, que foi regulamentado a partir do artigo 5º da Lei nº 8.474/2013 e 50% de desconto para terrenos declarados como não edificáveis, nos termos da Lei Municipal de Salvador, e que não sejam economicamente explorados, de acordo com o 5º da Lei 8.723/2014. Destaca-se que o presente estudo irá abordar, como previsto no artigo 5º da Lei nº 8.474/2013, tratando de empreendimentos que adotam ações de sustentabilidade em edificações.

A entidade e órgãos municipais envolvidos pelas verificações das etapas para aderir à certificação e trâmites burocráticos são a Companhia de Eletricidade da Bahia (Coelba), a Secretaria de Desenvolvimento e Urbanismo (SEDUR), Secretaria da Cidade Sustentável, Inovação e Resiliência (SECIS) e a Secretária da Fazenda (SEFAZ). O quadro Tabela 1 abaixo, apresenta as funções e atribuições de todos os envolvidos.

Entidade/ órgão municipal	Atribuição/competência
Companhia de Eletricidade da Bahia (Coelba)	Solicitações que envolvam ações de gestão das águas e eficiência e alternativas energéticas são submetidas primeiramente à COELBA, para que esta entidade promova avaliação prévia do projeto e emita declaração com a pontuação pré-atingida.
SEDUR/SUCOM, atual Secretaria de Desenvolvimento e Urbanismo (SEDUR)	a) Recepciona os pedidos de Licença para construção, modificação de projeto e licença para ampliação e/ou reforma que contemplem práticas de sustentabilidade; b) Emite licença com a pré-indicação do empreendimento na categoria alcançada; c) Vistoria do habite-se e emissão de laudo com a pontuação alcançada nos itens 36 a 47 e 55 e 58 do anexo I do Decreto 25.899/2015; d) Liberação de Alvará de habite-se.
Secretaria da Cidade Sustentável (SECS)	Edificações existentes que já possuem certificação em práticas sustentáveis – análise da documentação, vistoria presencial no empreendimento; Emissão de certificado do Programa de Certificação Sustentável “IPTU Verde; Encaminhamento dos certificados emitidos para a SEFAZ.
Secretaria da Fazenda (SEFAZ)	a) Emissão do IPTU Verde categoria APA para os terrenos declarados como não edificáveis e que não sejam explorados economicamente; b) Inclusão do desconto no CI, concessão do CI e fiscalização do cumprimento ao Programa de Certificação Sustentável “IPTU Verde”;

Tabela 1: Função de cada órgão e sua respectiva atribuição. Fonte: Azevedo e Portella (2019)

A certificação IPTU Verde pode ser obtida a partir da adoção de práticas e ações de sustentabilidade, que são listadas e descritas no ANEXO I do Decreto 29.100 /2017. Este é constituído por uma tabela com a descrição das possíveis ações e práticas a serem incorporadas na edificação, e respectiva pontuação. Essas práticas totalizam 70 opções que são relacionados à gestão sustentável das águas, eficiência energética, projeto sustentável e emissões de gases de efeito estufa. Conforme Tabela 2 é possível identificar algumas medidas que os empreendimentos podem adotar para poder participar do Programa de Certificação IPTU Verde.

Categoria	Desdobramento da categoria	Pontuação máxima por categoria
Gestão sustentável das águas	<ul style="list-style-type: none"> - Equipamentos economizadores de água torneiras com arejadores, spray e/ou temporizadores e chuveiros com regulador de pressão; - Uso de descargas de vasos sanitários de comando duplo ou comando único com volume reduzido; - Individualização dos medidores de consumo de água fria e quente; - Sistemas de reuso das águas cinzas; - Sistemas de reuso das águas negras; - Aproveitamento de águas pluviais; - Aproveitamento de água de condensação do sistema de ar condicionado; 	47

<p>Eficiência e alternativas energéticas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Implantação de placas solares para aquecimento de água; Aplicação de placas fotovoltaicas para conversão em energia elétrica; - Aquecimento de água por bomba de calor; - Isolamento térmico da tubulação de água quente; - Iluminação natural em escadas de segurança; - Aplicação de circuitos independentes e dispositivos economizadores para áreas comuns; - Uso de turbinas eólicas; - Dimensionamento de condutores de prumadas para uma queda de tensão menor ou igual a 1%; - Ventilação cruzada; - Dispositivos de proteção solar externos às aberturas dos ambientes de permanência prolongada; - Pérgolas horizontais ou verticais, brises ou persianas externas ou ainda vegetação; - Apresentação de eficiência na envoltória de acordo com o RTQ-C e RTQ-R; - Elementos opacos em coberturas para edificações comerciais e institucionais; - Sistemas de cogeração de energia e/ou inovações técnicas; - Apresentar nível de eficiência de acordo com a certificação INMETRO, no sistema de condicionamento de ar central, split ou aparelho de janela; - Geradores de energia elétrica utilizando como combustível GN ou etanol; - Apresentação de estudos de insolação com soluções para sombreamento das edificações; - Elevadores com regeneração de energia elétrica; - Elevadores com programação de tráfego; 	<p>134</p>
---	--	-------------------

<p>Projeto sustentável</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de pavimentação permeável; - Construção de reservatórios e/ou valas de infiltração que permitam o retardo do escoamento de águas pluviais; - Ampliação de áreas permeáveis além do exigido por lei; - Iluminação natural e ventilação em 50% das áreas comuns; - Existência de abertura voltada para o exterior ou prisma ou poços de ventilação do edifício; - Implantação de telhado verde; - Esquadrias externas com tratamento acústico; - Plantio de espécies vegetais nativas; - Vagas para veículos elétricos; - Utilização de estruturas metálicas; - Aumento de largura dos passeios; - Criação de espaço de convivência público na área de recuo limítrofe; - Implantação de bicicletários; - Espaço ventilado e de fácil acesso para coleta seletiva; - Trituradores de pia de cozinha; - Parcerias com cooperativas cadastradas no Município; 	<p>91</p>
<p>Bonificações</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização da prática retrofit para projetos de reformas ou construções existentes; - Edificações que já possuem certificações; 	<p>100</p>
<p>Emissões de gases de efeito estufa</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Inventário para compensação/ neutralização de emissão de GEE. 	<p>5</p>

Tabela 2: Principais práticas e ações de sustentabilidade do Programa IPTU Verde. Fonte: Elaborada pela autora a partir do Anexo I, Decreto nº 29.100/2017

Cada prática ou ação mencionados nesta Tabela 2 correspondem a uma pontuação específica e a soma dessas pontuações resulta em 4 diferentes classificações:

Empreendimento Sustentável, Bronze, Prata e Ouro. Estas pontuações servem para qualificar as práticas de sustentabilidade que fazem parte do programa e comprovam o quanto mais sustentável é a edificação, de acordo com os critérios estabelecidos. Para aderir a certificação é necessário atingir a pontuação mínima de 50 pontos, onde cada classificação corresponde a:

I – A edificação classificada como Empreendimento Sustentável, deve possuir no mínimo 50 pontos somados, receberá o reconhecimento e comprovação da certificação, mas não receberá desconto, por estar previsto no Art. 2º, inciso 4 do Decreto 29.100/2017 que empreendimentos constituídos de mais de uma edificação no lote, que não se constitua uma unidade autônoma, não terão direito a desconto no valor total do IPTU.

II – A edificação classificada como Bronze, deve possuir no mínimo 50 pontos somados e terá 5% de desconto;

III - A edificação classificada como Prata, deve possuir no mínimo 70 pontos somados e terá 7% de desconto;

IV - A edificação classificada como Ouro, deve possuir no mínimo 100 pontos somados e terá 10% de desconto.

O benefício tributário de desconto do IPTU tem validade de três anos e pode ser renovado uma única vez, por igual período. Os empreendimentos que tiverem a solicitação de adesão ao programa aprovada, também terão o benefício de prioridade na tramitação em procedimentos de licenciamento, como: alvará de ampliação e/ou reformas, construção, modificação de projetos aprovados e substituição de projetos e obtenção de habite-se.

Para maior divulgação deste programa e auxílio aos interessados em pleitear a certificação, foi criada uma página na internet, o www.iptuverde.salvador.ba.gov.br, onde está disponibilizado para download o Decreto nº 29.100/2017, o Anexo 1 (listagem de estratégias com sua respectiva pontuação), o formulário de adesão, descrição de todos os documentos necessários para participar do programa e o manual de aplicação dos requisitos.

Nesse sentido, Azevedo (2017, p. 153) exemplifica algumas técnicas e soluções que podem a ser incorporadas à incidência do IPTU Verde, como:

“[...]a instalação de sistema de captação de água das chuvas, reaproveitamento da água, construção de cobertura vegetal, reciclagem de resíduos sólidos, adoção de fontes de energia limpas e renováveis, instalação de placas fotovoltaicas para captação de energia solar nos imóveis, plantio de vegetação, e conservação de áreas verdes no imóvel e de seu entorno, arborização, manutenção de parques e jardins públicos, ações com vistas a reciclagem de resíduos, utilização de tijolos ecológicos, madeira de reflorestamento e construções sustentáveis, representam ações de estímulo à recuperação e preservação do meio ambiente por meio do IPTU Verde.”

2.2 Sede Sinduscon BA

O Sindicato da Indústria da Construção do Estado da Bahia – (Sinduscon-BA) é uma entidade privada, sem fins lucrativos, agregativa dos interesses da categoria econômica da Indústria da Construção do estado da Bahia. Atua com o objetivo voltados para o setor, como: representação dos interesses; desenvolvimento de atividades que visem melhorias

tecnológicas e gerenciais para as empresas; acompanhamento da gestão pública na implementação das políticas de interesse; promoção de relações institucionais com os governos federal, estadual e municipais; promoção na melhoria da educação do trabalhador; coordenação das relações trabalhistas institucionais intersindicais, dentre outros propósitos. (SINDUSCON-BA, 2019)

A sede do SINDUSCON-BA em Salvador fica situada na Rua Minas Gerais, N 436, no bairro Pituba, vide Figura 1. A edificação foi projetada com o objetivo de alcançar a certificação AQUA-HQE, o que conduziu a implementação de uma série de conceitos de sustentabilidade e técnicas para melhoria de ecoeficiência do prédio, além da incorporação de materiais de menor impacto ambiental.



Figura 1: Imagem 3D das fachadas principais da sede do edifício Sinduscon BA. Fonte: Sinduscon BA (2019)

O projeto arquitetônico ficou a cargo do escritório Paulo Cunha e Mário Vieira Lima Arquitetos Associados, os projetos complementares a cargo a Procad e engenheiro Thales de Azevedo filho, ainda contou com a consultoria de sustentabilidade da ProActive e execução foi realizada pela Almeida Matos Engenharia.

A edificação obteve a Certificação AQUA-HQE em 2015 e no ano de 2016 pleiteou a certificação IPTU Verde do município de Salvador, na categoria relativa a edificações existentes que já possui outra certificação que comprove as práticas de sustentabilidade, de acordo com a Portaria SECIS 0034/2015. No mesmo ano em que solicitou a adesão ao programa IPTU Verde Salvador, a edificação foi contemplada com o selo Ouro, que corresponde a 10% de desconto do valor total do IPTU, cuja fruição ocorrerá a partir do ano 2017 (AZEVEDO, 2017). Hoje a edificação está em sua segunda renovação de desconto, obtida através de uma reavaliação pelo órgão certificador.

A construção da sede do Sinduscon-BA teve como objetivo se tornar uma referência em projeto sustentável para os empreiteiros locais, de acordo com CBIC (2013),

“[...]enfrentando o elevado peso do pioneirismo, foca na economicidade estimulando a preservação de recursos naturais, reduzindo em 73% as necessidades energéticas conjuntas para iluminação e ar condicionado, baixando os custos operacionais da edificação e aumentando a avaliação do imóvel”.

Possui uma área total construída de 2.518,38 m², distribuídas em dez pavimentos, dos quais três são ocupados pela entidade, dois são destinados a garagem e os demais destinados à locação.

A edificação teve seu projeto iniciado em 2011 e a obra concluída em 2013. Foi prevista na construção da nova sede todo ciclo de construção: iniciando com a etapa de desenvolvimento de projeto arquitetônico e projetos complementares, passando pela escolha de técnicas de conforto ambiental que funcionassem de acordo com o clima local e uma implantação eficiente da edificação no terreno, tendo em vista também a escolha de materiais feita a partir de uma análise serva de qualidade feita através de laudos técnicos que comprovassem a durabilidade, qualidade, reuso ou reciclagem e proximidade de produção, tendo em vista a redução da pegada ecológica. Percorrendo a fase de uma execução iniciada com uma desconstrução seletiva, como mostra a figura 2, onde todo material em bom estado foi doado para a comunidade e na construção foi utilizada uma metodologia que previsse a redução de desperdícios e por fim seu uso correto e manutenção.



Figura 2: Antiga sede Sinduscon BA demarcada em vermelho Fonte: Sinduscon-BA (2013)

Algumas das técnicas e materiais adotados na construção do edifício foram: jardim vertical e teto jardim, ambos com o intuito de utilização de espécies vegetais nativas de baixa manutenção, com a função de redução da temperatura interna do edifício, melhoria do microclima local e também do conforto acústico e redução do fenômeno ilha de calor. O teto jardim também tem a função de captação de águas pluviais, que são tratadas e posteriormente reutilizadas para lavagem de carros, rega dos jardins e descarga sanitária; reaproveitamento de águas cinzas dos lavatórios e de condensação do sistema de ar condicionado. Ainda, foram utilizados medidores individuais de água, para gerenciar o consumo. Também foram

implantadas placas fotovoltaicas para iluminação das áreas comuns do edifício. Nos pisos da área externa no térreo e passeios foram aplicados materiais permeáveis, aumentando a drenagem do solo e contribuindo na redução de enchentes.

Cada fachada da edificação passou por um tratamento específico, sempre visando a maior entrada de iluminação natural e a menor entrada de calor. Foi utilizada a técnica de fachada ventilada, a partir da aplicação de alumínio composto, vidros de alto desempenho com fator solar, sistema de persianas automatizadas a partir de sensores que fazem a medição da luz natural e regulam a abertura ou fechamento, para sempre manter um conforto térmico e lumínico interno e aplicação de sensores nas luminárias do edifício, que fazem a dimerização a partir do déficit de iluminação do local, reduzindo assim consideravelmente o valor da conta de luz.

Para aumentar a flexibilidade de layout e evitar obras futuras, foi utilizada a técnica de piso elevado nos pavimentos de escritórios e nas paredes foram utilizadas tintas à base d'água. Além disso, no pavimento térreo foi implantado um bicicletário para os funcionários, estimulando o uso de meios de transporte mais limpos.

Azevedo (2017, p. 220) afirma que a contribuição de aplicação de técnicas e materiais mais sustentáveis na sede Sinduscon, contribuíram

“[...]com a economia e redução do consumo de energia elétrica, tais como: utilização de vidros com controle solar de alto desempenho, iluminação com LED, sensores de presença, aproveitamento da iluminação natural, instalação de placas fotovoltaicas para geração de energia elétrica para consumo na edificação [...]. A sobra na geração de energia elétrica, é transferida para o sistema (estadual) da COELBA, (Companhia Elétrica do Estado da Bahia) sendo compensada pelo SINDUSCON-BA mediante obtenção de descontos na conta mensal. No que diz respeito ao sistema de captação de águas da chuva e (águas) cinzas, adotado no SINDUSCON-BA, este é utilizado para descargas de vasos sanitários; tal prática tem possibilitado redução no consumo de água, com reflexos no valor mensal a ser pago à Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (EMBASA). Estas práticas citadas integram dimensão econômica à ambiental da sustentabilidade, ao possibilitar redução de desembolso financeiro para a entidade e alcançar premissas do desenvolvimento sustentável para as cidades.”

Atualmente a entidade desenvolve programas de educação ambiental para estudantes universitários das áreas de arquitetura e engenharia, apresentando técnicas construtivas e materiais com foco na sustentabilidade.

3. Metodologia

Para realizar essa pesquisa, a metodologia a ser utilizada compreende: revisão bibliográfica que abrange o estudo dos conceitos do IPTU como ferramenta de incentivo fiscal para estímulo da adoção de técnicas e atitudes mais sustentáveis em municípios brasileiros; estudo do instrumento municipal que visa o estímulo a sustentabilidade na esfera da edificação – IPTU Verde em Salvador; focalizando os critérios para concessão da certificação, como a mesma se estrutura, apresentando os requisitos que compõem essa certificação. Estes estão relacionados à gestão das águas, eficiência e alternativas energéticas, projeto sustentável e emissões de gases de efeito estufa. O artigo também traz

uma análise de aplicação da certificação IPTU Verde Salvador na edificação Sinduscon – BA.

A metodologia utilizada neste trabalho é a de uma pesquisa exploratória, com o objetivo de proporcionar maior conhecimento sobre o IPTU Verde em Salvador, tema pouco pesquisado até o momento desta pesquisa. Abrangendo a técnica de pesquisa bibliográfica e documental, a através de estudos do Decreto nº 29.100/2017 e autores que trazem análises do IPTU Verde da área jurídica e contábil, bem como pesquisa de campo, para análise da edificação Sinduscon – BA, certificada pelo IPTU Verde Salvador.

4. Considerações finais

A construção da sede do Sinduscon-BA é resultado de um trabalho em rede entre executores, projetistas, fornecedores e usuários. Onde teve um planejamento que envolveu todas as etapas do ciclo de vida do edifício: escolha de materiais e técnicas adequadas e comprovadas através de laudos técnicos, a demolição da antiga sede, projeto da atual, execução, operação e manutenção. Além de ter gerado menor impacto ao meio ambiente em sua execução e funcionamento, gera economia financeira aos usuários e contribui com o microclima local. Logo, é importante reconhecer que assim como muitas certificações sustentáveis, o Programa de Certificação Sustentável “IPTU Verde” é uma iniciativa que estimula os empreendimentos imobiliários da cidade a adotarem mecanismos e atitudes sustentáveis em seus projetos.

Por outro lado, é percebido que algumas técnicas que podem ser implantadas para conseguir a certificação, exigem um alto investimento financeiro. Logo, em uma situação de residência unifamiliar, talvez os esforços financeiros que o proprietário precise arcar, pode desestimular a participação do Programa de Certificação IPTU Verde Salvador, restringindo a adesão de muitos ao programa.

O edifício do Sinduscon-BA foi pioneiro na implementação de uma arquitetura mais sustentável na cidade de Salvador no ano de 2013. Teve em seu partido arquitetônico a implementação na vedação das fachadas os materiais alumínio composto e pele de vidro, afim de proporcionar uma estética moderna e maior captação de luminosidade, porém esses materiais possuem maior coeficiente de dilatação e podem gerar um aquecimento passivo do prédio, o que não é indicado para o clima de Salvador. Para viabilizar o uso da pele de vidro na fachada, foi necessária a utilização de um vidro com fator solar de alto desempenho, para diminuir a absorção de calor na edificação. Visto que existem outros materiais que possuem um menor coeficiente de dilatação e teriam sido mais adequados para o uso em um edifício em Salvador. Um dos problemas gerados pelo abundante uso de vidro na fachada é que o bairro Pituba, onde foi implantado a sede Sinduscon-BA, possuem alto índice de salinidade, o que resulta uma intensa mão de obra no quesito limpeza, tornado-o nada prático.

Como solução para esses obstáculos, os estudos iniciais do projeto deveriam considerar o uso de elementos sombreadores como brises e alternativas para captação de ventilação natural, tendo em vista que a estratégia de ventilação cruzada funciona com êxito na cidade de Salvador e conseqüentemente diminuiria o uso de condicionamento artificial da edificação, que hoje é a única opção de climatizar o prédio atualmente.

A cobertura do edifício recebeu a técnica de teto jardim que também funciona como captação de águas pluviais. Em seu projeto possuía a previsão de implementação de espécies nativas, mas hoje se encontra apenas o plantio de gramado, que recebe intensa ventilação, impossibilitando o plantio das espécies que não sejam rasteiras, o que reduz a contribuição com o microclima local.

Referências

- AZEVEDO, Tânia. Tributação municipal como incentivo ao desenvolvimento sustentável nas cidades: o caso do “IPTU Verde” de Salvador. 2017. Tese (Doutorado em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Social) – Universidade Católica do Salvador, Salvador/BA, 2017.
- AZEVEDO, Tânia; PORTELLA, André. Tributação ecológica a luz do programa de certificação sustentável do município de Salvador: Análise dos critérios e benefícios do “IPTU VERDE”. São Paulo/SP. 2019
- CBIC, Câmara Brasileira da Construção Civil. Métricas de sustentabilidade na construção civil. 07/08/2013 Disponível em: < <https://cbic.org.br/metricas-da-sustentabilidade-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 23 set. 2019.
- DANTAS, Gisane. IPTU Verde e o direito à cidade sustentável. Salvador/BA. 2014
- DE CESARE, Cláudia; FERNANDES, Cíntia Estefânia; CAVALCANTI; Carolina Baima. Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana. Caderno Técnico de Regulamentação e Implementação de Instrumentos do Estatuto das Cidades. Brasília, DF: Ministério das cidades, 2015. Disponível em: <<http://www.capacidades.gov.br/biblioteca/detalhar/id/336/titulo/imposto-sobre-a-propriedade-predial-e-territorial-urbana-iptu>>. Acesso em: 22/09/19.
- Decreto 29.100. 06 de novembro de 2017. Regulamentação do programa de certificação sustentável. “IPTU VERDE”. Disponível em: <<http://iptuverde.salvador.ba.gov.br/downloads/Decreto.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2018.
- PREFEITURA DE SALVADOR. IPTU VERDE - Manual para aplicação dos requisitos (2015). <http://iptuverde.salvador.ba.gov.br/downloads/MANUAL%20PARA%20APLICA%20C3%87%C3%83O%20DOS%20REQUISITOS_IPTU%20VERDE.pdf>.
- SINDUSCON, Sindicato da Indústria da Construção do Estado da Bahia. Quem somos-apresentação. Sinduscon - Ba, Salvador, 2013. Disponível em: <<http://www.sinduscon-ba.com.br/quem-somos-apresentacao/index.html>>. Acesso: 29 nov. 2019.
- TORRES, Heleno Taveira. Desenvolvimento, meio ambiente e extrafiscalidade no Brasil. Videre, Dourados, MS, ano 3, n. 6, p. 11-52, jul./dez. 2011.
- NUNES, Josiane. IPTU verde – uma ferramenta de incentivo fiscal para a cidade de Brusque – SC. 2016. MBA em Gestão Ambiental (curso de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2016.

Inovação e Sustentabilidade através de Culturas Construtivas Tradicionais em Arquiteturas de Grife

Innovation and Sustainability through Traditional Constructive Cultures in Brand Architectures

Luísa Amanda de Macêdo Lima, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - UFRN

luisa.amanda59@yahoo.com

Dr. Rubenilson Brazão Teixeira, Prof. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - UFRN. (Orientador)

rubenilson.teixeira@gmail.com

Resumo

É visível o interesse geral pela chamada arquitetura de grife, cuja escala e complexidade construtiva é marcada por alto nível de tecnologia. Contudo, a conscientização quanto à crise ambiental e energética mundial tem levado as culturas construtivas tradicionais, historicamente desvalorizadas, a passarem, paulatina e lentamente, por alguma valorização. O objetivo deste artigo é fazer uma breve reflexão crítica sobre algumas obras e projetos de arquitetos de grife que tentaram trazer um aspecto simbólico e cultural através de técnicas construtivas tradicionais, na expectativa de reafirmarem laços com as comunidades ou grupos sociais de suas regiões. Para isto, a metodologia deste artigo, é centrada em estudos de casos indiretos de obras e projetos de arquitetos de grife que empregam tais técnicas construtivas tradicionais. Neste artigo discutimos, enfim, as ideias e escolhas projetuais dos arquitetos em estudo, correlacionando suas estratégias e propondo uma nova postura frente a produção contemporânea de arquiteturas de grife.

Palavras-chave: Arquitetura de Grife; Cultura Construtiva; Sustentabilidade.

Abstract

It is visible the general interest for the so-called brand architecture, whose building scale and complexity reveal a high level of technology. The growing awareness over the global environmental and energy crisis have caused the traditional building cultures - historically undervalued – to be appreciated slowly but progressively. The purpose of this article is to undertake a brief critical reflection about some works or architectural projects by brand architects who tried to include some cultural and symbolic aspects through the use of traditional building techniques, in the hope of reaffirming ties with local communities and social groups. For this, the methodology of this article focuses on indirect case studies of works and projects designed by brand architects who employ such traditional building techniques. In this article, we discuss, finally, the ideas and the design choices of the architects studied, by correlating their strategies and proposing a new attitude as regards the present-day production of brand architecture.

Keywords: Brand Architecture; Constructive Culture; Sustainability.

1. Introdução

Aspectos do desenvolvimento sustentável são geralmente reconhecidos como importantes medidas para amenizar problemas ambientais, sociais e econômicos. No entanto, na contemporaneidade, arquitetos de grife muitas vezes têm desconsiderado culturas construtivas tradicionais, responsáveis pelo uso de materiais naturais e locais, em suas obras. Estas culturas, quando utilizadas em obras contemporâneas contribuem para a sua sustentabilidade. Ao desconsiderá-las, podemos estar nos distanciando de um desenvolvimento sustentável mais responsável, como também desfavorecendo a cultura dos usuários, o que, em alguns casos, pode resultar em conflitos diversos.

A “arquitetura de grife” é aquela comumente conhecida como de “marca” ou “icônica”, ou seja, é a forma mais sofisticada do empreendedorismo urbano e da geração de novos atributos para a cidade, na qual as sucessivas intervenções são cada vez maiores e mais elaboradas do que as anteriores frente a um contexto econômico competitivo. Suas obras são projetadas por profissionais denominados “arquitetos de grife” e instituições tais como corporações, fundações e governos. A arquitetura de grife empresta qualidades imagéticas à cidade, estabelecendo marcas no território e novas identidades. Sua imagem única geralmente se destaca do contexto onde se situa, tornando-se, assim, um símbolo icônico, um referencial identitário, um capital simbólico, os quais, em razão de sua escala e de sua complexidade construtiva geralmente requerem consideráveis investimentos econômicos. (VALENÇA, 2016).

Esta complexidade construtiva se revela no nível de tecnologia presente nas obras de seus arquitetos. A maioria das obras de grife, ou obras de arquitetos de grife, é marcada por um alto nível de tecnologia, muitas das quais high-tech, como as de Norman Foster, Zaha Hadid, Renzo Piano e outros arquitetos de grife. Assim, nota-se a ausência do uso de materiais naturais e do emprego de técnicas tradicionais de povos nativos na maioria destas obras, uma vez que sua complexidade construtiva e seus níveis tecnológicos exigem cada vez mais o uso de materiais artificiais e industrializados, levando à desvalorização de culturas construtivas tradicionais.

A “cultura construtiva” consiste em costumes ou tradições que marcam o modo único com o qual grupos sociais constroem, e está presente em qualquer grupo humano. Neste artigo, estamos nos referindo, porém, à cultura construtiva *tradicional*, ou àquela que consiste nas tradições e valores no ato de construir de povos ou grupos sociais específicos, autóctones (DAVIS, 2006; MORLEY, 1987). Essa cultura se insere no conceito *Triple Bottom Line* (ou Tripé da Sustentabilidade) difundido por John Elkington (2001), que defende como premissas para o desenvolvimento sustentável, que este seja financeiramente viável, socialmente justo e ambientalmente responsável. As arquiteturas de grife, em sua maioria, não se enquadrariam nessa classificação devido ao distanciamento em relação à esfera financeira e social, ou até mesmo em relação a todas as premissas citadas.

As culturas construtivas tradicionais, por sua vez, têm três dimensões tidas como adequadas: uma dimensão social e cultural por trazerem um senso de pertencimento ao usuário frente as tradições locais; uma dimensão ambiental e ecológica por utilizarem, em sua maioria, materiais naturais e locais e, em alguns casos, até mesmo uma dimensão econômica, caso os materiais em uso, sejam de baixo custo e abundantes na região, ou caso exista um mercado de incentivo ao seu uso.

Fugindo à tendência geral, entretanto, algumas obras de arquitetos de grife que serão citadas aqui trazem ao menos uma expressão e percepção destas culturas construtivas tradicionais relacionadas à arquitetura vernacular. É importante lembrar, no entanto, que nem toda obra produzida por arquitetos de grife é de grife, a exemplo de alguns dos projetos sociais desenvolvidos por Shigeru Ban, que se distanciam consideravelmente dos de outros arquitetos de grife, como demonstraremos ao longo deste artigo. Mas há também, uma parcela de arquitetos contemporâneos emergentes que vem ganhando reconhecimento internacional nos últimos anos por tentar mesclar tais tradições no ato de projetar e construir, produzindo obras mais complexas e de um caráter híbrido, ou seja, que possuem um certo nível de tecnologia e ao mesmo tempo expressam e/ou recuperam estas culturas construtivas locais.

Essa arquitetura contemporânea, híbrida, se caracteriza por apresentar algum vestígio proveniente de culturas construtivas vernaculares, mas mesmo assim, ao contrário da definição proposta por Günter Weimer (2005), que indica seu uso restrito às camadas menos favorecidas, ela se torna símbolo cultural e referencia construtiva para elites da cidade, como é o caso da Green School na Indonésia, projetada pelo escritório IBUKU. E não somente para as elites, pois, ao incorporar elementos da cultura local, a Green School adota um dos fundamentos mais importantes da arquitetura vernacular (TEIXEIRA, 2017). As formas abstratas destas obras híbridas, curvas, retilíneas, de destaque em geral, não mais são apenas concebidas pelo povo, mas também fazem uso de tecnologias auxiliares que contribuem para a adaptação destas logicas de construções antigas à atualidade. É uma arquitetura de certa forma marcada pela complexidade e contradição, como diria Robert Venturi (1977). Neste artigo, pretendemos fazer uma breve reflexão sobre algumas obras ou projetos de arquitetos de grife que tentaram trazer um aspecto simbólico e cultural em seu desenvolvimento, na expectativa de reafirmarem laços com as comunidades ou grupos sociais das regiões onde se situam e, como resultado, desenvolveram aspectos sustentáveis e criativos.

2. Procedimentos Metodológicos

Este trabalho revela uma reflexão dialética entre posturas adversas - envolvendo arquitetos, pesquisadores e autores - frente aos sentidos que a arquitetura de grife pode apresentar em determinados contextos sociais. Por um lado, há os interesses econômicos do mercado e da indústria de construção, além dos ideais deterministas de alguns arquitetos contemporâneos e, por outro, a necessidade mundial de desenvolvimento sustentável e a revalorização de técnicas vernaculares de construção.

A metodologia desta pesquisa possui caráter exploratório e fundamenta-se, principalmente, no levantamento e análise de estudos bibliográficos e de casos sobre o emprego dessas técnicas construtivas tradicionais em arquiteturas de grife. Desta forma, estudamos inicialmente, a partir da bibliografia, os conceitos de “arquitetura de grife” e “culturas construtivas tradicionais”, introduzindo discussões relevantes ao tema (tal como as tratadas nos tópicos 2 e 3). Em seguida, selecionamos e analisamos obras que expressam aspectos culturais e simbólicos por meio de técnicas tradicionais de construção (como os estudos tratados no tópico 4), refletindo sobre as posturas dos arquitetos de grife, as exigências do mercado de construção e as dificuldades no emprego de técnicas tradicionais. Propomos, como conclusão, uma nova postura profissional que reconsidere tais aspectos de forma mais responsável, sustentável e inovadora.

3. Arquitetura de Grife e a desvalorização de Culturas Construtivas Tradicionais

O projeto de Zaha Hadid para o Estádio Olímpico de Tokyo de 2020 é um bom exemplo da escassez de valores culturais nacionais que trariam um senso de identificação cultural e patriotismo para seus usuários. No artigo “*Star Architects, Urban Spectacles, and Global Brands: Exploring the Case of the Tokyo Olympics 2020*”, a autora Tomoko Tamari (2019) também busca compreender este acontecimento através da análise de fatores relacionados a poderes políticos, interesses econômicos e capital simbólico. Ela analisa o conceito de marca, que nos ajuda a compreender o relacionamento entre duas esferas: a material (arquitetos e arquitetura) e a imaterial (valores simbólicos).

O escritório da arquiteta de grife ou *star architect* Zaha Hadid ganhou a competição para desenvolver o Estádio Nacional de Tokyo, mas o processo de competição foi severamente criticado pelo arquiteto japonês Fumihiko Maki (2014). Segundo ele, não havia explicação detalhada e clara sobre o seu plano de construção na área de implantação, que ultrapassava mais de 225 000 m². Havia um problema ainda mais sério: a falta de participação por parte da comunidade local nas tomadas de decisões nos processos da competição. A área Jingu Gaien, local onde seria construído o novo estádio nacional, possuía um valor cultural e histórico significativo, além de um ecossistema natural a ser preservado. Entretanto, tais fatores não foram considerados, assim como ocorre em diversos projetos de arquitetos de grife (MAKI, 2014). Desta forma, para que possamos compreender melhor situações como essa, precisamos considerar o significado de marca.

A marca possui dois aspectos que definem sua identidade. O primeiro é o conjunto de anúncios diversos, ou seja, imagens inventadas e narrativas que ajudam a personalizar produtos e mercadorias e o segundo é o efeito de identificação e indução ao consumo por parte destas marcas (TAMARI, 2019). A arquitetura de grife, que pode ser vista como uma marca, também possui um papel importante, principalmente como esforço de promoção da cidade ao se tornar um referencial identitário:

Nesse contexto, o papel da arquitetura de ‘grife’ ou de ‘marca’ (e há várias outras denominações possíveis) tem sido fundamental. As marcas que essa arquitetura deixa no território são geradoras de rendas de monopólio e diferenciais para as corporações, os empreendedores imobiliários e toda a cidade e região. Potencialmente são referentes identitários e carregam em si um capital simbólico por demais significativo para a sustentação das estruturas de poder vigentes. (VALENÇA, 2016, p. 21)

No exemplo do Estádio Nacional de Tokyo, a intenção era atingir apenas o status icônico sem considerar a cultura construtiva local e a participação da comunidade no auxílio de tomada de decisões. Por isso, não recebeu uma reação satisfatória do público e até mesmo dos arquitetos japoneses. Assim, o projeto não foi capaz de se tornar um referencial identitário responsável por fomentar o sentimento patriótico dos japoneses. Pelo contrário, evocou um valor negativo contra as memórias e o significado da região de Jingu Gaien, que resultou em um enorme distanciamento entre a imagem simbólica do estádio e a identidade nacional do Japão.

[...] O design de Hadid pode ser visto como uma imagem dolorosa e inaceitável do Japão. Assim, percebe-se que o poder das marcas arquitetônicas globais nem sempre consegue alterar os valores convencionais e criar novos estilos de vida por meio da transformação das paisagens urbanas. Em outras palavras, o ícone estético de Hadid, que foi explicitamente projetado para um momento distinto em um projeto da cidade, parte das Olimpíadas de Tóquio de 2020, a fim de criar uma nova forma social, cultural e politicamente significativa, falhou. (TAMARI, 2019, v.28, p. 56, tradução nossa).

O distanciamento entre “o global espetacular” e o “vernacular local”, termina por criar uma resistência local ao espetacular (HORNE, 2011). Pode haver, porém, uma negociação entre ambos através de novos usos e da apropriação vernacular do ambiente construído. Esta negociação, contudo, são raras ou excepcionais. Assim, o grande desafio é integrar, cuidadosamente, a realidade da arquitetura global do espetáculo, ou seja, de grife, às culturas locais de construção, valores e simbologias, que possam formar um elo de significado entre a população e tais obras.

A cultura nacional na era da marca global tem duas características distintas que precisam ser incorporadas. Uma é a cultura que é de padrão global com novos valores e é frequentemente inventada e nova. A outra é a cultura que atende aos padrões de qualidade locais com valores convencionais e geralmente é estável e tradicional. É sempre desafiador integrar uma cultura global alheia a uma cultura local indígena, já que isto sempre necessita de um processo de destruição e reconstrução dentro do sistema de valores existente. Portanto, pode-se considerar que a criação de uma cultura nacional requer uma cuidadosa reinvenção de narrativas, memórias e significados. (TAMARI, 2019, v.28, p. 60, tradução nossa)

Após o projeto de Hadid ser cancelado, o arquiteto japonês Kengo kuma tomou frente na elaboração de uma nova proposta. Ele não deseja criar uma construção espetacular, mas apenas uma que “se una naturalmente com o ambiente cultural e ambiental, propondo construções delicadas em escala humana - constantemente em busca de novos materiais para substituir o concreto e o ferro, e que busque uma nova abordagem para a arquitetura em uma sociedade pós-industrial” (KENGO KUMA & ASSOCIATES, 2019). Infelizmente, teremos de esperar para ver tal resultado na obra construída que, caso atenda essa expectativa, pode servir como exemplo de arquitetura capaz de evocar patriotismo e mudar a lógica moderna de produção em massa banalizada.

Outro aspecto relevante frente a estas arquiteturas de grife é a sua relação com a sustentabilidade ambiental e social. O que aconteceu com a agenda social? Tentando responder a tal pergunta em seu artigo “*What happened to the social agenda? Leading modernists once wanted to improve the lives of everyday people; star architects today hope to astonish and amuse their elite clients*”, o arquiteto Nathan Glazer (2007) desenvolve uma reflexão crítica sobre o assunto. Segundo esse autor, esta é uma questão importante que, atualmente, tem recebido pouca atenção. Há cinquenta anos, podíamos encontrar uma conexão estreita entre política, arquitetura e planejamento, e os arquitetos acreditavam que podiam contribuir para a melhoria dos problemas sociais, caracterizando um dogma do modernismo que começou com objetivos sociais tão fortes quanto sua orientação estética. Entretanto, esses objetivos perderam relevância e os interesses estéticos tornaram-se predominantes.

[...] aqueles que argumentavam do ponto de vista da forma física ignoraram fatores que afetam o destino de um ambiente urbano modernista (como em qualquer ambiente), independentemente de suas características de design. Considerações financeiras para projetos de habitação pública não levaram a sério os custos de manutenção. A política influenciou a localização dos projetos e, muitas vezes, resultou em sua localização em áreas indesejáveis ou nos bairros dos quais os inquilinos da habitação pública foram atraídos. E as necessidades dos lojistas de lojas e locais de reunião da comunidade não puderam ser atendidas. (GLAZER, 2007, v. 76, p. 113)

Segundo o autor, a arquitetura moderna foi de fato essencial na promoção de reformas sociais importantes para a superação da miséria de pobres e classes trabalhadoras na cidade industrial. Grandes arquitetos tais como Wright, Le Corbusier e Walter Gropius refletiam no que poderiam fazer para resolver os problemas da cidade. O problema se encontrava, em grande parte, no determinismo arquitetônico, que se concentrava apenas nas características físicas da estética modernista como meio para melhorar problemas sociais, mas ignorava a influência dos usuários e suas classes sociais em seus planejamentos.

Glazer (2007) afirma que as classes mais estáveis da sociedade não notavam os aspectos negativos deste determinismo arquitetônico, pelo contrário, encontravam conforto e tornavam-se muitas vezes indiferentes à perspectiva das classes mais baixas que sofriam com políticas que isolavam o cidadão das principais áreas da cidade, deslocando-os a conjuntos sociais em áreas indesejáveis, ignorando suas necessidades sociais de acesso a comércio e a sua própria comunidade.

Ocorre que preocupações em relação ao uso social da arquitetura aumentam e diminuem com o tempo. Na atualidade, os principais arquitetos têm um interesse muito reduzido nos aspectos sociais e utilitários da arquitetura (GLAZER, 2007). Mas por que essa mudança, se houve inicialmente um interesse nas resoluções destes problemas sociais e de na melhoria das cidades? O que restou de uma agenda social nas cidades separou-se do modernismo, das fronteiras do pensamento e da prática arquitetônica. Separação que se expressa em uma arquitetura avançada e experimental que se tornou mais apropriada para museus, centros culturais ou salas de concerto, onde o arquiteto pode contar com um sofisticado cliente de elite e, nesse contexto, a vida cotidiana de outros usuários destas obras entra em permanente oposição ao modernismo. (GLAZER, 2007). A arquitetura por si só não dava conta dos problemas da realidade moderna e ainda hoje não o faz. É o caso de muitos projetos contemporâneos de arquitetura, tais como o do Estádio de Tokyo citado anteriormente. Por isso, muitas críticas surgem a arquitetos de grife que assumem uma postura determinista, defendendo “a arquitetura apenas pela própria arquitetura”. No artigo “*Why Hiring a Star Architect Isn't Always a Stellar Idea*”, por exemplo, o arquiteto Artur J. Lidsky (2005) faz uma reflexão crítica e aberta sobre estes profissionais. Para ele, a contratação de arquitetos de grife ou *star architects*, “[...] não garante o melhor design ou a solução mais inovadora. No entanto, geralmente significa que o design não será convencional. Não convencional significa criativo? Isso implica ‘o melhor’? Para alguns, sim.” (LIDSKY, 2005, v.51, tradução nossa). A ideia de que toda arquitetura de grife é inovadora, sustentável e socialmente responsável, é um estereótipo equivocado.

Arquitetos de grife ou *star architects* são muito criativos ao descreverem suas obras. Steven Holl afirmou que seu conceito de design para o Instituto de Tecnologia Simmons Holl de Massachusetts, por exemplo, reflete a porosidade de uma esponja. Ao mesmo tempo outros, desconsideram fatores importantes para a concepção de obras institucionais, tal como o arquiteto Peter Eisenman, cuja declaração “Eu não faço função”, é amplamente atribuída ao seu trabalho desconstrutivista (MITROVIC, p. 153, 2012 apud EISENMAN, 1932-, tradução nossa). Lidsky (2005) critica precisamente essa postura. De fato, esta posição indiferente de arquitetos de grife frente às necessidades dos usuários de suas obras e das comunidades locais podem definir a arquitetura por eles produzida, mas infelizmente prejudica, sobretudo, as comunidades para as quais a obra é destinada e dificulta o surgimento de soluções inovadoras para problemas sociais. A estética, neste caso, precisa andar de mãos dadas com o compromisso ético do arquiteto, de materializar soluções úteis e adequadas à sociedade.

4. Obras de Grife e a expressão de Culturas Construtivas Tradicionais

Neste tópico, apresentamos exemplos de obras e projetos de arquitetos de grife - segundo a lista desses arquitetos elaborada pela pesquisadora Carvalho (2019) - que tentam realizar uma aproximação entre as culturas construtivas tradicionais e a realidade contemporânea tecnológica, expressando, ao menos, vestígios de técnicas construtivas vernaculares que trazem um senso regionalista a essas comunidades.

4.1. Fabrica Ricola Kräuterzentrum de Herzog & De Meuron

O Ricola Kräuterzentrum (Centro de Ervas) é uma fábrica de processamento de ervas da marca Ricola (figura1), em Laufen na Suíça, desenvolvida pelos arquitetos Jacques Herzog e Pierre De Meuron, do escritório Herzog & De Meuron. Está situada em uma área urbana pontuada por edifícios industriais convencionais, mas constituindo um bloco errático em um terreno descampado, fornecendo um aspecto rural. Sua forma alongada se destaca como uma característica distintiva desta área. (HERZOG & DE MEURON, 2014).

A obra, que levou 16 meses para ser concluída, consiste em um prédio horizontal com 100 metros de comprimento e 11 metros de altura, predominantemente composto por uma mistura de argila e terra, que ajudam a manter o ambiente interno fresco. (AMORIN, 2014).



Figura 1e 2: Ricola Kräuterzentrum (Centros de Ervas Ricola) situado em um terreno descampado, em Laufen, Suíça / Paredes internas em terra e maquinário envolvido no processamento de ervas.
Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/767716/ricola-krauterzentrum-herzog-and-de-meuron?ad_medium=gallery>. Acesso em julho de 2019

O comprimento do edifício reflete as etapas envolvidas no processamento industrial de ervas: secagem, corte, mistura e armazenamento. A figura 2 expõe o maquinário deste processamento. A nova fábrica de processamento permite a integração destes passos importantes na produção própria da empresa. As seções de entrada e entrega do armazém são únicas, com os paredões de barro também visíveis no interior. As grandes janelas redondas iluminam os ambientes internos e suas fachadas são autoportantes e ligadas à estrutura de concreto no interior (figura 3).

A obra é como um segmento geométrico de paisagem, com uma dimensão e impacto arcaico elevado pela escolha radical do material. Ervas e terra definem o carácter distintivo do centro, seguindo os passos dos outros edifícios da empresa Ricola: o armazém totalmente automatizado de 1987, o edifício de produção e armazenamento de 1993 em Mulhouse-Brunstatt, e a sede de marketing envidraçada de 1999, em Laufen. (HERZOG & DE MEURON, 2014). O Kräuterzentrum é construído em grande parte a partir da terra de origem local, ou seja, apesar de sua estrutura convencional de galpão em pilares de concreto, se caracterizando uma obra híbrida, ou seja, um misto de conhecimentos tradicionais de construção e técnicas vernaculares adaptadas a sua realidade industrial contemporânea.

Os elementos de terras pré-fabricados são feitos numa fábrica próxima, extraídos de pedreiras e minas locais. Argila, marga e material escavado no local são misturados e compactados em uma fôrma e depois utilizados como grandes blocos para a construção das paredes, numa espécie de grande adobe ou placa de taipa de pilão (figura 4).

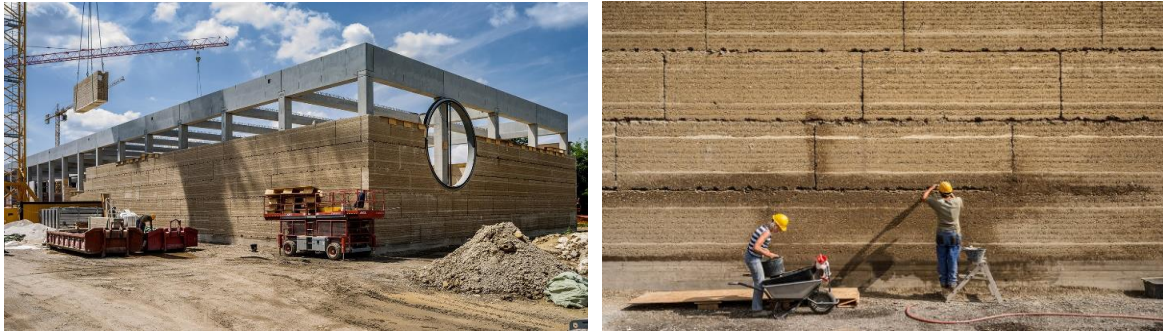


Figura 3 e 4: Construção das paredes do centro de ervas com estrutura em concreto interna aparecendo / Retoque de emendas dos grandes blocos de terra e outros materiais locais que compõem as paredes do Centro de Ervas. Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/767716/ricola-krauterzentrum-herzog-and-de-meuron?ad_medium=gallery>. Acesso em julho de 2019

Devido à plasticidade do barro, as emendas podem ser retocadas dando uma aparência homogênea a estrutura. Energia e sustentabilidade foram, segundo os arquitetos, incorporados à arquitetura e aos recursos essenciais do projeto. A terra, material que regula a umidade, tem um efeito positivo e sustentável no uso energético e de controle global do clima. Módulos fotovoltaicos no telhado e o uso de calor residual do centro de produção próximo também contribuem para melhorar o equilíbrio ecológico do Kräuterzentrum. Os visitantes podem assistir ao processamento e mistura das ervas em um centro especialmente projetado para recebe-los no último andar. (HERZOG & DE MEURON, 2014).

Esta obra, apesar de estar sob a supervisão de uma marca, foi capaz de inovar em seu processo de concepção. Provavelmente, teria sido mais cômodo ao arquiteto o desenvolvimento uma fábrica convencional com uma estrutura de concreto, metal ou afins, trazendo um diferencial estético apenas em suas formas abstratas. Porém, eles optaram por trazer uma técnica tradicional, de uso da terra local, com elementos construtivos de minas próximas. Adapta-las a um projeto como este exige um conhecimento específico, sendo este um processo complexo. Caso o edifício fosse feito em tijolos de adobe comuns, cada tijolo precisaria ser feito individualmente em uma forma de madeira (LENGEN, 1981). Eles seriam empilhados também manualmente e isto demandaria um tempo de trabalho exaustivo e dispendioso. Diante disto, Jacques Herzog e Pierre De Meuron chegaram a uma solução criativa: a produção de blocos gigantes de terra e materiais locais, pré-moldados, tais como blocos de concreto pré-moldados, eis aqui um bom exemplo das exceções descritas nos tópicos anteriores, por ser uma obra de um escritório de grife que ao mesmo tempo se adequou de forma positiva, social e ambientalmente a sua região.

Os arquitetos entendem que a realidade difere da idealização, além de que o veículo legítimo para a expressão da Arquitetura são os materiais, sendo interessante a aceitação de suas características sem ideias preconcebidas de uso (MULLER, 2002). Como diz Jacques Herzog: “Para construir paredes, pavimentos e edifícios necessitamos de materiais de construção. Assim é que utilizamos o que está disponível: tijolos e concreto, pedra e madeira, metal e vidro, palavras e imagens, cores e odores” (POLO, 1994). Outros projetos do mesmo escritório, tais como a Adeegas Dominus (figura 5), no norte da Califórnia, seguem estes princípios expressos em sua fachada de pedra extensa (figura 6). Sua forma abstrata não lembra construções vernaculares, mas se observarmos mais de perto, podemos perceber que a sua parede de pedra é uma referência aos gambiões de pedra comuns no Napa Valley.



Figura 5, 6 e 7: Fachada da Adegas Dominus / Gambiões de pedras locais / fechamentos de pedra internamente “translúcidos” da Adegas Dominus. Fonte: HERZOG & MEURON, 1998. p. 16-34.

Os arquitetos utilizam pedras locais que expressam uma certa uniformidade e nudez no edifício. A técnica é adaptada ao contexto pela transformação material numa autêntica “invenção” da utilidade dos gambiões. Estes, até então, eram vistos somente como uma estrutura opaca para compor taludes e não como um fechamento “translúcido” (MULLER, 2002). Graças a este tipo de fechamento, a obra, apesar de ser uma adega, recebe iluminação natural constante em suas passagens internas e até mesmo em seus locais de armazenagem (figura 7). A Adega Dominus é tida por alguns como uma obra de arte, mas seus arquitetos nunca tiveram o interesse de que fosse vista desse modo. Eles pensam em suas obras como parte da cidade, abertas às mudanças. (POLO, 1994). Isto demonstra, na realidade, uma quebra de valores deterministas. A arquitetura não está mais por si só, ela está envolta em significados, valores e contextos sociais a serem considerados.

4.2. Apoio no Assentamento de Kalobeyei, Quênia - Projetos de Shigeru Ban

Outro exemplo que podemos fornecer de exceção às práticas de arquitetos de grife se encontra na atuação do arquiteto Shigeru Ban, referência necessária em razão de seus projetos sociais internacionais voltados para refugiados de guerra e vítimas de desastres naturais. Em 2017, a UN Habitat apresentou um projeto de planejamento urbano importante para Kalobeyei, um assentamento localizado no norte do Quênia com mais de 17.000 refugiados provenientes de países como o Sudão, e que precisava de abrigos urgentemente (figura 8). Assim, a organização do programa da ONU contatou Shigeru Ban para projetar um modelo de abrigos permanentes. (SHIGERU BAN ARCHITECTS, 2019).



Figura 8, 9 e 10: Assentamento de refugiados no Quênia. / Mulheres do assentamento colhem materiais locais para ajudar na tecelagem de paredes / Shigeru Ban em visita para estudo das técnicas locais. Fonte: <http://www.shigerubanarchitects.com/works/2018_kenya_01/>. Acesso em julho de 2019.

Shigeru Ban poderia ter projetado assentamentos comuns cobertos em típicas lonas de plástico ou ter trazido conceitos de assentamentos em concreto, madeira ou metal, com soluções ao clima voltadas a uma forma abstrata. Ele poderia até mesmo oferecer somente o seu modelo clássico de abrigo em tubos de papelão prensados, um dos materiais não convencionais que o levaram a ganhar o Pritzker de 2014. Entretanto, o arquiteto visitou o assentamento Kalobeyei para descobrir o potencial dos materiais locais disponíveis, estudando sobre suas casas e suas técnicas de construção tradicionais (figura 10). Ele se ateu às formas mais simples, claras e clássicas de uma habitação, levando em conta que milhares de casas precisavam ser feitas com urgência, sem impactar a vida, já turbulenta, dos refugiados do assentamento. Shigeru Ban se ateu, portanto, à dura realidade local e suas restrições, sem abrir mão, entretanto, das culturas construtivas provenientes dos grupos de refugiados.

Após tais estudos e análises, Ban propôs três modelos diferentes de casas (figura 13): Tipo A construída com tubos de papelão prensados (marca de sua arquitetura e inovação); Tipo B, construído com madeira e tijolos de barro próprio da região; e tipo C, com tijolos comuns e solo interligados. Sua ideia era permitir que os refugiados escolhessem o modelo em que mais gostariam de viver, em vez de impor um padrão para todos. Em sua última visita, também verificou o desenvolvimento de um novo modelo de casa em galhos de árvores trançados. (SHIGERU BAN ARCHITECTS, 2019).

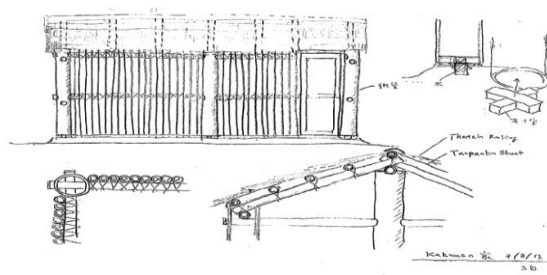


Figura 11 e 12: Abrigo desenvolvido em técnicas locais de construção / Projeto com incorporação destas técnicas locais da tipologia experimental A. Fonte: <http://www.shigerubanarchitects.com/works/2018_kenya_02/index.html>. Acesso em julho de 2019.



Figura 13: Modelos de abrigos, tipologias A, B e C. Fonte: <http://www.shigerubanarchitects.com/works/2018_kenya_02/index.html>. Acesso em julho de 2019.

É interessante observar que a tipologia de abrigo A, que utiliza tubos de papel para as paredes da construção, combina o alojamento de tubo de papel aos métodos de construção local envolvendo as amarrações de paredes com juncos e outros ramos (figura 12). Este modelo de casa pode facilmente ser montada pelos moradores e, segundo o arquiteto, como as mulheres que vivem em Kalobeyei são artesãs em técnicas de tecelagem, elas podem contribuir na “tecelagem” destas paredes (figura 9).

As obras apresentadas neste tópico permitem indicar tentativas claras de alcance ou de aproximação às técnicas construtivas vernaculares, mesmo considerando que são apenas pequenos vestígios ou vagas lembranças das autênticas culturas construtivas tradicionais. Destaca-se, porém, nestes estudos de caso a postura dos arquitetos em tentar tal aproximação sem desconsiderar aspectos contemporâneos como as demandas do mercado de construção, o acesso ao material, a adaptação destas técnicas tradicionais à realidade atual e outros. O grande bloco de adobe, produzido industrialmente para o Kräuterzentrum, é um exemplo de adaptação de uma técnica tradicional. O muro de pedras da Adeg Dominus, por sua vez, é uma estratégia para ventilação e iluminação que relembra técnicas locais de construção. E os protótipos de Shigeru Ban para o Assentamento de Kalobeyei, apesar de não serem consideradas obras de grife, foi concebido por um arquiteto de grife que levou em consideração a disposição e o acesso ao material construtivo, além da integração da construção às atividades das comunidades do assentamento, disseminando o conhecimento de adaptação de suas próprias técnicas tradicionais.

5. Considerações finais

Os estudos desenvolvidos neste artigo refletem um posicionamento que valoriza as tradições no ato de construir e as adapta à realidade, ressaltando aspectos sustentáveis, considerando seus contextos sociais, econômicos e políticos. As obras analisadas não traduzem, nem podem traduzir, a cultura construtiva tradicional de forma direta ou plena, pois são uma negociação entre a arquitetura de grife e essas culturas. Porém, estudos como este apontam que é possível a aproximação dessas obras de grife às culturas construtivas tradicionais e que estas culturas podem contribuir para um maior compromisso social, como demonstram os trabalhos de Shigeru Ban e as tentativas de Herzog & De Meuron de mesclar arquitetura vernacular aos processos de produção contemporâneos. Exemplos que, mesmo ocorrendo em países distantes e em contextos distintos, trazem certa repercussão nacional ou internacional, indicando um norte para mudanças neste quadro de produção em massa de arquiteturas icônicas. A valorização de culturas construtivas tradicionais em um contexto marcado pelas arquiteturas de grife demanda, evidentemente, uma pesquisa mais aprofundada, mas os estudos de caso aqui levantados indicam que isso começa pela mudança de postura dos próprios arquitetos, deixando para trás crenças deterministas e assumindo posturas mais responsáveis, sustentáveis e meios inovadores de desenvolvimento arquitetônico, adaptando, recriando, inovando.

Referências

AMORIN, Kelly. Terra e argila marcam projeto de Herzog & de Meuron para centro de produção na Suíça. **Revista aU - Arquitetura e Urbanismo**. Editora PINI, 2014. Disponível em: <<http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/edificios/terra-e-argila-marcam-projeto-de-herzog-de-meuron-para-318138-1.aspx>>. Acesso em julho de 2019.

RICOLA KRÄUTERZENTRUM. **ArchDaily Brasil**, 2015. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/767716/ricola-krauterzentrum-herzog-and-de-meuron?ad_medium=gallery>. Acesso em julho de 2019.

CARVALHO, Lorena P. P. **Arquitetura de Grife: profissionais e práticas contemporâneas**. Dissertação de Mestrado, UFRN. Abril de 2019.

- DAVIS, Howard. **The culture of building**. New York: Oxford University Press, 2006.
- ELKINGTON, J. **Canibais com garfo e faca**. São Paulo: Makron Books, 2001.
- GLAZER, Nathan. What happened to the social agenda? Leading modernists once wanted to improve the lives of everyday people; star architects today hope to astonish and amuse their elite clientes. **The American Scholar**: Arts, 2007.
- HERZOG, J. e MEURON, D.P. Bodegas em Napa Valley. **El Croqui**, n.91, 1998.
- HERZOG, J. e MEURON, D.P. **Dominus Winery**. Project n. 137.1997. Disponível em: <<https://www.herzogdemeuron.com/index/projects/complete-works/126-150/137-dominus-winery.html>>. Acesso em julho de 2019.
- HERZOG, J. e MEURON, D.P. **Ricola Krauterzentrum**. Project n°369, 2014. Disponível em: <<https://www.herzogdemeuron.com/index/projects/complete-works/351-375/369-ricola-krauterzentrum.html>>. Acesso em julho de 2019.
- HORNE, John. Architects, Stadia and Sport Spectacles: Notes on the Role of Architects in the Building of Sport Stadia and Making of World-Class Cities. **International Review for the Sociology of Sport**, ed. 2, v. 46, 2011, p. 205–227.
- KENGO KUMA & ASSOCIATES. **Kengo Kuma - Perfil**. Disponível em: <<https://kkaa.co.jp/about/kengokuma/>> Acesso em abril de 2019.
- LENGEN, Johan Van. **Manual do Arquiteto Descalço**. SP: B4 Ed.,2014.
- LIDSKY, A. J. Why Hiring a Star Architect Isn't Always a Stellar Idea. **Chronicle of Higher Education**. Massachusetts Institute of Technology, Vol. 51, pB18-B19, 2005.
- MITROVIC, Branko. **Phylosophy for Architects**. New York: Chronicle Books, 2012.
- MORLEY, Jane. **Building Themes in Construction History: recent work by the Delaware Valley Group**, Construction History, Vol. 3, 1987.
- MULLER, Fábio. Herzog & De Meuron: entre o uniforme e a nudez. **Arquitextos - Vitruvius**, 2002. Acesso em julho de 2019.
- POLO, Zeara A. **Entrevista com Herzog e De Meuron**. Arquitetura em Dialogo,1994.
- SHIGERU BAN ARCHITECTS. **Planejamento de apoio assentamento Kalobeyei, Quênia**. Disponível em: <http://www.shigerubanarchitects.com/works/2018_kenya_01/index.html>. Acesso em julho de 2019.
- TEIXEIRA, Rubenilson B. Arquitetura Vernacular: em busca de uma definição. **Arquitextos - Vitruvius**, 2017. Acesso em abril de 2019.
- TAMARI, Tomoko. Star Architects, Urban Spectacles, and Global Brands: Exploring the Case of the Tokyo Olympics 2020. **International Journal of Japanese Sociology**, n. 28, p. 45-63, 2019.
- VALENÇA, Marcio M. **Arquitetura de Grife na Cidade Contemporânea: tudo igual, mas diferente**. RJ: Mauad X, 2016.
- VENTURI, Robert. **Complexity and Contradiction in Architecture**. The Museum of Modern Art, New York, 1977.
- WEIMER, Günter. **Arquitetura Popular Brasileira**, São Paulo: Martins Fontes, 2005.

ACV ATRAVÉS DA DAP: ESTUDO DE CASO DA CAL PRODUZIDA EM PORTUGAL PARA INCORPORAÇÃO EM ARGAMASSAS

LCA FROM EPD: Case of the Portuguese Lime for Mortars

Bruna Souza Silva, IPLeiria/ Portugal

2190222@my.ipleiria.pt

Chesman Lima Feitosa, IPLeiria/ Portugal

2190222@my.ipleiria.pt

Jonathan Souza, IPLeiria/ Portugal

2190318@my.ipleiria.pt

Lisiane Ilha Librelotto, Dr. UFSC/PósARQ

lisiane.librelotto@ufsc.br

Helena Bártolo, Ph. D. IPLeiria/ Portugal

helena.bartolo@ipleiria.pt

Resumo

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma metodologia usada para avaliar os impactos ambientais na cadeia de produção de um produto ou serviço, desde seu nascimento ao túmulo. Uma de suas ferramentas é a DAP (Declaração Ambiental do Produto). Este artigo pesquisou o ciclo de vida da cal e a avaliação de seus impactos ambientais em Portugal, através dos dados obtidos na DAP do fabricante. O uso da cal hidráulica natural (NHL) vem sendo considerado como uma alternativa mais sustentável de material para a construção na composição de argamassas em substituição ao cimento. Especificamente, tratou-se do estudo de caso da cal hidráulica natural utilizada como aglomerante na produção de argamassas com proposição mais sustentável. Realizou-se a descrição do histórico do emprego da cal, a caracterização dos tipos existentes e do ciclo de vida da cal até sua incorporação na argamassa com uso de cortiça. Dessa maneira identificou-se pontos críticos no processo considerando a geração de impactos ambientais, bem como possibilidades de melhorias nas etapas do ciclo de vida do produto. Para o presente artigo optou-se pela avaliação do ciclo de vida de Cal Hidráulica Natural (*Natural Hydraulic Lime* - NHL) utilizada em argamassa com agregados de cortiça e adições.

Palavras-chave: Ciclo de Vida, Cal hidráulica natural; Impacto Ambiental.

Abstract

Life Cycle Assessment (LCA) is a methodology used to assess the environmental impacts on the production chain of a product or service, from cradle to grave. One of tools is the Environmental Product Declaration (EPD). This article researched the life cycle of lime and the evaluation of its environmental impacts in Portugal, through data obtained from the manufacturer's DAP. The use of Natural Hydraulic Lime (NHL) has been considered as a more sustainable alternative material for construction in the composition of mortars. Specifically, this was a case study in a type of mortar that uses natural hydraulic lime with more sustainable proposition. For this finality, we did a description of the history of the use of lime as a material, the characterisation of the types, the description of its life cycle until the incorporation in the mortar using cork. In this way, critical points were identified in the process, considering the generation of environmental impacts, as well as possibilities for improvements in the stages of the product's life cycle. For this article, we assessed the life cycle of Natural Hydraulic Lime (NHL) used in mortar with cork aggregates and additions.

Keywords: Life Cycle; Natural Hydraulic Lime; Environmental Impacts.

1. Introdução

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta capaz de identificar impactos ambientais e pode servir de base para a melhoria do desempenho de um produto ou serviço de maneira a verificar todas etapas do processo de produção, do nascimento ao túmulo. Para avaliação do ciclo de vida é necessário seguir algumas etapas, que podem ser divididas como: definição dos objetivos e escopo, inventário do ciclo, avaliação dos impactos do ciclo de vida e interpretação do ciclo de vida (NP EN ISO 14020: 2005; NP EN ISO 14021: 2008; NP ISO 14025: 2009). Ainda, as DAPs (Declaração Ambiental de Produtos) são ferramentas do tipo III de declaração ambiental padronizada pela NP ISO 14025: 2009, baseando-se na ACV para comunicar o desempenho ambiental de um produto. A DAP deve atender a uma série de requisitos de como a ACV deve ser realizada para ser utilizada como base para uma DAP.

Neste artigo, o objeto da ACV é o processo de produção da cal, em Portugal, utilizada em argamassas ditas menos impactantes ambientalmente. A substituição do cimento pela cal tem sido destacada por muitos fabricantes que buscam reduzir os impactos ambientais de seus produtos. O comparativo dos dados deste estudo auxilia na confirmação ou refutação destes dados, assim como ilustra o uso das DAPs fornecidas pelos fabricantes como elementos para a tomada de decisão em projeto no momento da especificação dos materiais.

De acordo com Silva (2009), nos relatórios do Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) e o Ministério de Minas e Energia (MME) no Brasil, bases para a proposição do Plano Duodecenal de Geologia (2010-2030) sobre Mineração e Transformação Mineral, a “indústria de calcinação está entre as maiores poluidoras do meio ambiente, desde a extração do calcário até a fase da produção de cal”. O relatório aponta como principais impactos a emissão de CO₂, o consumo de combustível e emissão de CO₂ incorporado a estes, a emissão de particulados, emissão de poluentes diversos, impactos à paisagem e à vegetação no local de extração, entre outros.

Em Portugal a produção de cal possui números relevantes, mas é menor do que a extração de recursos para a indústria do cimento (tabela 1).

Agregados	2014		variação 2014/13 valor (%)
	(ton.)	(10 ³ €)	
Areias e Saibros	5.974.553	22.724	5,7
Pedra britada calcária	9.665.830	30.259	-6,9
Pedra britada siliciosa	16.866.814	69.872	-12,2
TOTAL	32.507.198	122.855	-8,0

Min. p/ cimento e cal	2014		variação 2014/13 valor (%)
	(ton.)	(10 ³ €)	
Minerais para cimento	9.488.129	18.748	17,4
Minerais para cal	508.944	2.295	-8,4
TOTAL	9.997.073	21.044	13,9

Rochas ornamentais	2014		variação 2014/13 valor (%)
	(ton.)	(10 ³ €)	
Mármore e calcários	820.586	92.098	-9,5
Granitos e r. similares	1.152.301	39.525	19,3
Pedra para calcetamento	708.779	17.879	-12,6
Pedra rústica	109.021	6.188	132,7
Ardósia e xistos	40.130	9.907	26,2
TOTAL	2.830.818	165.597	-0,1

Tabela 1: Produção de minerais por substância em Portugal. Dados de 2014. Fonte: DGEG (2015).

A construção civil, por sua vez, utiliza muitos derivados do cimento, material considerado de maior impacto ambiental que a cal. Desta forma, a cal surge como um substituto para o cimento em argamassas e revestimentos, em que pese ainda os seus impactos ambientais.

Este artigo parte da pesquisa sobre o ciclo de vida da cal e a avaliação de seus impactos ambientais em Portugal, como uma alternativa mais sustentável de material para a construção na composição de argamassas. Especificamente, trata do estudo de caso em um tipo de argamassa que utiliza a cal hidráulica natural como aglomerante e a cortiça como agregado na produção de uma argamassa com proposição mais sustentável. Ao final, os resultados dos impactos ambientais para esta argamassa a base de cortiça serão comparados com outras argamassas que podem ser utilizadas à base cimento.

A Cal Hidráulica Natural (Natural Hydraulic Lime – NHL) é uma cal com propriedades hidráulicas, produzida pela queima de calcários mais ou menos argilosos ou siliciosos (incluindo giz) e redução a pó por extinção com ou sem moagem. Tem propriedades de fazer presa e endurecer quando misturada com água e por carbonatação com o dióxido de carbono (CO₂) do ar (carbonatação). As propriedades hidráulicas resultam exclusivamente da composição química especial da matéria-prima natural. São permitidos agentes de moagem até 0,1%. A Cal Hidráulica Natural não possui outras aditivismos.

Os principais constituintes da cal hidráulica natural (*Natural Hydraulic Lime* – NHL) são os silicatos bicálcicos (SiO₂.2CaO), os aluminatos de cálcio (AL₂O₃.CaO) que constituem os compostos principais que contribuem para a presa hidráulica da Cal Hidráulica Natural. Para além destes constituintes a Cal Hidráulica Natural tem na sua constituição hidróxido de cálcio disponível Ca(OH)₂, responsável pela presa aérea da mesma (carbonatação). Este último constituinte é componente obrigatoriamente controlado, segundo a norma portuguesa de produto, sendo que para o caso da Cal Hidráulica Natural este valor é no mínimo de 15% da constituição deste tipo de Cal, para o caso da Cal Hidráulica NHL 3,5, o valor mínimo é de 25% e para o caso da Cal Hidráulica Natural NHL 2, o valor mínimo é de 35% (NP EN 459 – 1: 2015; NP EN 459-2: 2011).

2. Revisão de literatura

As diversas fases de construção de uma habitação precisam respeitar o meio ambiente, resgatando questões como a extração de matéria-prima e seus impactos ambientais, a máxima e melhor utilização dos recursos materiais, a redução/eliminação dos desperdícios; as questões da qualidade do material (físico-químicas), conforto do usuário (isolamento térmico acústico, manutenção e substituição); e a busca de materiais de baixo custo financeiro. Também devem privilegiar o uso de recursos regionais para sua construção e prever a facilidade de manutenção, bem como assegurar o reuso ou descarte seguro de resíduos na construção como forma de reduzir o volume de entulho da própria indústria depositado em aterros ou ainda, oriundo de outras indústrias.

2.1 Histórico do Cal

Não se sabe ao certo quando a cal passou a ser utilizada pelo homem. Estima-se que num intervalo de 5000 a 12000 anos antes de Cristo. Presume-se que o descobrimento de seu uso tenha ocorrido posteriormente a descoberta do fogo. Utilizada na proteção de fogueiras, as pedras de calcário foram queimadas, originando o primeiro processo de calcinação. As chuvas provocaram a extinção da cal ao redor da fogueira. A cal extinta misturada aos materiais do solo circundantes deram origem as primeiras argamassas de cal. (LHOIST, 2020)

A partir de 7500 a.C. (antes de Cristo) há registros da obtenção do gesso a partir da cal e seu uso em revestimentos de edificações. Seguiram-se outros usos na curtimento do couro, como fertilizante em lavouras, na estabilização de solos para construção, na composição de revestimentos pigmentados coloridos para afrescos, no tingimento de cabelos, na fabricação de sabão com adição de cinzas de

madeira e no uso de elementos decorativos a base de gesso. Dos fornos tradicionais europeus às tecnologias de fabricação moderno, o processo de produção da cal e suas aplicações vêm evoluindo. (LHOIST, 2020)

A Associação Brasileira de Produtores de Cal - ABPC assegura que a cal pode ser considerada o produto manufaturado mais antigo da humanidade. Há registros de seu uso desde 12.000 a.C. em usos domésticos e em grandes construções em todo o mundo.

Coelho et. al. (2009) trazem uma série de empregos da cal desde os tempos mais remotos: nas construções da atual Turquia no período de 12000 a.C. a 5000 a.C.; vestígios de solo estabilizado com cal nas Pirâmide de Shersi no Tibet (5000 a. C.); nas câmaras da Pirâmide de Quéops e nas juntas dos blocos de calcário e granito da Pirâmide de Quéfren no Egito; na ilha de Santorini a partir das cinzas de erupção de um vulcão; (300 a. C.); na China, nas construções da grande muralha e nas construções romanas, incluindo aplicações em geotecnia para secagem de terreno e em obras como o Coliseu, o Panteão ou o aqueduto Pont du Gard (no Sul de França).

Na África, em Marrocos, introduzido pela colonização Portuguesa, a centenas de anos utiliza-se um revestimento pigmentado a base de cal hidráulica denominado de *Tadelakt* (que significa esfregar em árabe). Com propriedades impermeabilizantes, e textura macia, o tadelakt foi utilizado em cisternas, banhos públicos e superfícies expostas às intempéries. (TADELAK, 2020)

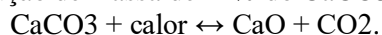
Em Portugal, os usos industriais da cal servem a indústria siderúrgica, mineira, alimentícia, na metalurgia de não-ferrosos, na indústria química e de papel (FERREIRA, 2011).

2.3 A Cal

A cal é um ligante mineral que se divide em duas categorias: cal aérea e cal hidráulica. A cal aérea seca e endurece lentamente por ação da absorção do dióxido de carbono do ar, obtendo ao longo do tempo mais resistência. O endurecimento (fazer presa) da argamassa de cal aérea não é possível dentro de água. Já a cal hidráulica, de acordo com TADELAKT (2020) pode

“endurecer (fazer presa) tanto ao ar como dentro de água. A cal hidráulica endurece devido ao processo de hidratação que acontece quando é misturada com água. A pedra artificial formada como resultado deste processo é durável mesmo em contato com água. Adicionalmente, depois de seca, o processo de presa complementa-se através da fixação de CO₂. A cal hidráulica pode classificar-se em artificial e em natural. A cal hidráulica artificial é produzida através da mistura de vários materiais (cimento, diferentes polímeros, argilas, margas, etc).” (TADELAKT, 2020).

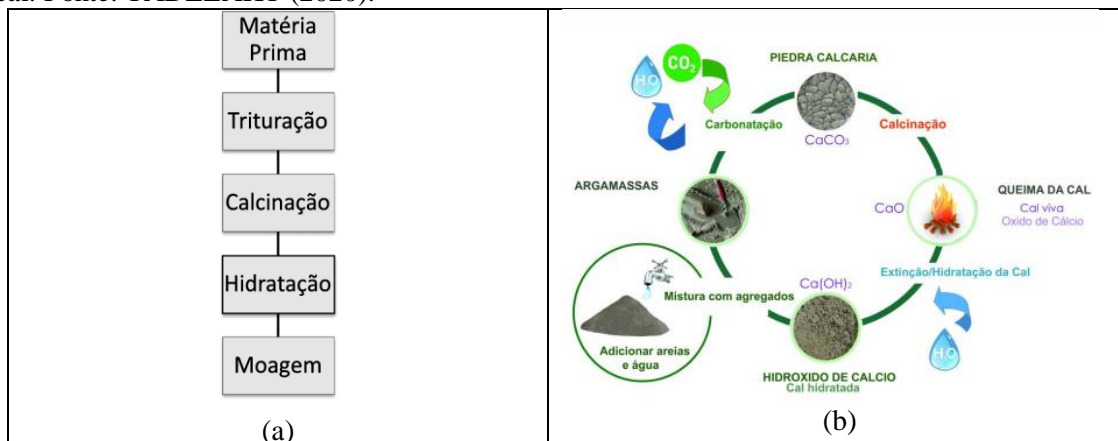
Os cales podem ser obtidos mediante dois processos: calcinação ou carbonatação. Na calcinação, o calcário e o dolomito passam pelo processo que consiste na transformação do carbonato de cálcio em óxido por efeito do condicionamento das rochas ao calor. No caso do calcário, a calcinação ocorre em fornos, em uma faixa de temperatura de 900 a 1.000°C. A reação química da calcinação resulta na produção de cal (CaO) e dióxido de carbono liberado em forma gasosa (CO₂), resultando em uma redução de massa de 44% do CaCO₃ original, conforme a seguinte reação química:



(1) Representação química da calcinação

O fluxograma do processo produtivo para a calcinação é apresentado de forma resumida na Figura 2a. A figura 2b mostra o processo de obtenção para os diferentes tipos de cal.

Figura 2 a – Etapa do processo de produção da cal. Fonte: Adaptado de BAJAY, 2010; b - O ciclo da cal. Fonte: TADELAKT (2020).



A cal hidráulica natural é produzida a partir de pedras calcárias contendo impurezas argilosas e sílicas. São cozidas (com temperatura inferior a 1250 °C), extintas e depois moídas até o pó. A cal hidráulica natural é classificada de acordo com a sua resistência à compressão como: NHL 2, NHL 3.5 e NHL 5. (NP EN 459 – 1: 2015)

A composição química e mineralógica dos calcários e dolomitos são determinantes quanto à viabilidade de seu uso no processo de calcinação e na qualidade da cal obtida destes. A composição da cal, por sua vez, depende da composição da rocha utilizada e da qualidade da queima, e irá definir como esta será empregada e comercializada.

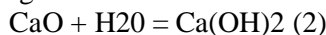
De acordo com Pereira (2009) o termo mais empregado na literatura brasileira e nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT para a designação do produto resultante da calcinação e composto em sua maior parte por óxido de cálcio e/ou óxido de magnésio, é cal virgem. Sua classificação, conforme a autora, se dá conforme o óxido predominante:

- Cal Virgem Cálcica (Com óxido de cálcio entre 100% e 90% do óxido total presente);
- Cal Virgem Magnésiana (Com teores intermediários de óxido de cálcio, entre 90% e 65% do óxido total presente);
- Cal Virgem Dolomítica (Com óxido de cálcio entre 65% e 58% do óxido total presente).

(Pereira, 2009, p. 179)

Dentre estas, a Cal Virgem Cálcica é a que tem maior valor agregado e de maior comercialização, em função do seu uso nas indústrias de açúcar, celulose e na siderurgia – consumo de 45 a 70 quilos de cal para cada tonelada de aço nos fornos LD (Sampaio, 2008).

O produto conhecido como cal hidratada é obtido pela reação da cal virgem com água, conforme reação química descrita a seguir, e é denominado também de acordo com a cal virgem que lhe dá origem, em: Cal Hidratada Cálcica, Magnésiana e Dolomítica.



(2) Representação química da cal hidratada.

2.2 Impactos

Silva (2009) aponta que o impacto ambiental relativo à emissões de CO_2 no processo de formação da cal virgem é correspondente a 770 kg de CO_2/t pela decomposição do calcário. O consumo de combustíveis no processo de fabricação, considerando aquele de menor potencial de efeito estufa - o gás natural, acrescenta ao somatório de emissão de GEE (Gases do Efeito Estufa) mais 241 kg de CO_2/t de cal virgem produzida. Além do dióxido de carbono, a produção de cal pode causar a emissão de diversos gases poluentes (como os óxidos de enxofre e de nitrogênio) e grande

quantidade de material particulado na atmosfera. O material particulado é em grande parte oriundo de perdas da própria cal e calcário no processo em todas as suas fases: extração, transporte, descarregamento, moagem, ensacament. Além da poluição atmosférica, pode ainda causar problemas respiratórios (SOUZA, 2012).

A etapa de mineração de calcário tem grande potencial de degradação ambiental, pela intensiva alteração do local da jazida, com risco de causar prejuízos á biodiversidade e à manutenção e qualidade dos recursos hídricos locais (figura 3) Além disto, Silva (2009) enfatiza que os depósitos de calcário podem ocorrer na formação de grandes cavernas que representam um patrimônio espeleológico e arqueológico importante e de valor a ser preservado. A figura 3 ilustra uma jazida de extração da cal em Portugal.



Figura 3: Local de extração de calcário. Fonte: Ferreira (2011).

No Brasil, a instalação das primeiras “caieiras” estão registradas no ano de 1549, para a fabricação de cal virgem a partir de conchas marinhas, com uso no revestimento e pintura das construções na cidade de Salvador da Bahia, capital do país à época. Até a década de 1930, a fabricação de cal no Brasil continuou voltada para obras de construção civil, usinas de açúcar e álcool, tratamento de águas potáveis e para a produção de couro. (ABPC, 1990). Em Portugal, o a produção da cal é histórica e pode-se encontrar vestígios de sua produção ainda enquanto constituinte do Império Romano (Figura 4).



Figura 4: (a) Fábrica moderna de produção da cal, (b) Vestígios de fornos romanos de produção da cal, região da Beleizão – Complexo arqueológico de Magra - Beja/Portugal. Fonte: FERREIRA (2011); MAGRA (2020).

De acordo com Silva (2009), a indústria da cal no Brasil conta atualmente com mais de mil fornos em funcionamento, totalizando no ano 2008 uma produção de cerca de 7,3 milhões de toneladas – correspondente a 3% do mercado mundial - um faturamento de mais de US\$ 2 bilhões e empregava mais de 10 mil pessoas.

Mundialmente, em 2008, a China liderava o ranking da produção mundial de cal, com uma participação de quase 80%, sendo também a principal consumidora, conforme apresentado na Tabela 2.

No que se refere a toxicidade, a cal hidráulica é classificada como irritante para a pele e vias respiratórias e pode implicar o risco de lesões oculares graves, em função de sua acidez. Quando em contato direto com os olhos ou a pele podem ocorrer sintomas como ardor ou pele seca.

Tabela 2- Produção Mundial de Cal (1000t).

País	2006	Participação (%)	2007	Participação (%)	2008	Participação (%)
China	160.000	78	170.000	79	175.000	80
EUA	21.000	10	20.200	9	19.800	9
Japão	8.900	4	8.900	4	9.000	4
Rússia	8.200	4	8.500	4	8.000	4
Brasil	7.060	3	7.400	3	7.300	3
Total	205.160	100	215.000	100	218.800	100

Fonte: *U.S Geological Survey apud Silva(2009)*

3. Procedimentos metodológicos

3.1 Definição do Objetivo e do Âmbito

Este estudo foi realizado com o objetivo de analisar os consumos, globais e específicos, necessários para o processo produtivo, assim como os impactos ambientais para a produção da Cal Hidráulica Natural, produzida em Portugal, por um fornecedor específico. Foram utilizados como base deste estudo os dados da Declaração Ambiental do Produto (DAP) do fabricante, fornecidos diretamente aos pesquisadores através de entrevista com profissional da empresa relativos aos anos de 2012 e 2013. A DAP da empresa tem como objetivo a demonstração, perante terceiros, das características técnicas e, especialmente, as ambientais da cal hidráulica, podendo servir como uma ferramenta de marketing. (SECIL, 2019) A DAP considera os impactos do berço ao portão.

Foi considerada a extração e processamento das matérias-primas, o transporte até à fábrica, o processo produtivo de fabrico e o transporte do produto acabado (cenários) e o fim de vida (cenários). A unidade declarada considerada foi 1 quilograma (1 kg) de cal hidráulica produzida e transportada até ao cliente.

3.2 Descrição das Etapas de Ciclo de Vida

- Cal Hidráulica (HL5)

A cal hidráulica é um ligante constituído por cal e outros materiais como o cimento, escória granulada de alto-forno, cinzas volantes, filler calcário e outros materiais adequados. Tem a propriedade de fazer presa e endurecer quando misturada com água. O dióxido de carbono do ar contribui para o processo de endurecimento.

- Cal Hidráulica Natural (NHL 2; NHL 3,5; NHL 5)

A cal hidráulica natural é uma cal com propriedades hidráulicas produzida pela queima de calcários mais ou menos argilosos ou siliciosos e redução a pó por extinção com ou sem moagem. Tem a propriedade de fazer presa e endurecer quando misturada com água e por reação com o dióxido

de carbono do ar (carbonatação - CO₂) do ar. As propriedades hidráulicas resultam exclusivamente da composição química especial da matéria-prima natural. São permitidos agentes de moagem até 0,1%. A cal hidráulica natural não tem quaisquer outros aditivos.

Os principais constituintes da Cal Hidráulica Natural são os silicatos bicálcicos (SiO₂.2CaO), os aluminatos de cálcio (AL₂O₃.CaO) que constituem os compostos principais que contribuem para a presa hidráulica da Cal Hidráulica Natural, para além destes constituintes a Cal Hidráulica Natural tem na sua constituição hidróxido de cálcio disponível Ca(OH)₂, responsável pela presa aérea da mesma (carbonatação). Este último constituinte é componente obrigatoriamente controlado, segundo a norma de produto, sendo que para o caso da Cal Hidráulica Natural este valor é no mínimo de 15% da constituição deste tipo de Cal, para o caso da Cal Hidráulica NHL 3,5 o valor mínimo é de 25% e para o caso da Cal Hidráulica Natural NHL 2 o valor mínimo é de 35%.

As propriedades hidráulicas resultam exclusivamente da composição química especial da matéria-prima natural. São permitidos agentes de moagem até 0,1%. A cal hidráulica natural não contém quaisquer outros aditivos.

3.3 Impactos avaliados

Os impactos considerados no estudo foram:

i) Consumo de recursos abióticos; ii) Aquecimento global; iii) Depleção da camada de Ozono; iv) Toxicidade humana; v) Ecotoxicidade aquática; vi) Ecotoxicidade marinha; vii) Ecotoxicidade terrestre; viii) Oxidação fotoquímica; ix) Acidificação; x) Eutrofização, e xi) Energia primária fóssil.

4. Resultados

4.1 Ciclo de Vida da Cal

A) Extração - a extração do calcário e da marga ocorre em pedreiras. O calcário é extraído numa pedreira situada na Carreirancha - Alqueidão da Serra, Portugal.. O desmonte é executado com recurso a explosivos. A Marga é extraída numa pedreira situada na Maceira. O desmonte é executado em máquina de extração (escavadora), alimentada a gasóleo.

B) Transporte de matérias-primas - o transporte das matérias-primas é efetuado por via rodoviária com recurso a camião de 48 toneladas no caso da marga e camião de 26 toneladas no caso do calcário, sendo o percurso de 3,6 km e 20,5 km respetivamente.

C) Produção

- **Britagem** - O calcário e a marga, provenientes da pedreira, são armazenados em parque e posteriormente transportados com pá mecânica, para a tremonha de esteira rotativa que alimenta o britador de maxilas.

A montante do britador de maxilas existe um crivo de separação de argilas, que permite a separação da fração argilosa da marga e calcário e o seu envio para o exterior da fábrica.

O britador de maxilas tem uma capacidade de produção de 70 t/h, efetuando a britagem dos agregados de modo a obter-se uma granulometria do produto britado entre os 10 e os 80 mm.

A jusante do britador, existe uma outra crivagem que separa os agregados britados com uma granulometria aproximadamente inferior a 20 mm. Esta fração, designada por sarrisca, é reutilizada na moagem, sendo o excesso reenviado para a pedreira.

A marga e o calcário britados, com granulometria superior a 20 mm e inferior a 80 mm, são transportados, por tela transportadora, para as tulas de marga e de calcário, com capacidades de 300

t e 250 t respetivamente. Quantidades determinadas de cada um destes agregados, cuja mistura é designada por pedra crua, são dosadas com coque de petróleo e posteriormente enviadas para os fornos de calcinação, onde são cozidas.

Toda a zona de descarga e britagem é despoeirada por um filtro de mangas com uma capacidade de 5 000 m³/h e uma eficiência de 80%.

- Fornos de cozimento - O cozimento é realizado em seis fornos verticais estáticos, com 10 m de altura e 3 m de diâmetro, datados de 1921.

Cada forno tem uma chaminé com 27 m de altura, de extração natural. No entanto, estas chaminés de extração natural estão desativadas, em virtude de ter sido instalado, em Fevereiro de 2003, um filtro de despoeiramento e uma única chaminé, com 30 m de altura, comum aos seis fornos. O processo de cozimento é descontínuo, funcionando por ciclos.

No início de cada ciclo de cozimento, o forno é carregado com 8.000 kg de pedra crua misturada com coque de petróleo, através das caídas de alimentação.

A pedra crua (marga e calcário) destinada aos fornos é dosada através de um sistema de dosagem automática, constituído por balanças de pesagem contínua, e transportada até uma tremonha de alimentação de um elevador de canecos.

Simultaneamente, o coque de petróleo é dosado em outro sistema de dosagem automática, constituída por balanças de pesagem contínua e é enviado para a tremonha de alimentação do elevador de alcatruzes, onde se mistura com a pedra crua.

A mistura de pedra crua e coque de petróleo é transportada pelo elevador de alcatruzes e, posteriormente, distribuída, por tela transportadora, aos diferentes fornos. Após carregamento, o ventilador de insuflação é ligado, fornecendo, desta forma, o ar necessário para a combustão do coque de petróleo, com um cozimento da pedra crua realizado a cerca de 900 °C.

O final do ciclo de cozimento é determinado quando os gases de escape atingem os 300 °C, valor lido nas sondas de temperaturas, colocadas em cada uma das chaminés dos fornos, no ponto de ligação à conduta da chaminé comum. O ventilador de insuflação é desligado, procedendo-se, de imediato, ao arreamento da carga, de forma a permitir o início de um novo ciclo de cozimento.

Os ciclos de cozimento nos seis fornos estão desfasados.

No arreamento, abrem-se as grelhas de comando hidráulico, procedendo-se ao enchimento de vagões que, depois, são transportadas por um carrinho elétrico até ao elevador de alcatruzes que alimenta o britador dos fornos. São retiradas normalmente 5 vagões por cada ciclo de cozimento.

A capacidade produtiva dos seis fornos é de 14 t/h, e a potência térmica instalada é de 1 MW.

Antes de dar entrada nas tulhas de armazenagem, a pedra cozida passa por um moinho de martelos que lhe reduz a granulometria para cerca de 40 mm.

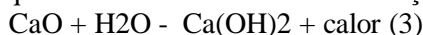
Os diversos tipos de pedra cozida são armazenados em tulhas e transportados posteriormente por telas transportadoras para os silos da moagem. A capacidade de armazenagem de pedra cozida nas três tulhas é de cerca de 6 000 t.

A zona dos fornos está munida com sistema de despoeiramento baseado em Filtros de Mangas, com uma eficiência de 98%: constituído por 12 módulos de filtragem, cada módulo consiste em 78 mangas de filtragem, alinhadas em 6 filas com 13 mangas cada e por uma chaminé de exaustão com 30 m de altura e 1,5 m de diâmetro comum aos 6 fornos verticais existentes. Existe ainda, na baixa dos fornos (zona do arreamento) um filtro de despoeiramento com a capacidade de 10 000 m³/h e eficiência de 80%.

- Moagem - A moagem das matérias-primas da cal hidráulica é efetuada, numa primeira fase (pré-moagem), num moinho de martelos, com uma capacidade produtiva de 25 t/h e, numa segunda fase, num moinho de bolas, com uma capacidade produtiva de 14 t/h.

O ciclo de moagem inicia-se com o enchimento do silo de pedra cozida. Na base deste silo, existe um dosador volumétrico de prato rotativo que alimenta o hidratador. Este equipamento permite dosar

e homogeneizar, em condições adequadas, a pedra cozida e a quantidade de água estequiometricamente necessária à reação de hidratação:



(3) Esquema químico da cal após cozimento

Este hidratador tem uma capacidade horária de processar até 16 t de pedra cozida com um máximo de 3 m³ de água.

A pedra hidratada é encaminhada através de um elevador de alcatruzes para o silo de pedra hidratada. No caso das cais hidráulicas naturais (NHL 2; NHL 3,5 e NHL 5) não é realizada nenhuma adição e a pedra hidratada é encaminhada para o moinho de martelos, seguido do silo de mistura e finalmente moinho de bolas.

No que se refere à HL 5, na tela transportadora que liga o silo de pedra hidratada ao moinho de martelos é adicionada sarrisca em quantidade predeterminada. Posteriormente segue o circuito das NHLs.

No moinho de bolas, obtém-se a granulometria final da cal hidráulica. A jusante do moinho de bolas, um separador ciclônico separa os grossos, retornando-os ao moinho. Um filtro de mangas faz a aspiração dos finos do moinho, filtrando-os e enviando-os para o transportador de arrasto, onde se junta com o material fino proveniente do separador ciclônico, com destino aos silos de cal hidráulica.

- **Ensacamento, Paletização e Plastificação** - A cal hidráulica pode ser expedida em sacos de papel de 25 kg ou a granel, diretamente carregada em caminhões-cisterna. O transporte da cal hidráulica até à ensacadora é efetuado por transportadores de arrasto e elevador de alcatruzes.

A ensacadora rotativa tem uma capacidade de enchimento de 1350 sacos por hora, ou seja, 54 t/h, e tem quatro bocas de enchimento.

- **Expedição** - A expedição de cal hidráulica é efetuada pelo carregamento direto a granel para caminhão cisterna ou por carregamento de pallets plastificadas ou não.

D) Distribuição /transporte de produto

Para a etapa de transporte de produto foram estudados 3 cenários com base nos mercados de cal hidráulica fornecidos pela empresa, nomeadamente:

Cenário T1 - distribuição para Londres foi considerado um cenário de transporte por via marítima com recurso a um cargueiro transoceânico, considerando as alternativas de - Porto de Lisboa - Porto de Londres: 1079 milhas náuticas, ou Porto de Fig. Foz - Porto de Londres: 1006 milhas náuticas, ao que acresce 100 km de transporte para acesso ao porto marítimo;

Cenário T2 - distribuição para Londres foi considerado um cenário de transporte por via rodoviária com recurso camiões de classe Euro 4 de 16-32 toneladas num percurso de distribuição de 2200 km;

Cenário T3 - distribuição por via rodoviária em território nacional, num raio de 300 km, com recurso a camiões de classe Euro 4 de 16-32 toneladas de classe Euro 4 de 32 t;

E) Fim de vida de produto

Neste âmbito e uma vez que não se dispõem de dados atualizados do fim de vida de cal hidráulica, nem existem nas bases de dados, optou-se por um cenário meramente indicativo de usar os dados do fim de vida de argamassas.

Na Tabela 3 e na Tabela 4 são apresentadas, respetivamente as quantidades (inventário) de entradas (inputs) e saídas (outputs) consideradas na produção da cal hidráulica por unidade declarada (1 quilograma).

Entradas de material		Unidades	Quantidade por Unidade Declarada (1 kg)						
			Cal Hidráulica Natural NHL3,5 (ano 2012)	Cal Hidráulica Natural NHL5 (ano 2012)	Cal Hidráulica Total SECIL (ano 2012)	Cal Hidráulica Natural NHL3,5 (ano 2013)	Cal Hidráulica Natural NHL5 (ano 2013)	Cal Hidráulica Total SECIL (ano 2013)	
Inputs	Recursos naturais e outros	Pedra Crua (Marga)	kg	6,71E-01	7,37E-01	8,24E-01	6,46E-01	1,00E+00	7,61E-01
		Pedra Crua (Calcário)	kg	5,49E-01	5,22E-01	5,84E-01	6,89E-01	3,25E-01	3,76E-01
		Outro: Óleos lubrificantes	litro	1,50E-05	1,46E-05		3,93E-05	3,98E-05	
		Outro: Massas lubrificantes	kg	1,33E-06	1,65E-06		5,99E-07	8,35E-07	
		Outro: Filtros de mangas	Unidades	6,46E-05	1,54E-04		2,95E-04	4,33E-04	
		Outro: Acetileno	kg	1,33E-06	1,37E-06		1,50E-06	1,48E-06	
		Outro: Oxigênio	kg	1,46E-05	1,46E-05		7,86E-06	7,80E-06	
		Outro: Reagentes de laboratório	kg	3,98E-06	4,01E-06		5,05E-06	5,05E-06	
		Outro: Paletes	kg	1,05E-02	1,03E-02		1,06E-02	8,03E-03	
		Outro: Sacos de Papel	kg	4,61E-03	4,52E-03		4,65E-03	3,52E-03	
	Outro: Plástico extensível	kg	7,15E-04	2,64E-04		7,21E-04	3,02E-04		
	Outro: Sacos Big-Bags	t	6,24E-05	6,10E-05		9,65E-05	9,82E-05		
	Energia	Electricidade	kWh	5,68E-02	4,85E-02	9,50E-02	4,40E-02	4,68E-02	7,66E-02
		Coque de petróleo	kg	6,68E-02	6,23E-02	8,07E-02	7,93E-02	6,43E-02	5,63E-02
			MJ	2,15E+00	2,01E+00	2,60E+00	2,55E+00	2,07E+00	1,81E+00
	Consumo de água	Gasóleo	kg	1,91E-04	1,61E-04	1,94E-04	1,85E-04	1,97E-04	1,73E-04
			MJ	8,23E-03	6,93E-03	8,37E-03	7,96E-03	8,49E-03	7,45E-03
		Água superficial da pedreira	m³	9,00E-05	7,00E-05	1,18E-04	9,00E-05	7,00E-05	3,04E-05
		Água rede pública	m³			6,44E-05			4,93E-05
		Água Total	m³			1,83E-04			7,97E-05
Transporte matérias-primas até fábrica	Pedra Crua (marga): Camião - Euro 4, >32t	tkm	2,42E-03	2,65E-03	2,97E-03	2,33E-03	3,61E-03	2,74E-03	
	Pedra Crua (calcário): Camião - Euro 3, 16-32t	tkm	1,13E-02	1,07E-02	1,21E-02	1,41E-02	6,65E-03	7,70E-03	
Transporte dentro da fábrica	Empilhadores	tkm							
	Pá carregadora	tkm							
	Caterpillar	tkm							

Tabela 3: Entradas por unidade declarada (1 quilograma). Fonte: SECIL (2019).

Saídas de material		Unidades	Quantidade por Unidade Declarada (1 kg)						
			Cal Hidráulica Natural NHL3,5 (ano 2012)	Cal Hidráulica Natural NHL5 (ano 2012)	Cal Hidráulica Total SECIL (ano 2012)	Cal Hidráulica Natural NHL3,5 (ano 2013)	Cal Hidráulica Natural NHL5 (ano 2013)	Cal Hidráulica Total SECIL (ano 2013)	
Outputs	Resíduos	13 02 05	kg	7,08E-05	7,07E-05	1,15E-05	1,62E-04	1,61E-04	2,08E-05
		14 06 03	kg	3,98E-05	4,01E-05	5,18E-06	2,69E-05	2,69E-05	3,46E-06
		15 01 03	kg	1,72E-04	1,72E-04	2,29E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
		15 01 06	kg	1,87E-04	1,87E-04	2,49E-04	2,41E-04	2,41E-04	3,22E-04
		15 02 03	kg	4,87E-05	4,86E-05	6,09E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
		19 12 04	kg	3,11E-04	3,10E-04	3,18E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	Efluentes Gasosos	CO2 (COQUE)	kg	2,15E-01	2,00E-01	2,59E-01	2,55E-01	2,06E-01	1,81E-01
		CO2 (GASÓLEO)	kg	6,04E-04	5,09E-04	6,14E-04	5,84E-04	6,23E-04	5,47E-04
		CO	kg	6,35E-03		1,46E-02	6,35E-03		3,28E-02
		NOx	kg	1,90E-04		6,10E-04	1,90E-04		1,12E-03
		SO2	kg	1,13E-03		1,73E-03	1,13E-03		4,90E-03
		COT	kg	1,01E-03		1,10E-04	1,01E-03		2,41E-03
		PTS	kg	2,12E-05		1,07E-05	2,12E-05		1,15E-04
		Cloretos	kg	6,15E-06		4,10E-05	6,15E-06		1,41E-03
		Fluoretos	kg	2,19E-07		2,48E-07	2,19E-07		5,98E-07
		H2S	kg	1,34E-05		8,26E-06	1,34E-05		1,20E-04
		Cádmio	kg	3,25E-08		3,85E-08	3,25E-08		4,33E-08
		Mercurio	kg	8,01E-09		1,51E-08	8,01E-09		3,41E-08
		Arsénio	kg	1,04E-08		9,90E-09	1,04E-08		4,04E-08
		Níquel	kg	1,41E-08		2,01E-07	1,41E-08		4,33E-08
Chumbo	kg	3,70E-09		2,01E-07	3,70E-09		4,93E-08		
Crómio	kg	5,42E-09		9,91E-08	5,42E-09		2,75E-08		
Cobre	kg	1,13E-08		6,88E-08	1,13E-08		9,86E-08		
Transporte resíduos	tkm								
Transporte produto final	tkm								

Tabela 4: Saídas por unidade declarada (1 quilograma). Fonte: SECIL (2019).

Obs: o código dos resíduos corresponde ao da LER (Lista Européia de Resíduos, Decisão 2000/ 532/ CE), onde:

13 02 05 - óleos minerais não clorados de motores, transmissões e lubrificação

14 06 03 - outros solventes e misturas de solventes

15 01 03 - embalagens de madeira

15 01 06 - misturas de embalagens

15 02 03 - absorventes, materiais filtrantes, panos de limpeza e vestuário de proteção

19 12 04 - plástico e borracha

4.2 Impactos

Os resultados para os impactos considerados no estudo foram:

i) Consumo de recursos abióticos - Para 1kg de recurso extraído e 1m³ de combustível fóssil: a produção de eletricidade (33%) é a maior contribuinte, seguindo-se a extração do calcário (27%), a produção de coque de petróleo calcário (19%) e os transportes (17%);

- ii) Aquecimento global - A combustão na instalação é o maior contribuinte (92%), segue-se a produção de coque de petróleo (6 %) e a eletricidade (5%). O parâmetro mais significativo é o CO₂ associado às etapas de combustão e com muito menos significado o metano;
- iii) Depleção da camada de Ozono - A produção de coque de petróleo é o maior contribuinte (92%), segue-se a eletricidade (3%) e a extração de calcário (3%);
- iv) Toxicidade humana - A produção de coque de petróleo é o maior contribuinte (51%), segue-se a eletricidade (28%), a extração de calcário (13%) e a combustão na instalação (5%).
- v) Ecotoxicidade aquática - A produção de coque de petróleo é o maior contribuinte (47%), segue-se a eletricidade (37%) e a extração de calcário (12%);
- vi) Ecotoxicidade marinha - A produção de eletricidade é o maior contribuinte (46%), segue-se a produção de coque de petróleo (32%), e a combustão na instalação (14%);
- vii) Ecotoxicidade terrestre - A produção de eletricidade é o maior contribuinte (48%), segue-se a produção de coque de petróleo (36%), e a extração de calcário (15%);
- viii) Oxidação fotoquímica - A combustão na instalação (84%) é o maior contribuinte, segue-se produção de coque de petróleo (11%) e a eletricidade (4%); O monóxido de carbono é o principal contribuinte para esta categoria, seguindo-se o dióxido de enxofre e os compostos orgânicos voláteis;
- ix) Acidificação - A combustão na instalação é o principal contribuinte (63%) seguindo-se a produção de coque de petróleo e (22%) a eletricidade (10%); O dióxido de enxofre é o principal contribuinte, seguindo-se os óxidos de azoto.
- x) Eutrofização - A produção de coque de petróleo é o maior contribuinte (49%), segue-se a produção de eletricidade (20%) e a combustão na fábrica (16%) e a extração de calcário (8%); Os óxidos de azoto são o principal contribuinte, seguindo-se fosfato e CQO.
- xi) Energia primária fóssil - A produção de coque de petróleo é o maior contribuinte (88%), segue-se a eletricidade (8,5%) e a extração de calcário (2%).

5. Conclusões

Este artigo teve como finalidade avaliar os impactos ambientais associados às diversas etapas do ciclo de vida da cal hidráulica natural (NHL) no que se refere a diversas categorias de impacto ambiental ao longo do ciclo de vida deste produto. Da mesma forma, procurou evidenciar o uso da DAP como uma importante ferramenta de seleção e especificação de materiais para os projetistas.

A etapa com o maior impacto corresponde a etapa de produto para a maioria dos impactos, sendo que a abordagem do berço ao portão corresponde a mais de 60% dos impactos ao longo de todo o ciclo de vida para todas as categorias, exceto ADP - depleção abiótica de recursos (não fósseis).

Dentro da etapa de produção no processo unitário com maiores impactos é a cozimento da pedra, por consumir energia, nomeadamente coque de petróleo.

A fase de uso tem um contributo benéfico (negativo) para a categoria de impactos correspondente às alterações climáticas, uma vez que a cal quando aplicada em obra fixa o dióxido de carbono, ou seja é previsível uma absorção de CO₂ durante o processo de endurecimento da Cal Hidráulica Natural, através de uma reação de carbonatação.

O cenário de transporte por via marítima apresenta os menores impactos das diversas categorias quando comparados com os 2 restantes cenários, exceto para a eutrofização que se apresenta menor no caso do transporte nacional a 300 km;

Foram ainda estudadas um conjunto de medidas com potencial de melhoria de impactos, nomeadamente associadas ao tipo de combustível e ao mix elétrico nacional, na etapa do berço ao portão tendo-se concluído que:

- O carvão mineral piora a grande maioria das categorias de impacto ambiental, enquanto que o carvão vegetal melhora a maioria das categorias de impacto ambiental face à situação de referência exceto a depleção abiótica (aumenta cerca de 330%) e o aquecimento global (aumenta 8%);
- A opção de reconversão total para biomassa (100%) assume-se como a mais eficaz na redução da maioria das categorias de impacto ambiental em estudo.
- O cenário da reconversão total para o gás natural assume também um papel relevante uma vez que para a grande maioria das categorias de impacto se assume com a segunda redução mais significativa, apesar de ser necessário um estudo de viabilidade técnica e económica mais profunda para a sua reconversão.
- A opção mista de 50% de biomassa e 50% de coque assume-se também como viável do ponto de vista ambiental com reduções significativas que vão desde os 7% (depleção de recursos abióticos não fósseis) até aos 77% para a oxidação fotoquímica;
- O cenário de redução do teor de enxofre do coque de petróleo de cerca de 6% para 4,5% acarreta reduções menos significativas, destacando-se cerca de 12% na acidificação.

O uso dos dados da DAP do fornecedor permite estabelecer comparativos com outras declarações no momento de seleccionar o material a ser incorporado ao processo. Pode ainda ser uma importante ferramenta de avaliação dos impactos ambientais para a própria empresa, conduzindo a inserção de melhorias no processo.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, José; SEQUEIRA, Cristina; COSTA, Marta. ENSINAMENTOS A RETIRAR DO PASSADO HISTÓRICO DAS ARGAMASSAS. Disponível em: <<http://www.apfac.pt/congresso2005/comunicacoes/Paper%2051.pdf>>. Acesso em: 04/01/2020.

BAJAY, Sérgio Valdir. Oportunidades de eficiência energética para a Indústria: relatório setorial: cal e gesso. Brasília: Cni, 2010. 42 p. Disponível em: <<http://www.cni.org.br>>. Acesso em: 03 abr. 2020.

COELHO, A., RAMOS, C. (2010). Aplicação da análise de ciclo de vida na avaliação ambiental dos produtos: esquemas de reconhecimento existentes. Congress of Innovation on Sustainable Construction CINCOs'10, Curia, Portugal, pp. 11-21.

COELHO, Ana Zulmira; TORGAL, Fernando Pacheco; JALALI, Said. A cal na Construção. 2009.

DGEG. Direção Geral de Energia e Geologia. Informação estatística. Dezembro de 2015. Disponível em: <<file:///C:/Users/lisia/OneDrive/Documents/bibliografias%20sustentabilidade/materiais/cal%20em%20portugal.pdf>>. Acesso: Janeiro de 2020.

FERREIRA, M. H. Estudo de Impacto Ambiental. Projeto Microlime. Lisboa, 2011. Disponível em: <http://siaia.apambiente.pt/AIADOC/AIA2490/EIA_9072011_MICROLIME.pdf>, Acesso: 2020.

Lhoist..Disponível em: < https://www.lhoist.com/pt_br/cal-ao-longo-da-hist%C3%B3ria>. Acesso: 2020.

MAGRA. Sítio Arqueológico. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=pUHwDazqOn4>>. Acesso: Janeiro de 2020.

NP EN ISO 14020: 2005 — Rótulos e declarações ambientais – Princípios gerais. Instituto Português da Qualidade (IPQ).



NP EN ISO 14021: 2008 — Rótulos e declarações ambientais – Auto declarações ambientais. Instituto Português da Qualidade (IPQ).

NP ISO 14025: 2009 — Rótulos e declarações ambientais – Declarações ambientais Tipo III – Princípios e procedimentos. Instituto Português da Qualidade (IPQ).

NP EN 459-1. 2015. Cal de construção - Parte 1: Definições, especificações e critérios de conformidade. Lisboa : Instituto Português da Qualidade, 2015.

NP EN 459-2. 2011. Cal de Construção. Parte2: Métodos de ensaio. Lisboa : Instituto Português da Qualidade, 2011.

PASSO, GUIA PASSO A. TADELAKT. Disponível em: <http://media.voog.com/0000/0037/2776/files/tadelakt_portuguese.pdf>. Acesso em : Janeiro de 2020.

TORAGL, F.P., JALALI, S. (2010). A Sustentabilidade dos Materiais de Construção. Edição: TecMínho, Guimarães.

SECIL. SECIL TEK, Maceira. Disponível em: <www.seciltek.com>. Acesso em: 19/12/2019.

SILVA, José Otávio da. **PRODUTO RT 38: PERFIL DO CALCÁRIOO..** Brasília: MME / J. Mendo Consultoria, 2009. 56 p. Projeto ESTAL - Projeto de Assistência Técnica ao Setor Energético. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P27_RT38_Perfil_do_Calcxrio.pdf>. Acesso em: 2020.

SILVA, José Otávio da. **PRODUTO RT 72: PERFIL DA CAL.** Brasília: MME / J. Mendo Consultoria, 2009. 39 p. Projeto ESTAL - Projeto de Assistência Técnica ao Setor Energético. Disponível: em: <http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_transformacao_mineral_no_brasil/P46_RT72_Perfil_do_Cal.pdf>. Acesso em: 2020.

SOUZA, Cristiana Carneiro de et al. Avaliação da sustentabilidade de uma empresa de mineração e calcinação no centro oeste de Minas Gerais: estudo de caso. Orientadora: Lisiane Ilha Librelotto. Mestrado profissional. Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. UFSC. 2012.

Análise da Mobilidade Urbana da Cidade de Ijuí/RS Viabilizando o Desenvolvimento Sustentável

Urban Mobility Analysis of the City of Ijuí/RS Enabling Sustainable Development

Clara Lazzarin de Sá, Acadêmica do Curso de Arquitetura, UNIJUÍ.

c9lara@hotmail.com

Laura Barbosa de Jesus, Acadêmica do Curso de Arquitetura, UNIJUÍ.

laura_jbn@hotmail.com

Matheus Mendonça da Rocha, Acadêmico do Curso de Arquitetura, UNIJUÍ.

matheusdarocha010@gmail.com

**Tenile Rieger Piovesan, Arquiteta e Urbanista Mestre em Engenharia Civil pela UFSM,
Professora da UNIJUÍ.**

tenile.piovesan@unijui.edu.br

Resumo

A utilização de transportes que sejam capazes de proporcionar agilidade para o cenário atual das cidades, e que possuam um impacto menos expressivo no meio ambiente se tornou indispensável, pois os meios de transporte são, sem dúvida, um dos maiores agentes poluidores do planeta. Neste sentido, o presente estudo tem por objetivo apresentar os veículos sustentáveis, mais especificamente bicicletas elétricas, como uma solução alternativa para reduzir a emissão de poluentes na cidade de Ijuí/RS. Para isso, é realizada a análise de modelos que apresenta os resultados da implantação de veículos sustentáveis, sendo a metodologia baseada em levantamentos quantitativos, segundo dados do IBGE, acerca da frota de veículos do município, bem como cálculos de emissão de poluentes que comparam os veículos tradicionais aos elétricos. A partir disso conclui-se que com a utilização parcial ou total dos veículos elétricos, a emissão de poluentes é reduzida de forma significativa, contribuindo para a urbanização sustentável da cidade.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Impacto Ambiental; Intervenção Urbana

Abstract

The adoption of transport that is capable of providing agility to the current scenario of cities and that has a less expressive impact on the environment is indispensable, because the means of transportation are, without a doubt, one of the greatest polluting agents on the planet. In this sense, the present study aims to present sustainable vehicles, more specifically electric bicycles, as an alternative solution to reduce the emission of pollutants in the city of Ijuí / RS. For this, is performed a models analysis which presents the results of the implantation of sustainable vehicles, the methodology was based on

quantitative surveys, according to IBGE data, about the municipality's vehicle fleet, as well as pollutant emission calculations that compare the traditional to electric vehicles. From that it is concluded that with the partial or total adoption of electric vehicles, the emission of pollutants is significantly reduced, contributing to the sustainable urbanization of the city.

Keywords: Sustainability; Environmental Impact; Urban Intervention

1. Introdução

Desde a Primeira Revolução Industrial, o mundo tem enfrentado problemas com o crescimento desenfreado das grandes centros urbanos. A globalização e o desenvolvimento econômico proporcionaram ao homem contemporâneo a capacidade ampliar sua relação com mundo atual. Para isso, foi necessário aprimorar os meios de transportes, de modo que suprissem a necessidade de deslocamento do homem no espaço urbano, pois a cidade está sempre em movimento o que acabou por gerar um dos maiores desafios das cidades contemporâneas no século XXI, em todo o mundo: a mobilidade urbana.

A massificação do consumo de transportes particulares, como carros e motocicletas, contribui para a deterioração da qualidade de vida das cidades brasileiras, pois próximo da década de 70, a maioria da população residia em áreas rurais. Após o processo de industrialização do Brasil, houve um crescimento ágil das zonas urbanas (CARVALHO, 2016), não tendo, na maioria dessas, um planejamento urbano, cujo qual é responsável por integrar a estrutura urbana com a mobilidade da população que se inserem naquelas zonas urbanas, e a ausência dessa integração limita o desenvolvimento sustentável das cidades.

Diante dessa situação, Pontes (2010) relaciona os problemas da inadequada ocupação urbana, bem como do desequilíbrio do consumo de transportes particulares com os impactos negativos sobre o meio ambiente como a expressiva emissão de gases poluentes à atmosfera que contribuem para a destruição da camada de ozônio, além da propagação de substâncias tóxicas transmitidas pelo ar que afeta a qualidade de vida da população cuja qual está inserida nesses espaços.

Por isso, o presente estudo procura apresentar soluções de materiais e meios alternativos de transporte que sejam capazes de emitir pouco ou nenhum tipo de poluente para atmosfera, e que também proporcionem agilidade e fluência no tráfego das cidades, ou seja, fornecer mobilidade urbana que seja sustentável.

A noção de mobilidade urbana sustentável tem sido aplicada em cidades planejadas pelo mundo, sendo conhecidas como *SmartCities*, as quais possuem um conjunto de elementos que as tornam eficientes quanto aos serviços fornecidos pela própria cidade. (COELHO; *et al*, 2015).

Ainda os autores supracitados afirmam que para desenvolver uma cidade inteligente são necessários 5 (cinco) aspectos:

- a) Uma infraestrutura digital que podem fornecer qualquer informação, sendo acessada em qualquer localidade da cidade.
- b) Fornecer novos modelos e técnicas de trabalho.
- c) Apresentar transparência em relação ao desenvolvimento da cidade.

- d) Oferecer serviços públicos de alto padrão.
- e) Infraestrutura urbana inteligente, de forma que seja possível usufruí-la eficientemente, mesmo em horários críticos de trabalho.

2. Metodologia

O presente estudo está fundamentado em pesquisas bibliográficas que apresentam dados sobre a malha urbana da cidade de Ijuí/RS, sendo realizado um levantamento quantitativo, segundo o IBGE, quanto à frota de veículos do município, apresentando seus impactos ambientais, por meio da plataforma da ECCAPLAN (2015) para fins de cálculos de poluentes emitidos, e a partir disso, relacioná-los aos estudos das cidades planejadas, que levam aos materiais bibliográficos de estudo acerca das cidades inteligentes que também são estudadas na análise de modelos, verificando a implantação de sistemas sustentáveis de mobilização, que foram efetivas na redução drástica na emissão de poluentes, os materiais alternativos que foram utilizados para a execução dos modelos, e os impactos sociais que essas mudanças na urbanização trouxeram positivamente para a população dessas cidades. O desenvolvimento desta pesquisa conta com estudos de tecnologia aplicada em cidades inteligentes, com o propósito de fundamentar este estudo.

3. Mobilidade urbana

A mobilidade urbana é um conceito em muitos momentos confundido com acessibilidade, de fato são termos intrínsecos, mas que diferem entre si. Dessa maneira, a acessibilidade diz respeito à capacidade do indivíduo de ter acesso a um determinado local, já a mobilidade urbana se refere aos meios pelos quais este indivíduo irá se locomover pela cidade com a intenção de acessar algum local, seja ele público ou privado. Dessa forma, a mobilidade engloba todos os tipos de veículo motorizados ou não, e qualquer outro - meio seja a pé ou cadeira de rodas - que o indivíduo possa utilizar (CARVALHO, 2016).

A necessidade de uma cidade proporcionar um urbanismo adequado aos seus habitantes nunca foi um problema tão discutido e importante como é hoje, pois as cidades estão crescendo exponencialmente, e estes avanços nem sempre se apresentam favoráveis ao meio ambiente. No último século, o mundo presenciou avanços tecnológicos extremamente importantes, dentre eles o automóvel à base de combustíveis fósseis, de fato uma criação de extrema importância, mas que, atualmente, representa uma ameaça à sobrevivência do planeta. Por esta razão, o desenvolvimento de meios para que uma cidade seja capaz de proporcionar qualidade de vida aos seus habitantes e afetar da menor forma possível a natureza se tornou fundamental, no que diz respeito ao urbanismo, e neste ponto a mobilidade urbana tem um papel fundamental que é o de proporcionar as ferramentas adequadas para que as necessidades de mobilidade da população sejam supridas sem contribuir para o aumento da poluição, assim apresenta-se a mobilidade urbana sustentável: para atender estas questões ponderando entre ambas (FREITAS, 2015).

Sustentabilidade

A sustentabilidade é o estudo que diz respeito às formas de desenvolvimento sustentáveis, ou seja, quais são as alternativas adequadas que garantem o uso equilibrado dos recursos naturais, tendo em vista a preservação do ambiente natural. Na arquitetura e urbanismo, este termo se faz presente desde a arquitetura sustentável - que se refere ao desenvolvimento menos agressivo da construção civil - e o urbanismo sustentável, e é neste último que a mobilidade urbana, visando a sustentabilidade, se destaca, pois o urbanismo sustentável é aquele que estuda o crescimento das cidades de maneiras que as mesmas se desenvolvam afetando de forma menos significativa o meio ambiente. (BRASIL, 2015).

Cidades planejadas

Cidades planejadas, ou cidades artificiais, são planejadas seguindo a concepção de um projeto, sendo idealizada antes de ser construída. Estas cidades tendem a possuir um urbanismo mais organizado, pois os problemas que possam surgir, já foram previamente pensados, diferente do que ocorre com uma cidade natural - crescimento espontâneo - que pelo fato de não haver uma organização que rege o seu crescimento apresentam problemas urbanos com frequência, tendo como exemplo as ruas que costumam alagar em cidades grandes, este problema raramente ocorre em cidades planejadas, pois foram previstos durante o projeto (COELHO; *et al*, 2015). As cidades naturais tem dificuldade de resolverem as mesmas questões, pois devido a sua disposição não organizada - principalmente por parte da população - resolver esta situação se torna um desafio maior.

O problema das grandes cidades, diagnosticado pelos urbanistas curitibanos, é que primeiro as pessoas se estabelecem nos espaços de maneira desordenada e somente depois os governos tentam levar até elas a racionalidade do planejamento (SOUZA, 2001, p. 119).

Análise de modelos

Uma das referências em relação às cidades inteligentes é possível citar Curitiba, cuja qual, conforme a Prefeitura de Curitiba (2014), se destaca mundialmente por ser exemplo em mobilidade urbana, tendo assumido um caráter proativo desde o início de seu planejamento, promovendo os chamados “corredores lineares urbanos”. Possui também locais para locação de bicicletas elétricas e incentiva a utilização de carros elétricos, com isenção de pagamentos dos estacionamentos rotativos por até duas horas. Assim, Curitiba é considerada uma cidade que cresce no “sentido de desenvolvimento urbano”, uma vez que ao longo dos anos está em constante inovação em relação aos aspectos da mobilidade, pois houve vontade política para que as melhorias no sistema urbano fossem efetuadas.

Outro modelo é a cidade Songdo na Coreia do Sul, onde o governo incentiva o uso de bicicletas e carros elétricos, executando projetos de estações para recargas das baterias dos veículos. Além disso, visando o fluxo adequado de veículos e a economia energética, foram inseridos dispositivos sensoriais subterrâneos, os quais captam as condições de

VIII ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto – UNISUL – Palhoça – 12 a 14 de maio de 2020

trânsito, e reprogramam digitalmente os semáforos,. (QUINTERI; MEYER; SPECHT, 2018).

Estudo de Ijuí/RS

A cidade de Ijuí, situada no noroeste do estado do Rio Grande do sul, representa atualmente um polo tanto econômico quanto acadêmico, tornando-se referência no Estado. Sua colonização foi realizada principalmente por imigrantes europeus, contendo uma diversidade étnica, que por cuja qual se tornou conhecida como a Capital Nacional das Etnias.

Inicialmente, sua organização se deu pelo Engenheiro Diretor Augusto Pestana, que viu a necessidade de planejar a malha urbana de Ijuí. Dessa forma, o traçado inicial da cidade seguia um padrão, tendo como base dois eixos centrais. Este tipo de malha urbana - geralmente comuns em cidades planejadas - foi projetado, no intuito de facilitar tanto o plano urbanístico quanto a mobilidade, pois apresenta uma linearidade e simetria das ruas e calçadas, De acordo com Silva (2003, apud LUCCHESI, 2004, p. 13), “Este desenho partia do cruzamento dos dois eixos orientadores. [...] Esta orientação espacial rege, até hoje o planejamento urbanístico de Ijuí.” como apresenta a Figura 1.

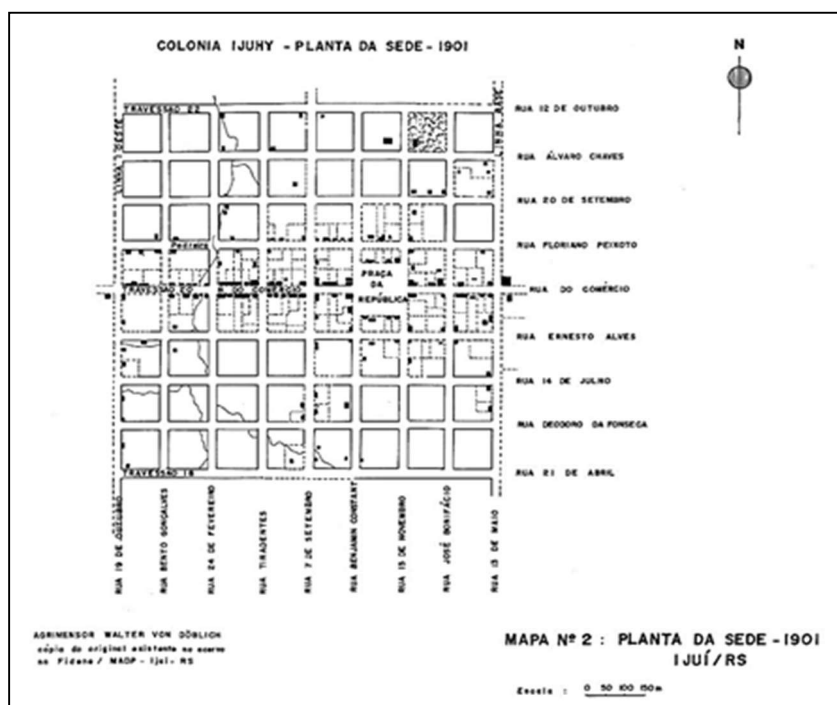


Figura. 1: Mapa planta da sede do município de Ijuí de 1901, a organização inicial da malha urbana.

Fonte: Digitalização disponibilizada pelo MADP - Museu Antropológico Diretor Pestana, 2017

Tendo sido inicialmente planejada em uma malha urbana ortogonal reta, a cidade de Ijuí tinha como intuito as facilidades que este modo de urbanização proporciona, tais como

VIII ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto – UNISUL – Palhoça – 12 a 14 de maio de 2020

acessibilidade e mobilidade urbana, no entanto ao longo dos últimos anos, a cidade de Ijuí se desenvolveu de modo que o plano urbanístico da cidade não está atendendo à demanda de veículos que trafegam diariamente no município.

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016), entre 2006 e 2016, o número de veículos em Ijuí dobrou. O gráfico 1 apresenta a frota de veículos que trafega neste município, como automóveis, caminhões e motocicletas. Na mesma informação também há a classificação de ônibus, micro-ônibus, caminhonetes, tratores, etc., que estão agrupadas em “Outros”.

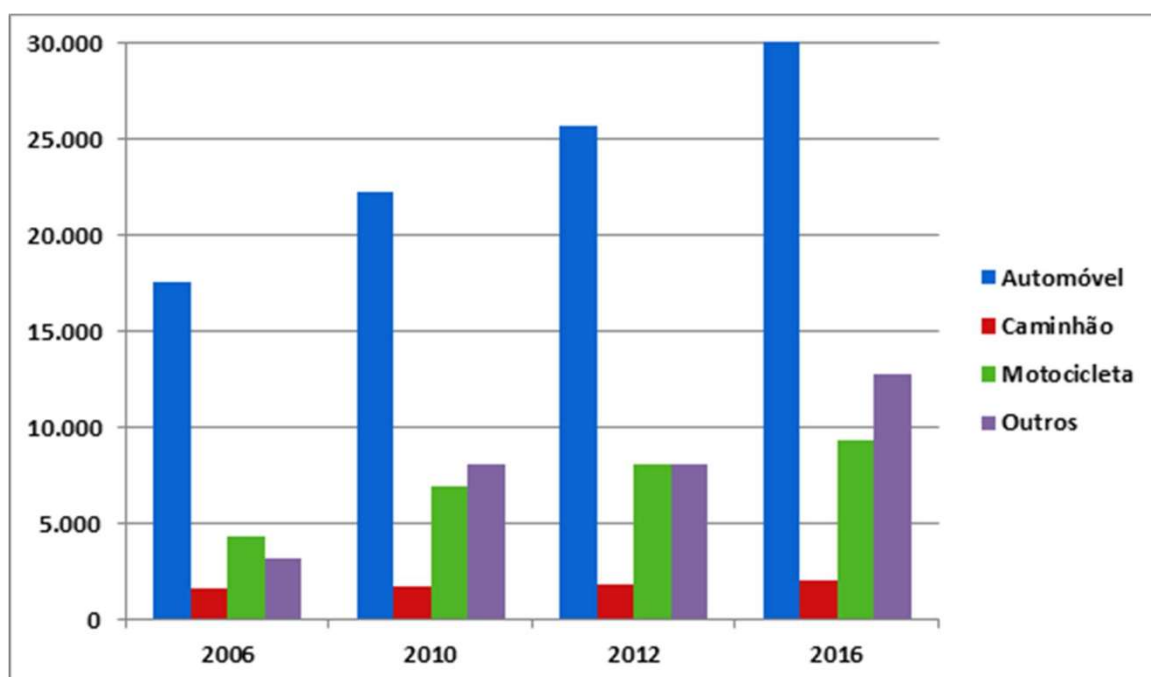


Gráfico 1: Frota de veículos em Ijuí/RS.

Fonte: Adaptado de IBGE (2016).

Atualmente o Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN (2019) ratifica 59.427 veículos, tendo em vista que mais de 56% são automóveis, e apenas 0,2% são ônibus, transporte cujo qual, se adotado de forma significativa, poderá contribuir na redução de poluentes à atmosfera efetivamente.

Além disso, para auxiliar na diminuição de poluentes, em caso de transportes particulares, a bicicleta pode substituir os automóveis como meio de transporte na cidade, tendo em vista que a mesma não emite gases e outras substâncias tóxicas. O Plano de Transporte e Mobilidade de Ijuí- PLANMOB (2011), através do Artigo 22 da Lei N° 5481, de 09 de agosto de 2011,, apresenta a bicicleta como uma alternativa no que diz respeito à mobilidade urbana sustentável, pois reduz custos de mobilidade entre a população (Ijuí (RS) 2011).

Para isso, é necessário um projeto de uma rede de ciclovias adequada à população, de modo que ela esteja integrada à malha urbana da cidade de Ijuí/RS. Diante de todo o exposto, no tocante aos problemas enfrentados pela mobilidade urbana, formas alternativas de deslocamento representam um meio capaz de minimizar os problemas de poluição e

congestionamento no trânsito, trazendo grandes benefícios à sociedade. As ciclovias vêm ao encontro desse tema, contribuindo de forma efetiva e apresentando-se com uma boa alternativa. A bicicleta, além de ser um meio de transporte acessível, saudável e que não emite poluentes, pode proporcionar às pessoas acesso à escola, ao trabalho, à recreação e, ainda, à integração a outros meios de transporte disponíveis.

Ocorre que, para que haja a implantação de uma estrutura cicloviária qualificada e que atenda aos requisitos de viabilidade, segurança e acessibilidade, é importante observar as leis e normas vigentes no Brasil, bem como as recomendações da literatura sobre o assunto.

4.Proposta

O Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana, publicado pelo Ministério das Cidades (2017), defende os meios de transporte que dependam de propulsão humana, como é o caso da bicicleta, e ainda traz critérios gerais para a implantação de infraestrutura adequada de calçadas e ciclovias, a fim de garantir o bom uso desses espaços.

Dessa forma, as bicicletas híbridas elétricas (Figura 2) podem contribuir na redução de poluentes e da superlotação de veículos, de maneira que o usuário pode utilizar os pedais ou o motor elétrico para suas necessidades.



Figura 2: Bicicletas elétricas (com bateria e célula combustível, respectivamente).

Fonte: SILVEIRA (2010, p. 22-24).

Atualmente, existem bicicletas que são capazes de acumular a energia gerada através da inércia das mesmas e armazená-la. (SILVEIRA, 2010). Também já estão sendo utilizadas as bicicletas híbridas com célula combustível.

As pilhas a combustível são dispositivos que convertem a energia química de um redutor, quase sempre hidrogênio, com o auxílio de um oxidante, usualmente o oxigênio, diretamente em energia elétrica sem a necessidade da passagem pelo ciclo do calor (combustão). (RIBEIRO, 2001; *apud* SILVEIRA, 2010).

Ainda Silveira (2010) aponta as vantagens da utilização das bicicletas com esses sistemas, como, por exemplo, as fontes de energias, tanto à bateria como à célula combustível, serem totalmente renováveis, e também não poluem o meio ambiente. Apesar de ser um valor mais caro pela sua tecnologia aplicada, são meios de transporte que,

diferentemente de um veículo tradicional à base de combustíveis fósseis, as bicicletas híbridas geram sua própria energia.

Na cidade de Ijuí, existe apenas uma ciclovia, portanto, para solucionar questões de tráfego, a solução é ampliar a malha de ciclovias, integrando a via existente às novas faixas, oportunizando a continuidade nos trechos. Além disso, uma alternativa para os ciclistas em relação ao fluxo de veículos é desviar o trânsito de ciclistas de vias movimentadas e com maior inclinação, enxugando para outras rotas planas e de vias coletoras, sem prejudicar o livre acesso dos extremos aos pontos centrais da cidade.

Também sugerem-se pontos para bicicletários em locais que possivelmente não seriam somente de passagem, estratégicos para a utilização da via como meio de transporte a ser utilizado durante a rotina diária do cidadão.

No que diz respeito ao congestionamento de trânsito em razão da superlotação de veículos, é evidente a adoção de transportes que abrigam mais de 10 pessoas como solução, como, por exemplo, os ônibus de transporte público. Para Bertucci (2011), a utilização de automóveis está sendo adotada, pois existe uma precariedade em relação ao transporte público, o sistema de transporte coletivo não satisfaz à população.

Na cidade de Ijuí/RS, essa situação é evidente, pois o DENATRAN (2019) aponta apenas 28 ônibus utilizados como meio de transporte, atualmente. Considerando-se que um ônibus transporte cerca de 60 pessoas (40 sentados e 20 em pé), apenas 2% da população da cidade pode utilizar o transporte público em apenas um horário do dia.

As vantagens da adoção de maior frota de ônibus estão quanto à redução de emissão de poluentes e na redução de veículos em horários críticos. Adotando como exemplo um carro popular com apenas uma pessoa percorrendo uma distância de 1 Km, esse transporte emite cerca de 0,37 Kg de dióxido de carbono à atmosfera, durante aquele percurso. Em contrapartida, um ônibus, na mesma distância, libera apenas 0,06 Kg de dióxido de carbono, segundo dados para fins de cálculos da ECCAPLAN (2015).

Apesar de ser aproximadamente seis vezes menor sua emissão, o ônibus pode adotar o sistema de eletricidade como combustível, tendo em vista que a liberação de gases poluentes seria nula. O sistema de recarga poderia ocorrer de duas formas: de maneira rápida ou lenta. Na primeira opção a recarga é feita aos poucos em cada parada de ônibus, sendo inserida a quantidade necessária para a realização do trajeto. Na segunda forma, o ônibus permanece em repouso durante algumas horas completando totalmente sua carga. (SEBASTIANI, 2014; apud BALDISSERA, 2016).

A empresa responsável pelo transporte público da cidade de Ijuí, é a Medianeira Transportes, ela possui cerca de 80 ônibus, sendo 7 deles adaptados para Pessoas com Necessidades Especiais (PNE). Em um dia, enquanto metade desses ônibus está em circulação, a outra parte permanece na garagem da empresa para manutenção, conforme informações fornecidas pela Medianeira Transportes (2019).

Diante do sistema adotado pela empresa, o método adequado seria misto, pois a frota em manutenção pode também carregar as baterias a longo prazo, e os ônibus em circulação

caso precisem de energia extra, podem se equipar em uma parada de ônibus principal, dessa forma. A fonte de energia tanto na garagem como nas paradas de ônibus seria solar, reduzindo de forma significativa o uso de combustíveis fósseis.

5. Considerações Finais

A partir da análise e da coleta de dados do presente estudo, é possível concluir que a mobilidade urbana está diretamente relacionada com o meio ambiente, e que a aplicação de soluções tecnológicas podem trazer benefícios à sociedade urbana. A necessidade de uma mobilidade urbana sustentável depende de aspectos socioeconômicos, pois a adoção, desses sistemas em cidades urbanizadas e maiores, foi implantada há anos. Em contrapartida, cidades médias possuem um atraso na implantação de pequenos sistemas sustentáveis como a adoção de motores elétricos e a utilização de bicicletas de forma intensiva.

Este atraso também depende da ausência de diretrizes que possam iniciar um projeto adequado à cidade de Ijuí, pois a cidade está em constante transformação visando às pessoas. As necessidades que a população possuía há 10 anos não são as mesmas exigências dos dias atuais. Por isso, é necessária a criação de projetos de implantação que podem ser executados, bem como os recursos públicos são fundamentais para a execução eficiente desses projetos.

Portanto, o desenvolvimento de instituições públicas que tenham em vista o progresso e o aperfeiçoamento da cidade de Ijuí é imprescindível, pois a criação de ciclovias juntamente relacionada com a utilização de bicicletas híbridas e o aumento da frota de transportes públicos híbridos pode melhorar a infraestrutura urbana, criando uma cidade mais sustentável que seja para pessoas, e para o meio ambiente.

Referências

BALDISSERA, Luciano Bonato. **Análise do impacto da utilização do transporte elétrico coletivo no sistema elétrico de distribuição.** 2016. 85 f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/8604/BALDISSERA,%20LUCIANO%20BONATO.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 01 jun. 2019.

BERTUCCI, Jonas de. Os benefícios do transporte coletivo. **Repositório do Conhecimento do IPEA.** 2011. 11 p. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5652/1/BRU_n5_beneficios.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mobilidade sustentável**. Brasília, DF. 2015. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/planejamento-ambiental-e-territorial-urbano/urbanismo-sustentavel/mobilidade-sustent%C3%A1vel.html>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. **Mobilidade urbana sustentável: conceitos, tendências e reflexões**. Brasília: BNDES. 2016. 38 p. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2194.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2019.

COELHO, Nuno; *et al.* *Cidades Inteligentes - "Smart Cities"*. Porto, Portugal, 2015. 20 f. Disponível em: <https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/submit_14_15/uploads/relat_GI32.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Frota de veículos 2019**. 2019. Disponível em: <www.denatran.gov.br/estatistica/639-frota-2019>. Acesso em: 05 jun. 2019.

ECCAPLAN. **Calcule e neutralize suas emissões de CO2**. 2015. Disponível em: <<https://calculadora.eccaplan.com.br/>>. Acesso em: 05 jun. 2019.

FREITAS, Paulo Vitor Nascimento de; *et al.* Mobilidade urbana sustentável: problemas e soluções. **Revista Científica ANAP Brasil**. n. 12. v. 8. p. 01-17. 2015. Disponível em: <https://www.academia.edu/36002642/MOBILIDADE_URBANA_SUSTENT%C3%81V_EL_PROBLEMAS_E_SOLU%C3%87%C3%95ES>. Acesso em: 01 jun. 2019.

IJUÍ. **Lei Municipal Nº 5481, de 09 de agosto de 2011**. Institui o plano diretor de transporte e mobilidade - planmob, do município de Ijuí, e dá outras providências. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/rs/i/ijui/lei-ordinaria/2011/549/5481/lei-ordinaria-n-5481-2011-institui-o-plano-diretor-de-transporte-e-mobilidade-planmob-do-municipio-de-ijui-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 04 jun. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Ijuí: frota de 2006**. 2006. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/ijui/pesquisa/22/28120?ano=2006>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Ijuí: frota de 2010**. 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/ijui/pesquisa/22/28120?ano=2010>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Ijuí: frota de 2012**. 2012. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/ijui/pesquisa/22/28120?ano=2012>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Ijuí: frota de 2016**. 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/ijui/pesquisa/22/28120?ano=2016>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

LUCCHESE, Celso Luiz de Souza. **Tiro de guerra 337: um bem a ser preservado.** Santa Maria, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/2481/Lucchese_Celso_Luiz_de_Souza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 01 jun. 2019.

MINISTÉRIO DAS CIDADES; IBAM (Brasil). República Federativa do Brasil. **Mobilidade e política urbana: subsídios para uma gestão integrada.** Rio de Janeiro, 2005. Convênio nº 7/2004.

PONTES, Tais Furtado. **Avaliação da mobilidade urbana na área metropolitana de Brasília.** 2010. 275 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/7789/1/2010_TaisFurtadoPontes.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2019.

PREFEITURA DE CURITIBA. **Especialista canadense aponta Curitiba como referência.** Curitiba, 2014. Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/especialista-canadense-aponta-curitiba-como-referencia/45733>>. Acesso em: 01 jun. 2019.

QUINTERI, Handré Smarieri; MEYER, Isadora Viana; SPECHT, Pedro Chitolina. **As cidades e comunidades inteligentes.** São Paulo, 2018. 1 v. 57 p. Disponível em: <<https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/bisus-2018-vol1-a-cidades-e-comunidades-inteligentes.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2019.

SILVEIRA, Mariana Oliveira da. **Mobilidade sustentável: a bicicleta como um meio de transporte integrado.** 2010. 168 f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia de Transportes). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_m/MarianaOliveiraDaSilveira.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2019.

SOUZA, Nelson Rosário. de. Planejamento urbano em Curitiba: saber técnico, classificação dos cidadãos e partilha da cidade. **Revista de Sociologia e Política e pelo Grupo de Estudos Cidade, Poder e Sociedade.** Simpósio Cidade e poder, n. 16, p. 107-122, 23 abr. 2001.

Análise e Intervenção na Arborização Urbana na Praça Storch em Ijuí/RS

Analysis and Intervention in Urban Afforestation at Praça Storch in Ijuí / RS

Clara Lazzarin de Sá, Acadêmica do Curso de Arquitetura, UNIJUÍ.

c9lara@hotmail.com

Betina Gruetzmann Fenner, Acadêmica do Curso de Arquitetura, UNIJUÍ.

betafenner@hotmail.com.br

Matheus Mendonça da Rocha, Acadêmico do Curso de Arquitetura, UNIJUÍ.

matheusdarocha010@gmail.com

Tenile Rieger Piovesan, Arquiteta e Urbanista Mestre em Engenharia Civil pela UFSM, Professora da UNIJUÍ.

tenile.piovesan@unijui.edu.br

Resumo

A arborização urbana é capaz de interferir de forma direta uma população, favorecendo o cenário atual dos espaços urbanos, aprimorando o conforto térmico, e reduzindo a poluição. Neste sentido, o presente estudo tem por objetivo analisar as condições atuais da Praça Storch na cidade de Ijuí/RS e desenvolver uma proposta de paisagismo, a fim de que os moradores locais possam usufruir de um espaço com condições térmicas adequadas e que contribui para a sustentabilidade. Tendo como metodologia pesquisas bibliográficas e estudos qualitativos, desenvolveu-se um diagnóstico acerca da qualidade de vida da população local e das atuais condições da praça, propondo, a partir disso, a implantação de vegetação condizente às necessidades do espaço e que atendem ao Plano Diretor municipal. Concluiu-se que, com base na intervenção proposta, haveriam espaços na praça à sombra, diminuindo a temperatura local, além da redução de poluentes, melhorando, portanto, o bem-estar dos moradores locais.

Palavras-chave: Paisagismo; Conforto Térmico; Intervenção Urbana

Abstract

The Urban afforestation is capable of directly interfering in population, and it can favor the present scenario of urban spaces, improve thermal comfort and reduce pollution. In this sense, this study aims to analyze the current conditions of Storch Square in the city of Ijuí / RS and develop a proposal for landscaping, so that local residents can enjoy a space with adequate thermal conditions and that contributes to sustainability. Based on bibliographic research and qualitative studies, was

VIII ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto – UNISUL – Palhoça – 12 a 14 de maio de 2020

developed a diagnosis search about the quality of life of the local population and the current conditions of the square, proposing, from this, the implantation of vegetation consistent with the needs of the space and that meet the Master Plan. It was concluded that, based on the proposed intervention, there would be spaces in the square in the shade, lowering the local temperature, in addition to reducing pollutants, thus improving the well-being of local residents.

Keywords: Landscaping; Thermal Comfort; Urban Intervention

1. Introdução

A arborização é um elemento de grande relevância para a paisagem urbana, pois além de amenizar as temperaturas e reduzir a poluição do ar, torna os espaços mais agradáveis, permitindo assim, que possam ser usufruídos durante todas as épocas do ano. Segundo Basso e Corrêa (2014), a vegetação cria microclimas urbanos diferenciados através do sombreamento e da redução da velocidade dos ventos, dessa forma, auxilia na redução das temperaturas urbanas.

No entanto, o crescimento acelerado das cidades, assim como o processo de urbanização e a falta de planejamento urbano, vem acarretando a redução das áreas verdes nos centros urbanos, fator que pode ser observado em diversos locais e que afeta diretamente a qualidade de vida da população. De acordo com Junior (2015), a qualidade de vida da população, é influenciada diretamente pelo ambiente natural em que se habita.

A falta de arborização ou vegetação no ambiente urbano, principalmente em praças e parques, implica diretamente no conforto térmico do local, devido a incidência solar direta, provocando um aumento na sensação térmica, ou seja, espaços urbanos totalmente edificados absorvem muito calor, ocasionando o aumento da temperatura, reduzindo assim o uso dessas áreas, além de tornar inviável a permanência nesses locais por longos períodos, em função do desconforto decorrente da falta de vegetação para atenuação do clima. De acordo com Gonçalves, Camargo e Soares (2012, p. 02) “a cidade é por si só, um grande modificador do clima, devido às grandes áreas pavimentadas e diminuição das áreas verdes, a camada de ar tende a ser mais quente em áreas urbanas do que em áreas rurais.”

Dessa forma, o objetivo do presente artigo é evidenciar os benefícios proporcionados pela vegetação nos espaços urbanos, e apresentar os impactos causados pela sua ausência, através da análise de uma praça localizada no bairro Storch, na cidade de Ijuí/RS, que apesar de contar com uma adequada estrutura, encontra-se totalmente desprovida de arborização, o que impacta diretamente no aproveitamento do local.

2. Metodologia

O presente estudo está fundamentado em pesquisas bibliográficas e estudos de campo utilizando uma proposta de pesquisa qualitativa, a fim de compreender, através da percepção

dos usuários da praça, as condições físicas em que o espaço público se encontra. Para realizar o levantamento, a Quadro 1 apresenta o questionário aplicado aos moradores e ocupantes da Praça Storch, sendo ao total 31 pessoas entrevistadas.

PERGUNTAS	RESPOSTAS		
Você é...?	<input type="checkbox"/> Criança/Jovem	<input type="checkbox"/> Adulto	<input type="checkbox"/> Idoso
Utiliza a Praça Storch?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Com que frequência?	<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> As vezes	<input type="checkbox"/> Nunca
Quais atividades realiza no local?	<input type="checkbox"/> Descanso	<input type="checkbox"/> Esportes/ Caminhada	<input type="checkbox"/> Lazer em Família
Qual sua opinião em relação à arborização?	<input type="checkbox"/> Ótima	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Péssima
Qual sua opinião em relação à qualidade da Praça Storch?	<input type="checkbox"/> Ótima	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Péssima

Quadro 1: Questionário de pesquisa realizado a campo para moradores locais. Fonte: elaborado pelos autores.

3. Análise da área

O Bairro Storch localiza-se na zona norte da cidade de Ijuí – Rio Grande do Sul, conta com uma área de aproximadamente 1.000 m² e uma população em torno de 1.307 habitantes. Apesar de possuir uma área relativamente pequena, encontra-se bem localizado próximo ao centro e dispõe de um comércio diversificado. (Figura 1 e 2)



Figura 1: Bairro Storch. Fonte: GoogleMaps.



Figura 2: Praça do Bairro Storch. Fonte: Google Maps.

A praça do bairro localiza-se entre a Rua 13 de Maio, José Bonifácio, Tv. Daniel Bober e Avenida São Luiz, próxima ao Lar da Criança Henrique Liebich, e abrange tanto os moradores locais, como também os bairros vizinhos, por possuir uma boa infraestrutura e ser um espaço interativo, com áreas destinadas à prática de esportes, academia, passeio para caminhadas e *playground* infantil, além de diversos bancos dispostos ao longo da área e postes de iluminação pública, permitindo também o acesso durante a noite.

A área está disposta próxima de escola, supermercado e sorveteria, fatores que acabam atraindo a população para o local. Entretanto, apesar de ser um espaço diferenciado e bastante atrativo, não possui nenhum tipo de vegetação além do gramado, o que acaba tornando o ambiente desagradável e limitando sua utilização, principalmente em dias mais quentes, em função das altas temperaturas e do desconforto térmico causado pela incidência solar direta. De acordo com Shams, Giacomeli e Sucomini (2009, p.06), “uma boa qualidade destes espaços deve favorecer a permanência prazerosa e tranquila dos usuários, possibilitando o desenvolvimento de atividades sociais e conseqüentemente a vitalidade urbana.”

A ausência de vegetação, como árvores, traz uma série de impactos negativos, relacionados, principalmente, com o aproveitamento do local, pois apesar de ser uma área de lazer criada em benefício da população, não cumpre sua função, devido à falta de conforto térmico, o que dificulta o seu uso, bem como a permanência no local, como mostra a Figura 3 e a Figura 4.



**Figura 3: Lado Oeste da praça. Fonte:
elaborado pelos autores (2019)**



**Figura 4: Lado Sul da praça. Fonte:
elaborado pelos autores (2019)**

Pesquisa in loco

Conforme dados obtidos pela pesquisa qualitativa, 45% dos entrevistados utilizam a Praça Storch, dentre os quais 78% praticam esportes e atividades de lazer nos finais de semana. Porém, 55% dos participantes do questionário não frequentam o espaço em razão da alta incidência solar, tendo em vista a ausência de árvores na praça que contribui no aumento de temperatura onde, em Ijuí/RS, ultrapassa 32 °C no Verão. Em contrapartida no inverno, os moradores locais utilizam a Praça Storch de maneira significativa, pois a temperatura nesse período é abaixo de 10 °C. Além do questionário, alguns dos entrevistados comentaram a necessidade de um planejamento adequado de modo que a praça pudesse ser aproveitada no verão da mesma maneira que no inverno, pois para os entrevistados, a qualidade da Praça Storch, no que diz respeito à arborização, conforme Figura 5, é precária.

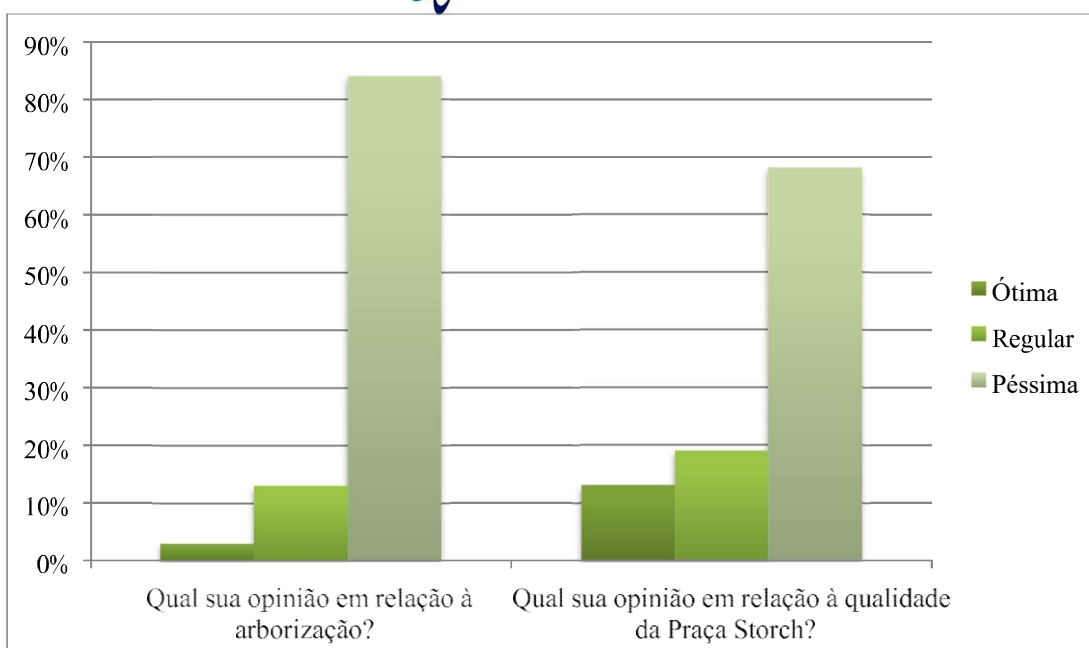


Figura 5: Resultado da pesquisa de satisfação dos usuários. Fonte: elaborado pelos autores (2019).

Arborização Urbana

A impermeabilização dos solos e o aumento considerável das áreas edificadas nos centros urbanos, combinados com a escassez de vegetação, são os principais fatores responsáveis pelas altas temperaturas observadas nesses locais, decorrentes principalmente do alto índice de absorção e retenção de calor, ocasionados pelos materiais utilizados, resultando na formação das ‘ilhas de calor’, ou seja, o aumento da temperatura das áreas urbanas em comparação com as regiões vizinhas. (DE PAULA, 2004)

Os grandes centros urbanos, preocupados principalmente em expandir seus territórios, acabam criando espaços totalmente edificados, acarretando na redução ou até mesmo na escassez das áreas verdes nesses locais, fatores que trazem sérios impactos para o ambiente e implicam diretamente na qualidade de vida da população. Conforme Araujo e Caram (2006), o desafio das grandes cidades é um desenvolvimento que priorize a qualidade de vida da população e do meio ambiente.

Arborização e meio ambiente são assuntos importantes quando se trata de urbanismo e devem estar integrados com o espaço construído, pois são responsáveis por amenizar as temperaturas e tornar os espaços urbanos mais agradáveis, além de influenciar no aproveitamento do espaço, por parte da população. De acordo com Shams, Giacomeli e Sucomini

(2009), a inserção de vegetação no meio urbano busca mitigar o desconforto térmico nos espaços públicos e proporcionar lugares públicos ou privados de lazer e bem-estar.

A manutenção da arborização, bem como a integração das mesmas com a cidade, é indispensável, pois além de amenizar os impactos decorrentes do processo de urbanização, como aumento da temperatura e poluição, ela também produz efeitos estéticos no ambiente urbano e auxilia de forma positiva na saúde física e mental da população (OLIVEIRA, 1996).

O espaço urbano é constituído não apenas por áreas residenciais e comerciais, mas também de locais de lazer e descontração, como praças e parques, criados em benefício da população. Portanto, a presença de vegetação nesses locais é indispensável para que eles cumpram a sua função e proporcionem conforto para os usuários. Conforme Shams, Giacomeli e Sucomini (2009, p.05), “a utilização efetiva desses espaços se dará em virtude das condições de conforto que os mesmos oferecem.”

Os benefícios proporcionados pela arborização são inúmeros, tendo influência direta no ambiente e na vida da população. No entanto, existem fatores que devem ser observados previamente, como a espécie e o porte das árvores, para que haja resultados efetivos e não ocorram problemas no futuro. É importante verificar as condições do local onde as árvores serão inseridas, para que não existam problemas na infraestrutura urbana ou ainda prejuízo na saúde da vegetação implantada.

Espécies

A arborização é indispensável para garantir a qualidade de vida da população, no entanto, quando se trata de arborização urbana, existem alguns fatores que devem ser levados em consideração na escolha, como o tipo, a espécie, bem como as características pois em decorrência das condições locais, como, por exemplo, passeios ou áreas com postes de energia elétrica, deve-se optar por árvores que se adaptem ao espaço, buscando assim evitar problemas relacionados, principalmente, ao porte e às raízes. Além dos cuidados necessários em relação ao tipo e espécie de árvore, deve haver atenção quanto às condições exigidas para o seu desenvolvimento, de modo que consiga permanecer no local, com espaço suficiente para o seu crescimento e área livre em seu entorno, permitindo a infiltração de água e, assim, garantindo a sua sobrevivência (TEIXEIRA; SANTOS; BALEST, 2009).

Através do estudo realizado no que diz respeito às espécies de árvores, selecionaram-se algumas espécies de diferentes portes, indicadas para ambientes urbanos. No entanto, ressalta-se que devem ser respeitadas as exigências para o desenvolvimento das mesmas, caso contrário pode resultar em transtornos futuros.

Proposta de Arborização

Com base no Plano de Arborização de Ijuí/RS, tendo em vista a análise da pesquisa qualitativa, as espécies adequadas à Praça Storch seriam as caducifólias, conforme Quadro 2, pois bloqueiam de modo acentuado a incidência solar, amenizando a temperatura local, fornecendo conforto térmico e lumínico adequado. Também é possível usufruir do espaço durante o inverno, uma vez que ocorre a queda das folhas dessas espécies no inverno, permitindo uma maior amplitude solar na praça. Para a seleção das caducifólias apropriadas, considerou-se o estudo das mesmas, realizado pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Ijuí, que detém o conhecimento das espécies compatíveis ao solo e clima do município.

Tabela de Árvores, propostas para a intervenção na praça, divididas em Porte, Espécies, Características e Indicações de locais (Continua)









Porte	Espécie	Características	Indicação	Imagens
Pequeno	Acer	Árvore de folhas caducas, em tons avermelhados, atingindo de 6 a 10 metros de altura, muito utilizada para decoração.	Árvore geralmente utilizada para ornamentação de ruas e parques	 Fonte: Boris Crépeau (2008).
	Extremosa	Árvore caducifólia, com pequenas flores em tons de cor-de-rosa e branco, que atinge até 5 metros de altura.	Indicada para a arborização de ruas e avenidas.	 Fonte: Safari Garden (2017).
	Manacá-da-Serra	Originária da mata atlântica pode atingir até 5m de altura	Indicada para a arborização de parques e praças	 Fonte: Ana do Viva Decora (2019).

Tabela de Árvores, propostas para a intervenção na praça, divididas em Porte, Espécies, Características e Indicações de locais (Continuação)

Porte	Espécie	Características	Indicação	Imagens
Médio	Magnólia	Decíduas e próprias para o clima tropical e temperado, atingem de 5 a 10 metros de altura.	Arborização urbana em função do pequeno porte.	 <p>Fonte: Cultura Mix (2010).</p>
	Jacarandá	Árvore decídua, com raízes profundas e atinge de 8 a 15 metros de altura.	Indicada para calçadas sem fiação elétrica.	 <p>Fonte: Natureza Bela (2016).</p>
	Ipê Amarelo	Árvore nativa com raízes profundas e atinge de 10 a 35 metros de altura.	Indicada para calçadas sem fiação elétrica.	 <p>Fonte: Plantei (2019).</p>
	Sibipiruna	Árvore nativa, que atinge de 15 a 30 metros de altura, não possui raízes agressivas.	Indicada para calçadas sem fiação elétrica.	 <p>Fonte: Novo Horizonte (2019).</p>
Grande	Cedro	Espécie rara, caducifólia, que atinge de 20 a 30 metros de altura.	Indicada para parques, jardins e praças.	 <p>Fonte: ShareAmerica (2017).</p>

Quadro 2: Espécies de Caducifólias Utilizadas na Intervenção. Fonte: elaborado pelos autores

A planta de arborização (Figura 6) é fundamentada na orientação solar da cidade, bem como nas normas estabelecidas pelo Plano Diretor. A Secretaria do Meio Ambiente do município recomenda a utilização de árvores de pequeno porte em calçadas onde há rede elétrica. Para deixar a via livre ao acesso *peatonal*, a arborização menor foi alocada dentro da área verde e próxima das calçadas para haver sombra no passeio. As demais árvores foram localizadas mais próximas das calçadas no sentido Leste-Oeste, de modo que protejam o solo e as pessoas dos raios solares. Algumas árvores de grande porte foram implantadas no centro da praça, pois suas copas maiores permitem abranger uma área significativa do espaço.

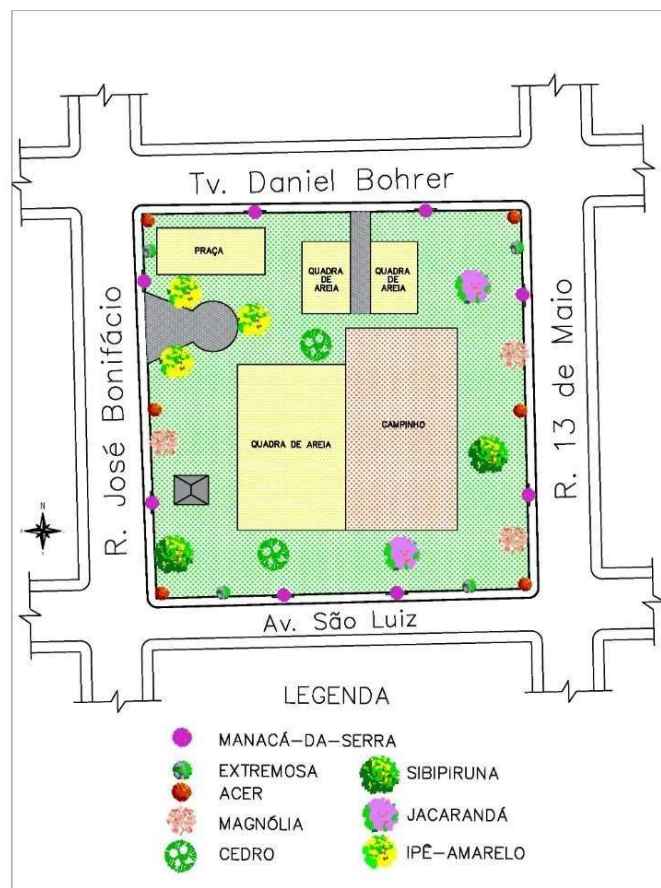


Figura 6: Planta de Arborização – Escala: 1/1100. Fonte: elaborado pelos autores (2019).

As árvores foram dispostas em áreas da praça onde ocorre maior permanência por parte dos usuários, principalmente próximas de bancos que se localizam nas extremidades da praça e em regiões de recreação como a praça infantil, e as quadras de esportes. As árvores de grande porte foram implantada próximo ao centro da área, pois possuem raízes mais profundas e maiores,, necessitando de uma área maior no seu entorno. A arborização de pequeno porte por possuir raízes pequenas, localizam-se perto das calçadas, com área suficiente para seu crescimento, evitando fissuras, deslocamento dos passeios, ou, em casos mais graves, o estrangulamento da árvore.

4. Considerações Finais

Constatou-se através do presente estudo, a necessidade de se estabelecer uma arborização adequada nos espaços urbanos, sejam eles praças, parques, espaços públicos ou privados, é fundamental, para que os mesmos possam proporcionar às pessoas que fazem parte deste espaço, um bem-estar na utilização destes lugares.

Baseados nos dados coletados através da pesquisa in loco, percebeu-se que de fato é imperativo que haja mudanças no que diz respeito à arborização da região em estudo, pois a mesma abriga uma grande comunidade, que depende apenas deste espaço para o lazer e suas atividades, desta maneira entende-se que para melhorar a qualidade da utilização deste espaço, é extremamente importante que sejam implementados projetos de arborização e de paisagismo, que não somente melhorarão de maneira estética, mas também funcional, o uso do espaço.

Referências

ARAÚJO, B. C. D; CARAM, R. Análise ambiental: estudo bioclimático urbano em centro histórico. Ambiente & Sociedade – Vol. IX, 2006. p. 149-167.

BASSO, J. M.; CORRÊA, R. S. Arborização Urbana e qualificação da paisagem. In: Paisagem e ambientes: ensaios. Ed. 34. São Paulo, 2014. P. 129 – 148. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/paam/article/view/97145/96206>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

DE PAULA, R. Z. G. A influência da vegetação no conforto térmico do ambiente construído. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, Campinas – SP, 2004.

GONÇALVES, A.; CAMARGO, L. S.; SOARES, P. F. Influência da vegetação no conforto térmico urbano: Estudo de caso na cidade de Maringá - Paraná. Anais... III Seminário de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. 2012. Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003.

JUNIOR, R. V. ArbVias – Método de avaliação da arborização no sistema viário urbano. In: Paisagem e ambientes: ensaios. Ed. 35. São Paulo, 2015. P. 89 – 117. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/paam/article/view/105347/104052>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

OLIVEIRA, C. H. Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Ecologia Urbana.) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos. 132 p. São Carlos, 1996.

TEIXEIRA, I.F.; SANTOS, N.R.Z.; BALEST, S.S. Percepção ambiental dos moradores de três loteamentos particulares em Santa Maria (RS) quanto a arborização de vias públicas. In: REVSBAU, Piracicaba – SP, 2009. V:4. P. 58-78. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66271/38144>>. Acesso em: 01. nov. 2019.

SHAMS, J. C. A.; GIACOMELI, D. C.; SUCOMINE, N. M. Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos. In: REVSBAU, Piracicaba – SP, 2009. V:4. P. 1-16. Disponível em: <http://silvaurlba.esalq.usp.br/revsbau/artigos_cientificos/artigo71.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2019.

Avaliação da Funcionalidade Arquitetônica em habitações de dimensões reduzidas de Florianópolis

Evaluation of Architectural Functionality in small dwellings in Florianopolis

Cláudia Vasconcelos, Doutora, UNIFESSPA, Professora Adjunta do IEA

claudia.vasconcelos@unifesspa.edu.br

Fernando Barth, Doutor, UFSC, Professor Titular do PósARQ

fernando.barth@ufsc.br

Lisiane Ilha Librelotto, Doutora, UFSC, Professora Titular do PósARQ

lisiane.librelotto@ufsc.br

Resumo

Este artigo apresenta parte dos resultados da pesquisa sobre a avaliação das habitações de dimensões reduzidas em edifícios multifamiliares, por meio de análise da funcionalidade arquitetônica. Nesse método de Avaliação da Funcionalidade Arquitetônica pretende-se identificar o desempenho de seis estudos de caso, sendo três de categoria Unidade Integrada e três Unidades com um dormitório. Os resultados mostram que os espaços com dimensões reduzidas induzem a sobreposição de usos, por meio de mobiliário e equipamentos com multifuncionalidade, de modo a atender a diversidade das atividades domésticas. No entanto, cabe aos projetistas ampliar as possibilidades de transformações da unidade e dos elementos construtivos, propondo a previsão de dispositivos para a viabilidade da personalização e adequação dos espaços às necessidades mutáveis dos usuários.

Palavras-chave: Arquitetura; Funcionalidade Arquitetônica; Habitação Reduzida

Abstract

This article presents part of the results of the research on the evaluation of reduced dwellings in multifamily buildings through the analysis of architectural functionality. These methods seek to analyze the architectural functionality we intend to identify the performance of residential units, considering functional attributes. The results show that the spaces with reduced dimensions induce the overlapping of uses, by means of multifunctional furniture and equipment, in order to fulfill the various household requirements. However, it is up to the designers to expand the transformation possibilities of the unit and of its constructive elements, laying the foundations for the personalization and adjustment of the spaces to the changing needs of its users.

Keywords: *Architecture; Architectural Functionality; Small Dwellings*

1. Introdução

Este trabalho apresenta parte dos resultados da pesquisa sobre a avaliação das habitações de dimensões reduzidas em edifícios multifamiliares, com abordagem sobre as configurações e a funcionalidade da moradia, considerando os parâmetros de usabilidade e habitabilidade, conforme base de dados de Vasconcelos (2017). Essa categoria habitacional geralmente apresenta conflitos de uso, ou baixo desempenho de uso, devido às restrições espaciais e a sobreposição da diversidade de funções em área útil abaixo do mínimo ou no limite do dimensionamento permitido por normas vigentes e com poucos ambientes.

Segundo a Constituição Federal de 1988, a moradia é um direito fundamental de todo cidadão, conferindo dignidade a vida de uma pessoa e está relacionada à inserção do ímpeto cidadão ao sentimento de proteção, autoestima e bem estar (BRASIL, 1988). A aquisição da unidade residencial em si, deve pressupor todo um contexto de infraestrutura e de serviços comunitários, observando que essa Constituição condiciona o direito de propriedade ao cumprimento de sua função social enquanto moradia.

A moradia digna vai além do espaço físico da casa, pois agrega a identidade de local, o sentimento de pertencimento e condições de infraestrutura comunitária para o efetivo cumprimento da função de moradia. Ela inclui a representatividade e a igualdade do cidadão perante o seu contexto social, pois não deixa de ser uma necessidade básica, assim como a educação, a saúde e a justiça. Para o atendimento na íntegra dessa necessidade num padrão digno, a habitação deve suprir as expectativas do morador para ser considerada de qualidade.

Assim, este trabalho apresenta resultados a respeito das perspectivas sobre a oferta e a apropriação das habitações de dimensões reduzidas tendo como objetivo de avaliá-las a partir de aspectos conceituais da funcionalidade arquitetônica. Deste modo, o estudo busca mostrar que essas habitações, com fluxo crescente de oferta pelo mercado imobiliário formal, exigem na sua apropriação o uso de conceitos da multifuncionalidade.

2. Densidade Urbana e Arquitetura Habitacional

A densidade é a relação entre o total de uma população e a sua determinada área de efetiva ocupação. No entanto, a alta densidade populacional na área urbana nem sempre apresenta a disponibilidade de infraestrutura e serviços públicos comunitários como, por exemplo, transporte, saúde, educação, segurança e moradia. A densidade média urbana diz respeito à relação entre a população urbana e o perímetro urbano, considerando apenas a área efetivamente ocupada. E a densidade baixa apresenta características urbanas de baixa quantidade populacional por metro quadrado, ocupação inadequada do solo, com vazios urbanos, ou seja, o espraiamento urbano.

Segundo a United Nations (2015), em estudos sobre a densidade urbana, observa-se que a maioria da população mundial vive em cidades. Isto é acompanhado por um processo de verticalização de construções residenciais nos grandes centros urbanos, assim como, um movimento de redução significativa e preocupante nas suas áreas construídas per capita. Assim, esse processo de verticalização e adensamento das grandes cidades tem produzido um crescimento no fluxo de oferta desses espaços residenciais cada vez mais reduzidos.

A verticalização habitacional busca a multiplicação do solo, proporcionando a crescente oferta de apartamentos, com maior intensidade nas grandes capitais e em cidades litorâneas do Brasil. Esse fenômeno de edificação caracteriza-se por lotes estreitos e profundos, com oferta de serviços e lazer no próprio empreendimento residencial multifamiliar.

2.1 Diferentes núcleos familiares e grupos de interesse

A tendência da crescente redução de quantitativo de membros que compõem os núcleos familiares, o alto valor especulativo da terra urbana e a vida financeira do usuário, são fatores motivadores que permitem a aceitação da oferta imobiliária de solução alternativa que correspondam às necessidades de diferentes composições de núcleo familiar. A relação de compra e venda de um imóvel só se torna efetiva, a partir do interesse relacionado à sua localização, por investimento ou de querer morar nas proximidades do trabalho, da escola, do hospital, de infraestrutura consolidada ou de serviços comunitários, dentre outras premissas decorrentes do habitat numa cidade.

Os diferentes arranjos familiares com suas necessidades específicas de acordo com o ciclo de vida, demandam por novas soluções de projetos, que tenham conceitos mais flexíveis e que considerem programas de unidades habitacionais também não convencionais. Ou seja, o formato ou a conformação dos arranjos familiares em domicílios particulares tem mudado significativamente no Brasil, com tendência de crescimento nos arranjos unipessoais, casal sem filhos e outro tipo de arranjo com parentesco, como pode ser observado no Gráfico 1.

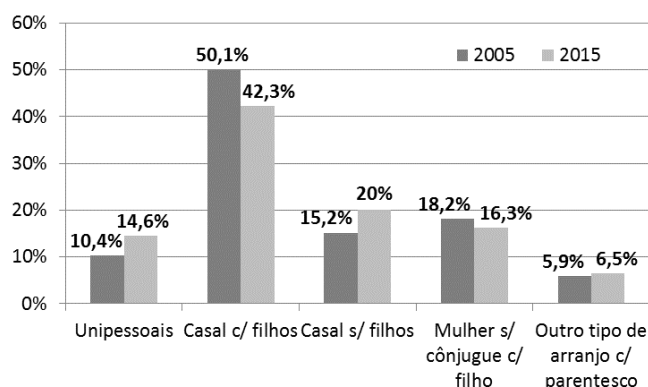


Gráfico 1: Arranjos familiares residentes em domicílios particulares. Fonte: elaborado pelos autores conforme SECOVI/SP, 2016 e IBGE, 2016.

Segundo IBGE (2016), a tendência de redução na composição das famílias e consequentemente nos tamanhos dimensionais dos domicílios está relacionada não só a queda da fecundidade da população, mas também a queda dos níveis de mortalidade e o aumento da expectativa de vida. Sendo que a população idosa pode ter preferência na aquisição desses tipos domicílios unipessoais ou no máximo para dois moradores.

2.2 Área de estudo: Florianópolis Insular

O estudo de avaliação foi direcionado somente à parte insular do município de Florianópolis, demarcada em cinza, por comportar a maior parte da área urbana, como pode ser observado na Figura 1a. Essa figura destaca o município de Florianópolis de Santa Catarina constituído de 12 distritos administrativos: Sede (continente e ilha), Barra da Lagoa, Cachoeira do Bom Jesus, Campeche, Canasvieiras, Ingleses do Rio Vermelho, Lagoa da Conceição, Pântano do Sul, Rationes, Ribeirão da Ilha, Santo Antônio de Lisboa e São João do Rio Vermelho (FLORIANÓPOLIS, 2014). Na Figura 1b constam em destaque na cor cinza escuro os distritos administrativos com maior fluxo de crescimento em área construída da amostra. E na Figura 1c constam os seis estudos de caso selecionados para avaliação desta pesquisa, com relação aos aspectos de funcionalidade arquitetônica.

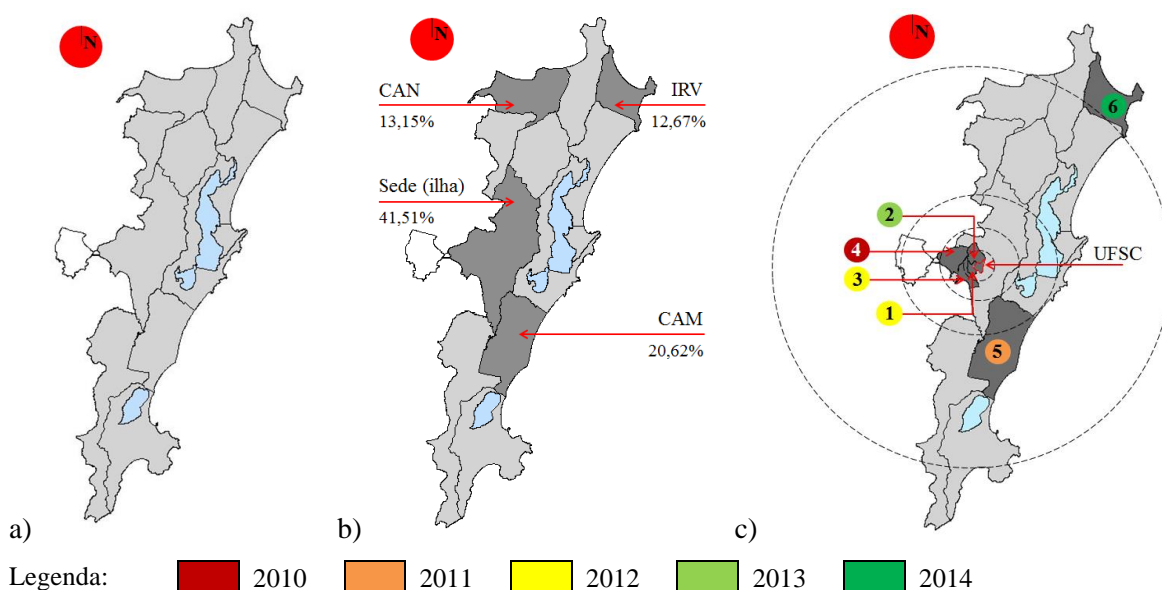


Figura 1: Florianópolis Insular: a) distritos administrativos; b) distritos administrativos com maior fluxo de área construída; c) seleção de estudos de caso. Fonte: elaborado pelos autores.

Nesse período analisado foi observada a regularidade do fluxo de crescimento na oferta de edifícios de uso residencial multifamiliar de altura média, ou seja, de quatro a nove pavimentos, no período entre 2010 a 2013, atingindo respectivamente o equivalente a 76%, 73%, 74% e 85% do total anual. Em 2013 a oferta destas edificações apresenta um pico de crescimento de 10%, atingindo 85% do total anual, porém em 2014 observa-se uma queda

de 22%, atingindo 63% dos edifícios ofertados. Em 2010 os edifícios baixos, com dois a três pavimentos apresentam uma oferta de apenas 5% do total anual. Em 2011 ocorreu a queda de 3% na oferta de edifícios altos, faixa a partir de dez pavimentos, atingindo o equivalente a 16% do total anual, assim como o crescimento de 6% na oferta de edifícios baixos, que se manteve regular no ano subsequente. Em 2012 verifica-se uma nova queda de 2% na oferta dos edifícios altos, com o equivalente a 14%. Em 2013 observa-se, na oferta dos edifícios baixos e altos, a queda respectivamente de 5%, considerando a oferta de 7% e 8% do total anual. Em 2014 observa-se o crescimento na oferta de edifícios baixos e altos, respectivamente de 5% e 18%, observando a oferta anual equivalente a 12% e 26%. Essa oscilação de oferta residencial, pode ser observada no Gráfico 2.

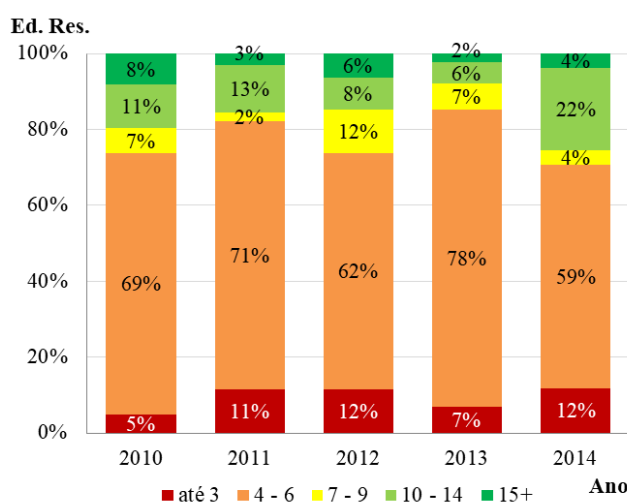


Gráfico 2: Oferta de edifícios multifamiliares por pavimentos na Florianópolis Insular. Fonte: elaborado pelos autores com base em dados do Arquivo/SMDU/PMF.

A partir dessa amostra pode-se observar a predominância e a regularidade na oferta de edifícios de altura média, categoria de quatro a seis pavimentos, assim como, a regularidade de oferta mínima de edifícios altos, categoria com quinze ou mais pavimentos. Dessa maneira, o panorama e a caracterização da oferta de empreendimento na Florianópolis Insular foram necessários para diagramação da predominância das categorias habitacionais e seleção dos estudos de caso.

3. Funcionalidade Arquitetônica: contextos e conceitos

Na arquitetura, a funcionalidade é o princípio pelo qual o projeto de construção deve ser baseado em seu principal requisito, que é ser adequado para ser utilizado. Isto possibilita quantificar os espaços de acordo com as avaliações de atenção aos requisitos espaciais e funcionais dos ambientes.

A função dos ambientes pode ser definida como o conjunto de atividades ou componentes para alcançar um objetivo específico, podendo ser definida pela própria instalação de equipamentos, demarcação por mobiliário ou a compartimentação, fixa ou

móvel, dos espaços físicos. A funcionalidade está relacionada à otimização do espaço a partir de condições ideais para o seu uso, considerando aspectos funcionais, configurações e circulações. Esses aspectos podem contribuir para prevenção de falhas ou usos inadequados.

Segundo Malard (2001), uma casa para ser adequada deve oferecer espaço suficiente para o morador, como também, para todos os seus utensílios, que são necessários ao desempenho das atividades cotidianas, ou seja, a casa tem que funcionar e a criação arquitetônica dos espaços deve ocorrer por tentativa de eliminação de erros, por meio de posicionamento crítico da realidade.

Todas as questões de funcionalidade estão correlacionadas ao conceito de usabilidade, como atributo adotado pela ergonomia e pelo design para abordagens a respeito da qualidade de uso dos produtos, fornecendo elementos para mensuração do desempenho quanto a facilidade de uso mediante a compreensão imediata da função e simplicidade de operação, sem que gere esforços ou conflitos de usos. Dessa maneira, a funcionalidade também pode ser classificada quanto a usabilidade e o design de interface.

A multifuncionalidade busca atender usos simultâneos, sequenciais e/ou esporádicos de modo a garantir segurança e satisfação dos usuários, evitando conflitos e incompatibilidades de usos. Os espaços reduzidos e compactos, tendem a induzir funções sobrepostas, o que pode agravar os conflitos de uso. A compacidade que se observa nos espaços reduzidos coloca em destaque a necessidade de compreender essas novas formas de viver, da apropriação de lugares restritivos e a multiplicidade de usos que se produz nestes ambientes, devido à racionalidade de mobiliário e a sofisticação dos equipamentos denominados como multifuncionais, com atributos de transformação e articulação, pois assumem diferentes funções de acordo com a necessidade do usuário.

Os espaços com sobreposição de usos precisam ser avaliados, quanto as suas condições e eficiência, relacionadas a viabilidade funcional, a partir de métodos que possam gerar uma contribuição acadêmica, considerando as alternâncias de uso temporal, de diferentes funções assumidas pelo dispositivo com multifuncionalidade. Os móveis polivalentes assumem diferentes funções, de acordo com a necessidade do usuário, considerando atividades sequenciais, alternadas ou em função ao quesito de temporalidade.

4. Método da Funcionalidade Arquitetônica

Nesse método os aspectos quantitativos estão relacionados a quantidade de mobiliário e de equipamentos mínimos necessários para o funcionamento adequado por ambiente e, de mobiliário e de equipamentos adicionais que complementam e facilitam o dia a dia do morador. Os aspectos qualitativos referem-se à organização ou à disposição espacial do mobiliário e dos equipamentos nos ambientes, considerando os espaços mínimos para os fluxos adequados de circulação e de operacionalização, de maneira segura e adequada.

Para a diagramação dos resultados da avaliação de funcionalidade arquitetônica, por comportar apenas estudos de caso, com apartamentos de até um dormitório, o número de quesitos por ambiente passou a ser cinco, sendo acrescentado o aspecto da multifuncionalidade para totalizar os seis quesitos do método original.

A representação dos resultados da avaliação de funcionalidade arquitetônica buscou de modo conciso a identificação dos problemas e a apresentação do desempenho, a partir da análise combinatória de cálculos. Essa diagramação mediante gráficos velocímetro e de radar facilitam a compreensão e a visualização da situação real apresentada pelos estudos.

A sistematização do protocolo de cálculo do Indicador de Funcionalidade da Habitação (IFH) foi definido a partir das características de quantidade e qualidade de quesitos, conforme os Indicadores de Funcionalidade dos Compartimentos ou Cômodos (IFC). Desse modo, o IFH resulta da soma das variáveis dos IFC's, que são determinados pela somatória dos seis Indicadores de Funcionalidade dos Quesitos (IFQ's). Ou seja, o cálculo do IFH apresenta a relação entre os conceitos e os indicadores necessários para o melhor desempenho funcional por ambientes e para a unidade.

A sistematização desse protocolo de avaliação de habitações de dimensões reduzidas permite o diálogo entre parâmetros conceituais da arquitetura com o design para fundamentar essa lacuna científica de que ambas categorias, integradas ou com um dormitório, em edifícios induzem a sobreposição de usos, não atendendo de modo satisfatório a funcionalidade arquitetônica quando a sua ocupação dispõe de mobiliário convencional. Vale ressaltar que a qualidade e a durabilidade funcional dessas categorias habitacionais devem buscar o atendimento satisfatório das legislações, de normas e a satisfação do usuário. A capacidade elástica e dinâmica do ambiente construído pode corresponder às especificidades do usuário e ao ciclo de desenvolvimento humano.

5. Resultados e Discussões

O apartamento dimensionado a partir de parâmetros mínimos e em espaços concentrados deve cumprir os requisitos de normas vigentes. O perfil de usuários e a crise econômica têm alavancado a demanda e a oferta por esse tipo de unidade residencial. A localização possibilita a redução ou a facilitação de mobilidade, mostrando-se como fator determinante para quem opta por essa categoria habitacional.

No decorrer das análises observou-se que a categoria de apartamentos com tamanho dimensional reduzido além de comportar poucos ambientes com conceito funcional de neutralidade, apresentam restrições na polivalência de usos, tendo em vista os poucos e limitados espaços. Desse modo, a adequação dos poucos ambientes às necessidades e especificidades dos diferentes perfis de usuários ou núcleos familiares torna-se um desafio para os profissionais específicos da área construtiva e projeto, bem como um problema para o usuário de perfil tradicional e baixo poder aquisitivo. Vale ressaltar que a solução racionalizada do espaço compacto está correlacionada a otimização do espaço efetivo com o uso de dispositivos com multifuncionalidade.

Na sequência, são apresentadas as sínteses das análises de funcionalidade arquitetônica de seis estudos de caso. A funcionalidade habitacional do estudo de caso CVR12 atingiu o resultado mostrado no Gráfico 3, pode-se observar os indicadores de funcionalidade da unidade e por aspecto, com IFH65, que indica o conceito “precário”. A avaliação de funcionalidade do apartamento apresentou maior precariedade no banheiro e de dispor de baixa multifuncionalidade, respectivamente IFC7 e IFC9.

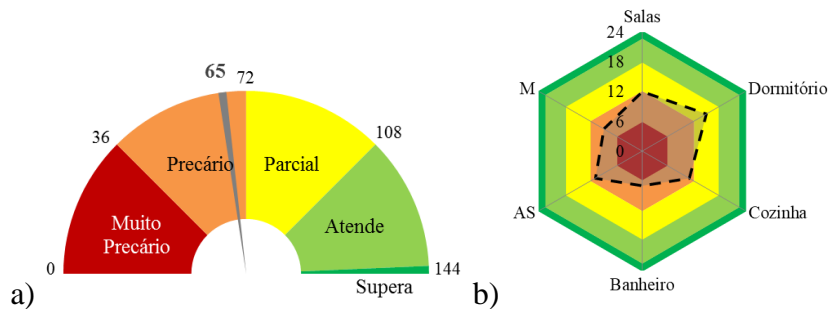


Gráfico 3: IFH do estudo de caso CVR12: a) desempenho da unidade residencial; b) desempenho por ambiente/multifuncionalidade. Fonte: elaborado pelos autores.

No Gráfico 4 pode-se observar os resultados dos indicadores da funcionalidade arquitetônica sendo equivalente a IFH61, com conceito “precário”. As variações nos resultados indicam o baixo desempenho, com maior ênfase na cozinha e no dormitório, respectivamente IFC7 e IFC9.

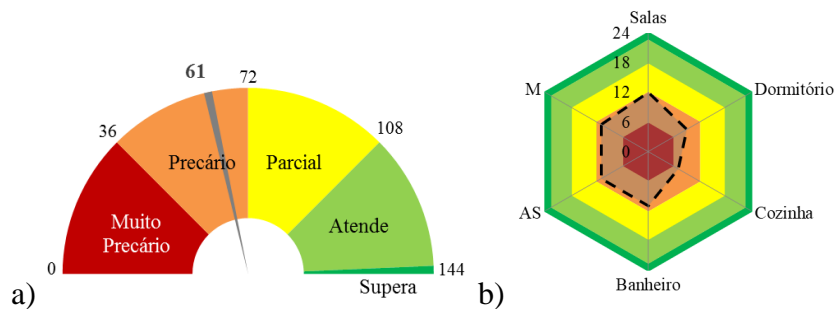


Gráfico 4: IFH do estudo de caso TRI13: a) desempenho da unidade residencial; b) desempenho por ambiente/multifuncionalidade. Fonte: elaborado pelos autores.

No Gráfico 5 pode-se observar o resultado do indicador da funcionalidade arquitetônica, que diz respeito ao desempenho do estudo de caso SCL12, com IFH70, que indica o conceito “precário”. As variações dos resultados indicam o baixo desempenho do apartamento, observando que o ambiente com o menor indicador de funcionalidade foi a área de serviço com IFC9, em decorrência da precariedade de espaço de circulação, aproximação e usabilidade, assim como o vão da porta não comportar a faixa mínima de passagem de 80cm.

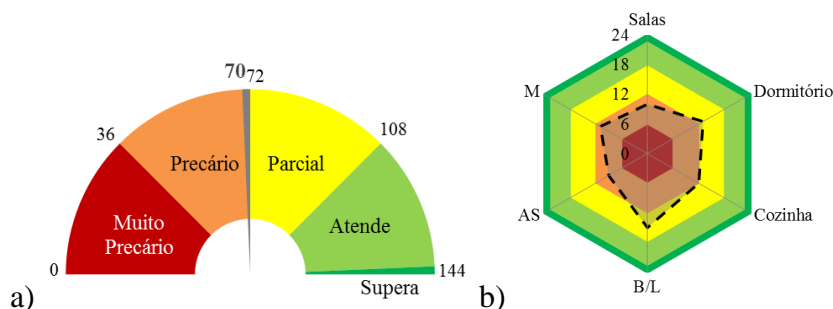


Gráfico 5: IFH do estudo de caso SCL12: a) desempenho da unidade residencial; b) desempenho por ambiente/multifuncionalidade. Fonte: elaborado pelos autores.

No Gráfico 6 pode-se observar o resultado mediano do indicador da funcionalidade arquitetônica do estudo de caso CEN10, que diz atingiu IFH90, com o conceito “atende”, com performance adequada. A variação de desempenho dos ambientes da unidade apresenta índices IFC que variam entre 17 e 11, respectivamente o setor de higiene e a cozinha.

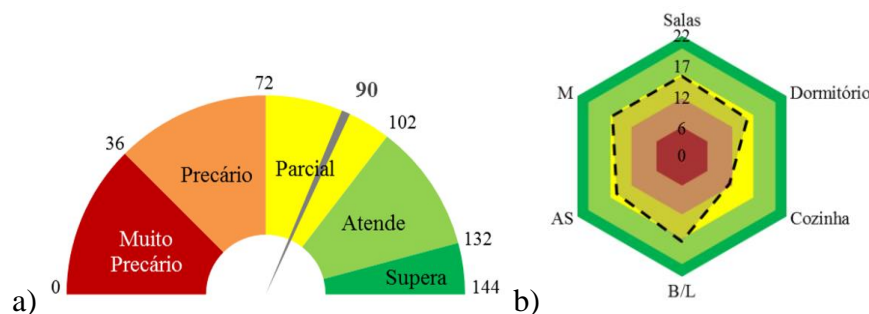


Gráfico 6: IFH do estudo de caso CEN10: a) desempenho da unidade residencial; b) desempenho por ambiente/multifuncionalidade. Fonte: elaborado pelos autores.

No Gráfico 7 observa-se o resultado da análise da funcionalidade arquitetônica do estudo de caso CAM11, com o IFH68, que indica o desempenho precariamente adequado. As variações nos resultados por ambiente e do aspecto da multifuncionalidade indicam o baixo desempenho na avaliação, com maior representatividade de menor performance na cozinha que apresentou IFC8.

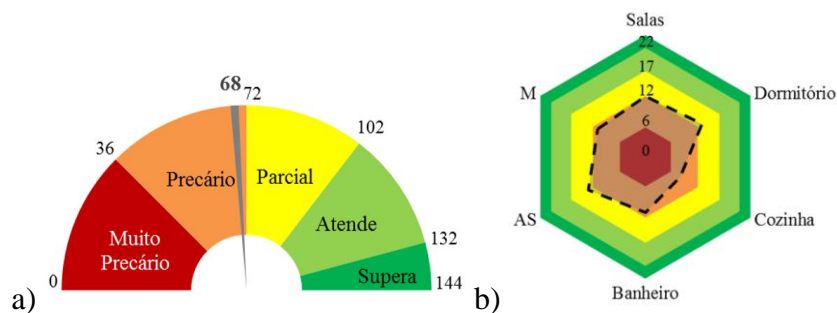


Gráfico 7: IFH do estudo de caso CAM11: a) desempenho da unidade residencial; b) desempenho por ambiente/multifuncionalidade. Fonte: elaborado pelos autores.

No Gráfico 8 pode-se observar o resultado do indicador da funcionalidade do estudo de caso IRV14, com o resultado de IFH83, que indica o conceito “parcial”. De acordo com os cálculos dessa análise, observa-se que o ambiente com o menor indicador de funcionalidade foi o banheiro com IFC10 devido não comportar o quesito de uso simultâneo, assim como também apresentou baixo desempenho nos quesitos: otimização de usos, dimensão adequada, áreas de uso, nível de privacidade e iluminação natural.

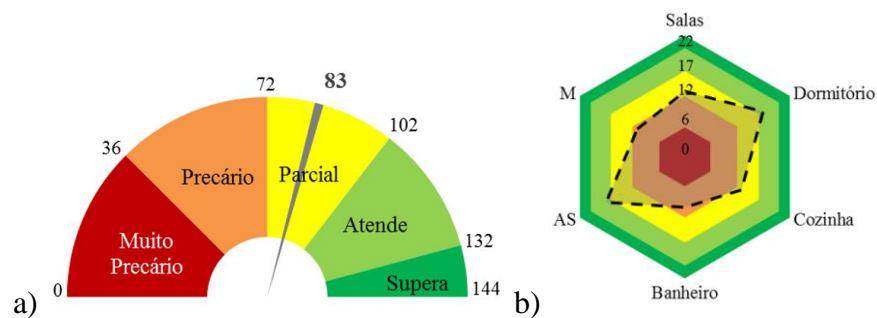


Gráfico 8: IFH do estudo de caso IRV14: a) desempenho da unidade residencial; b) desempenho por ambiente/multifuncionalidade. Fonte: elaborado pelos autores.

A predominância do baixo desempenho dos estudos de caso nas análises da funcionalidade arquitetônica, indica o atendimento precário na maioria dos aspectos avaliados, considerando os pontos críticos que não atendem às dimensões mínimas dispostas no Código de Obras e Edificações de Florianópolis. O espaço mínimo necessário diz respeito a comportar os fluxos de circulação, além de seus usos.

Na Figura 2 pode-se observar o ranking da funcionalidade arquitetônica dos estudos de caso, em que, dois dos apartamentos integrados superam alguns dos apartamentos com um dormitório, conforme destacado. Ou seja, o resultado não está relacionado diretamente as categorias habitacionais e sim na disposição dos serviços domésticos, a conexão espacial das funções e a área útil mínima necessária para a operacionalidade da moradia.

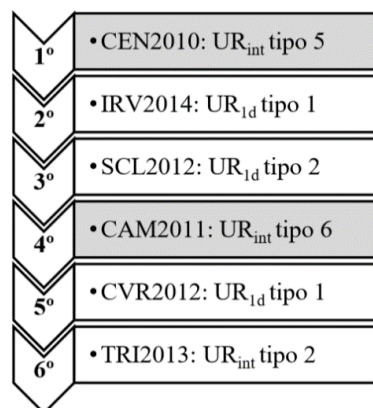


Figura 2: Ranking da funcionalidade dos estudos de caso. Fonte: elaborado pelos autores.

Os conflitos de situação inadequada foram observados, principalmente nos ambientes da sala de jantar, em relação à obstrução de passagem, no mínimo em uma das laterais e acesso a alguns assentos. Observou-se situação inadequada no entorno da mesa de refeição, com bloqueio do fluxo de circulação, de aproximação e de uso efetivo do ambiente. No banheiro, com relação ao acesso, que não satisfaz a dimensão mínima de passagem livre recomendada pela literatura especializada e normas vigentes, sendo que, em dois estudos de caso, também não atende aos requisitos de dimensionamento mínimo (SCL2012 e IRV2014) e de diâmetro mínimo. Em dois estudos de caso, a cozinha apresentou desconformidade com o espaço mínimo necessário para uso com segurança (CAM2011 e CVR2012).

O espaço da área de serviço não costuma suportar a sobrecarga de suas funções, observando que dois dos estudos de unidade com um dormitório (CVR2012 e SCL2012) e apenas um dos estudos de unidade integrada (TRI2013) apresentaram área útil inferior a mínima disposta pelo Código de Obras e Edificações de Florianópolis. Por outro lado, com a porta grande de correr na sala de estar tem-se a possibilidade de expandir o uso desse espaço, por meio da integração da sacada, o que permite agregar o espaço central da unidade e amenizar o problema de área reduzida do setor social.

6. Conclusões

O trabalho destaca aspectos necessários às unidades residenciais integradas e com um dormitório que possam diversificar as configurações e transformações dos projetos com a finalidade de melhorar o seu desempenho de funcionalidade arquitetônica. A apropriação do espaço, manifestada pela organização, personalização ou customização do apartamento, pode apresentar níveis de complexidades diferentes, em função de serviços e de ocupação do lugar. A busca por soluções alternativas pode subsidiar a melhor adequação dos ambientes às especificidades, perfil e mudanças na vida dos usuários.

As habitações com dimensões reduzidas necessitam de atenção especial, na sua configuração organizacional, de modo a facilitar o uso e melhorar o atendimento das necessidades do usuário. Este trabalho destacou a necessidade de qualificar e adequar esses espaços reduzidos e concentrados às novas formas de comportamento dos usuários, mediante o uso de mobiliário e de equipamentos com multifuncionalidade, para a viabilidade de usos diversos mediante dispositivos articuláveis.

A amostra de apartamentos analisada sinalizou um crescimento significativo das áreas construídas no período de 2011 a 2013. Também se observou o crescimento pontual em alguns bairros com praias, tendo em vista o potencial turístico, e nos bairros do entorno do Campus Central da Universidade Federal, de modo a atender o mercado imobiliário voltado ao público estudantil. Dos apartamentos visitados, nas fases de construção e de uso, observou-se a predominância para uso de aluguel. Também pôde ser observado que o perfil e a situação econômica do usuário tem sido fatores predominantes para alavancar a demanda e a oferta dessas categorias habitacionais.

A avaliação da funcionalidade arquitetônica nessa categoria com restrição de tamanho, possibilita mensurar a adequação ou não do espaço doméstico às necessidades reais dos arranjos familiares diferentes dos convencionais e aos requisitos legais. O confronto entre o ponto de vista do morador e as diferentes análises fundamentadas no referencial teórico possibilitou diálogo e contraponto entre a teoria e a vivência dos usuários nessas unidades com tamanho reduzido. Os relatos dos moradores possibilitaram direcionar as análises de acordo com pressupostos essenciais para essas categorias habitacionais. Esse mecanismo de incorporar a opinião do usuário às determinações teóricas pode abrir um campo de novas descobertas a partir de análises locais e pontuais que consideram os relatos e as opiniões dos moradores, os usuários efetivos da moradia.

Referências

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Contém as emendas constitucionais posteriores. Brasília: Senado, 1988.

FLORIANÓPOLIS. Lei Complementar nº 482, de 17 de janeiro de 2014. Institui o Plano Diretor de Urbanismo. Disponível em: <<https://bit.ly/2yrfHLG>>. Acesso em: 25 mar 2020.

FLORIANÓPOLIS. Lei Complementar nº 60, de 11 de maio de 2000. Institui o Código de Obras e Edificações e dá outras providências. Disponível em: <<http://leismunicipa.is/nopal>>. Acesso em: 25 out 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira. IBGE: Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/JUCQN6>>. Acesso em: 10 jan 2017.

MALARD, Maria Lúcia. O método em arquitetura: conciliando Heidegger e Popper. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo (PUC-MG), Belo Horizonte, v. 8, n.8, p. 128-154, 2001.

SINDICATO DAS EMPRESAS DE COMPRA, VENDA, LOCAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DE IMÓVEIS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS DE SÃO PAULO. SECOVI-SP. Anuário do Mercado Imobiliário 2016. Secovi-SP (Sindicato da Habitação): São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/CKBr7b>>. Acesso em: 30 jan. 2017.

UNITED NATIONS. Revision of World Population Prospects. Final Report. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. New York: DESA, 2015.

VASCONCELOS, Cláudia Q. de. Avaliação da compacidade, funcionalidade e flexibilidade em habitações de dimensões reduzidas: estudos de caso em edifícios de Florianópolis-SC. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Florianópolis: UFSC, 2017.

AGRADECIMENTOS

A pesquisa recebeu auxílio financeiro de agência de fomento e agradece a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas, vinculada ao Governo do Estado do Amazonas, por possibilitar a sua realização.

Proposta de Projeto Arquitetônico para uma Residência Unifamiliar em Teófilo Otoni/MG sob os Aspectos Ambientais de Conforto Térmico

Architectural Project Proposal for a Single Family Residence in Teófilo Otoni / MG under the Environmental Aspects of Thermal Comfort

Iara Ferreira de Rezende Costa, Mestre em Engenharia Civil , UFVJM

iara.ferreira@ufvjm.edu.br

Fernanda Andrade Dutra, Graduanda em Engenharia Civil, UFVJM

fernanda-dutraa@hotmail.com

Mariane Nunes Mendes, Graduanda em Engenharia Civil, UFVJM

mari-nm-2402@hotmail.com

Alcino de Oliveira Costa Neto, Mestre em Engenharia Civil , UFVJM

alcino.neto@ufvjm.edu.br

Resumo

Ao longo dos anos, as edificações passaram a contar com formas de condicionamento artificial, negligenciando as particularidades climáticas locais e a eficiência energética nas construções. A partir das últimas transformações sociais, econômicas e técnicas, surge a necessidade da adequação das edificações ao clima e da busca por estratégias ecoeficientes, representando a possibilidade de melhoria na economia de energia, na obtenção de conforto ambiental e no aproveitamento e preservação dos recursos naturais. O presente trabalho tem por finalidade a descrição de um projeto arquitetônico direcionado para uma residência unifamiliar no município de Teófilo Otoni/MG, levando em consideração fatores ecologicamente corretos, como a adequação ao clima local em estratégias bioclimáticas. As estratégias foram elaboradas com base na pesquisa do clima local, da incidência solar e da ventilação natural. Como resultado, o projeto contemplou artifícios que atende as principais causas de desconforto térmico provocado pelas condições atmosféricas adversas da localidade.

Palavras-chave: Arquitetura bioclimática; Estratégias ecoeficientes; Conforto térmico; Teófilo Otoni

Abstract

Over the years, as editions achieved with forms of artificial conditioning, neglecting local climatic peculiarities and an energy saving in buildings. From the latest social, economic and technical changes, increase the need to adapt the editions to the climate and look for eco-efficient, showing the possibility of improving energy savings, enjoy environmental comfort and do not take advantage

of economic resources. The present work aims to describe an architectural project aimed at a single-family residence in the municipality of Teófilo Otoni / MG, taking into account ecologically correct factors, such as an adaptation to the local climate in bioclimatic statistics. As strategies were developed based on the research of local climate, solar incidence and natural ventilation. As a result, the project includes art that serves as the main causes of thermal discomfort caused by the adverse climatic conditions of the location.

Keywords: *Bioclimatic architecture; Eco-efficient strategies; Thermal comfort; Teófilo Otoni*

1. Introdução

Desde os primórdios, o homem tem buscado adaptar as condições do clima local para melhorar suas condições de vida, e assim, obter conforto ambiental. Ele desenvolveu vestimentas e tecnologias para satisfazê-lo, e a arquitetura também sofreu alterações a fim de se adequar às características climáticas.

No Brasil, as edificações representam 46,7% do consumo de energia elétrica, de acordo com dados de 2011 do relatório da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2012). Do total, 23,3% refere-se ao consumo do setor residencial sendo, em sua maior parte, destinado a geladeiras, chuveiros e lâmpadas. Recentemente, o ar condicionado chegou a 20% da média de consumo nacional.

Assim, quando o impacto no consumo energético e nas condições de conforto ambiental se torna determinante, a arquitetura bioclimática se destaca dentro do conceito de sustentabilidade. De acordo com Gonçalves e Duarte (2006), a mudança ocorreu devido ao estreitamento da associação entre o conforto ambiental e o consumo energético, muito presente no uso de aparelhos de condicionamento ambiental e iluminação artificiais.

A conciliação ao clima e a consciência das vantagens em utilizar estratégias naturais de iluminação, aquecimento e resfriamento de ambientes em projetos arquitetônicos, representam um grande potencial de redução da demanda de energia esperada para os próximos anos. Para definir essas estratégias, a compreensão das variáveis climáticas de uma região é necessária, identificando os períodos de maior possibilidade de desconforto térmico.

Diante deste cenário, a arquitetura bioclimática visa a habitação centrada sobre o conforto ambiental do homem e sua repercussão no planeta. Como continuidade, a arquitetura sustentável objetiva aumentar a qualidade de vida do ser humano no ambiente construído e seu entorno, ajustado às características da vida e do clima local, com o menor consumo energético compatível com o conforto ambiental, garantindo um mundo menos poluído para as gerações futuras (CORBELLA; YANNAS, 2009).

Portanto, o presente estudo tem por finalidade a apresentação de um projeto para uma residência unifamiliar no município de Teófilo Otoni, Minas Gerais (MG), levando em consideração fatores ecologicamente corretos, como a adequação ao clima local em instrumentos bioclimáticos. Por fins mais específicos a este trabalho, a elaboração da planta baixa, partindo da caracterização do clima, da incidência solar e da ventilação local, em consonância com as estratégias bioclimáticas.

2. Revisão teórica

2.1 Arquitetura bioclimática

Conforme Fernandes (2009), surge no século XX, a partir do modernismo, a ideia de renovar a arquitetura numa tentativa de rompimento com o passado. A revolução industrial e inovações tecnológicas trouxeram consigo novos materiais e tecnologias. Os novos edifícios manifestavam a tentativa de libertação das limitações impostas pela natureza, principalmente as relacionadas aos condicionantes climáticos.

Lamberts, Dutra e Pereira (2014) afirmam que, o termo arquitetura sustentável surge a partir dos anos 90, com o intuito de reconhecer na construção civil uma das principais fontes de degradação dos recursos ambientais e, potencialmente, a principal fonte de renovação dos mesmos. Assim, aos poucos renasce uma arquitetura associada ao clima local, visando o conforto ambiental do ser humano dentro do ambiente construído e sua repercussão no planeta.

Sendo assim, o princípio da arquitetura configurada dentro dos conceitos bioclimáticos é o entendimento dos aspectos relacionados à implantação ideal da edificação. Segundo Fernandes (2009), a realização de um planejamento local específico adequado e uma melhor qualidade de vida só são possíveis quando os elementos naturais (luz, cor, som e materiais) são incorporados à criação da paisagem construída.

2.2 Conforto térmico

A ASHRAE Standard 55 (2017), define o conforto térmico como o estado da mente que revela satisfação em relação ao ambiente térmico. O homem sente conforto térmico quando houver um equilíbrio entre as trocas de calor que submetem o seu corpo e a temperatura da pele e suor estiverem dentro de certos limites (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Segundo Grzybowski (2004), o conforto térmico é o maior responsável pelo conforto ambiental. A temperatura sob a qual um corpo é submetido, pode afetar o seu estado físico e mental, comportamento e reações. O calor excessivo, por exemplo, provoca efeitos sobre o indivíduo, causando cansaço, reduzindo a concentração e aumentando riscos de erros ou acidentes.

3. Procedimentos metodológicos

3.1 Análise do terreno

O município de Teófilo Otoni está localizado na região nordeste do estado de Minas Gerais, na mesorregião do Vale do Mucuri, a cerca de 447 km da capital do estado (Belo Horizonte) como mostra a Figura 1. Possui uma área territorial de 3.242,270 km² e encontra-se na latitude 17°51'32" Sul, longitude 41°30'32" Oeste e 347 metros de altitude (IBGE, 2019).

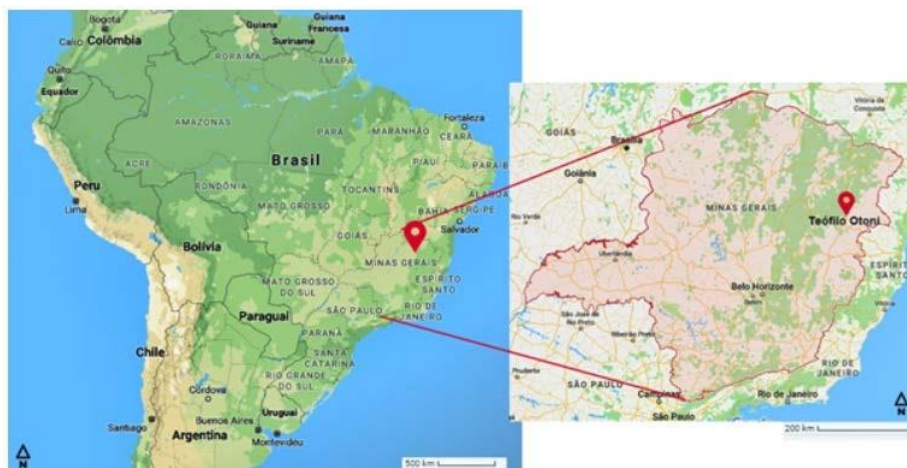


Figura 1: Localização de Teófilo Otoni. Fonte: Google Maps, 2019 (Adaptado).

O terreno escolhido para o projeto em estudo se encontra no bairro São Jacinto, como mostra a Figura 2, localizado na área nordeste da cidade. O bairro é tipicamente residencial com predominância de residências unifamiliares e edifícios multifamiliares.



Figura 2: Perímetro municipal e localização do bairro do referente ao projeto. Fonte: Google Maps, 2019 (Adaptado).

O terreno possui uma área total de 304 m² e perímetro igual a 70 m, sendo suas dimensões de 16 m de frente e 19 m de fundo. Segundo a Lei Complementar nº 114(2016), que dispõe sobre normas e condições para o uso e ocupação do solo urbano, da cidade de Teófilo Otoni, o Bairro São Jacinto, está inserido na Zona de Uso Predominantemente Residencial 1 – ZPR1, está sujeito aos índices urbanísticos resumidos na Tabela 1.

Área mínima do lote	300,0 m ²
Coeficiente de aproveitamento	1,0
Taxa de ocupação máxima	70,0%
Taxa de permeabilidade mínima	30,0%
Afastamentos mínimos frontal, fundo (com abertura de vão) e lateral (com abertura de vão)	2,0; 2,0;1,5 m

Tabela 1: Índices de urbanísticos de Teófilo Otoni. Fonte: Prefeitura de Teófilo Otoni, Lei Complementar nº 114, 2016.

3.2 Análise do clima local e da incidência solar

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o clima de Teófilo Otoni é caracterizado como Tropical Quente Semiúmido, ou seja, possui médias maiores que 18°C em todos os meses do ano, apresentando verões chuvosos e invernos com poucas chuvas (IBGE, 2019).

Para estudo do clima local, foram analisados dados meteorológicos obtidos no intervalo de 30 anos (1981 a 2010) pelas estações meteorológicas convencional e automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019). A estação automática localiza-se na região do aeroporto e a estação convencional na região central da cidade.

O clima da região é enquadrado no sistema de classificação global de Köppen como Aw (tropical quente semiúmido), cuja temperatura média anual é de 23,8°C.

Através do software Analysis SOL-AR 6.2 pode-se gerar a carta solar de Teófilo Otoni, conforme Figura 3. A carta solar é utilizada para se obter informações sobre a trajetória do sol na cidade em qualquer época do ano, através do ângulo azimute e da altura solar, possibilitando, assim, analisar o período de insolação (horas de sol) que uma edificação receberá, em cada fachada.

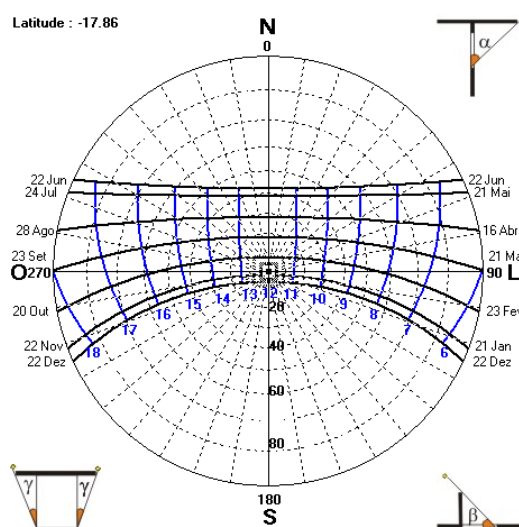


Figura 3 - Carta solar de Teófilo Otoni. Fonte: Analysis SOL-AR 6.2, 2019.

3.3 Análise da Ventilação

Através da rosa dos ventos de Teófilo Otoni, é possível obter informações sobre a ventilação na cidade, como os parâmetros de velocidades predominantes e a frequência de ocorrência dos ventos por direção. Na Figura 4 é apresentada a rosa dos ventos local.

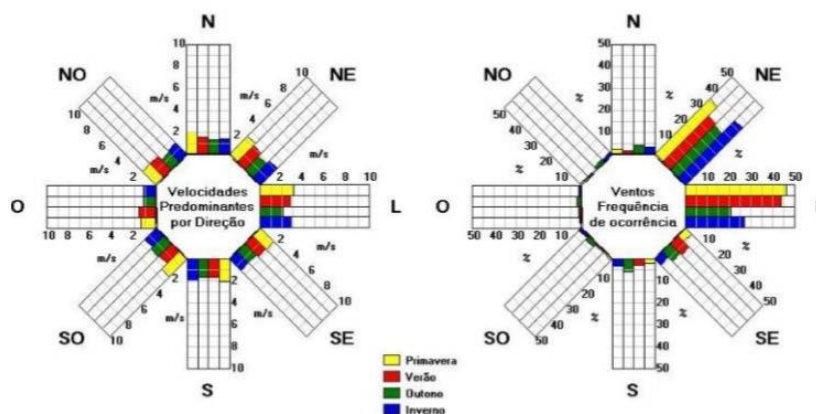


Figura 4: Rosa dos Ventos de Teófilo Otoni. Fonte: Oliveira, Sakiyama e Miranda, 2017.

Analisando a rosa dos ventos, pode-se observar que os ventos mais frequentes na cidade ocorrem nas direções: Leste, durante a primavera e o verão; e Nordeste, durante a primavera e o inverno. Já o vento com velocidade máxima ocorre na direção Leste durante a primavera e apresenta velocidade em torno de 3 m/s. Na média anual, a velocidade do vento varia entre 2 e 3 m/s e ocorre com frequência expressiva nas direções Leste, Nordeste.

3.4 Análise das estratégias bioclimáticas

A NBR 15220 (2005) - Desempenho Térmico de Edificações, Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social Teófilo Otoni tem como objetivo apresentar recomendações quanto ao desempenho térmico de habitações unifamiliares de interesse social aplicáveis na fase de projeto.

De acordo com a referida norma o município está localizado na Zona Bioclimática 5 (Figura 5). Para adequar a edificação ao clima, devem ser atendidas as seguintes diretrizes construtivas: médias aberturas para ventilação, sombreamento das aberturas, paredes leves refletoras e cobertura leve isolada para as vedações externas.



Figura 5: Zona Bioclimática 5. Fonte: ABNT NBR 15220-3, 2005.

Como estratégias de condicionamento térmico passivo para a Zona Bioclimática 5, a Norma recomenda a ventilação cruzada para o verão e vedações internas pesadas (inércia térmica) para o inverno.

4. Resultados

4.1 O projeto

Atendendo ao programa de necessidades e a análise dos usuários, o projeto da edificação conta com uma área construída de 107,945 m² e área útil de 92,51 m², possuindo 9 cômodos na residência, sendo: dois (2) quartos, uma (1) suíte, dois (2) banheiros, um (1) corredor, uma (1) sala de TV e sala de jantar, uma (1) cozinha, uma (1) área de serviço e um (1) local para varal.

Nas Figuras 6 e 7 são apresentadas as plantas baixas da casa, mostrando a disposição e as dimensões dos cômodos. A unidade está em metros.

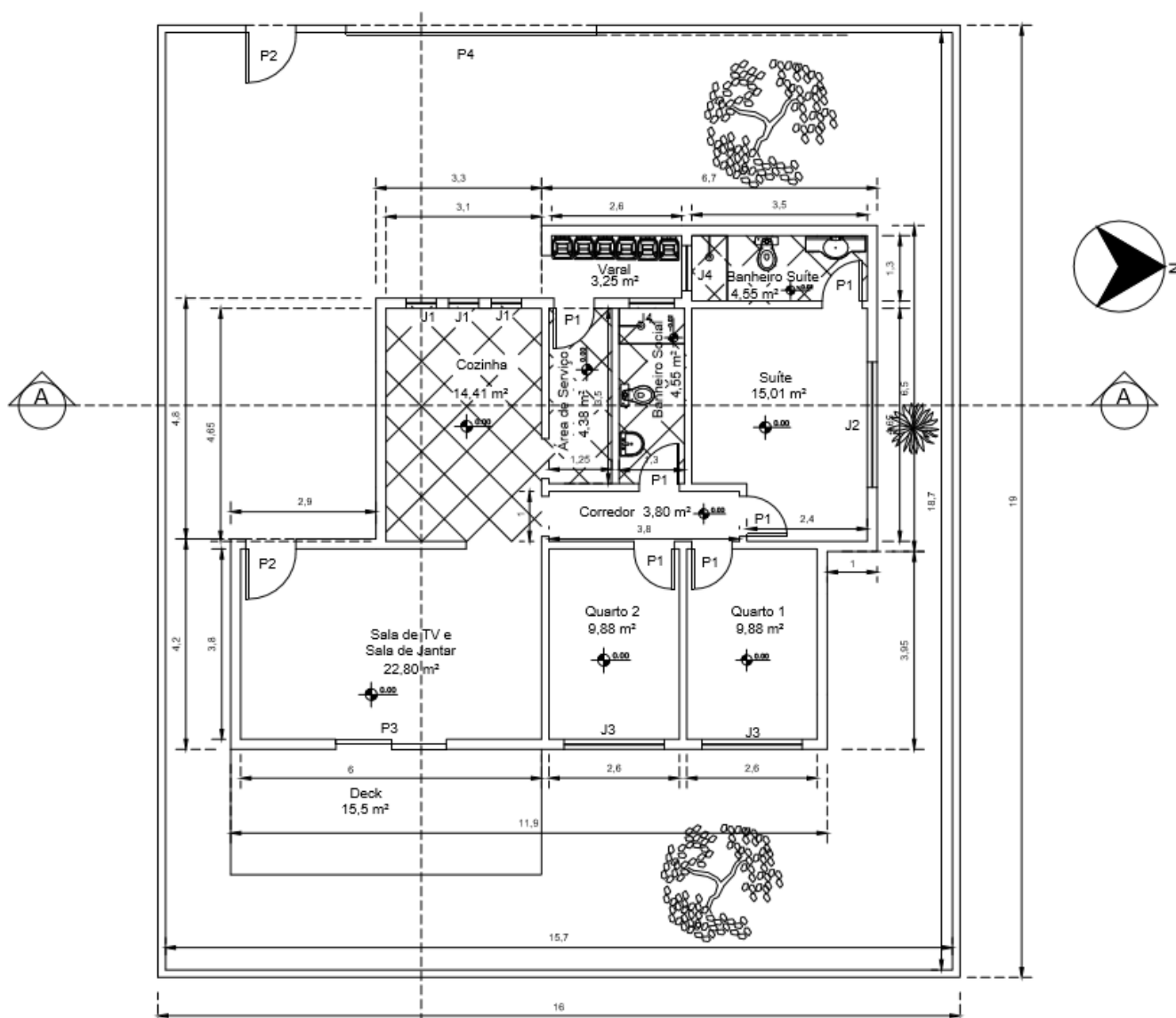


Figura 6: Planta baixa da residência. Fonte: elaborado pelos autores.



Figura 7: Planta baixa humanizada. Fonte: elaborado pelos autores.

Os afastamentos frontais, laterais e de fundo da edificação obedecem aos valores determinados para o zoneamento que se encontra o projeto: 3,85 metros frontal, 4,4 metros de fundo, 1,5 metros de lateral direita e 1,3 metros de lateral esquerda, pois esta não possui abertura de vão.

4.2 Estratégias bioclimáticas adotadas

A implantação, o formato geométrico e a distribuição das aberturas da edificação foram determinadas considerando a trajetória aparente do sol, encontrada na carta solar da cidade. Desta forma, evitou-se que os cômodos de permanência prolongada - os quartos e a suíte - fossem voltados às fachadas críticas em incidência solar, ou seja, que recebe muita insolação durante o ano. As fachadas oeste da residência, assim como o muro frontal, respectivamente, estão em evidência na Figura 8.



Figura 8: Vista da fachada oeste e da principal da residência. Fonte: elaborado pelos autores.

Em vista disso, a edificação foi orientada de forma que as áreas molhadas (cozinha, banheiros e área de serviço) recebessem a maior parte da incidência solar, na fachada oeste. Enquanto os quartos foram orientados para as fachadas mais protegidas do sol, fachada leste e norte.

Nos muros da edificação, definiu-se a utilização de detalhes em cobogós (consonante a Figura 8) de cerâmica na cor branca, permitindo a entrada da luz e ventilação natural na residência. Assim, o muro do lado Norte do lote e o muro da fachada da edificação (Figura 8) contarão com detalhes de cobogós. Também foram utilizados os cobogós na parede externa da área denominada varal.

Ademais, largos beirais foram projetados em toda a edificação, funcionando como brises horizontais; a cor branca foi utilizada nas paredes, por ser a que mais reflete os raios solares; as grandes aberturas permitem a ventilação e iluminação natural, assim como as claraboias; o muro alto na fachada norte evita os raios solares no verão; árvores caducas protegem as aberturas da radiação solar no verão e possibilita a entrada do sol no inverno; e os detalhes em cobogós nos muros facilitam a ventilação.

A partir da análise da carta solar, elaborou-se a Tabela 2, com os horários de incidência solar (horas de sol) que a edificação receberá, em cada fachada, de acordo com o período do ano.

Fachada	Norte	Sul	Leste	Oeste
Solstício de verão	Não há incidência solar	05h45min às 18h15min	05h45min às 12h00min	12h00min às 18h15min
Solstício de inverno	06h45min às 17h45min	Não há incidência solar	06h45min às 12h00min	12h00min às 17h45min
Equinócios	06h00min às 18h00min	Não há incidência solar	06h45min às 12h00min	12h00min às 18h00min

Tabela 2: Horários de insolação solar em Teófilo Otoni em cada período do ano.

Fonte: elaborado pelos autores.

A fachada Norte, no solstício de verão, não recebe insolação, já no solstício de inverno e nos equinócios, a fachada recebe insolação durante todo o dia. Nessa fachada está localizada a suíte, o quarto 1 e o banheiro da suíte. A fachada Sul, no solstício de verão recebe insolação durante todo o dia. Já no solstício de inverno e nos equinócios não há incidência solar. Nesta fachada estão a cozinha e a sala de TV e jantar. A fachada Leste recebe insolação somente durante a manhã em todos os períodos do ano. Nesta fachada está localizado o quarto 1, o quarto 2 e a sala de TV e jantar. A fachada Oeste recebe insolação somente durante a tarde em todos os períodos do ano. Nessa fachada estão as áreas molhadas da residência: o banheiro da suíte, o banheiro social, a área de serviço e a cozinha.

Considerado o material destinado a alvenaria, a partir da avaliação do desempenho térmico, adotou-se as paredes externas compostas por tijolos de 6 (seis) furos circulares, assentados na maior dimensão, argamassados em ambos os lados e com espessura total de 20,00 cm. As paredes possuem transmitância térmica (U) igual a $1,92 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, capacidade térmica (CT) de $202 \text{ kJm}^{-2}\text{K}^{-1}$ e atraso térmico (S) igual a 4,8 horas, atendendo o indicado pela NBR 15220-3 (2005). Já para as paredes internas, adotou-se tijolos de 6 furos circulares, assentados na menor dimensão, argamassados em ambos os lados e com espessura total de 15,00 cm. Além disso, optou-se pela pintura ou revestimento cerâmico na cor branca em todas as paredes, que possui absorvância à radiação solar igual 0,2, atendendo aos requisitos da norma para garantir o desempenho térmico.

As características para ambas as paredes externas e internas respectivamente, são apresentadas na Tabela 3.

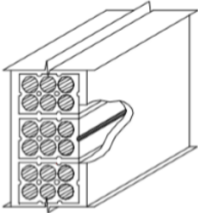
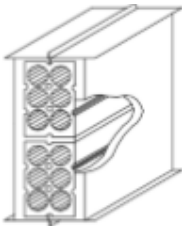
Parede	Descrição	U ($Wm^{-2}K^{-1}$)	CT ($kJm^{-2}K^{-1}$)	S (horas)
	Parede de tijolos de 6 furos circulares, assentados na maior dimensão. Dimensões do tijolo: 10,0x15,0x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm. Espessura total da parede: 20,0 cm.	1,92	202	4,8
	Parede de tijolos de 6 furos circulares, assentados na menor dimensão. Dimensões do tijolo: 10,0x15,0x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 15,0 cm	2,28	168	3,7

Tabela 3: Parâmetros térmicos para as alvenarias. Fonte: ABNT NBR 15220-3, 2005 (Adaptado).

Para garantir a circulação do ar dentro da residência, ajudar no conforto térmico, e melhorar a distribuição da luz natural, optou-se por um pé-direito alto, de 3,0 metros. Dando um efeito de amplitude e possibilitando a adoção de janelas maiores na construção.

4.3 Análise das aberturas

Nos ambientes de permanência transitória utilizou-se 15% da área do piso, e nos de permanência prolongada utilizou-se 20% da área do piso no cálculo das aberturas, atendendo os requisitos da NBR 15220-3 (2005)

Na sala de TV e jantar adotou-se uma porta de vidro de grande dimensão com acesso ao deck, nos quartos e suíte foram adotadas janelas de vidro do tipo de correr, na cozinha adotou-se três (3) janelas de vidro do tipo pivotante e nos banheiros, janelas de vidro do tipo basculante. Além disso, no corredor e na área de serviço adotou-se claraboias de vidro, garantindo a iluminação e ventilação natural necessária.

Como solução para a proteção das aberturas, adotou-se o beiral na cobertura, excedendo a limitação da edificação em 40 cm, com a função de proteger parcialmente as paredes e aberturas da insolação direta. Outra alternativa para a proteção das aberturas foi a utilização de árvores de copa larga com folhas caducas que auxiliam no sombreamento.

Para a determinação do tamanho adotado para as aberturas de projeto aplicou-se os critérios definidos pelo Código de Obras Municipal (2016) e pela NBR 15220-3 (2005). Os cálculos para a áreas das aberturas, assim como as áreas adotadas referentes a cada cômodo da residência estão dispostos na Tabela 4.

Permanência	Ambiente	Área das Aberturas (m ²)				Adotado		
		Área (m ²)	Código de Obras	NBR 15220/2005	Quantidade	Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)
Prolongada	Sala de TV e Jantar	22,8	3,80	4,56	1	2,20	2,20	4,84
	Cozinha	14,42	2,40	2,88	3	0,60	2,00	3,60
	Quarto 1	9,88	1,65	1,98	1	2,00	1,50	3,00
	Quarto 2	9,88	1,65	1,98	1	2,00	1,50	3,00
	Suíte	15,01	2,50	3,00	1	2,50	1,50	3,75
Transitória	Área de serviço	4,37	0,55	0,66	1	0,80	0,90	0,72
	Banheiro suíte	4,55	0,57	0,68	1	0,90	0,80	0,72
	Banheiro social	4,55	0,57	0,68	1	0,90	0,80	0,72
	Corredor	3,80	0,48	0,57	1	0,90	0,80	0,72
	Total	89,26	14,16	16,99				

Tabela 4: Área mínima e adotadas para as aberturas dos ambientes.

Fonte: elaborado pelos autores.

5. Considerações finais

No decorrer do presente trabalho, procurou-se atender os conceitos da arquitetura bioclimática, a partir dos estudos do clima local, da carta solar, da rosa dos ventos e da carta bioclimática. Caracterizou-se o clima, a incidência solar e as direções do vento na cidade, possibilitando, assim, traçar as estratégias bioclimáticas a serem adotados para conseguir o conforto ambiental da residência. Por meio da revisão bibliográfica, foi possível averiguar as soluções que atendessem às demandas bioclimáticas para o clima de Teófilo Otoni. O conforto térmico no ambiente foi alcançado a partir do formato geométrico e da orientação das aberturas adequados à edificação, além das estratégias de condicionamento térmico passivo para a zona bioclimática 5.

Referências

Analysis SOL-AR (versão 6.2). Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/downloads/software/analysis-sol-ar>>. Acesso em: 14 de setembro de 2019.

ASHRAE STANDARD 55. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: ASHRAE, 201

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15220-3: Desempenho Térmico de Edificações, Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental. Rio de Janeiro. Revan, 2009. 2. ed. rev. e ampl., p. 18, 39, 40, 59-131.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. Anuário Estatístico de energia elétrica 2018 - Ano base 2011. Rio de Janeiro, outubro de 2012.

FERNANDES, Júlia Teixeira. Código de obras e edificações do DF: inserção de conceitos bioclimáticos, conforto térmico e eficiência energética. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de Brasília, Brasília, 2009

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. Ambiente Construído, Porto Alegre, 2006, v. 6, n. 4, p. 51-81 out./dez.

GOOGLE MAPS. Teófilo Otoni – MG. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-17.8695088,-41.4975392,14z>> Acesso em: 11 de maio de 2019.

GRZYBOWSKI, Graziella Toledo. Conforto térmico nas escolas públicas em Cuiabá - MT: Estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente), Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Mapa de Clima do Brasil. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <https://atlascolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_clima.pdf> Acesso em: 28 de maio de 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>> Acesso em: 28 de maio de 2019

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. Eficiência energética na arquitetura. 3. ed. Florianópolis: UFSC, Departamento de Engenharia civil, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, 2014.

Lei Complementar nº 114, de 09 de agosto de 2016. Dispõe normas e condições para parcelamento, ocupação e uso do solo urbano no Município de Teófilo Otoni e dá outras providências.

OLIVEIRA, Camila Cordeiro de; SAKIYAMA, Nayara Rodrigues Marques; MIRANDA, Layane Ventura de. Desempenho térmico de uma edificação unifamiliar naturalmente ventilada para o clima de Teófilo Otoni-MG. Reec - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, [s.l.], v. 13, n. 2, p.57-72, 15 abr. 2017. Universidade Federal de Goiás.



Avaliação de conforto visual em um ambiente de escritório *open plan*: um estudo de caso

Visual comfort assessment in an open plan office environment: a case study

Fernando da S. Almeida, Mestrando, Universidade Federal de Santa Catarina.

fernandosilvaalmeida@hotmail.com

Mariane P. Brandalise, Doutoranda, Universidade Federal de Santa Catarina.

marianebrandalise@yahoo.com.br

Emeli L. A. da Guarda, Doutoranda, Universidade Federal de Santa Catarina.

emeliguarda@gmail.com

Alexandra M. Cella, Mestranda, Universidade Federal de Santa Catarina.

alexandramcella@gmail.com

Daniela Barbim, Mestranda, Universidade Federal de Santa Catarina.

danielabarbing@gmail.com

Resumo

O presente trabalho tange sobre um estudo de caso, que avalia as condições de conforto visual de um ambiente de escritório da Fundação de ensino e Engenharia de Santa Catarina (FEESC), locada na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no campus Trindade, em Florianópolis-SC. Foram realizadas simulações computacionais de iluminâncias e índices de luminância coletados in-loco e aplicação de questionário aos usuários do espaço, a fim de discutir o conforto visual desde a sua escala física, fisiológica até psicossocial, com ênfase na apresentação dos procedimentos utilizados nos levantamentos e nos parâmetros aplicados para a avaliação do ambiente luminoso. Foi possível perceber que no geral as condições de conforto visual são adequadas aos usuários, por meio do questionário aplicado, porém, em relação a norma NBR ISO/CIE 8995-1, alguns índices não satisfazem o recomendado, isso ocorre, graças as condições climáticas do dia, e horário analisado, limitações identificadas no estudo.

Palavras-chave: Conforto Visual; Ambiente luminoso; Ambiente de escritório

Abstract

This paper presents a case study, which evaluates the visual comfort conditions of an office environment of the Santa Catarina Teaching and Engineering Foundation (FEESC), at the Federal University of Santa Catarina (UFSC) on the Trindade campus, in Florianópolis-SC. By running

computer simulations of illuminances collected in-place, luminance indices, and an application of a questionnaire to space's users, to discuss visual comfort from its physical, physiological and psychosocial scale. We are emphasizing the procedures used in the surveys, and the parameters applied for the evaluation of the luminous environment. Through the questionnaire applied we concluded that, in general, the visual comfort conditions are satisfactory for users. However, according to the NBR ISO/CIE 8995-1 standard, some indices do not reach the recommendation. This occurs due to the climatic daily conditions, and the analyzed period, besides other limitations identified in this study.

Keywords: *Visual Comfort; Luminous environment; Office environment.*

1. Introdução

O conforto visual é um fator importante para se pensar e determinar a iluminação de um ambiente, este, influência no melhor desempenho da tarefa e na definição e distinção de cores e detalhes. De acordo com Lamberts et al (1997 *apud* European Commission Directorate), o conforto visual é definido como um conjunto de condições, num determinando espaço, onde, o ser humano pode realizar suas atividades com o máximo de acuidade, sem a necessidade de esforço visual, minimizando os riscos de acidentes.

O estudo fotométrico é o ramo da ciência que trata da medição da luz, permitindo assim, “quantificar a luz natural e/ou artificial” no ambiente luminoso. Dentre as grandezas fotométricas importantes para quantificação de luz no ambiente, pode-se destacar a iluminância e luminância. A iluminância tange sobre a medida de quantidade de luz incidente em uma superfície por área quadrada, já a luminância é considerada como a medida física do brilho em uma determinada superfície iluminada ou por meio de uma fonte de luz (PEREIRA et al, 2005).

No Brasil, a NBR ISO/CIE 8995-1 aborda a iluminação nos ambientes de trabalho, no qual, tem como objetivo proporcionar boa iluminação para realização da tarefa, a fim de satisfazer os aspectos quantitativos e qualitativos do espaço. Entretanto, existem grandes discussões sobre as condições de iluminância e luminância determinadas pela NBR supracitada, pois a facilidade da visão humana de adaptar-se as condições de iluminação são variáveis, dessa forma, é necessário quantificar de fato a iluminação no ambiente luminoso?

Em ambientes de escritório a NBR 8995-1 determina que os níveis de iluminância não devam ser menores que 500 lux, os índices de ofuscamentos UGR não podem apresentar-se maiores que 19, e o índice de reprodução de cor (Ra) ser de 80. Como mencionado anteriormente, esses índices são paulatinamente discutidos pela academia e pesquisadores da área.

Logo, considerando a importância do conforto visual no ambiente luminoso e a discussão dos índices de iluminação necessária para realização da tarefa, o presente estudo de caso tem como objetivo quantificar a iluminação natural e artificial em um ambiente de escritório da Fundação de ensino e Engenharia de Santa Catarina (FEESC) dentro da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no campus Trindade, em Florianópolis-SC. Por meio de simulações computacionais de iluminâncias coletadas in-loco, e índices de luminância, bem como a aplicação de questionário aos usuários do ambiente, a fim de discutir o conforto visual desde a sua escala física, fisiológica até psicossocial. Com o enfoque na apresentação dos procedimentos e método empregados para os levantamentos dos parâmetros, e a análise do ambiente luminoso.

2. Método

Para realização do estudo de caso, o método de pesquisa é dividido em quatro etapas: (1) caracterização do ambiente (2) caracterização do dia de medição, (3) medição e (4) aplicação dos questionários. Na avaliação do ambiente em relação ao conforto visual, será necessário a caracterização do ambiente através da coleta de dados in loco e de fotografias, o processamento dos dados através de softwares e aplicação dos questionários aos usuários do ambiente no momento das medições.

2.1 Caracterização do ambiente

O ambiente escolhido para avaliação é uma sala de escritório localizada no 4º andar do prédio administrativo do CTC, no Campus da Universidade Federal de Santa Catarina (USFC) na Trindade, em Florianópolis-SC.

O escritório possui área total de 164 m², e apresenta planta livre com divisórias apenas em duas salas que não foram consideradas no estudo de caso. O ambiente é formado por paredes de alvenaria pintada de azul claro, piso cerâmico, laje alveolar, e forro de PVC expandido com isolamento termoacústica. As aberturas são em formato de fita com peitoril baixo, e compostas de esquadrias em alumínio e janelas maxim-ar de vidro simples com aplicação de insulfilm, conforme pode ser observado na figura 1. A porta de acesso ao ambiente é de vidro e recebe iluminação natural da abertura oeste localizada na circulação da edificação (figura 2).



Figura 1: Caracterização do ambiente. Fonte: elaborado pelos autores.



Figura 2: Porta de acesso. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 3: Detalhe do brise horizontal na fachada noroeste. Fonte: elaborado pelos autores.

Os mobiliários são mesas para escritórios em madeira, na cor clara com divisórias baixas que garantem a privacidade dos usuários, cadeiras estofadas na cor azul, armários de madeira clara, arquivos e prateleiras de metal. Estes estão distribuídos pelo ambiente de maneira que os usuários fiquem um ao lado do outro. Além disso, a sala possui uma área apenas com armários. Uma característica importante do ambiente é sua grande extensão, dessa maneira, o centro é prejudicado em relação a iluminação natural. Outro fator é que a sala possui brises horizontais nas aberturas, o que pode ocasionar sombreamento no ambiente em alguns horários do dia e do ano (figura 3). Em relação ao entorno imediato da edificação, foi observado que não possui nenhum elemento que produza sombra nas aberturas.

O sistema de iluminação artificial do ambiente é composto por dois modelos de luminárias, um plafon com quatro lâmpadas fluorescentes tubulares de 9 w e com um fluxo luminoso total de 3000 lm, e a segunda luminária de 30 cm x 30cm com duas lâmpadas fluorescentes de 4 W com um fluxo luminoso total de 800 lm. Na figura 4 é possível observar a distribuição das luminárias na sala.

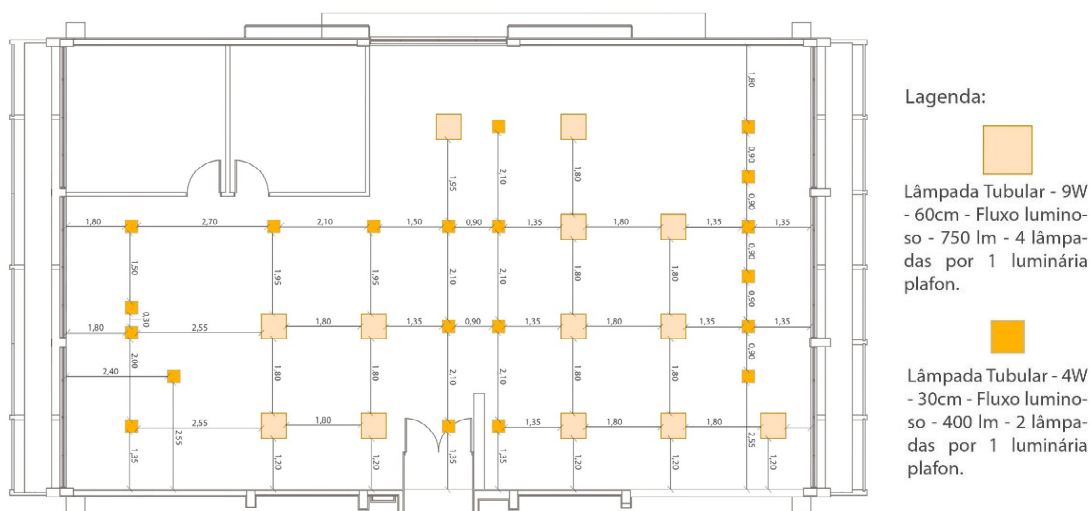


Figura 4: Planta de forro. Fonte: elaborado pelos autores.

2.2 Dia de Medição

A medição ocorreu no dia 23 de julho de 2019, no período da vespertino das 15:00 horas até às 17:00 horas. No dia da medição o céu estava claro e com poucas nuvens. As medições de iluminância foram realizadas em três cenários. O primeiro com todas as luzes apagadas e as janelas abertas, o segundo com todas as luzes ligadas e janelas abertas e por último, somente o sistema de iluminação artificial ligado. Para se obter os valores de iluminância do sistema de iluminação artificial se utilizou o método simplificado de subtração dos valores encontrados para o sistema de iluminação artificial e natural utilizado de forma conjunta menos os valores encontrados no cenário apenas da iluminação natural.

2.3 Procedimentos de Medição

Para realização das medições, foi calculado o número de pontos necessários para análise de acordo com a NBR 15215-4 (Tabela 1), com a utilização do índice do local (K) conforme equação a seguir. De acordo com Tabela 1 deveriam ser analisados um total de 36 pontos, para uma melhor avaliação devido as dimensões do ambiente foram analisados um total de 52 pontos.

$$K = \frac{C \times L}{H_m \times (C+L)} \quad K = \frac{18,00 \times 10,8}{2(18+10,8)} = 3,37 \quad (1)$$

Sendo:

C = comprimento - L = largura - H_m = altura da luminária até o plano de trabalho

K	Nº de Pontos
$K < 1$	9
$1 \leq K < 2$	16
$2 \leq K < 3$	25
$K \geq 3$	36

Tabela 1: Quantidade de pontos a serem atendidos. Fonte: NBR 15215- 4, 2003.

Para localização dos pontos foi definida uma malha seguindo os parâmetros da NBR 15215-4. O ambiente foi dividido em áreas iguais com dimensão de 1,60m x 1,68m e os pontos localizados no centro de cada área. A malha é afastada 50cm da parede, respeitando os limites estabelecidos em norma (figura 5).

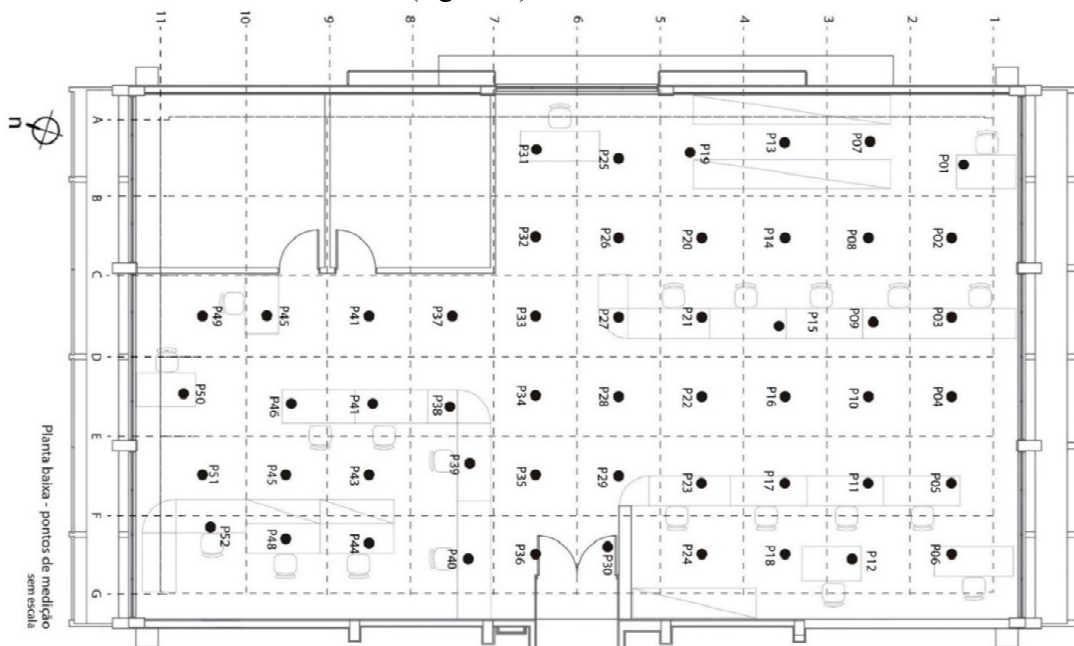


Figura 5: Malha de pontos. Fonte: elaborado pelos autores.

As medições foram realizadas nas superfícies de trabalho, considerando o plano horizontal. No momento das medições evitou-se sombras na fotocélula, para não haver nenhum prejuízo na coleta dos dados. As aferições foram feitas seguindo todas as recomendações presente na NBR 15215-4 e o equipamento utilizado para medir a iluminância de cada ponto foi o luxímetro.

Após as medições, os resultados encontrados foram comparados aos estabelecidos pela a NBR ISO/CIE 8995 para ambientes de escritório, para atividade de escrever, teclar, ler e processar dados. De acordo com a norma a iluminância média (EM), a iluminância a ser mantida é de 500 lux, conforme mostra a Tabela 2. Nos resultados, também foram identificados os valores das iluminâncias máxima, mínima e calculadas as iluminâncias média, mediana e o coeficiente de Uniformidade ($U = E_{mín}/EM$).

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	EM	URGL		Observações
22. Escritórios				
Escrever, teclar, ler, processar dados	500	19	80	Para trabalho com VDT, ver 4.10

Tabela 2: Iluminância média a ser mantida de ambientes de trabalho. Fonte: Adaptado NBR ISO/CIE 8995, 2013.

Para a análise dos resultados obteve-se os mapas das curvas isolux através do Software Surfer 16. Foram criados mapas para cada conjunto de mediações, sendo assim possível observar quais os pontos e áreas são mais críticos no que tange a iluminação e quais estão de acordo com a norma.

Na avaliação do sistema artificial o ambiente foi classificado em zonas, identificando a porcentagem de área do ambiente que está de acordo com as necessidades lumínicas dos

usuários. Para cada zona foi determinada uma cor, desta forma foi possível realizar um mapeamento da sala em diferentes pontos. Os critérios adotados para determinar os limites de cada zona encontram-se na Tabela 3, a seguir.

Intervalo de Iluminância	Zona	Classificação
< (70% E_M - 50 lux)	insuficiente	ruim
(70% E_M - 50 lux) a 70% E_M	transição inferior	regular
70% E_M a 130% E_M	suficiente	bom
130% E_M a 2.000 lux	transição superior	regular
> 2.000 lux	excessiva	ruim

Tabela 3: Critérios de zoneamento da iluminância do sistema artificial. Fonte: Pereira, 2019.

Em relação aos resultados da distribuição da luminância no campo de visão do observador e de possível ocorrência de ofuscamento foi empregada a técnica da fotográfica denominada de High Dynamic Range (HDR). Para as medições de luminância foi definido um observador que estava próximo as aberturas, e foram realizadas duas aferições com direções diferentes do campo de visão.

Para isso foi utilizada a câmera Canon EOS 60D, sensibilidade ISO 100 com alta qualidade das imagens, o tamanho da abertura da lente foi fixado em f/11 e houve registro em 8 velocidade sendo 10, 5, 2, 1/2, 1/8, 1/25, 1/60 e 1/125 segundos. A câmera foi configurada com balanceamento branco para luz natural e o foco automático. Para calibrar o equipamento foi utilizado um luminômetro de mão, e medido a luminância em uma folha cinza e a iluminância vertical com o luxímetro na lente da câmara. O procedimento foi repetido antes e depois de cada sequência de fotos. Os valores para calibração do observador são apresentados na tabela 4.

Medição de Luminância e Iluminância para calibração de imagem HDR						
	Situação 1			Situação 2		
	Inicial	Final	Média	Inicial	Final	Média
Luminância em plano neutro (cd/m^2)	29,1	29,33	29,15	74,6	75	74,8
Iluminância na lente da câmera (lx)	435	432	433,5	298	350	324

Tabela 4: Valores de calibração para o observador 1. Fonte: elaborado pelos autores.

Em seguida, os dados encontrados foram processados no software Aftab Alpha, o qual emprega a imagem original para gerar imagens de falsas cores e de linhas que representam a distribuição da luminância no ambiente e também calcula os índices de ofuscamento do local analisado. Para o estudo optou-se por utilizar o índice de ofuscamento URG disponibilizado pela norma, DGI, CGI, VCP e DGP afim de obter melhores comparativos de índices de ofuscamento, perceptíveis, imperceptíveis, desconfortáveis e intoleráveis no ambiente de estudo.

2.4 Aplicação do Questionário

O questionário aplicado é uma versão elaborada pelo Public Interest Energy Research - California Energy Commission (2014) que verifica a percepção dos usuários frente à iluminação no ambiente construído. As perguntas do questionário foram traduzidas livremente, e estão relacionadas com a qualidade da iluminação no ambiente de trabalho e com a satisfação do usuário em relação a iluminação natural e artificial.

3. Resultados

3.1 Medições dos níveis de Iluminância mantida

Para a análise dos resultados do nível médio de iluminância mantida calculou-se a iluminância média por meio dos pontos distribuídos no recinto, buscando-se avaliar através de um único valor o ambiente estudado. De acordo com as recomendações da NBR 8995-1 (ABNT, 2013), o valor mínimo é de 500 lux para iluminância mantida na superfície de trabalho em ambiente de escritórios. Conforme a norma valores abaixo do especificado não são considerados apropriados para o desenvolvimento das tarefas. Os resultados obtidos estão ilustrados na figura 6 e se referem à iluminância média definida pela NBR 8995-1, no horário avaliado, com os sistemas de iluminação natural e artificial de forma separada e associada. Também é possível observar na imagem os valores máximos, mínimos e medianas de cada situação.

A iluminância média encontrada medição demonstra que o escritório não possui as condições lumínicas necessárias para ser utilizado apenas com iluminação natural, pois o valor encontrado foi de 73,50 lux muito abaixo dos 500 lux sugeridos pela norma. Um dos motivos que levam a esse resultado é formato da sala, o qual é muito comprida e larga, desta forma o centro da sala recebe pouca iluminação natural. Também o horário o qual foi avaliado, sendo no período de inverno dia 23 de julho e próximo ao fim da tarde. Ao analisar o sistema de iluminação artificial e o sistema de iluminação artificial em conjunto com a luz natural os valores encontrados estão próximos aos recomendados pela NBR 8995-1, 395 lux e 433lux respectivamente. Importante ressaltar que nenhum cenário atendeu as recomendações da norma.

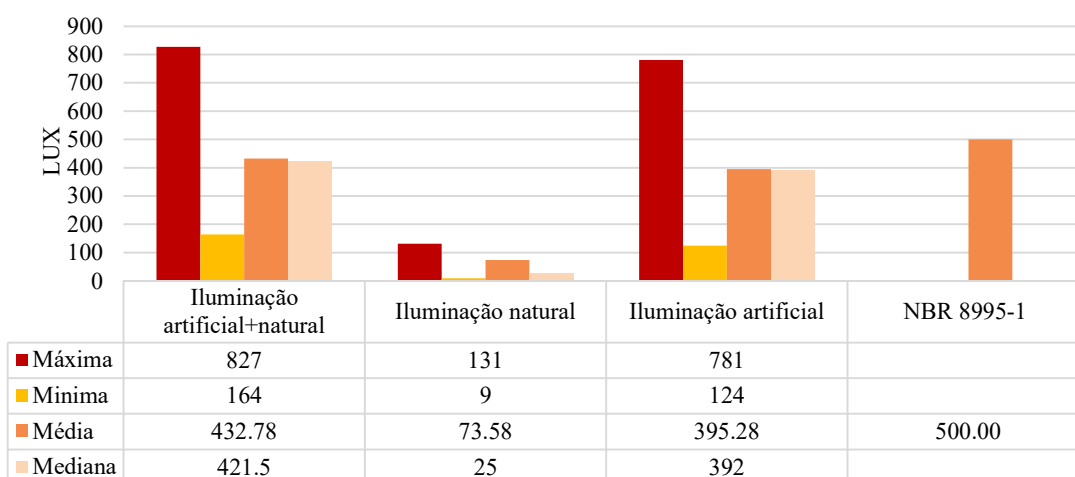


Figura 6: Resultados de iluminância média. Fonte: elaborado pelos autores.

O valor da mediana é importante pois representa o valor central da medição, sendo o valor do meio do conjunto de medições. Observando os valores da mediana encontrados para o cenário da iluminação artificial em conjunto com a natural, e o cenário de iluminação artificial são muitos próximos dos valores da média encontrado. Em relação as mínimas e as máximas, o cenário com iluminação natural como já era esperado apresenta os menores valores, o valor mínimo foi encontrado no ponto 17 que fica localizado no centro da sala, distante das aberturas, já o valor máximo no ponto 49, está bem ao lado da abertura da parede

noroeste. O valor máximo em relação aos três cenários foi encontrado na avaliação da iluminação natural em conjunto com a artificial sendo de 827 lux localizado no ponto 46, que também fica ao lado da abertura da parede noroeste e próximo as luminárias.

Outro critério avaliado foi o coeficiente de uniformidade, o qual é definido pela razão entre o valor mínimo e médio de iluminância. De acordo com a NBR 8995-1:2013 a iluminação na área de tarefa deve ser o mais uniforme possível, portanto, não deve ser inferior á 0,7. A Tabela 5 a seguir ilustra os resultados do coeficiente de uniformidade para o ambiente analisado. É possível perceber que nenhuma dos cenários obteve o coeficiente mínimo. Isso se explica por dois motivos dimensão e formato do ambiente e o sistema de iluminação artificial não apresenta uma distribuição uniforme das luminárias.

	Iluminação artificial e natural	Iluminação natural	Iluminação artificial
Coeficiente de uniformidade	0,37	0,12	0,31

Tabela 5 - Coeficiente de uniformidade. Fonte: elaborado pelos autores.

3.2 Curvas de Isoluminância

A análise apenas da média da iluminância não representa a forma como a iluminação está sendo distribuída no ambiente, para uma avaliação mais completa é necessário analisar as curvas de isoluminância, as quais possibilitam a avaliação espacial dos valores de iluminância, permitindo um estudo mais preciso sobre o ambiente lumínico.

Foram gerados três mapas de curvas isolux, Figuras de 7 a 9, contemplando todos os cenários analisados, considerando a iluminação natural e artificial tanto de maneira separada quanto conjunta.

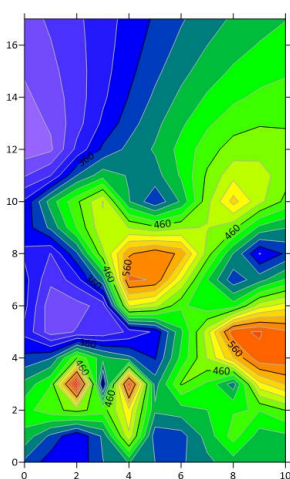


Figura 7 - Mapa curva isolux iluminação artificial e natural. Fonte: elaborado pelos autores.

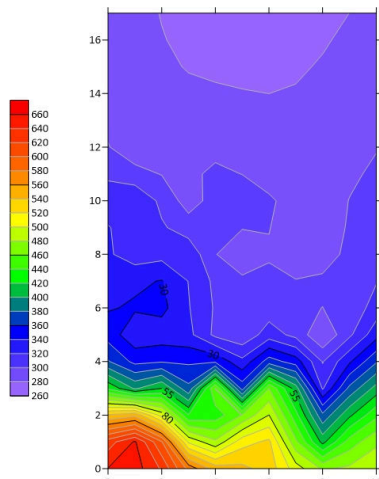


Figura 8 - Mapa curva isolux natural. Fonte: elaborado pelos autores.

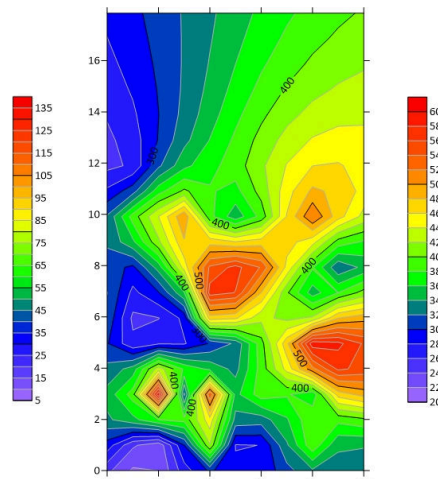


Figura 9 - Mapa curva isolux iluminação artificial. Fonte: elaborado pelos autores.

A figura 7 apresenta o cenário da iluminação natural em conjunto com a iluminação artificial, pode ser observado que a distribuição que maiores iluminância fica em torno de 560 lux e são encontrados no centro da sala devido a iluminação artificial e próximo a fachada noroeste devido a iluminação natural em estar ocorrendo nessa fachada no momento da medição. Já os menores valores de iluminância são de 360 de lux e ficam localizados no

centro da sala e próximo da zona da sala que não possui área de trabalho, apenas armários e o número de luminárias é inferior ao resto da sala.

Na figura 8 é possível observar a distribuição da iluminância da luz natural, os pontos com maior luminância ficam próximo a fachada noroeste ao qual estava recebendo iluminação no horário da medição, no entanto os valores encontrados são muito inferiores ao recomendado pela norma, em torno de 90 lux. Esse fato ocorre devido a medição ter sido realizada no período de inverno e no fim da tarde. E também devido as dimensões e formato da sala, o lado da sala que não estava recebendo iluminação natural e o centro da sala apresentaram os menores valores de iluminância no valor de 20 lux. Devido ao horário e o período do ano esses resultados não são representativos para iluminação natural. Para a análise de iluminação natural deveria ser realizadas medições em diferentes estações e horários do dia.

Na figura 9 encontra-se a distribuição da iluminância para a iluminação artificial, é possível observar que o maior valor de iluminância é de 550 lux e fica localizado no centro e na lateral esquerda da sala. Essa distribuição fica próxima a localização das áreas de trabalho onde as luminárias são maiores e mais próximas. Já os menores valores de iluminância ficam localizado na área da sala onde se encontra os armários e as lâmpadas estão colocadas de forma mais espaçadas conforme já mencionado.

3.3 Classificação por Zonas de Iluminância

Para análise mais completa de desempenho do sistema de iluminação artificial, adotou-se a classificação do ambiente através de zonas de iluminância de acordo com a Tabela 6. A metodologia define e qualifica o ambiente em cinco zonas diferentes conforme a quantidade de iluminação presente.

Após a classificação das zonas foi realizado o mapeamento no ambiente de cada zona (figura 10), sendo possível identificar os pontos que estão com uma iluminação suficiente. Conforme apresentado na tabela 6 a classificação adequada encontra-se no intervalo de 350 luz a 650 luz, que representa quase que 60% da área da sala (tabela 7). A classificação regular (inferior e superior) também é considerada aceitável, sendo que no ambiente a somatória das duas apresenta uma área de 15%. É possível observar que os pontos que ficaram classificados como insuficiente totalizam uma área de 25% do ambiente e estão localizados na área da sala onde ficam localizados os armários e que não são realizadas tarefas, além disso está área e que apresenta as luminárias menores e mais espaçadas.

Intervalo de iluminância	Zona	Classificação
< 300 lux	insuficiente	ruim
300 a 500 lux	transição inferior	regular
350 a 650 lux	suficiente	bom
650 a 2.000 lux	transição superior	regular
> 2.000 lux	excessiva	ruim

Tabela 6 - Classificação das zonas. Fonte: PEREIRA, 2005.

Zona	% da área do ambiente de cada zona
Insuficiente	25
Transição inferior	13
Suficiente	60
Transição superior	2
Excessiva	0

Tabela 7 – Porcentagem do ambiente em cada zona. Fonte: elaborado pelos autores.

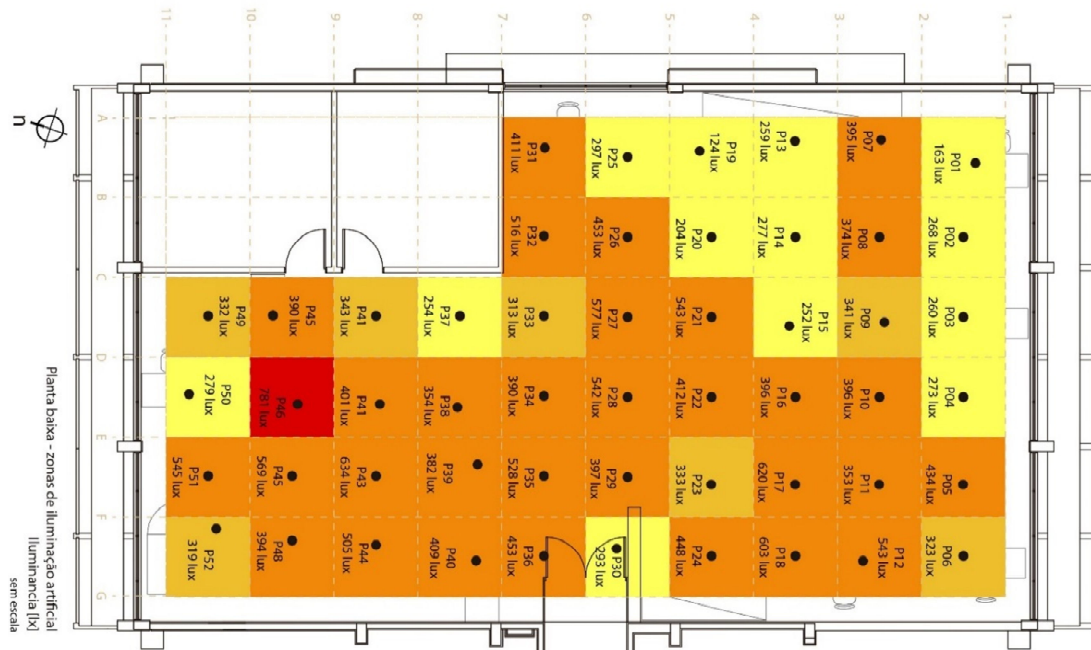


Figura 10 - Zonas de iluminâncias para iluminação artificial. Fonte: elaborado pelos autores.

3.4 Luminância

Foi avaliado um observador em duas posições distintas, onde, obteve-se dois resultados de distribuição das luminâncias (cd/m^2) e duas imagens de índices de ofuscamento. A cena foi selecionada por estar próxima as aberturas da sala, que consequentemente podem proporcionar desconforto visual por ofuscamento e/ou reflexo nos usuários.

Com o auxílio do software Aftab, foram geradas as imagens dos níveis de luminância e ofuscamento para cada cena definida posteriormente. Na imagem 11 abaixo, o usuário está posicionado conforme sua rotina cotidiana de trabalho, tendo a visão direcionada ao computador. Pode-se observar que entorno de 65% da imagem é constituída de luminância entre a 45 a 75 cd/m^2 . E o restante da imagem é composta por luminâncias superiores a 255 cd/m^2 . A iluminação natural proveniente das janelas a esquerda, e a iluminação artificial das luminárias no forro, formam a luminância da fonte. Já as luminâncias de fundo, são constituídas pela divisória frontal, alguns mobiliários e grande parte do forro.

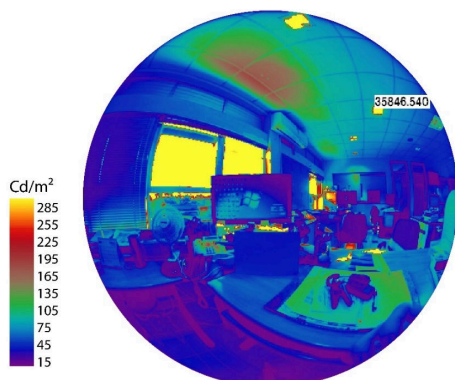


Figura 11 - Imagem em cores falsas com níveis de luminância do observador 1, cena 1. Fonte: elaborado pelos autores.

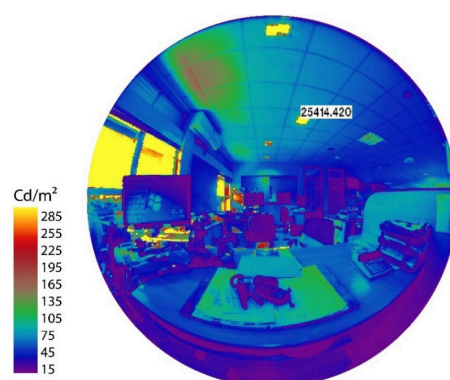


Figura 12 - Imagem em cores falsas com níveis de luminância do observador 1, cena 2. Fonte: elaborado pelos autores.

O mesmo observador foi ainda avaliado em uma segunda posição, na figura 12, o usuário está reto em relação a mesa de trabalho. Percebe-se as mesmas contribuições de luminância da fonte e luminância do fundo, sendo em menor proporção a luminância da fonte, provenientes da iluminação natural, pois o observador não está orientado como a figura anterior, tendo uma redução dos níveis de luminância superiores a 255 cd/m².

Para ambas as cenas deste usuário, foram avaliados os ofuscamentos proporcionados pelas luminâncias de fundo e/ou fonte. O DGI nas duas situações foi inferior a 20, sendo pouco perceptível conforme ilustrado nas figuras 13 e 14 a seguir. O UGR também está abaixo de 26,36, que é o recomendado pela NBR ISO/CIE 8995-1:2013. Desta forma, nota-se poucos índices de ofuscamento no dia e horário avaliado.



DGP:imper. (0.211)
D. Gl. Index: 16.49
Unified Gl. Rating: 18.56
Background Lum.: 96.92
Average Lum.: 106.27
Dir. Ver. Eye Illum.: 93.28
Vertical Eye Illum.: 397.77
Vs. Cmf. Probability: 45.13
CIE Gl. Index: 21.47
Av. Lum. All Gl. Src.: 4444.29
Solid Ang. All Gl. Src.: 0.04
Veil. lum. (Poynter): 16.24
Veil. lum. (S. Holladay): 1.19
Discomfort Gl. Rating: 133.09
Unified Gl. Probability: 0.6
UGR_EXP: 11.7
DGI_MOD: 18.06
Ave. Lum. (Pos. Idx): 34.86
Ave. Lum. (SqPos. Idx): 2.58
Median Luminance: 46.82
Median Pos. Idx. Lum.: 8.85
Median SqPos. Idx. Lum.: 2.23

Figura 13 - Origens e índices de ofuscamento da posição 1 do observador 1. Fonte: elaborado pelos autores.



DGP:imper. (0.19)
D. Gl. Index: 13.97
Unified Gl. Rating: 15.92
Background Lum.: 64.34
Average Lum.: 88.53
Dir. Ver. Eye Illum.: 54.39
Vertical Eye Illum.: 256.52
Vs. Cmf. Probability: 62.74
CIE Gl. Index: 18.69
Av. Lum. All Gl. Src.: 4719.16
Solid Ang. All Gl. Src.: 0.03
Veil. lum. (Poynter): 5.65
Veil. lum. (S. Holladay): 0.26
Discomfort Gl. Rating: 94.9
Unified Gl. Probability: 0.52
UGR_EXP: 6.72
DGI_MOD: 15.31
Ave. Lum. (Pos. Idx): 21.67
Ave. Lum. (SqPos. Idx): 1.4
Median Luminance: 46.72
Median Pos. Idx. Lum.: 9.27
Median SqPos. Idx. Lum.: 2.46

Figura 14 - Origens e índices de ofuscamento da posição 2 do observador 1. Fonte: elaborado pelos autores.

Para fim das avaliações dos índices de ofuscamento, foi utilizado a norma brasileira NBR ISO/CIE 8995-1:2013, e os índices de ofuscamento disponibilizado pelo PEREIRA (2005), conforme tabela relacionada abaixo.

	Imperceptível	Perceptível	Desconfortável	Intolerável
DGI	< 18	18 - 24	24 - 31	> 31
UGR	< 13	13 - 22	22 - 28	> 28
CGI	< 13	22 - 28	22 - 28	> 28
VCP	80 - 100	60 - 80	40 - 60	> 40
DGP	< 0.3	0.3 - 0.35	0.35 - 0.4	> 0.45

Tabela 8 – Índices de ofuscamento. Fonte: PEREIRA, 2005.

3.5 Questionário

No questionário adotado as perguntas são referentes a satisfação do usuário em relação a iluminação natural e artificial no local de trabalho. As perguntas foram analisadas considerando a resposta da maioria das pessoas. No momento da análise tinham 15 funcionários e apenas 9 responderam o questionário. A idade dos usuários que responderam ao questionário era de 18 até 34 anos e as principais atividades exercidas no local são digitação usando o computador, ler e escrever, utilizar impressora e realizar cópias. O local tem funcionamento apenas no período diurno e os funcionários passam em torno de 8 horas por dia no local. Dentre os questionários avaliados, não houve nenhum relato de problemas para distinguir cores e apenas três utilizavam óculos.

A maioria dos usuários estão satisfeitos com o número de aberturas e da visão que possuem para o ambiente exterior, no entanto ao relatar o uso apenas da iluminação natural é considerada insuficiente para a maioria das pessoas. Em relação ao uso da iluminação artificial todos os usuários consideram suficientes e relatam que não é necessário ligar todas as luminárias. Um funcionário descreve que no período da manhã quando a persiana está aberta ocorre ofuscamento e sugeriu o fechamento total das persianas nas aberturas superiores. Outro funcionário propôs alterar o posicionamento de algumas luminárias no teto, e conseqüentemente melhorar as condições de iluminação no interior do ambiente.

4. Conclusão

Conclui-se que, apesar dos valores da iluminância média mantida não estarem de acordo com os valores recomendados pela NBR 8995-1:2013 os usuários em sua maioria relatam que se sentem em conforto visual no ambiente. Além disso, observando avaliação em relação ao método da classificação por zona podemos concluir que a maioria da área do ambiente está satisfatória em relação a iluminação artificial. No que tange a iluminação natural, a análise não é representativa, visto que foi realizada apenas em um horário do dia e no fim da tarde. Para uma análise eficiente da iluminação natural deveria ser realizadas medições em diferentes períodos do ano e em diferentes horários do dia.

Por fim, concluímos que para uma correta avaliação do ambiente luminoso deve-se realizar mais de uma avaliação de iluminação, e principalmente verificar a distribuição da iluminância através das curvas de isoluminância, as quais possibilitam verificar os locais do ambiente em que a iluminação não está satisfatória. Apenas uma média de iluminância conforme a norma orienta não é suficiente para caracterizar o ambiente luminoso. Entretanto, por meio dos procedimentos e método utilizados foi possível obter a percepção dos usuários e os dados para caracterização do ambiente luminoso de um escritório coletivo (planta livre), dessa forma o artigo está em conformidade com seu objetivo principal, que é a apresentação de método para avaliação do ambiente luminoso.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISSO/CIE: 8995-1 – Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior. Rio de Janeiro. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR15215-4: Iluminação natural - Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

CALIFORNIA ENERGY COMMISSION. CEC, the Northwest Energy Efficiency Alliance and the New York State Research and Development Authority. **Occupant Survey - How Comfortable is this Room?** New York. 2014.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O.R. **Eficiência energética na arquitetura.** São Paulo: PW Editores, 1997.

PEREIRA, Fernando O.R.; SOUZA, Marcos B. **Apostila de Conforto Ambiental - Iluminação.** Florianópolis: Programa de Pós-graduação - Pós-Arq, UFSC, 2005.

Proposta de Habitação Temporária para Minas Gerais: Análise do Processo Projetual para Situações de Emergência

Proposed Temporary Housing for Minas Gerais: Analysis of the Project Process for Emergency Situations

Karine Regina Pompermayer, Arquiteta e Urbanista, UEL

karine.pompermayer@gmail.com

Mariana Zibetti, Arquiteta e Urbanista, UEL

marizibetti09@gmail.com

Jorge Daniel de Melo Moura, Doutor em Ciências da Madeira, UEL

jordan@uel.br

Resumo

O aumento na ocorrência de desastres fez crescer as preocupações em providenciar a recuperação das áreas atingidas. No Brasil, os casos de rompimento de barragens no estado de Minas Gerais, impactaram a população diante da grande destruição e elevado número de atingidos. Para além das mortes, os rompimentos também deixaram inúmeras famílias desalojadas. O problema é que a falta de planejamento e recursos provoca a espera, por tempo indeterminado, no realocamento dessas comunidades. Diante deste cenário, fica evidente a necessidade de providenciar rapidamente o alojamento temporário dos afetados, porém, as análises dos projetos recentemente produzidos revelaram inúmeros problemas sociais e ambientais desencadeados pela falta de qualidade e sustentabilidade dos projetos. Dessa forma, buscou-se formalizar em diretrizes os aspectos técnicos e qualitativos destes alojamentos através de uma revisão bibliográfica, para então realizar uma proposta de habitação temporária que contemplasse uma abordagem sustentável. Essa simulação permitiu validar os aspectos reunidos e entender os desafios enfrentados no processo projetual.

Palavras-chave: Habitação Temporária; Processo Projetual; Sistemas Construtivos Sustentáveis

Abstract

The increase in the occurrence of disasters has raised concerns about providing for the recovery of the affected areas. In Brazil, cases of dam failure in the state of Minas Gerais, impacted the population in the face of great destruction and a high number of people affected. In addition to the deaths, the disruptions also left many homeless families. The problem is that the lack of planning and resources causes an indefinite delay in relocating these communities. Given this scenario, the need to quickly provide temporary accommodation for those affected is evident, however, an analysis of recently produced projects revealed numerous social and environmental problems triggered by the

lack of quality and sustainability of the projects. In this way, we sought to formalize the technical and qualitative aspects of these accommodations in guidelines through a bibliographic review, to then carry out a proposal for temporary housing that included a sustainable approach. This simulation allowed to validate the aspects gathered and to understand the challenges faced in the design process.

Keywords: *Temporary Housing; Project Process; Sustainable Construction Systems*

1. Introdução

Um evento ou acontecimento que causa sofrimento e grande prejuízo físico, moral, material e/ou emocional, é a definição para desastre nos dicionários. Para a OMS-Organização Mundial da Saúde, trata-se de uma alteração súbita de pessoas, de seu meio-ambiente ou de seus bens causada por fatores externos de origem natural, relacionados ao homem e a natureza, ou pela ação humana, ocasionados pelo desenvolvimento tecnológico, onde ambas exigem uma ação imediata por parte das autoridades, visando a diminuição das consequências do mesmo. Esses eventos causam danos humanos, ambientais, materiais e consequentes prejuízos econômicos e sociais (KOBİYAMA et al., 2006).

A relação entre a ocorrência de um desastre e a presença humana é direta e só ocorre quando há uma combinação entre eventos extremos que provocam situações de perigo e uma sociedade em determinadas condições de vulnerabilidade (FÉLIX, 2017). Dessa forma, Kobiyama et al. (2006) aponta que o aumento populacional, a concentração geográfica e a ocupação desordenada de populações são fatores responsáveis pelo aumento no número de desastres registrados nos últimos anos. Araújo (2017) também coloca como causa desse aumento, as alterações climáticas, a urbanização acelerada sem planejamento, a pobreza e a degradação ambiental.

Os valores que indicam a dimensão e o impacto de um desastre são respectivamente: o número de mortes ou desaparecidos, o número de feridos e o número de desabrigados. E é a partir desses dados que são estabelecidas as ações de emergência, que buscam a recuperação e normalização do funcionamento social (FÉLIX, 2017). Sendo assim, fica claro que após um desastre, a primeira ação a ser realizada pelos órgãos competentes é a procura dos desaparecidos e o socorro e tratamento dos feridos. Paralelamente devem ser disponibilizados, de forma imediata, abrigos para a população desalojada (FÉLIX, 2017). É nesta etapa que entra a função do arquiteto e o recorte de estudo aqui abordado.

O número de projetos destinados ao alojamento de vítimas também aumentou em decorrência do aumento do número de desastres. Porém, as recentes pesquisas e análises dessas soluções mostram que são inúmeras as deficiências arquitetônicas, bem como apontam diversos problemas sociais e ambientais que podem ser desencadeados devido ao mal planejamento ou falta de qualidade desses projetos.

Diante deste contexto, o presente artigo aborda a etapa de alojamento temporário das vítimas e faz um recorte específico sobre a habitação temporária, reunindo através de uma revisão bibliográfica, as necessidades técnicas e qualitativas dos projetos, formalizando em diretrizes projetuais os seus indicadores de qualidade. Essas diretrizes são então aplicadas em uma simulação de projeto, com o intuito validar os indicadores e verificar as características mais desafiadoras do processo projetual dentro de um contexto emergencial.

Para tanto foi escolhido como contexto os recentes rompimentos de barragens no estado de Minas Gerais. Esta escolha deve-se ao fato de existirem centenas de barragens similares no estado, algumas ainda com risco de rompimento, e muitas com alto potencial de dano, devido à presença próxima de áreas urbanizadas.

Identificar os desafios e as necessidades essenciais da habitação temporária contribui para o desenvolvimento de projetos de maior qualidade, onde a habitação providenciada além de abrigar, consiga amenizar os efeitos do desastre, cumprir sua função social, reduzir o impacto ambiental e garantir o efetivo direito à moradia mesmo que em caráter temporário.

2. Revisão Bibliográfica

A retomada do cotidiano num cenário pós-desastre é uma necessidade de extrema importância e principal objetivo dos agentes envolvidos. Um dos elementos chaves para reestabelecer o sentimento de normalidade é a reparação ou reconstrução das moradias perdidas pela população (FÉLIX, 2017). Contudo, estimar a duração das ações de emergência é quase inviável, uma vez que o tempo se torna uma variável dificilmente definida, pois depende de complexos fatores e condicionantes que envolvem o programa de reconstrução de um espaço destruído. (FÉLIX, 2017). Dentre essas condicionantes pode-se citar a dimensão do evento, o grau de destruição, a capacidade econômica do local, a preparação prévia dos agentes, e muitas outras (ARAÚJO, 2017).

Para suprir as funções vitais de proteção, segurança, privacidade e parâmetros mínimos de conforto durante esse espaço de tempo da reconstrução das habitações, são adotados alojamentos temporários que abrigam a população e possibilitam os cuidados com higiene pessoal, saúde, bem-estar e proteção das condições climáticas (FÉLIX, 2017).

Para maior compreensão e definição do recorte de estudo buscou-se uma bibliografia que apresentasse e definisse as principais soluções adotadas para um alojamento temporário, e nesta investigação identificou-se uma divisão dos alojamentos em tipos, discriminados a partir de suas funções e do seu período de utilização.

2.1 O alojamento temporário e suas definições

Os tipos de alojamento identificados que se dividem cronologicamente no decorrer de um desastre são: abrigo de emergência, abrigo temporário e habitação temporária. O primeiro corresponde à uma solução imediata aos primeiros dias após o desastre, assim comumente são aproveitadas estruturas existentes amplas e que já comportam uma infraestrutura básica, como escolas, ginásios, etc., ou são providenciadas instalações mínimas e provisórias em campos. Para o segundo tipo, utilizado na fase posterior ao abrigo de emergência, são previstas unidades mínimas, de fácil transporte e rápida montagem, que assegurem a proteção, segurança e privacidade dos ocupantes, mas que ainda não garantem a habitabilidade. O tempo de permanência em abrigos temporários é dependente do tempo de construção das habitações temporárias, e varia de acordo com a disponibilidade de recursos (ARAÚJO, 2017; FÉLIX, 2017; CARBONARI e LIBRELOTTO, 2018).

Tanto o primeiro quanto o segundo tipo abrangem um curto período de duração, onde a situação continua caótica, e as atividades urbanas ainda não foram retomadas. As condições

asseguradas são mínimas, e o materiais aplicados normalmente contém vida útil curta, então logo se torna impraticável o habitar (FÉLIX, 2017; NUNES et al., 2018).

Mesmo a cidade em fase de reconstrução, após o controle da situação, para que se possa ser retomada as atividades diárias, têm-se necessária a provisão de estruturas mais completas para os desalojados, são as habitações temporárias, terceiro tipo abordado pela bibliografia. Ainda que mínimas, essas habitações garantem além da privacidade e segurança, maior durabilidade e conforto, e permitem ao morador realizar suas atividades básicas diárias, como cozinhar, descansar, estudar, socializar, entre outras. Todo esse conjunto contribui para retomar o sentimento de normalidade e confiança diante da situação, bem como busca resgatar os costumes e a identidade da comunidade, facilitando assim a ação conjunta de reestruturação da sociedade como um todo. O tempo de permanência nessas habitações equivale a tempo restante para reconstrução da habitação permanente, podendo variar de meses a anos (FÉLIX, 2017; NUNES et al., 2018; CARBONARI e LIBRELOTTO, 2018).

A separação em momentos e distinção dos termos utilizados em um processo de realocamento de desalojados se mostrou essencial para que fosse definido o tipo de solução a ser analisada e objeto de estudo a ser proposto. A Figura 1 representa e resume esquematicamente esses momentos.

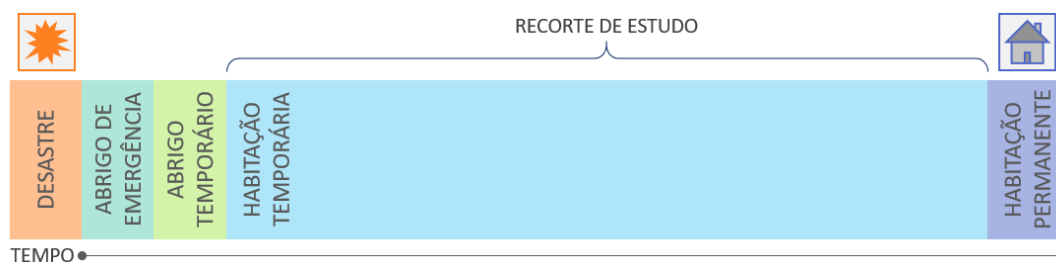


Figura 1: Esquema cronológico do processo de Alojamento. Fonte: Félix 2017, adaptado pelos autores.

2.2 Problematização

Após definir o tipo de solução a ser analisada e aplicada na proposta, procurou-se conhecer os projetos de habitações temporárias desenvolvidos ao longo dos últimos anos e que se destinaram a diversos tipos de catástrofes em diferentes localidades no mundo. A bibliografia levantada revelou análises que apontam inúmeros problemas relacionados às estratégias e soluções de alojamento temporário. A sua maioria concentra-se na habitação temporária, visto que esta fase é mais complexa e mais duradoura dentro do processo. De acordo com Felix (2017), o grande número de propostas ineficazes, os maus resultados e a criação de problemas desencadeados pelas próprias construções são preocupantes pois afetam diretamente populações já fragilizadas e diminuem a eficácia dos programas de reconstrução pós-desastre.

As críticas abordadas por Araújo (2017) e Félix (2017) são sintetizados em problemas de ordem ambiental como a insustentabilidade e problemas de ordem arquitetônica e social, como a inadequação cultural, local e econômica dos projetos. As inadequações culturais e locais são facilmente percebidas em projetos que apresentam soluções estandardizadas, que buscam uma aplicação universal, mas acabam negligenciando os padrões culturais e suas variações, as condições locais e as necessidades específicas de cada família e comunidade. Essa negligência quebra a identidade e o forte simbolismo que a habitação representa para

cada indivíduo, e desfaz o sentimento de pertença e integração que deve existir na sua relação com o alojamento, dificultando a sua capacidade de adaptação à situação (FÉLIX, 2017).

Além disso, a produção industrializada de habitações, pautada na estratégia de maximização da produção e minimização dos custos, depende da existência de tecnologia e maquinário, o que pode condicionar a sua fabricação a locais distantes da área atingida. Dessa forma, a logística de transporte das unidades, bem como necessidade de mão-de-obra especializada, e instrumentos específicos de montagem, acarretam em atrasos e elevados custos no processo, isso acaba anulando as vantagens da produção em série. O agrupamento e implantação desses projetos também podem representar inadequações, se não dispuserem de espaços exteriores e públicos que complementam a atividades diárias e as necessidades de interação (FÉLIX, 2017).

As inadequações econômicas tornam-se evidentes em projetos que possuem excessiva preocupação com a estética, e colocam em primeiro plano a necessidade de inovação da forma. Contudo, além de desapropriadas, as unidades se tornam dispendiosas e inviáveis diante de um contexto de escassez de recursos (ARAÚJO, 2017; FÉLIX, 2017). Estes custos elevados, além de interferir na ordem econômica também podem representar um problema de insustentabilidade. A questão levantada por Félix (2017), é que se o investimento em uma habitação temporária for superior à construção de uma habitação permanente, não se justificaria o gasto dado o seu curto tempo de utilização, tornando-se assim insustentável a sua produção pois gera um desaproveitamento de recursos.

Além disso, a dificuldade de determinação de um destino final para as unidades após cumprir a sua função temporária, resulta em soluções novamente insustentáveis. Dentre elas, a desmontagem e armazenamento, que implicaria em custos adicionais e duradouros para manter estabelecimentos com esta finalidade; ou a destruição e descarte, o que resultaria em uma enorme produção de resíduos além de representar um extremo desaproveitamento de recursos. Para além disso, os sistemas previstos na construção de habitações temporárias bem como os materiais utilizados também podem representar um alto grau de impacto ambiental nos terrenos utilizados para o alojamento (FÉLIX, 2017).

Repetem-se casos de poluição e transformação destes locais, devido à realização de fundações e infraestruturas, à transformação dos terrenos para construir vias e corrigir topografia, bem como à produção de lixo e outros resíduos sólidos (FÉLIX, 2017, p.42).

2.3 Indicadores de qualidade

A pesquisa realizada por Félix (2017), para sua tese de doutorado resultou em uma estratégia sistemática para análise do contexto e recolhimento de informações que fornecem a base para o desenvolvimento de soluções de alojamento temporários adequados e sustentáveis. Esses princípios levantados pelo autor foram adotados como diretrizes e utilizados como indicadores para análise da qualidade final da proposta. A seguir são apresentados esses indicadores juntamente com uma breve explicação de sua importância:

- Tratar o alojamento temporário como um processo não um produto: Embora complexo e multidisciplinar, a solução criada não deve ignorar os antecedentes nem os precedentes da situação. O processo deve iniciar-se em um planejamento prévio, que antecipe as necessidades de uma situação de emergência. Mesmo após o evento e durante a reconstrução, a proposta deve manter o caráter dinâmico e mutável, sendo plausível sempre de adaptações.

- Desenhar para e com as pessoas: o respeito aos costumes e a procura em corresponder as necessidades e expectativas das vítimas é fundamental. As soluções precisam apresentar abordagens mais sensíveis e próximas ao abrigado, ouvindo-os, de modo a potencializar a sua relação com a unidade construída.

- Aproveitar os recursos locais: Os materiais locais são comumente mais baratos e se familiarizam com o local, garantindo maior integração da unidade ao contexto. Os recursos locais incluem também a mão-de-obra. Isso ajuda não somente na economia como também na recuperação emocional dos afetados, pois os mantém ativos e socializados. Incluir a participação da população diminui o tempo de construção e gera um vínculo importante entre o abrigado e a unidade, além de facilitar futuras manutenções e ampliações, pois a montagem adota um conhecimento acessível e os materiais se mantêm disponíveis. Porém deve-se avaliar a viabilidade dessa autoconstrução, bem como o limite de disposição desses materiais para que os mesmos não se esgotem durante o processo.

- Projeto localmente orientado: as características das construções locais devem ser o partido inicial e referência principal para a definição das formas. Essa estratégia busca manter as referências de lar dos atingidos, facilitando a sua adaptação ao cenário. Também é preciso manter em consideração as condicionantes climáticas, inclusive as suas alterações ao longo dos meses, bem como as questões culturais da comunidade.

- Desenhar para além das unidades de alojamento: as soluções precisam estender-se ao planejamento dos arranjos, à previsão de áreas livres, comuns, e espaços de transição e aos demais equipamentos que complementam o funcionamento da comunidade. A criação de espaços transitórios cria melhores condições de privacidade, e a garantia de espaços livres proporciona espaços de lazer, descanso, e interação social, aspectos importantes para a melhoria psicológica e emocional das vítimas.

- Visão de médio a longo prazo: uma perspectiva mais abrangente proporciona maior qualidade e sustentabilidade dos projetos. Evitar os desperdícios e as intervenções irreversíveis é essencial para se preservar o meio ambiente e a paisagem local. Além disso, soluções versáteis e reaproveitáveis justificam melhor os investimentos a elas atribuído. Para evitar a permanência definitiva nas unidades, acontecimento que pode gerar problemas sociais, propõe-se prever apenas instalações mínimas, de forma a lembrar ao abrigado o caráter temporário da habitação.

Complementando esses indicadores, Felix (2017) apresenta ainda diversos aspectos técnicos que contribuem para o aumento da qualidade quando aplicados ao projeto são eles: proteção e segurança; conforto; durabilidade compatível ao tempo de uso; flexibilidade; dimensões adequadas; sistemas simples de montagem e manutenção, transporte simples e facilitado; previsão de espaços exteriores; ciclo de vida definido; e consciência ambiental.

3. Simulação

Constatada a necessidade de contextualização dos projetos, buscou-se inicialmente definir a qual caso seria aplicada a proposta de habitação temporária, objeto de simulação deste estudo. Para obter-se uma abordagem mais próxima à realidade cultural e social brasileira, definiu-se como contexto os recentes casos de desmoronamento de barragens, e a seguir são apresentados os dados que levaram à escolha deste cenário.

3.1 Contexto

No Brasil, existem hoje 4.830 barragens cadastradas na Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB. A política foi estabelecida pela Lei Federal nº 12.334/2010, e classifica as barragens por:

- Categoria de Risco: Relacionada à possibilidade de rompimento da estrutura;
- Dano Potencial Associado: Relacionado ao entorno potencialmente afetado;
- Volume do reservatório; (BRASIL, 2010).

Suas classificações relacionadas à Categoria de Risco e Dano Potencial foram esquematizadas pelo gráfico apresentado a seguir (Figura 2).

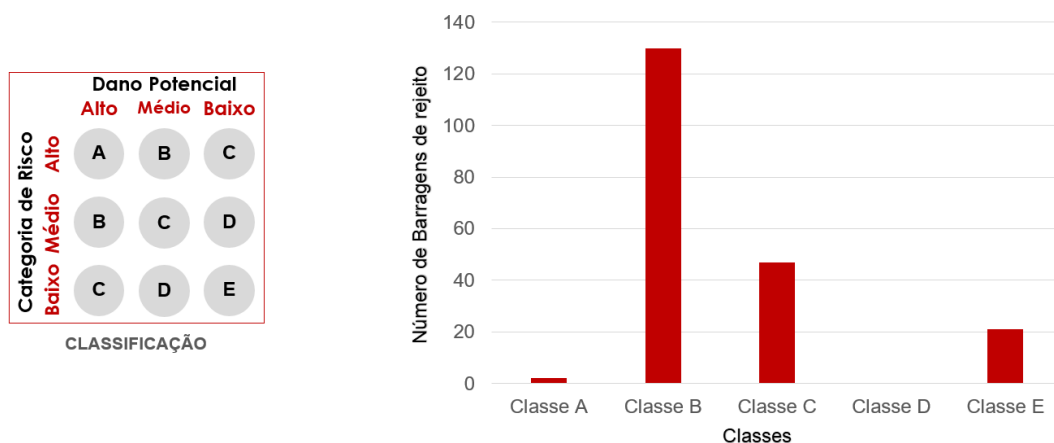


Figura 2: Classificação das barragens de rejeitos do estado de MG. Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme o relatório publicado pela AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2019), Das 4.830 barragens existentes no Brasil, 492 são utilizadas para a contenção de rejeitos de mineração. Destas, 200 estão localizadas em Minas Gerais, de acordo com os dados da plataforma digital Lei.A (2020). A concentração de barragens de rejeito localizadas na Região Metropolitana de Belo Horizonte, como mostra a Figura 3, levou a adotar esta área como recorte para aplicação da proposta.

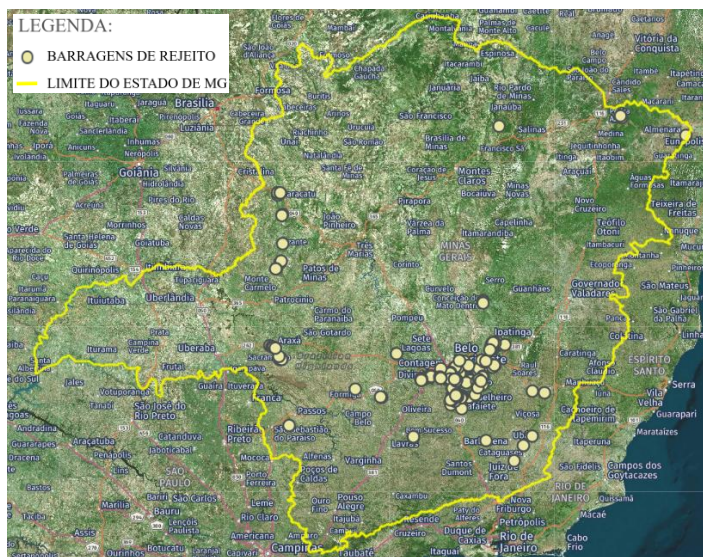


Figura 3: Mapa do Estado de Minas Gerais com a localização das barragens de rejeito. Fonte: Plataforma digital Observatório Lei.A. Acesso em 20 de jan. de 2020. Adaptado pelos autores.

Percebe-se assim, que é comum a presença de barragens de rejeito nas cidades do estado de Minas Gerais. Contudo, os recentes casos de rompimento, geraram grandes preocupações devido às suas proporções de destruição urbana e ambiental e elevado número de pessoas atingidas. Os maiores desastres ocorreram na cidade de Mariana, em novembro de 2015, e na cidade de Brumadinho, em janeiro de 2019, ambas localizadas no estado de Minas Gerais.

Apesar de apenas esses dois casos terem alcançado alta repercussão, eles não se apresentam de forma isolada. Um estudo realizado e publicado em livro por Milanez et al. (2016), logo após o desastre de Mariana, levantou o vazamento ou rompimento de mais seis barragens no estado de Minas Gerais entre 2006 e 2015, onde em pelo menos metade deles houve vítimas fatais e resultou em muitas famílias desalojadas.

A combinação entre ocorrência de desastres com a pobreza, identificada anteriormente na bibliografia, é aqui exemplificada numa análise feita por Milanez et al. (2016) sobre as relações entre a sociedade e a indústria extrativa mineral – IEM:

[...] a pobreza e a desigualdade das regiões mineradas e sua dependência da IEM se retroalimentam e asseguram a sobrevivência de ambas. De um lado, a pobreza facilita a instalação das atividades extrativas e a aceitação de seus impactos; enquanto, de outro, as operações da IEM dificultam a instalação de outras atividades econômicas, contribuindo para a redução da diversidade da estrutura econômica, sendo a dependência da atividade criada e reforçada por investimentos públicos e privados. Em particular, a estrutura econômica de Mariana sustenta e reforça a minério-dependência e perpetua uma situação agravada de fragilidade ambiental e social (MILANEZ et al., 2016).

Os dados apresentados na pesquisa de Milanez et al. (2016) despertou a preocupação com relação ao acolhimento e realocação das famílias que tiveram suas habitações totalmente destruídas pela lama, e com as que seguem convivendo com o risco existente das demais barragens. Segundo Freitas et al. (2019), somente nos casos de Mariana e Brumadinho, o número de desabrigados somam cerca de 640 pessoas. Esse número desconsidera famílias que conseguiram se abrigar em hotéis, casas de amigos ou familiares, mas que entram na contagem de famílias desalojadas.

O problema maior surge no tempo de realocação dessas famílias, onde a falta de recurso e a impunidade em cima dos responsáveis pelo desastre, levam à espera de meses e até anos para a reconstrução das residências atingidas. Como afirma Nunes et al. (2018), nesse intervalo de tempo, é essencial a disponibilização de alojamentos temporários de fácil acesso, e que forneçam a infraestrutura necessária ao atendimento dos atingidos. Sendo assim, este foi o contexto aplicado à proposta.

3.2 Proposta

A proposta a seguir apresentada é uma simulação do exercício de projeto que contempla todo o referencial bibliográfico abordado anteriormente. O objetivo da proposta foi garantir que todos os aspectos analisados na teoria fossem abordados no exercício prático, afim de constatar a viabilidade das questões levantadas, e identificar onde estão os maiores desafios no processo de concepção de uma habitação temporária.

O processo, que iniciou na busca e determinação de um contexto, parte então para o recolhimento e análise das informações relacionadas ao local. Com relação à identidade da Região Metropolitana de Belo Horizonte, observou-se no aspecto social uma forte cultura tradicionalista, religiosa e festiva, com uma população bastante diversificada, mas que preza

o acolhimento e o convívio social. Já em relação ao aspecto visual, pôde-se identificar uma arquitetura bastante detalhista, a presença de casarões, monumentos e simbolismo religioso, arte barroca e rococó, aspectos bastante enraizados no caráter histórico da região.

Nas áreas residenciais históricas, é constante a presença de cores marcantes, ritmo e simetria. As coberturas em telhas coloniais predominam, e as fachadas são dotadas de varandas com gradis e ornamentos, janelas bem demarcadas por molduras e cores vivas. Mesmo nas áreas de ocupação mais recente, apesar da menor intensidade, esses padrões visuais da cultura colonial também aparecem (Figura 4).



Figura 4: Imagens do centro histórico e Monumento em contraste com a região periférica de Ouro Preto-MG. Fonte: site viagemeturismo.abril.com.br. Acesso em 20 de jan. de 2020.

Com relação ao aproveitamento dos recursos locais, foram constatadas algumas informações que implicaram na escolha dos materiais utilizados na proposta. Dentre elas:

- Conforme o último Boletim anual do Sistema Nacional de Informações Florestais, o estado de Minas Gerais apresentou a maior área de floresta plantada do país, com 1.955.578 hectares, sendo 98% de eucaliptos. Com isso, definiu-se que toda a estrutura das unidades seria em eucalipto a fim de aproveitar essa alta disponibilidade.
- As prefeituras mineiras possuem convênios com empresas de reciclagem, e promovem com frequência campanhas para coleta de pneu inservíveis, visando o reaproveitamento do material. Essa disponibilidade de pneus pode ser aproveitada na fundação das estruturas, pois viabilizam uma fácil adaptação a terrenos de variadas declividades, sem exigirem grandes movimentos de terra;
- Com a alta presença de floresta comercial no estado constatou-se também na região a fabricação de chapas de OSB a partir de flocos de madeira dos eucaliptos. Essas chapas são sustentáveis e podem ser reaproveitadas após o uso nas habitações temporárias, por isso foram empregadas em todos os fechamentos da proposta;
- A grande presença de telhas coloniais nas residências antigas e novas, representam uma identidade visual da região, porém suas dimensões e pesos dificultam o transporte e a montagem rápida das coberturas. Entretanto, para manter a semelhança já habituada da população, foi escolhida uma telha de PVC, que possui o mesmo aspecto visual, porém é maior e mais leve, facilitando o processo de montagem.

Reunido os materiais, deu-se início então a formalização da proposta. A seguir estão apresentadas as soluções alcançadas para o projeto (Figura 5, 6 e 7) e uma síntese dos resultados obtidos com as definições adotadas (Quadro 1).

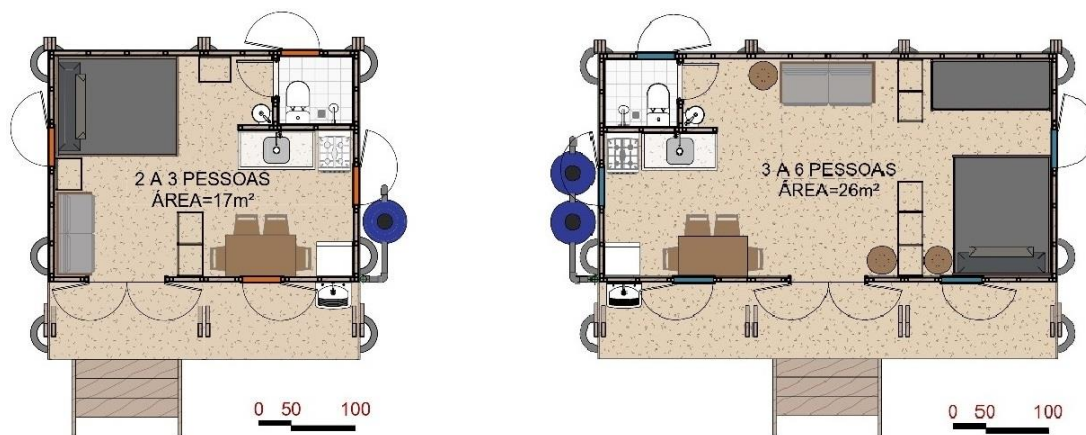


Figura 5: Plantas das Unidades Habitacionais. Fonte: Elaborado pelos autores.

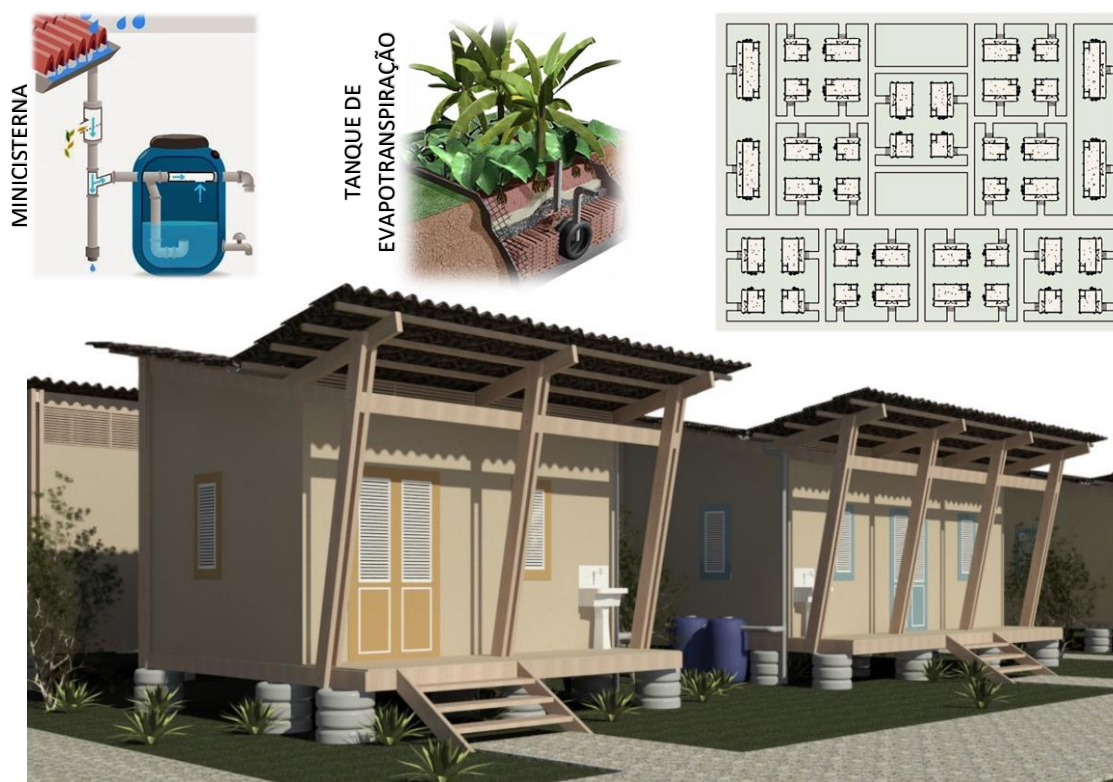


Figura 6: Perspectiva das unidades habitacionais e esquema de implantação da proposta. Fonte: Elaborado pelos autores.

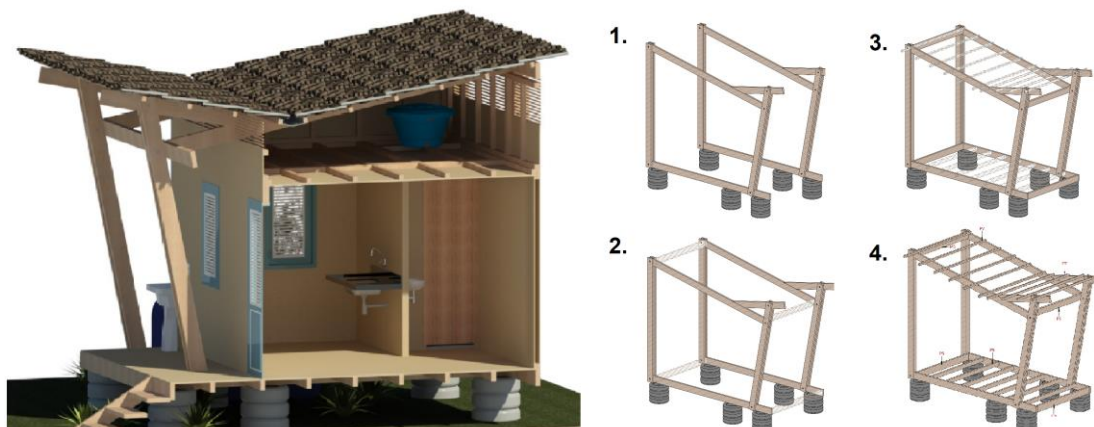


Figura 7: Corte e esquema de montagem da estrutura. Fonte: Elaborado pelos autores.

ELEMENTO	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS
Fundação	Reutilização de pneus inservíveis; Elevação do piso em relação ao solo; Altura adaptável.	Reaproveitamento; Baixo impacto no terreno; Adaptabilidade; Flexibilidade; Consciência ambiental; Facilidade de manutenção;
Estrutura	Baixa variedade de peças. Sistema simples em madeira parafusada; Possibilidade de uso prévio como abrigo temporário e posterior como equipamento público;	Modulação; Montagem simples e rápida; Materiais locais e sustentáveis; Ciclo de vida; Resistência; Transporte simples; Reaproveitamento futuro.
Cobertura	Aspecto visual semelhante à telha colonial; Material reciclável; Peças leves;	Reaproveitamento futuro; Transporte simples; Montagem simples e rápida; Identidade cultural.
Fechamentos	Painéis em sistema <i>wood frame</i> ; Utilização de Placas OSB com minimização de recortes; Presença de forro;	Modulação; Materiais sustentáveis; Conforto; Segurança; Privacidade; Reaproveitamento futuro; Montagem simples e rápida; Transporte simples;
Aberturas	Aberturas com sistema, formato e cores reconhecíveis localmente; Ventilação cruzada; Presença de venezianas para ventilação entre forro;	Identidade; Facilidade de manuseio e manutenção; Conforto térmico;
Layout Habitacional	Tamanho de acordo com o n° de moradores. Separação clara dos espaços. Presença de varanda;	Flexibilidade; Identidade; Dimensões adequadas; Previsão de áreas íntimas, sociais e transitórias; Privacidade;
Instalações	Banheiros em dimensões mínimas. Concentração das instalações hidráulicas; Previsão de sistema simplificado para captação de água da chuva;	Individualidade; Conforto; Dimensões mínimas; Privacidade; Reaproveitamento; Consciência Ambiental.
Implantação	Locação alternada; Previsão de espaços Livres e equipamentos públicos; Provisão de Tanques de Evapotranspiração para tratamento do esgoto; Intervenção reversível;	Preservação do meio ambiente e da paisagem local; Adaptabilidade; Flexibilidade; Hierarquização; Vigilância; Permeabilidade; Interação social; Conforto ambiental; Consciência Ambiental;

Quadro 1: Relação entre a proposta e os indicadores de qualidade. Fonte: Elaborado pelos autores.

Os indicadores de qualidade abordados na revisão bibliográfica foram a base para formulação do projeto, e a constatação da presença destes pontos ao final do trabalho funcionou como um instrumento de validação da proposta. O ponto mais importante identificado foi a flexibilidade, pois com ela, as unidades se adaptam ao tamanho das famílias, aos terrenos e também ao uso, podendo ser reaproveitadas como equipamentos públicos. Os recursos empregados são passíveis de adaptação de acordo com a disponibilidade local, empregam a reutilização de produtos descartados, e o uso materiais recicláveis, características que reforçam o seu caráter sustentável.

4. Considerações Finais

Tendo em vista a importante colaboração das críticas para o reconhecimento das deficiências projetuais reproduzidas nos mais variados contextos emergenciais, considera-se de igual importância a sistematização e aplicação das constatações abordadas. Nesse sentido, considerando a complexidade do processo e sua multidisciplinaridade, a proposta procurou trabalhar de forma analítica as principais questões envolvidas. O projeto mostra que é possível garantir a aplicação de todas os princípios de qualidade. Essa ênfase na abordagem mais humana e ambiental contribui para uma melhor relação entre os abrigados, o edifício, e o meio ambiente. Tudo isso possibilita uma recuperação mais rápida da sociedade e uma vivência mais sustentável.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Relatório de Segurança de Barragens 2018**. Brasília, 2019. Disponível em: <http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2018/rsb2018_0312.pdf>.

ARAÚJO, Margarida Manso. **O Papel da Arquitetura na Pós-Castástrofe**. Estudo para um Alojamento Temporário. 2017. 120f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Porto, Porto, 2017.

BRASIL, Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm>.

CARBONARI, L. T.; LIBRELOTTO, L. I. **Estudo comparativo dos cases de habitação temporária – Paper Log House – e as aplicações no Brasil**. Mix Sustentável (Revista online), v. 5, p. 19-30, 2019.

FÉLIX, Daniel António Fernandes. **Arquitetura para situações de emergência**. Do projeto sustentável com recurso a sistemas em madeira e derivados à intervenção territorial. Os casos de Lisboa e Angra do Heroísmo. 2017. 255f. Tese (Doutorado) – Curso de Arquitetura, Universidade Lusíada Norte, Vila Nova de Famalicão, 2017.

FREITAS, C. M.; BARCELLOS, C.; ASMUS C. I. R. F.; SILVA, M. A., XAVIER, D. R. **Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva**. Cadernos de Saúde Pública (Revista online), 35(5): e00052519, 2019.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D.A.; MARCELINO, I.P.V.O.; MARCELINO, E.V.; GONÇALVES, E.F.; BRAZETTI, L.L.P.; GOERL, R.F.; MOLLERI, G.; RUDORFF, F. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Organic Trading, 2006. 109p.

LEIA. **Observatório Digital de Leis Ambientais**. 2020. Disponível em: <<http://www.leia.org.br/tema/mapa/24/mineracao/>>. Acesso em 20 de jan. de 2020.

MILANEZ, B.; WANDERLEY, L.; MANSUR, M.; PINTO, R.; GONÇALVES, R.; SANTOS, R.; COELHO, T. **Antes fosse mais leve a carga: reflexões sobre o desastre da Samarco / Vale / BHP Billiton**. Marabá: Editorial iGuana, 2016.

NUNES, E. F.; AGUILAR, V.Z.; LIMA, A. P. A. S.; ABREU, S. M. B. M.; REZENDE, E. J. C. **Abrigo para situação de emergência**. Estudos em Design (Revista online), v. 26, p.166, 2018.

ONLINE, Redação DeFato. Começa a campanha para coleta de pneus inservíveis em Minas Gerais. **DeFato Online**, 2019. Disponível em: <<https://defatoonline.com.br/comeca-a-campanha-para-coleta-de-pneus-inserviveis-em-minas-gerais/>>. Acesso em 6 de jan. 2020.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Boletim SNIF 2018**. Edição 1. Brasília, 2019. Disponível em:<<http://www.florestal.gov.br/publicacoes/1645-boletim-snif-2018-ed-1>>.



Síntese da experiência no planejamento de trilhas ecológicas: caso sobre a trilha do vigia no sudeste do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro.

Synthesis of experience in ecological trail planning: a case on the Vigia Track in the southeast of the state Park of Serra do Tabuleiro.

Giancarlo Philippi Zacchi, Faculdade Municipal de Palhoça - UFSC

gianpzacchi@gmail.com

Gilberto de Souza Paula, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

gilbertosouzapaula@gmail.com

Resumo

O ecoturismo e as relações dos praticantes com o planejamento de trilhas ecológicas, enquanto contribuem no desenvolvimento dos espaços, o interesse crescente da atividade pode se tornar negativo dado os impactos que desencadeia. Para apresentar os resultados na Trilha do Vigia localizada no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, em Palhoça, SC, foi realizada uma pesquisa de natureza aplicada, descritiva e exploratória, uma abordagem quali-quantitativa com procedimento técnico estruturado em pesquisa bibliográfica, e estudo de caso. Os resultados apontam que a capacidade de carga efetiva da trilha é de 77 pessoas dia, com 10 pessoas por cada hora no máximo, incluindo o condutor ambiental, com 8 horas de trilha aberta, que o grau de dificuldade da trilha é fácil, o meio é moderadamente severo, apresenta caminhos e cruzamentos bem definidos, o percurso é feito com obstáculos e a intensidade do esforço físico realizado é considerado de pouco esforço.

Palavras-chave: Planejamento; Trilha; Parque Estadual da Serra do Tabuleiro.

Abstract

Ecotourism and the relationships of practitioners with the planning of ecological trails, while contributing to the development of spaces, the growing interest of the activity can become negative given the impacts it triggers. To present the results in the Trilha do Vigia located in the Serra do Tabuleiro State Park, in Palhoça, SC, an applied, descriptive and exploratory research was conducted a qualitative/quantitative approach with technical procedure structured in bibliographic research, and case study. The results indicate that the effective load capacity of the trail is 77 people day, with 10 people per hour at most, including the environmental conductor, with 8 hours of open trail, that the degree of difficulty of the trail is easy, the medium is moderately severe, presents well-defined paths and crosses, the route is done with obstacles and the intensity of physical exertion performed is considered of little effort.

Keywords: Planning; Trail; Serra do Tabuleiro State Park.

1. Introdução

O exercício do ecoturismo tem desencadeado uma nova relação entre o homem e a natureza e esta prática desenvolvida nas Unidades de Conservação do País, tem crescido significativamente nos últimos anos (FONSECA, MELO, CARVALHO, 2018).

Como atividade alternativa, o ecoturismo vem se tornando uma realidade que estimula a sustentabilidade para a manutenção da biodiversidade e também para o gerenciamento das Unidades de Conservação que segundo Sampaio et al (2017), apresentam como desafios problemas institucionais de desenvolvimento de políticas estratégicas de fiscalização, aliados a pressão econômica.

Nesse panorama, a conservação e preservação da natureza perpassa pela necessidade de os sujeitos perceberem e compreenderem os processos ecológicos no uso cotidiano dos espaços. Nesse sentido, Signorati (2018) afirma a necessidade de integração e articulação entre a Unidade de Conservação e a comunidade para que se possa desenvolver a percepção ambiental e o alcance do equilíbrio ambiental minimizando os conflitos existentes.

Uma das maneiras de se desenvolver a percepção ambiental é, por sua natureza distintiva, desenvolver a atividade turística. A promoção de trilhas ecológicas possibilita essa percepção e compreensão dos processos ecológicos de forma que as Unidades de Conservação e as Comunidades possam integrar-se socialmente. Sell (2017) assevera que esses modelos de integração supõem relativo avanço no diálogo e na qualidade dessa integração com os elementos da economia nacional e local, permitindo um intercâmbio cultural entre visitantes e visitados.

O objetivo deste artigo é relatar os primeiros resultados dos estudos desenvolvidos na Trilha do Vigia, localizada no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro – PEST, no município de Palhoça, SC, estudos integrantes do Projeto Retrilhar.

2. Classificação da pesquisa e procedimentos metodológicos

Quanto as questões metodológicas, este artigo está estruturado da seguinte forma: a primeira parte estabelece a classificação da pesquisa e a segunda parte apresenta os procedimentos metodológicos.

Com relação a classificação da pesquisa, do ponto de vista de sua **natureza**, classifica-se como aplicada, visto que ao final dos estudos obteve-se um relatório final do levantamento. Do ponto de vista dos **objetivos**, apresenta-se como exploratório e descritivo, já que buscou-se levantar dados ao longo do estudo observando e descrevendo-os sistematicamente. Do ponto de vista da **forma de abordagem**, se enquadra como qualitativa pois envolveu a combinação de dados qualitativos e quantitativos. Já do ponto de vista do **procedimento técnico**, classifica-se como bibliográfico, e de levantamento por meio de um estudo de caso (CRESWELL, 2014; PRODANOV E FREITAS, 2013; VILAÇA, 2010). A Figura 2 exemplifica o processo.

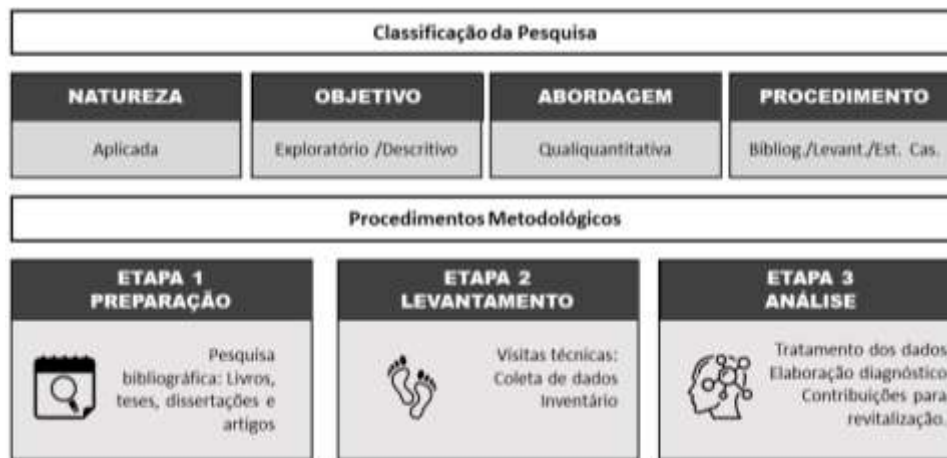


Figura 1: Caracterização geral e procedimento metodológico

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2019.

Na primeira etapa – preparação - realizou-se uma revisão da literatura em livros, teses, dissertações e artigos sobre o tema, tendo como resultado a fundamentação teórica deste artigo.

Na segunda etapa – levantamento - foram realizadas as visitas técnicas para levantamento de dados. Nas visitas que ocorreram em 2018, obteve-se a extensão da trilha, declividades em graus e percentuais, a identificação dos trechos com problemas, de riscos e perigos, a identificação dos pontos atrativos e tempo em rota.

Ainda como resultado desta etapa foi constituída a anatomia da trilha: a identificação dos problemas e riscos; a descrição das necessidades geotécnicas; a identificação dos aspectos ambientais decorrentes do ecoturismo; o desenvolvimento de um plano de comunicação; os estudos de capacidade de carga e da elaboração de um código de conduta para visitação, e a definição do grau de dificuldade da trilha. O levantamento foi realizado por estudantes do segundo semestre do Curso de Tecnólogo em Gestão de Turismo da Faculdade Municipal de Palhoça na Ponta Sudeste do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro – PEST, na Praia da Pinheira, no município de Palhoça.

Na terceira etapa os dados foram reunidos e planilhados, e em seguida organizados e tratados para produção de informações. O resultado dessa etapa foi a junção de todos os dados em um único documento que permitiu estabelecer um diagnóstico da trilha do Vigia e das ações necessárias para sua revitalização. O documento finalizado foi entregue ao Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina – IMA, para a Fundação Cambirela de Meio Ambiente de Palhoça – FCAM e Secretaria Municipal de Turismo do Município, a quem compete a implantação.

3. Resultados e discussão

Iniciou-se o levantamento de dados após a obtenção da Autorização Ambiental número 10/2017 GERUC/DPEC expedida pelo Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina para desenvolvimento dos estudos.

Uma ficha de campo foi elaborada para o registro das informações na análise de sítio a fim de obter os dados de declividade por trecho em graus e percentual, de coordenadas UTM - *Universal Transversa de Mercator* no plano sirgas 2000, de identificação de ocorrência de vários elementos relacionados à área de pisoteamento da trilha, da vegetação, do solo, do saneamento, da fauna, do ruído e dos riscos e perigos de cada trecho. A ficha de campo foi adaptada de acordo com as orientações de Andrade e Rocha (2008), das Normas ISO 15.550 – parte 1 e 2 (2008), da 15.531 (2005) e de Costa (2006). Além disso, utilizou-se o modelo proposto por Magro e Freixêdas (1998) para definir o Índice de Atratividade de Pontos Interpretativos – IAPI, que deu origem a definição de um roteiro turístico.

O tema escolhido para análise e interpretação, por meio de observação visual *in loco*, foi exuberância paisagística, e teve como finalidade a educação ambiental. Depois de percorrido integralmente a trilha para análise e diagnóstico do potencial turístico, iniciou-se o levantamento dos pontos atrativos com duas duplas de estudantes para cruzamento dos pontos selecionados.

Conscientizar o visitante da importância da preservação da fauna e da flora integrantes da Floresta Atlântica é fundamental para o desenvolvimento do ecoturismo. Com base na coleta dos dados foi possível elaborar um roteiro para esse objetivo.

Foram selecionadas diversas estações de paradas na trilha que permitem ao usuário diferentes possibilidades:

- a) Contemplação e observação da paisagem e interpretação passiva;
- b) Compreensão da linha de costa e a sua dinâmica com as atividades humanas, tais como os níveis de povoamento, o registro do processo de ocupação e a intensidade dos usos praticados, assim como a estética, a questão sanitária e a economia de subsistência praticada por comunidades tradicionais;
- c) A identificação de vestígios de rochas com as superfícies polidas, indicando que em passado remoto houve a presença de grupos humanos primitivos, chamadas de panela de bugre;
- d) Identificar a cultura material indígena;
- e) Possibilita banhos nas piscinas naturais formadas pela posição e arranjo das rochas.

Para levantamento dos dados, realizou-se verificação preliminar com as equipes, a fim de analisar o sítio com mapas, fotografias, identificando elementos naturais e humanos que pudessem configurar a paisagem preliminarmente, conforme recomenda os estudos de Moraes (2014).

A trilha do Vigia, localizada na praia da Pinheira na linha de borda Sudeste do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, distante 17 Km do centro de Palhoça. A trilha leva o nome de Vigia em decorrência da utilização do espaço por pescadores artesanais, que ficam de tocaia (vigia) esperando o momento certo para o lanço, cerco utilizado para captura da tainha, quando os cardumes de tainhas entram na baía.

Embora a trilha do vigia assuma uma função autoguiada, visto que sua forma, grau de dificuldade e distância percorrida permitem o contato dos visitantes e sua interação com o meio ambiente, não se exclui a necessidade de um guia.

Segundo a classificação de Andrade e Rocha (2008), a trilha do Vigia classifica-se como linear e seu grau de dificuldade, de acordo com Lemos e Santos, (1996), é fácil/plana. O clinômetro digital foi utilizado para a coleta dos dados referentes à inclinação do solo, que foi realizada em cinco pontos equidistantes e distintos, em trechos de 100 metros da trilha. Com esses dados coletados foi possível estabelecer o grau de esforço nos cinco trechos, conforme o Gráfico 1:



Gráfico 1: Grau de esforço na trilha do vigia.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2019.

A partir do Gráfico 1 percebe-se que o início da trilha apresenta um grau de esforço em aclave de 21,52% e o trecho 2 apresenta um grau de esforço em declive de 25,32%. O esforço para subir aumenta com o tempo de permanência no "estado subindo". Para descer "o esforço cai" até o valor de manutenção do movimento chegar a 17,72%, grau de esforço para o início da reta no trecho 3, que permanece constante até o final do trecho 5.

Considerando a forma linear do Gráfico 1 resultando em um sistema pendular de ida e vinda no eixo da trilha pelos usuários, identifica-se problemas e aspectos ambientais relacionados com a compactação do solo, que contribui para o afundamento do piso gerando perda de borda e intensificação do escavamento do piso por força de rápido escoamento superficial. Essa dinâmica forma uma espécie de bermão do lado externo do leito, que por sua estrutura característica, estabelece uma barreira para o escoamento das águas em forma de calha, com presença de muitos atalhos. Ainda foi possível verificar ao longo dos trechos da trilha, em seções específicas, a presença de lixo marginal, afloramentos rochosos (matacões), clareiras com presença de restos de fogueira, e rochas aflorantes dos dois lados da trilha que estreitam o seu leito.

A trilha apresenta ainda desprendimento espontâneo de rocha, eventualidade de queda no vazio em declive acentuado, existência de passagens com a necessidade do uso das mãos para prosseguimento, trechos escorregadios, probabilidade de exposição aos ventos fortes, probabilidade de exposição ao calor, sobretudo no verão, exposição ao sol forte e risco de acidente em período noturno. Essas situações de risco foram observadas em quase toda a totalidade da trilha especialmente situações de perigo de queda, em decorrência do

visitante escorregar e cair no vazio em razão da inexistência de guarda corpo ou corrimão para servir de apoio a caminhada.

A Trilha do Vigia possui rochas aflorando em alguns trechos como blocos/matacões e outros trechos em formato de lajeado. Esses afloramentos rochosos são representantes do Granito Ilha. Este Granito está compreendido dentro da Suíte Pedras Brancas, Batólito Florianópolis.

No costão a sul da Enseada da Pinheira, o Granito Ilha mostra tamanho de grão mais fino e contém pequenos fenocristais esparsos de feldspatos, bem como agregados isolados de minerais máficos. Tal variação textural, aliada ao grande volume de veios aplo-pegmatíticos subverticais e subhorizontais aí encontrados, sugere ser esta uma região de topo da intrusão. Esta observação é ratificada pela presença de inúmeros xenólitos arredondados do Granito Paulo Lopes, bem como de diversos fragmentos de contornos irregulares, parcialmente reabsorvidos, de leucogranitos porfiríticos de matriz fina, provavelmente fragmentos de sua margem resfriada. Nestes locais, a foliação é subhorizontal, marcada pela alternância de bandas de granulação fina com bandas onde a textura é mais grossa, e por injeções aplo-pegmatíticas concordantes. Nos fragmentos de margem resfriada observam-se pequenas trilhas de minerais máficos, sugestivas de processos de acumulação precoces (CARDOSO, 2018).

A Figura 2 apresenta os trechos: de P0 a P1 – trecho 1; de P1 a P2 – trecho 2; de P2 a P3 – Trecho 3; de P3 a P4 – trecho 4 e de P4 a P5 – trecho 5. Do trecho 1 ao trecho 4 identificou-se o solo tipo textura média e o trecho 5, tipo arenoso. Segundo Lechner (2006), o tipo de solo chamado de textura média é uma mistura de areia, silte e argila em variadas quantidades; suas características dependem das proporções desta mistura, mas geralmente são bem drenados. Enquanto o tipo arenoso é composto por partículas maiores com estrutura granulosa mais grosseira, muito bem drenado; sujeito a erosão eólica e hídrica (MORAES, 2014; BITTENCOURT ET AL, 2008).



Figura 2: Definição dos trechos da trilha.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2019.

Com relação aos estudos de capacidade de carga, o turismo praticado em áreas de preservação permanente precisa ser monitorado e sua plenitude requer adaptações para que o meio ambiente não sofra com o processo de antropização com um número excessivo de pessoas no meio ambiente. A ideia central dos estudos de capacidade de carga busca apresentar um referencial de uso racional dos recursos naturais. Não visa cortar confortos.

Para mitigar os efeitos decorrentes do uso recorrente do meio utiliza-se métodos cuja principal finalidade é verificar e definir a quantidade de pessoas que determinada área pode suportar. A metodologia utilizada foi fundamentada em Cifuentes (1992) para verificar a quantidade de pessoas que a Trilha do Vigia comporta considerando a relação visitante, espaço e tempo.

Cooper (2001), afirma que a capacidade de carga está sujeita a uma múltipla determinação e que a vulnerabilidade das diferentes destinações à presença turística será um fator fundamental para estabelecer os padrões aceitáveis a serem mantidos durante o processo de gerenciamento.

Para Williams e Gil (2001), existem várias perspectivas sobre a capacidade de carga como instrumento de administração, mas, seu conceito se refere ao número máximo de turistas que dado destino pode suportar, muito embora Swarbrooke (2000), afirmar que o processo de dano relacionado à atividade é algo progressivo, ao invés de súbito, em decorrência das particularidades históricas, econômicas, geográficas e políticas de cada destino. Dessa forma, entende-se que é no exato momento em que a visita está ocorrendo que inevitavelmente o ambiente fica com a maior probabilidade de ser modificado. Para a definição da capacidade de carga, definiu-se os coeficientes de análise e os seus indicadores, como se exibe com a Tabela 1.

Fator de Correção	Indicador de análise
Fator de Correção de Temperatura (FC_{temp})	Temperatura média
Fator de Correção de Precipitação (FC_{prec})	Dias chuvosos
Fator de Correção Solo (FC_{sol})	Litologia
Fator de Correção de Declividade (FC_{decl})	Graus
Fator de Correção de Monitoramento (FC_{mon})	Dias fechado
Fator de Correção de Erodibilidade (FC_{erd})	Metros
Fator de Correção de Perda de Vegetação (FC_{pv})	% no leito

Tabela 1: Fatores de Correção para Capacidade de Carga
Fonte: Elaborado pelos Autores, 2019.

Além dos Fatores de Correção, com seus indicadores de análise e suas magnitudes limitantes, base de análise contemplou Capacidade de Manejo (CM) considerando as categorias estrutura, pessoal e manutenção. Com base na metodologia de Cifuentes (1992) e dos dados coletados na Trilha do Vigia, pode-se montar a Tabela 2.

Indicadores	Valor
Extensão da trilha	520 metros
Tempo de trilha aberta	8 horas
Tempo de visitação	1 hora
Fator de Correção de Temperatura (FC _{temp})	Média de 31°
Fator de Correção de Precipitação (FC _{prec})	Média de 30 dias (trimestre)
Fator de Correção Solo (FC _{sol})	80% textura média 20% Arenoso
Fator de Correção de Declividade (FC _{decl})	0,1265 ⁰
Fator de Correção de Monitoramento (FC _{mon})	12 dias fechado ao ano
Fator de Correção de Erodibilidade (FC _{erd})	100 metros
Fator de Correção de Perda de Vegetação (FC _{pv})	60%

Tabela 2: Indicadores da trilha do Vigia.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2019.

Com relação ao Fator de Correção de Declividade - (FC_{decl}) – dados foram coletados em seções equidistantes de 20 metros em cada trecho da trilha, assim como o fator de correção de temperatura e de precipitação foram coletados por meio dos relatórios anuais EPAGRI/CIRAM (2018).

Com base na metodologia de estudo de Capacidade de Carga de Cifuentes (1992), foi possível concluir que a capacidade da Trilha do Vigia em receber visitantes é expressa de acordo com a Tabela 3.

Variáveis	Valores
Tempo de trilha aberta para visitação	8 horas por dia
Capacidade de Carga Física - CCF	4.160 pessoas
Capacidade de Carga Real com Fatores de Correção - CCR	221,39 pessoas
Capacidade de Manejo - CM	34,78%
Capacidade de Carga Efetiva - CCE	77 pessoas por dia
Fruição por hora	1 grupo de 9,63 pessoas por hora.

Tabela 3: Capacidade de carga da trilha do Vigia.

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2019.

Portanto entende-se que a Capacidade de Carga Física – CCF, é aquela que aponta quantos visitantes o lugar pode receber por dia sem os fatores de correção. A Capacidade de Carga Real – CCR, é aquela que mostra a quantidade de pessoas acrescentando os fatores de correção e a Capacidade de Carga Efetiva – CCE, é entendida como o limite máximo de pessoas aceitável em uma área, considerando a Capacidade de Manejo – CM, entendida com a resultante sinérgica das condições administrativas e gerenciais da Trilha ou da unidade de conservação, necessárias para a integralização de seus objetivos gerenciais. Aqui observa-se a capacidade instaurada e a necessária para o correto funcionamento da trilha ou área estudada.

Com relação a identificação dos aspectos ambientais procurou-se verificar as alterações causadas ao meio ambiente. Podem ser negativos, positivos ou adversos. Para a análise foi estruturado em aspectos biofísicos, sociais e econômicos. Nos aspectos biofísicos foram identificados pisoteio e compactação do solo; processos erosivos e carreamento de solo; resíduo e entulho na trilha; desbarrancamento da borda crítica; presença de espécies exóticas invasoras; exposição do solo; trecho descoberto de vegetação – incidência solar e desbaste de vegetação nativa.

Nos aspectos socioambientais verificou-se alargamento da trilha; produção de lixo; pichações em rochas; local com risco de acidente; vandalismo; sinalização fora do padrão; alagamento no leito da trilha; ocupação irregular; perda da identidade cultural e criação de gado e nos aspectos econômicos supervalorização dos imóveis e pressão imobiliária.

No que concerne ao plano de sinalização, o projeto tem a finalidade de informar o visitante, mas também entretê-lo e educá-lo. Seu planejamento segue o Referencial para projetos, confecção, implantação e manutenção de Sistemas de Comunicação Visual / Sinalização em Unidades de Conservação Estaduais de Santa Catarina (FATMA 2018). O esquema visual cromático segue o modelo de parques tendo como cores padrão o marrom e o bege.

As placas compõem-se basicamente de 3 Áreas de Informações: Área de cabeçalho, área de informação e área de logomarca. Na área de cabeçalho aplica-se o nome da unidade de conservação com fundo marrom na barra horizontal no topo da placa. Na Área de informação, serão aplicados os textos e elementos gráficos necessários para informar, educar e advertir o usuário. Trata-se do maior campo abaixo do cabeçalho com fundo bege em textos em português preto e inglês e espanhol, se for o caso, na cor marrom. Na área de logomarca, serão aplicadas as identidades visuais dos gestores e parceiros. Trata-se de uma barra vertical, lateral no lado direito da placa, de fundo branco com as logomarcas coloridas.

De acordo com o manual do Governo do Estado de Santa Catarina, foram estabelecidos seis modelos de sinalização: infográfico global da unidade com um portal de acesso; placa normativa de comportamento; interpretativa de mirante; orientação de trilhas e caminhos; normativa de postura ética e de orientação de segurança, cada qual com suas dimensões e textos inerentes a finalidade específica.

A sinalização de percurso, é a classe que auxilia ao visitante a confiança de percorrer os caminhos da trilha de forma segura e forma o conjunto mínimo necessário a sinalização de uma trilha. Utiliza-se a sinalização direcional, que indica a direção e o sentido ao visitante; sinalização confirmatória que reafirma a decisão do usuário em seguir a sinalização direcional e finalmente sinalização indutiva que busca chamar a atenção do usuário para que

ele siga pelo caminho que a administração da unidade de conservação tem interesse. A Figura 2 apresenta o modelo definido.



Figura 2: Proposta de sinalização.
Fonte: ICMBio, 2018.

Além das placas cuja finalidade é educar e orientar, criou-se também um código de conduta para distribuição nos Centros de Atendimento ao Turista. O processo de idealização contou com duas fases distintas: a primeira foi a pesquisa para construir os elementos integrantes do código de conduta e a segunda à diagramação e arte final do código.

O documento é estruturado da seguinte forma: introdução, discorrendo porque a necessidade de um código de conduta. Em seguida apresenta e caracteriza, em uma linguagem referencial e apelativa o município de Palhoça. No terceiro bloco apresenta e discute os princípios do projeto, nomeadamente desenvolvimento local, terroir, experiência e sustentabilidade. O último bloco apresenta as recomendações para os usuários, divididos em planejamento da saída e segurança na trilha em três idiomas: português, inglês e espanhol. A versão final do código é apresentada com a Figura 3, apresentando as seguintes medidas 0,15 X 0,10 cm.



Figura 3: Capa do código de conduta.
Fonte: Elaborado por Priscila Silva Rosa, 2018.

Os elementos gráficos buscaram retratar a identidade visual do projeto retrilhar. Um símbolo constituído de três elementos: a garapuvu, o sol e o monumento natural, o Cambirela, ponto mais alto da região da Grande Florianópolis.

A garapuvu é utilizada como uma forma de homenagem, um tributo a árvore símbolo da região da grande Florianópolis, abundante também no município de Palhoça. Considerada matéria prima durante muitos anos para o a construção de canoas de um pau só, foi utilizada pelos pescadores da região para sustento de suas famílias. O uso da garapuvu, nesta assinatura visual traduz os valores e as crenças que o projeto sustenta para a utilização do meio ambiente de forma equilibrada.

O símbolo redondo amarelado, representa o sol que aquece, mas que também é o centro de todas as coisas. Tudo gira ao seu redor. Toda a oferta turística de Palhoça está associada a esta estrela.

Já o traço tênue esverdeado, nos remete ao principal monumento natural dos palhocenses, o morro do Cambirela, já retratado em verso e em prosa. Palco dos mais variados acontecimentos, mostra-se exuberante e torna-se guardião da região metropolitana.

O logotipo apresenta uma dupla disposição: Primeiro sua localização. Permanece na base da assinatura visual, ou seja, abaixo dos símbolos. A segunda disposição é a utilização de dois símbolos utilizados para a escrita do logotipo sendo a letra “R” representada por um caminho, uma estrada, dando conotação a ideia central do projeto, as trilhas ecológicas, e o segundo símbolo, a própria garapuvu, representando a letra T do logotipo.

Com base em todos os estudos efetuados foi possível escrever um documento propondo um plano de revitalização da trilha, compreendendo ações de drenagem, infraestrutura de segurança de e facilitadora, na cabeceira da trilha, ações para retirada da vegetação exótica identificada, manejo e conservação do solo e recomposição da cobertura vegetal, remoção da berma, recomposição do leito e do caimento para escoamento de água, entre outras ações.

Desta forma com base nos conhecimentos gerados ao longo das pesquisas, foi possível inferir que a referência para classificação do percurso da Trilha do Vigia, com base na NBR ISO 15.505-2 fica definida conforme se apresenta com a Figura 4.




 Severidade do meio	 Orientação no percurso	 Condições do terreno	 Intensidade de esforço físico
2	1	4	1
Moderadamente severo	Caminhos e cruzamentos bem definidos	Percurso com obstáculos	Pouco esforço

Figura 4- Símbolos para comunicação de classificação

Fonte: Elaborado pelos Autores com base na NBR ISSO 15505 – Parte 2, 2019.

A dinâmica de desenvolvimento deste trabalho, sob o ponto de vista do processo de aprendizagem, trouxe aos acadêmicos do curso de turismo da segunda fase, na disciplina de ecoturismo, a construção coletiva para coleta dos dados e o papel que isoladamente cada



um teve que cumprir. O envolvimento de cada um, no contexto da evolução da pesquisa, trouxe, a compreensão, por meio das ferramentas e métodos adotados para elucidação dos problemas identificados.

No primeiro instante, em campo, o que buscavam era a solução para os problemas identificados. Contudo, a partir das orientações estabelecidas, voltavam o seu olhar para a identificação da situação no momento, fato este que definia os marcos divisores entre as etapas do projeto.

A interação social estabelecida, trouxe avanços para o grupo, o um dos maiores desafios estabelecidos foi retirar paulatinamente o auxílio e estimular o censo crítico, solutivo em cada um dos acadêmicos, a fim de verificar a capacidade de aprendizagem de cada um.

Considerações finais

Com base nesse estudo e nas metodologias utilizadas foi possível apresentar os resultados para capacidade de carga na Trilha do Vigia localizada no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, em Palhoça, SC. A Trilha encontra-se na borda limite do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, apresentando potencial ecoturístico para uso diurno.

Os estudos foram autorizados pelo Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina – IMA – SC, com apoio da Fundação Cambirela de Meio Ambiente – FCAM de Palhoça.

Os resultados encontrados no estudo apontam que a Trilha do Vigia necessita de intervenções pontuais para sua plena utilização.

As observações na fase de análise de sítio identificaram os aspectos ambientais atuais negativos, os pontos de riscos e perigos, os pontos atrativos com base no tema exuberância paisagística, o que permitiu, elaborar um plano de revitalização e sinalização para a trilha.

As metodologias utilizadas deram a sustentação necessária para coletar dados, gerar informações e a partir daí, tomar as decisões necessárias e no que concerne o desenvolvimento do ecoturismo, a trilha satisfaz as necessidades para propor a educação ambiental e patrimonial atrelado ao conceito de lazer e entretenimento.

Referências

ANDRADE, Waldir Joel de; ROCHA, Reginaldo Fernandes da. **Manejo de trilhas: um manual para gestores**. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. INSTITUTO FLORESTAL DE SÃO PAULO: São Paulo, 2008.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15550 - Turismo com atividades de caminhada Parte 1: Requisitos para produto**. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.



ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15550 - Turismo com atividades de caminhada Parte 2: Classificação de percursos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15331 - Turismo de aventura — Sistema de gestão da segurança — Requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

BITTENCOURT ET AL. Estratigrafia do Batólito Florianópolis, Cinturão Dom Feliciano, na Região de Garopaba-Paulo Lopes, SC. **Revista Pesquisas em Geociências**, 35 (1): 109-136, 2008 Instituto de Geociências, UFRGS.

CARDOSO, Marília Duarte. **Parecer técnico: tipo de solo.** Palhoça: Fundação Cambirela de Meio Ambiente – FCAM, 2018.

CIFUENTES; Miguel. **Determinación de capacidade de carga turística em áreas protegidas.** Turrialba: CATIE. Programa de Manejo Integrado de Recursos Naturales, 1992.

COOPER, Chris, Et All. **Turismo: princípios e práticas.** Porto alegre: Bookmann, 2001.

CRESWELL, J. W. **Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches.** 4ª ed. Los Angeles: SAGE Publications, 2014. p. 273.

COSTA, Vivian Castilho da. **Proposta de manejo e planejamento ambiental de trilhas ecoturísticas: estudo do maciço da Pedra Branca – Município do Rio de Janeiro (RJ).** Doutorado. (Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: URFJ, 2006.

EPAGRI/CIRAN. **Boletim ambiental.** Centro de Informações Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina. Disponível em ciram.epagri.sc.gov.br. acesso em junho de 2018.

FATMA. **Referencial de sistemas construtivos, gráficos e técnicos para a produção de peças de Comunicação Visual / Sinalização das UCs Estaduais de Santa Catarina.** Fatma, 2018

FONSECA, J.M.A.A.; MELO, S.M.C. de; CARVALHO, W.G. O Ecoturismo como alternativa sustentável para gestão da RPPN Catedral do Jalapão (TO). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v.11, n.1, fev/abr 2018, pp.09-31.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Manual de sinalização de trilhas.** ICMBio: Ministério do Meio Ambiente: Brasília, 2018.

LECHENER, Larry. Planejamento, Implantação e Manejo de trilhas em Unidades de Conservação. **Cadernos da Conservação.** Fundação O Boticário: 2006. Ano 03. nº 03.

LEMONS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Campinas, 1996. In. MORAES, Danielle Inês de. **Planejamento, implantação e manejo**



de trilhas ecológicas em fragmentos florestais: uma proposta de uso conservacionista. Dissertação. (Mestrado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2014.

MÁRQUEZ, Laura Andreína Matos; COLMENARES, Orayadel Yalle Pérez. Revision on tourist carrying capacity and the prevention of environmental problems in emerging destinations. **Revista Turismo y Sociedad**, vol. xiv, enero-junio 2019, pp. 77-100

MAGRO, T. C.; FREIXÊDAS, V. M. **Trilhas:** como facilitar a seleção de pontos interpretativos. Circular Técnica IPEF. Piracicaba, n. 186, p. 4-10, 1998.

MORAES, Daniele Inês de. **Planejamento, implantação e manejo de trilhas ecológicas em fragmentos florestais:** uma proposta de uso conservacionista. Mestrado (Dissertação Programa de Pós-Graduação em Geografia) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Francisco Beltrão, 2006.

OLIVEIRA, J. P.; FREITAS, I. N.; NÓBREGA, W. R. M. Participação comunitária no desenvolvimento do turismo: um estudo no Parque Estadual da Pedra da Boca-PB. **HOLOS**, Ano 34, Vol. 06, pg. 151-170, 2018.

PEREIRA, Thais Felipe, CAMPOS Jean Oliveira; PEREIRA, Márcio Rogério dos Santos; LIMA, Valéria Raquel Porto de. Ecoturismo e os impactos ambientais no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba. **GeoTemas**, v. 9, n. 1, p. 128-143, jan./abr. 2019,

PRODANOVE, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani César de. **Metodologia do trabalho científico:** métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SAMPAIO, Ricardo; COUTINHO, Thaís Azevedo. NETO, Ary Miranda; KONRATH, Leonardo MORAES, Luiz Felipe Pimenta de; SENA, Antônio Edilson de Castro. Diversidade de primatas no sul do Amazonas: oportunidades para a gestão de unidades de conservação. **Biodiversidade Brasileira**, 7(2): 71-84, 2017.

SIGNORATI, Adrieli. **Caracterização e percepção ambiental da comunidade na Zona de Amortecimento do Parque Estadual Vitório Piassa - PR.** 2018. 114 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

SELL, Jaciele Carine. **Estradas paisagísticas:** estratégia de promoção e conservação do patrimônio paisagístico do Pampa Brasil-Uruguai. Tese (doutorado) Universidade Federal de Santa Maria – RS. Centro de Ciências Naturais e Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências, 2017.

SWARBROOKE, John. **Turismo sustentável:** conceitos e impacto ambiental. São Paulo: Aleph, 2000.

WILLIAMS, Peter W. e GILL, Alison. Questões de gerenciamento da capacidade de carga. THEOBALD, William F. **Turismo global.** São Paulo: Senac, 2001.



VILAÇA, Mário Luiz Corrêa. Pesquisa e ensino: considerações e reflexões. **E-escrita.** **Revista do Curso de Letras da UNIABEU.** v. 1, n.2, p. 59-74, 2010.

**ESTUDO DA ETNOBIOLOGIA E INTERVENÇÕES ANTRÓPICAS
DA POPULAÇÃO RIBEIRINHA NA BARRAGEM CACHOEIRA,
MUNICÍPIO DE AURORA-CE, COMO FORMA DE PROTEÇÃO DO
BIOMA LOCAL.**

***STUDY OF ETHNOBIOLOGY AND ANTHROPIC
INTERVENTIONS OF THE RIVERSIDE POPULATION IN
BARRAGEM CACHOEIRA, IN THE MUNICIPALITY OF AURORA-CE,
AS A FORM OF PROTECTION OF THE LOCAL BIOME.***

Sayro Rhuan Santos Luna, Acadêmico de Engenharia Civil, IFPB-Cajazeiras
rhuanluna30@gmail.com

Dario Oliveira Neto, Acadêmico de Engenharia Civil, IFPB-Cajazeiras
ddarionneto@hotmail.com

Gastão Coelho Filho Aquino, M. Sc., Professor do IFPB-Cajazeiras
gascoelho@hotmail.com

Resumo

O estudo da etnobiologia da Barragem Cachoeira localizada no município de Aurora–Ceará e das intervenções antrópicas da população ribeirinha visa investigar as relações culturais e socioambientais, como forma de proteção do bioma local, a partir do conceito de etnobiologia como sendo o estudo do conhecimento e das conceituações desenvolvidas por qualquer sociedade a respeito da biologia, enfatizando as categorias e conceitos cognitivos do grupo em estudo. Desse modo surge como fonte de estudo entender as relações do Bioma Caatinga com a população próxima da Barragem Cachoeira, estabelecendo o contato entre as classificações biológicas com as percepções, conceitos e classificações feitas por comunidades que, na maioria das vezes, apresentam concepções de vida e mundo diferentes das estabelecidas pelo saber científico. Essa pesquisa utiliza-se de conhecimentos etnobiológicos para observar e instruir na tentativa de promover a melhoria de vida, preservação ambiental e a sustentabilidade do bioma.

Palavras-chave: Bioma caatinga; Etnobiologia; Barragem Cachoeira.

Abstract

The study of the ethnobiology of the Barragem Cachoeira located in the municipality of Aurora, State of Ceará, and the anthropic interventions of the riverside population aims to investigate cultural and socio-environmental relations, as a way of protection to the local biome, from the concept of ethnobiology as the study of knowledge and concepts developed by any society regarding biology, emphasizing the categories and cognitive concepts of the group in study. Therefore, it appears as a source of study to understand the relationships of the Caatinga Biome with the population near the Barragem Cachoeira, establishing the contact between biological classifications with the perceptions, concepts and classifications made by communities that, in most cases, have different conceptions of life and world than those established by scientific knowledge. This research uses ethnobiological knowledge to observe and instruct in an attempt to promote life improvement, environmental preservation and the sustainability of the biome.

Keywords: *Caatinga Biome; Ethnobiology; Barragem Cachoeira.*

1. Introdução

A necessidade de utilizar água com sabedoria é evidente, uma vez que, esta é um recurso limitado, indispensável à sobrevivência não só humana, mas também de todas as espécies de seres vivos (PESSOA et al., 2015). Entretanto, podemos constatar o absurdo que ainda hoje se observa no desperdício indiscriminado de água.

“A escassez de água no mundo é agravada em virtude da desigualdade social e da falta de manejo e usos sustentáveis dos recursos naturais” (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo-CETESB, s. d.). Segundo dados do relatório da organização internacional WaterAid, publicado pela revista Carta Capital (2017), atualmente 663 milhões de pessoas ainda estão sem água potável, e a grande maioria – 522 milhões – vive em áreas rurais.

A CETESB (s. d.) relata que segundo a UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância), menos da metade da população mundial tem acesso à água potável. A irrigação corresponde a 73% do consumo de água, 21% vai para a indústria e apenas 6% destina-se ao consumo doméstico. E mais: um bilhão e 200 milhões de pessoas (35% da população mundial) não têm acesso a água tratada. Um bilhão e 800 milhões de pessoas (43% da população mundial) não contam com serviços adequados de saneamento básico.

Diante desses números alarmantes podemos constatar que em um curto espaço temporal, muitas pessoas não possuirão água para sequer atender suas necessidades essenciais.

Diante da realidade do Brasil, onde no Nordeste predomina o clima seco e quente durante a maior parte do ano, combinado com períodos de completa estiagem, a solução muitas vezes está na construção de açudes e barragens para acumulação de água que possam atender a população. Serve como exemplo a Barragem Cachoeira localizada na Cidade de Aurora–Ceará, que abastece a população rural e urbana do município.

Aurora está situada na região do Ceará coberta pela Bacia do Rio Salgado, que em 2019 iniciou o ano com um volume de água acumulado de 87,946 milhões de m³ (19,44%), situação mais favorável que em 2018, quando iniciou o ano armazenando um volume de

38,029 milhões de m³ (8,41%), não registrando açude algum sangrando, mas 15 açudes secos. Esses dados foram retirados dos boletins mensais fornecidos pela COGERH (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos).

Segundo o sítio Biólogo (s.d.): “**Etnobiologia** é o ramo da Biologia que trata da relação entre sociedades humanas, [...] e as plantas e animais do seu ambiente” (grifo do autor). Considerando essa definição, nos deparamos atualmente com duas comunidades situadas às margens da Barragem Cachoeira: o Sítio Cachoeira com 296 habitantes e o Sítio Caiçara com 482 habitantes. Essa população retira água da Barragem, o suficiente para atender suas necessidades e de suas criações de animais, além de vegetação para sustento animal.

Além das intervenções antrópicas da população ribeirinha na Barragem, fatores como o clima e a evapotranspiração, interferem diretamente no volume de água disponível para todo o município.

Este trabalho visou investigar as relações culturais e socioambientais, na população ribeirinha da Barragem Cachoeira, através de contatos com as relações do Bioma Caatinga, estabelecendo as classificações biológicas com as percepções e conceitos estabelecidos pela comunidade, analisando as intervenções antrópicas e propondo medidas educativas que possam se transformar em ações concretas de proteção da fauna e da flora, protegendo assim, as margens e matas ciliares da barragem.

Dessa forma, os autores também puderam colocar em prática seus conhecimentos acadêmicos sobre área de contribuição da Barragem e proteção ao meio ambiente, construindo uma estreita relação entre valores sociais da comunidade e o Instituto Federal da Paraíba, atuando como agentes transformadores na expectativa de mudança de consciência em busca de uma comunidade próspera e protetora do ambiente e consequentemente, do bem mais precioso, a água.

2. Metodologia

Esse trabalho utilizou-se de conhecimentos biológicos, botânicos, ambientais, sociais e culturais, com cunho quali-quantitativo, envolvendo a comunidade dos Sítios Cachoeira e Caiçara no levantamento de dados. Primeiramente foi realizada a visita de reconhecimento autenticando sua flora, bem como visitas à população coletando dados referentes à percepção da fauna e da flora do local, meios de utilização e beneficiamento da água do açude, além dos pontos positivos e negativos da construção do açude. Esse conhecimento prévio resultou na formulação do projeto que foi exposto em palestras de sensibilização aos ribeirinhos sobre a importância do cuidado do açude, a fim de evitar a degradação e a poluição no entorno do açude, além de incentivar a proteção das matas ciliares. Durante a reunião todos tiveram oportunidade de emitir opiniões e explicar as visões pessoais da construção do açude.

O órgão gerenciador do açude Cachoeira, a COGERH (Companhia de Gestão de Recursos Hídricos), disponibilizou dados do volume de água do açude, bem como da vazão liberada desde o ano de 2005 até 2019, sendo esses dados utilizados para produzir um mapa no programa *Qgis* da *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo), com intuito de melhor

referenciar o local, evidenciando as áreas com maior desenvolvimento biológico entre os períodos de seca e cheia.

Durante a pesquisa foi desenvolvido um mecanismo de controle de vazão em torneiras com o objetivo de apresentação à população.

Para complementar o estudo sobre o açude, usou-se a Equação de Blaney-Criddle de 1975 (THOMAZ, 2008) como referência no cálculo da evapotranspiração, para comprovar que, com o aumento da mata ciliar tem-se um menor índice de evaporação das águas da barragem cachoeira. Este método é recomendado quando não se possui muito dados, o que ocorre comumente na prática.

Para determinar o índice de evapotranspiração é necessário utilizar a Equação 1 que mostra um componente fundamental utilizado como variável da Equação 2 da evapotranspiração.

$$H = f^*(0,46 \times T + 8,13) \quad (1)$$

Sendo: H = Lâmina de água no período de um dia (mm); T = Temperatura média do mês (°C); f^* = Média da porcentagem diária do fotoperíodo anual em latitudes que variam de 10° N a 35° S, conforme a Tabela 1 (DOOREMBO; PRUIT, 1975 apud THOMAZ, 2008).

MÉDIA DA PORCENTAGEM DIÁRIA (f^* %) DO FOTOPERÍODO ANUAL PARA A FÓRMULA DE BLANEY-CRIDDLE, EM LATITUDES DE 20°N A 35°S.

LAT.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
20°N	,25	,26	,27	,28	,29	,30	,30	,29	,28	,26	,25	,25
15°N	,26	,26	,27	,28	,29	,29	,29	,28	,28	,27	,26	,25
10°N	,26	,27	,27	,28	,28	,29	,29	,28	,28	,27	,26	,26
5°N	,27	,27	,27	,28	,28	,28	,28	,28	,28	,27	,27	,27
0	,27	,27	,27	,27	,27	,27	,27	,27	,27	,27	,27	,27
5°S	,28	,28	,28	,27	,27	,27	,27	,27	,27	,28	,28	,28
10°S	,28	,28	,28	,27	,27	,27	,26	,27	,27	,28	,28	,29
15°S	,29	,28	,28	,27	,26	,25	,26	,26	,27	,28	,29	,29
20°S	,30	,29	,28	,26	,25	,25	,25	,26	,27	,28	,29	,30
25°S	,31	,29	,28	,26	,25	,24	,24	,26	,27	,29	,30	,31
30°S	,31	,30	,28	,26	,24	,23	,24	,25	,27	,29	,31	,32
35°S	,32	,30	,28	,25	,23	,22	,23	,25	,27	,29	,31	,32

Tabela 1: Valores de f^* para a nova fórmula de Blaney-Criddle. Fonte: Doorembus e Pruit (1975) apud Plínio Tomaz (2008).

$$ET_o = a + b * H \quad (2)$$

Sendo: ET_o = Evapotranspiração (mm/dia); a e b = Resultados obtidos na Tabela 2 (Doorembos & Pruit, 1975); H = Lâmina de água no período de um dia (mm).

COEFICIENTES (a, b) PARA ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (EP_0) A PARTIR DA FÓRMULA DE BLANEY-CRIDLE, EM FUNÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR (U), DA RAZÃO DE INSOLAÇÃO (n/N) E DA MÉDIA DIÁRIA DA VELOCIDADE DO VENTO (u_2).

RAZÃO DE INSOLAÇÃO	UMIDADE RELATIVA DO AR			VELOCIDADE DO VENTO (u_2)
	BAIXA $U < 20\%$	MÉDIA $20\% < U < 50\%$	ALTA $U > 50\%$	
BAIXA $0,3 < n/N < 0,6$	a=-2,00 b=1,15	a=-2,00 b=1,05	a=-1,45 b=0,80	$u_2 > 5 \text{ m s}^{-1}$
	a=-1,80 b=1,26	a=-1,85 b=1,15	a=-1,55 b=0,88	$2 \text{ m s}^{-1} \leq u_2 \leq 5 \text{ m s}^{-1}$
	a=-1,60 b=1,40	a=-1,70 b=1,25	a=-1,65 b=0,98	$2 \text{ m s}^{-1} < u_2$
	a=-2,30 b=1,35	a=-2,20 b=1,20	a=-1,80 b=0,97	$u_2 > 5 \text{ m s}^{-1}$
MÉDIA $0,6 < n/N < 0,8$	a=-2,05 b=1,55	a=-2,15 b=1,38	a=-1,75 b=1,06	$2 \text{ m s}^{-1} \leq u_2 \leq 5 \text{ m s}^{-1}$
	a=-1,80 b=1,73	a=-2,10 b=1,52	a=-1,65 b=1,16	$2 \text{ m s}^{-1} < u_2$
	a=-2,60 b=1,55	a=-2,40 b=1,37	a=-2,15 b=1,14	$u_2 > 5 \text{ m s}^{-1}$
	a=-2,30 b=1,82	a=-2,50 b=1,61	a=-1,95 b=1,22	$2 \text{ m s}^{-1} \leq u_2 \leq 5 \text{ m s}^{-1}$
ALTA $n/N > 0,8$	a=-2,00 b=2,06	a=-2,53 b=1,37	a=-1,70 b=1,31	$2 \text{ m s}^{-1} < u_2$

Tabela 2: Valores de a e b para a nova fórmula de Blaney-Cridle. Fonte: Doorenbus e Pruitt (1975) apud Plínio Tomaz (2008).

3. Resultados e Discussão

Com a compreensão dos riscos de desativação da barragem por secagem e/ou assoreamento do manancial, mostrou-se às comunidades Caiçara e Cachoeirinha do município de Aurora-CE, a relevância da Barragem Cachoeira, dando à população o real sentido do bom uso da água, através do estudo da etnobiologia e educação ambiental, investigando o fator chuva e a importância da mata ciliar ao redor dos açudes, para uma diminuição considerável nos índices de evaporação que veio a se intensificar com o decorrer dos anos, buscando estabelecer a relação da vegetação com a disposição da chuva dando ênfase também ao nível que o açude se encontra hoje, mostrando meios para diminuição do desperdício de água utilizando o dispositivo mecânico intitulado Pedaleira.

A Pedaleira (Foto 1) é responsável pela abertura do fluxo de água em torneiras domésticas, diminuindo o desperdício de água, de tempo e ainda contaminação bacteriana pelo contato manual com o registro.



Foto 1: Pedaleira. Fonte: Os autores (2020).

As visitas na região realizadas durante o período de estiagem demonstraram através da vegetação seca, evidências da falta de chuva na região durante grande parte do ano.

Através da utilização das Equações 1 e 2, foi possível calcular a evapotranspiração influenciada pela vegetação local através do processo de fotossíntese, e do clima.

Observou-se, também, a relação de nomes de plantas, reconhecidos popularmente pelos moradores da localidade, que representam a mata ciliar da Barragem e que integram o bioma local sendo de suma importância sua preservação/conservação para o equilíbrio do ecossistema.

Foi possível identificar que na região era possível incentivar o plantio de plantas nativas como catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), mulungu (*Erythrina mulungu*) e algodão do mato (*Cochlospermum Insigne*), todas de fácil adaptação à flora local.

Durante a primeira reunião ocorrida com a comissão gerenciadora do açude e os moradores locais obtivemos dados necessários para entendimento de como era a área antes do açude existir. Os resultados dessa coleta de dados encontram-se nos Gráficos 1 e 2.

De acordo com o Gráfico 1, a maioria do abastecimento de água daquela área era por cacimbas e uma pequena parte da população era abastecida por um afluente do Rio Salgado ou cacimbões, onde houve relatos de infecções por conta da qualidade da água de acordo com os agricultores da localidade, enquanto no Gráfico 2, mostramos a aceitação da construção do açude na comunidade.

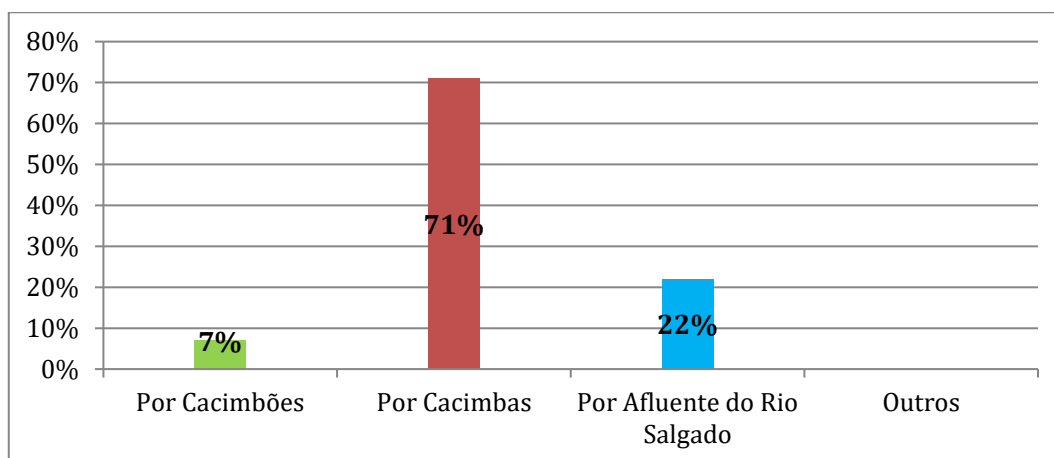


Gráfico 1: Condições de abastecimento das comunidades antes da construção do açude Cachoeira.
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

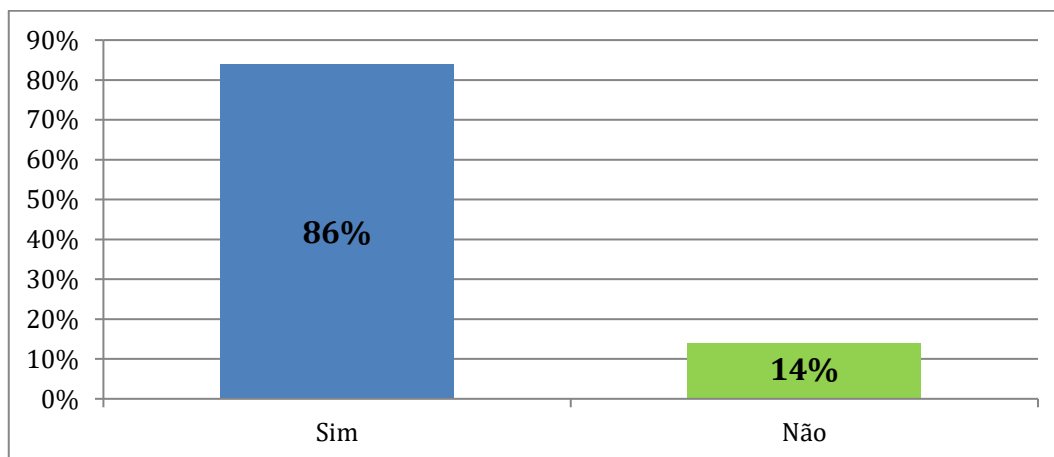


Gráfico 2: Aceitabilidade da construção do Açude Cachoeira. Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Assim podemos entender que a construção do açude foi um alívio para a população, visto que, antes a água não era de boa qualidade e não havia água necessária para produção agrícola, no qual hoje é produzida com mais intensidade, tendo em vista a liberação pelo órgão coordenador do açude: a COGERH (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos).

Com os dados, propusemos o georreferenciamento de uma imagem para a criação de um mapa pelo programa *Qgis* e nele podemos observar além do próprio açude, e as comunidades marginais ao açude (nome das comunidades), para que os moradores e visitantes conseguissem se localizar melhor dentro do perímetro do Açude Cachoeira (Foto 2).

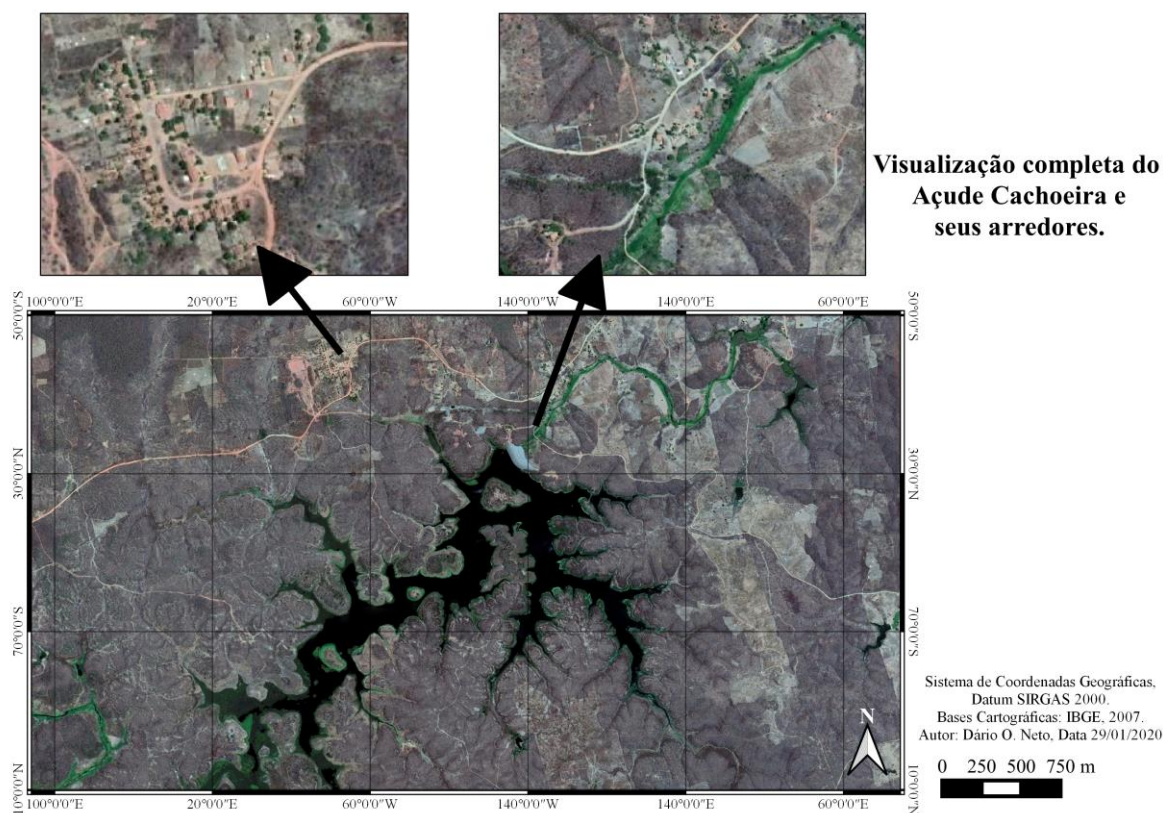


Foto 2: Açude Cachoeira e as Comunidades. Fonte: Os autores (2020).

4. Considerações Finais

A pesquisa possibilitou o conhecimento da comunidade do município no entorno do açude, contribuindo pela busca no entendimento do fenômeno da chuva na contribuição do açude e uma análise quantitativa e qualitativa, etnobiológica e fotossintética da região do Açude Cachoeira.

Em sua outra vertente, a pesquisa propôs um mapa com o intuito de melhor localização da população nas áreas dentro da área do açude cachoeira, tendo como recurso para localização de pessoas que não conhecem a área, que será disponibilizado para a COGERH.

Na reunião de sensibilização, o trabalho apresentado à população ribeirinha demonstrou a importância de se adotar medidas que possam diminuir o índice de evapotranspiração que assola o açude. Foram sugeridas a preservação da mata ciliar, bem como criar atitudes individuais que reduzam o consumo de água através de uso da pedaleira que diminui o desperdício de água pela população.

Referências



BIOLÓGO, s.d. Disponível em <https://biologo.com.br/bio/etnobiologia/>. Acesso em 16 abr 2019.

CARTA CAPITAL. **Mais de meio bilhão de pessoas não têm acesso a água potável.** 2017. Disponível em <https://www.cartacapital.com.br/sociedade/mais-de-meio-bilhao-de-pessoas-nao-tem-acesso-a-agua-potavel/>. Acesso em 16 de abr. 2019.

CETESB. **O problema da escassez de água no mundo.** s. d. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/o-problema-da-escasez-de-agua-no-mundo/>. Acesso em 16 abr. 2019.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS-COGERH. Avaliação mensal da situação dos açudes. Disponível em <https://portal.cogerh.com.br/avaliacao-mensal-da-situacao-dos-acudes-2019/>. Acesso em 16 abr. 2019.

PESSOA, J. J. da S. et al. Dispositivo prático e econômico de anti contaminação bacteriana e viral utilizado em torneiras. **In:** XV Semana de Economia da URCA: Escassez de Recursos Hídricos e Grandes Projetos Econômicos no Nordeste. [Anais]. V. 1, Crato-CE, 2015. Disponível em <https://docplayer.com.br/89410405-Anais-issn.html>. Acesso em 16 abr. 2019.

TOMAZ, Plínio. **Método de blaney-criddle, 1975 para evapotranspiração de referência ETo.** 2008. Disponível em http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/livro_evapotranspiracao/capitulo09.pdf. Recuperado em 06 abr. 2019.



Acessibilidade e Sustentabilidade em Projeto Inclusivo para Parque Infantil Escolar

Accessibility and Sustainability in an Inclusive Project for a School Playground

Aline Eyng Savi, Doutora, Universidade do Extremo Sul Catarinense.

arquiteta.alinesavi@gmail.com

Elaine Gugliemi Pavei Antunes, Doutora, Universidade do Extremo Sul Catarinense.

elainegpa@unescc.net

Rúbia Carminatti Peterson, Mestre, Universidade do Extremo Sul Catarinense.

carminattipeterson@gmail.com

Gláucia Regina Marchesan, Especialista, Universidade do Extremo Sul Catarinense.

glauciamarchesan@hotmail.com

Tainara Calabrez, Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, Universidade do Extremo Sul Catarinense.

tainaracalabrez01@gmail.com

Resumo

Este artigo apresenta o conceito de acessibilidade e sustentabilidade aplicados ao projeto inclusivo de um parque infantil, realizado em Escola de Educação Básica Municipal, junto à atividade de projeto de extensão universitária. O artigo apresenta relato do ensaio projetual e as etapas de sua constituição. Houve a avaliação das condições específicas para o parque infantil (por meio de APO e Levantamento Arquitetônico), além da Revisão de Literatura. O projeto escolheu brinquedos que promovessem a inclusão das crianças, pois se considera a escola fundamental na formação da cidadania. A aplicação desse conjunto de etapas permitiu pensar nas diferenças humanas e potencializar as capacidades do indivíduo na apropriação do ambiente construído.

Palavras-chave: Parque infantil escolar, Acessibilidade, Sustentabilidade

Abstract

This article presents the concept of accessibility and sustainability applied to the inclusive project of a playground, carried out in a Municipal Basic Education School, along with the university extension

project activity. The article presents an account of the design essay and the stages of its constitution. There was an assessment of the specific conditions for the playground (through APO), in addition to the Literature Review. The project chose toys that promote the inclusion of children, as it is considered the fundamental school in the formation of citizenship. The application of this set of steps allowed us to think about human differences and enhance the individual's abilities in the appropriation of the built environment.

Keywords: School playground, Accessibility, Sustainability

1. Introdução

O desenvolvimento humano ocorre num cenário complexo e dinâmico, onde o ambiente físico em que se convive responde como agente passivo e ativo dessa construção. Há uma rede interligada, onde a escola aparece como segundo ambiente em importância, após apenas da casa. É no ambiente escolar que se tem contato com a vida coletiva, aprendendo direitos e deveres sociais. É onde a pessoa se constitui como ser pensante e questionador. Nesse sentido, as diferentes escalas que compõem o universo escolar, entre eles o ambiente construído, podem despertar potenciais positivos (criativos e curiosos) ou minimizar todas essas formas de expressão.

A educação (consequentemente aquela transmitida no ambiente escolar) carrega tal importância que avança além da pedagogia, constituindo estudo para diferentes áreas dos conhecimentos. Do ponto de vista da Arquitetura, um bom espaço físico escolar, é expressado pelos aspectos perceptivos: conceituais, formais e estéticos, como afirma Kowaltowski (2011). Desse modo, há parâmetros centrados nas vivências e nos usos como: funcionalidade, ergonomia, usabilidade, identidades com a pedagogia e com a cultura, conforto ambiental, equipamentos e mobiliário, e a infraestrutura que corroboram para a apropriação escolar.

Nesse cenário, um dos ambientes mais representativos para as experiências sociais na escola, são as áreas de uso comum, como o parque infantil. É nele que valores transmitidos em aula podem ser aplicados praticamente, além de servirem como espaço lúdico e de descanso. É relevante citar, que esses pátios, em muitas escolas públicas brasileiras, não possuem qualidade arquitetônica, sendo improvisados ou inexistentes. Em outros casos, alguns deles respondem aos aspectos funcionais e de usabilidade, com brinquedos pré-fabricados, mas ignoram ergonomia e acessibilidade.

Sobre a inclusão escolar, após dois marcos internacionais - Declaração Mundial sobre a Educação para Todos (ONU, 1990) e Declaração de Salamanca de Princípios, Política e Práticas para as Necessidades Educacionais Especiais e Linha de Ação (UNESCO, 1994) - aliado aos marcos nacionais - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (número 9.394/1996) e a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva de Educação Inclusiva de 2008 -, bem como normativas técnicas, fizeram com que o número de alunos com deficiência matriculados nas escolas aumentasse. Contudo, é ainda expressivo o abandono desses mesmos alunos após alguns meses. O principal motivo relatado é a

acessibilidade escolar, segundo dados do último Censo Escolar da Educação Básica divulgado em 2018.

A acessibilidade espacial escolar significa bem mais do que apenas poder chegar ou entrar num lugar desejado. É necessário que a pessoa possa situar-se, orientar-se no espaço e compreender o que acontece, a fim de encontrar os diversos lugares e ambientes com suas diferentes atividades, sem precisar ser auxiliado. Um lugar acessível deve permitir, através da maneira como está construído e das características de seu mobiliário, que todos possam participar das atividades existentes e que utilizem os espaços e equipamentos com igualdade e independência na medida de suas possibilidades (DISCHINGER et. al., 2009).

Assim, durante a realização do projeto de extensão universitária “Observatório Acessível” da Universidade do Extremo Sul de Santa Catarina, foi elaborado um projeto em cooperação com o Observatório Social de Morro da Fumaça para o parque infantil da Escola Municipal de Educação Básica Olívio Recco, face à necessidade de se criar aos alunos com deficiências, condições para o uso e a apropriação autônoma.

Localizada em área urbana do pequeno município (população estimada de 17.796, segundo IBGE, 2019) ao sul da capital do estado de Santa Catarina, a escola possui 446 crianças matriculadas entre creche e ensino fundamental, nos períodos matutino e vespertino. Destes, durante o período de trabalho, onze possuíam algum tipo de deficiência, abrangendo a área motora, auditiva, visual, mental e múltipla.

O projeto do parque inclusivo propõe, dessa forma, a adequação do espaço existente para as questões de acessibilidade, enquanto o conceito de projeto inclusivo, e de sustentabilidade, à medida que os brinquedos são de fácil execução, com o reaproveitamento de materiais considerados de refugo ou lixo, como pallets de madeira, latas de metal, pneus, entre outros.

Almeja-se com isso, apresentar o conceito de sustentabilidade fundamentalmente, na esfera não apenas do objeto, mas considerando o caráter social. O conceito dá importância à participação social na construção de um futuro mais justo, sabendo que os grupos sociais tendem a obedecer às relações intrínsecas da base da sociedade. As ações visam diminuir as desigualdades sociais, ampliar os direitos e garantir acesso pleno à cidadania. A sustentabilidade social está baseada num processo de melhoria da qualidade de vida da sociedade pela redução das discrepâncias, nesse sentido provocado pela falta de acessibilidade no ambiente escolar do parque infantil (LOURENÇO; CARVALHO, 2013).

O artigo tem foco principal em relatar o processo de projeto e confecção de alguns dos brinquedos. Pretende-se, apresentar o resultado obtido (que ainda se encontra em nível de projeto).

2. Por que um parque acessível e sustentável?

O ambiente escolar de uso comum – especialmente o parque infantil – pressupõe ludicidade, que permita o desenvolvimento das habilidades psicomotoras, como coordenação motora grossa e fina, equilíbrio, noção espacial; aprimora a coletividade, as relações, a socialização e proporciona construção da autonomia e da autoestima.

Nesse contexto, o ambiente lúdico escolar pode constituir-se num elemento importante para o ensino. Segundo Vygotsky (1999, p.109), “[...] é enorme a influência do brincar (do lúdico) no desenvolvimento de uma criança. É no brincar que a criança aprende a agir numa esfera cognitiva, dependendo das motivações e tendências internas [...]”. Ao brincar, há o desenvolvimento mental e físico. A criança demonstra e representa o que gostaria de ser, expressando a sua criatividade. Os espaços destinados ao brincar devem, então, estimular a imaginação, a fantasia e a compreensão do mundo (seus valores, conceitos, regras e limites).

Pela relevância do ato de brincar na educação infantil, o projeto inclusivo tem assumido cada vez maior destaque na delimitação dos ambientes. Para tanto, é necessário possuir acessibilidade, possibilitar a independência na realização das ações e oferecer noção de pertencimento ao espaço. Segundo normativas que apresentam recomendações para a construção de parques infantis adaptados, entre eles: Brasil, 1998; Laufer, 2001 e Brendler; Brondani e Sena, 2007, os parques infantis inclusivos devem contemplar: diferentes faixas etárias e deficiências, bem como estimular o máximo possível de aspectos físicos e sensoriais; devem estar dispostos numa rota acessível e lógica, permitindo melhor uso e apropriação autônoma; entre especificidades para cada uma das deficiências.

Uma boa arquitetura de parque infantil escolar deve atender: o contato social para permitir o desenvolvimento das habilidades de comunicação que não são feitas em sala de aula; estimular a motricidade e os sentidos; e corroborar com as funções pedagógicas, entre elas a função ambiental – com a aproximação do meio ambiente e da própria educação ambiental (GONÇALVES; FLORES, 2011).

Dessa maneira, os projetos de brinquedos inclusivos e sustentáveis em parques infantis escolares tem a capacidade de estimular a curiosidade nata da criança, desenvolvendo a capacidade de agir, explorando e observando tudo ao seu redor, procurando soluções para melhorar a sua própria realidade, corroborando para o conceito de acessibilidade e sustentabilidade; e numa escala macro para a inclusão e a sustentabilidade social.

3. Metodologia

Com o objetivo de responder a pergunta de projeto, motivada pela primeira visita à Escola: “Como elaborar um parque infantil, considerando com acessibilidade e sustentabilidade?”, e assim avaliar as atividades e ações a serem consideradas, foi realizada a Avaliação Pós-ocupação (ORNSTEIN, 1992). A APO desenvolveu-se em duas etapas: (01) visitas exploratórias para identificar a situação atual de acessibilidade da escola; e (02) levantamento do espaço arquitetônico através de peças gráficas e com a aplicação do “Manual de Acessibilidade para Escolas” (DISCHINGER, et al, 2009).

De acordo com a especificidade do estudo, houve ainda a Revisão de Literatura que buscou caracterizar o objeto (escola e parque infantil) e os usuários, buscando informações de fontes secundárias, referentes ao aprofundamento dos conceitos de: parques infantis inclusivos, acessibilidade, deficiências e sustentabilidade. Esse conhecimento serviu de base para avaliação geral da Escola e principalmente, a elaboração dos brinquedos do novo parque infantil.

Os instrumentos metodológicos responderam diretamente à questão de pesquisa e auxiliaram na definição do problema central - pátio externo sem tratamento arquitetônico e paisagístico, não permitindo atividades previstas para um parque infantil - assim como o âmbito de intervenção - crianças de creche ao ensino fundamental inicial (até 5º ano), com faixa etária (aproximada) de 3 a 10 anos, independente da condição de restrição e/ou deficiência.

4. Caracterização do Estudo de Caso

A infraestrutura da Escola pode ser considerada adequada no que tange a funcionalidade e usabilidade, bem como às normativas legais. Apresenta ambientes internos adequados às atividades que desempenha, com boas dimensões, qualidade nos acabamentos, acessos e nas circulações. Contudo, suas áreas de uso comum, especialmente as externas, apresentam pontos negativos, em especial na acessibilidade e tratamento paisagístico. O piso em chão batido e a ausência de mobiliário e vegetação tornam o pátio externo pouco convidativo às atividades. Além disso, o único espaço para o lazer das crianças - o parque infantil - é cercado com grades e também carece dos mesmos itens (Figura 1).



Figura 1: Parque Infantil. Fonte: elaborado pelos autores.

5. Resultados Alcançados

Após as visitas para realização da APO, do levantamento arquitetônico com aplicação do “Manual” e da Revisão de Literatura, elaborou-se o zoneamento e proposta para um novo parque, com a locação de novos brinquedos e implantação do paisagismo. A proposta tem as seguintes definições:

- a. O projeto é baseado em alternativas viáveis economicamente, visto que a comunidade escolar se mostrou interessada na implantação do projeto;
- b. O projeto possui soluções construtivas rápidas para resultados imediatos, com o uso de técnicas simples e materiais reaproveitados, conseguidos por doações, além da fácil manutenção;
- c. O projeto será executado em modelo de mutirão, requerendo reuniões prévias para organização das etapas, formação de equipes, etc.

O projeto do parque infantil (que atualmente encontra-se em fase de estudo preliminar) foi definido a partir de um conceito amplo da inclusão, como promoção de desenvolvimento, construção de conhecimentos e sensações, autonomia e cooperação. A proposta teve o intuito de criar um parque livre de barreiras físicas, permitindo todos os usuários brincarem com igualdade de condições.

Considerou-se os diferentes tipos de usuários, suas restrições e deficiências e trabalhou-se na valorização das potencialidades e habilidades das crianças, através da criação de estímulos para os diferentes sentidos. Consequentemente, os brinquedos propostos têm o intuito de proporcionar além de um espaço lúdico, atividades de estimulação e de reabilitação. No que tange a sustentabilidade, o projeto prevê o uso de materiais de fácil acesso e que muitas vezes são percebidos como lixo, e descartados de maneira irregular.

O tema central escolhido foi um circuito de aventuras, estimulante à autonomia e cooperação das crianças (Figura 2). Nele há uma parte do percurso pavimentado, que permite a livre mobilidade e onde há brinquedos inclusivos e coletivos, tornando o ponto central da proposta. O mobiliário pré-existente não fora alterado, apenas incorporado ao conjunto, formando um setor de maior mobilidade.



Figura 2: Parque Infantil proposto. Fonte: elaborado pelos autores.

O projeto buscou responder ao conceito de Goltsman (1992, p.14-20, tradução nossa):

Os ambientes devem expor os usuários à enorme gama de cores, odores, texturas, formas, tamanhos, sons, objetos, materiais, interações, pessoas, clima, tempo, espaço, movimento e mudanças. [...] Especialmente para crianças com restrições sensoriais, os ambientes de brincadeira devem enfatizar todos os sentidos: paladar, tato, visão, olfato e audição. Os lugares devem ser planejados e os cenários projetados para estimular o desenvolvimento de todos os sentidos.

Para a proposta dos brinquedos, houve a adaptação de modelos existentes nas mídias eletrônicas (e.g. Google Imagens e Pinterest) e amplamente divulgados a partir de suas execuções com materiais reciclados ou reaproveitados. Contudo, ampliou-se os estudos à medida que para cada um deles foi desenvolvido um quadro que apresentava o brinquedo, suas funções e ações. Os quadros, foram adaptados de Dischinger et. al. (2008), e permitiram o enriquecimento dos brinquedos inicialmente projetados, além de possibilitarem o surgimento de novas condicionantes de projeto, que direcionaram o aperfeiçoamento dos mesmos, para que uma gama maior de sentidos fosse estimulada. Elucidam-se, portanto, as deficiências trabalhadas e os sentidos estimulados, em conformidade com o partido geral do projeto de proporcionar um espaço lúdico e de reabilitação sem estereótipos, com acessibilidade e com projeto sustentável. Abaixo segue o Quadro 01, criado para o “Pula-pula” e o “Trep-trepa” (Figura 3), que tangenciam a área pavimentada da proposta.

Nome do brinquedo	Material	Cor	Atividades que executa	Deficiências que trabalha
Pula - Pula	Pneu Madeira	Multi colorido	Coordenação motora grossa e força para subir e pular; ver; ouvir (barulho dos saltos); sentir a textura do material.	Cognitiva Físico-Motora Visual Auditiva
Trepa-trepa	Madeira, ou cano metálico	Cores secundárias	Com haste e com argolas – Coordenação motora grossa e força para subir; sentir a temperatura e textura do objeto e ouvir (barulho da sineta). Possui duas alturas – para cadeirante e pessoa em pé.	Físico-Motora, Visual Auditiva

Quadro 1: Descrição das atividades e deficiências a serem estimulados pelos brinquedos. Fonte: elaborado pelos autores.



Figura 3: Parque Infantil proposto. Fonte: elaborado pelos autores.

6. Considerações Finais

Na escola, é ainda mais latente a necessidade de inclusão em diferentes escalas, entre elas a do ambiente construído. Esse deve ser facilmente compreendido, permitir ao usuário seu deslocamento e a participação com segurança, conforto e autonomia nas diferentes atividades realizadas.

A análise dos problemas enfrentados no estudo de caso permitiu atingir o objetivo central de propiciar a realização de atividades de maneira acessível, especialmente àquelas com deficiência dentro de um parque infantil e com o uso de materiais sustentáveis. O projeto buscou favorecer a cooperação e a integração entre as crianças, potencializando as diferentes capacidades de cada uma, com o objetivo de incluir por meio do brincar.

O estudo realizado, e as demais atividades desenvolvidas pelo projeto de extensão, tem permitido confirmar a triste realidade da maioria das escolas brasileiras, onde apesar dos esforços da comunidade escolar, há uma grande carência de ambientes inclusivos e nisso enquadram-se as áreas de uso comum externas, entre eles os parques infantis. Estes são inexistentes ou ineficientes (quando possuem brinquedos padronizados) e ignoram a importância do brincar para o despertar da consciência de cidadania e para o ensinamento da convivência num coletivo diversificado.

Numa época marcada pela escassez de recursos e pela crise econômica, é urgente tornar cada vez mais o desenho das áreas externas como exercícios de sustentabilidade, não só com opções relativas ao projeto de arquitetura paisagista, mas também à gestão e manutenção. A experiência de projeto adotada comprovou que ações simples, com materiais de baixo custo, podem ser realizadas mesmo em espaços pequenos. Assim, essas práticas, aliadas a uma



filosofia pedagógica adequada, podem proporcionar espaços participativos, universais e aptos a promover a inclusão tão almejada.

Referências

- BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Morro da Fumaça. Brasília, DF, jan. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/morro-da-fumaca/panorama>. Acesso em 30 de jan. 2020.
- BRASIL. Censo Escolar Da Educação Básica 2018. Brasília, DF, jan. 2018.
- BRASIL. Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva. Brasília, DF, jan. 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Parâmetros Básicos de Infraestrutura para Instituições de Educação Infantil. Brasília: MEC/SEB, 1998ba.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996.
- BRENDLER, C. F.; BRONDANI, S. A.; SENA, P. P. Carrossel adaptado a PNEs. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM DESIGN, 4., Rio de Janeiro. Anais...Rio de Janeiro: ANPED, 2007. p 1-6. BRASIL. Secretaria de Educação Especial.
- DISCHINGER, Marta; BINS ELY, Vera Helena Moro; BORGES, Monna Michelle F. C. Manual de Acessibilidade Espacial para Escolas: o direito à escola acessível. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2009.
- DISCHINGER, Marta; SAVI, Aline Eyng; SILVA, Leonora Cristina da; INNECCO, Carolina Vieira. Incluir brincando. In: Revista Inclusão: R. Educ. esp., Brasília, v. 4, n. 2, p. 38-45, jul./out. 2008.
- GOLTSMAN, Susan M. (Org.) Play for All Guidelines: Planning, Design and Management of Outdoor Play Settings for All Children. CA, USA: MIG Communications, 1992. 291 p.
- GONÇALVEZ, Fábio Mariz; FLORES, Laís Regina. Espaços livres em escolar – Questões para debate. In: AZEVEDO, Giselle Arteiro Nielsen; RHEINGANTZ, Paulo Afonso. TÂNGARI, Vera Regina (organizadores). O lugar do pátio escolar no sistema de espaços livres: uso, forma e apropriação. Rio de Janeiro, UFRJ/FAU/PROARQ, 2011. 203 p. (Coleção PROARQ)
- KOWALTOWSKI, Doris C.C.K. Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 270 p.
- LAUFER, A M. Recomendações para projeto de brinquedos de recreação e lazer adaptados à criança com paralisia cerebral. 2001. 44 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- LOURENÇO, Mariane Lemos; CARVALHO, Denise. Sustentabilidade social e desenvolvimento sustentável. In: RACE, Unoesc, v. 12, n. 1, p. 9-38, jan./jun. 2013.



ONU. Declaração Mundial sobre Educação para Todos. Jomtien: Tailândia, 1990.

ORNSTEIN, Sheila Walbe; ROMERO, Marcelo de Andrade. Avaliação Pós-Ocupação do Ambiente Construído. 1. ed. São Paulo: Studio Nobel e Editora da Universidade de São Paulo, 1992. v. 1. 223 p.

UNESCO. Declaração de Salamanca e Enquadramento de Ação. 1994. 48 p.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. O desenvolvimento psicológico na infância. Tradução Cláudia Berliner. São Paulo: Martins Fontes, 1999. 326 p.

Agradecimentos

Fonte financiadora - Edital Extensão - 2018/1 da Universidade do Extremo Sul Catarinense e Grupo de Pesquisa em Desempenho de Estruturas e Construção Civil.

Aos demais membros da equipe do projeto de extensão “Observatório Acessível”, ao Observatório Social de Morro da Fumaça, e à comunidade acadêmica da E.B.M. Olívio Recco.

Proposição de projeto de cafeteria móvel e cafeteira à placa solar: uma revitalização sustentável

Project proposal for mobile coffee shop and coffee maker for solar plate: a sustainable revitalization

Ana Carolina Reis Lozovey, MSc, Universidade do Vale do Itajaí

ana.lozovey@univali.br

Flávia Cauduro, MSc, Universidade do Extremo Sul Catarinense

flavia.cauduro@unescc.net

Luísa Reis Lozovey, Engenheira Sanitarista e Ambiental

luisalozovey@gmail.com

Rian Cássio, Graduando, Universidade do Vale do Itajaí

riancassioarruda@gmail.com

Resumo

O café é um produto muito comum no Brasil e em outros países no mundo inteiro. Percebeu-se um aumento substancial de cafeterias *gourmet*, cada uma com sua proposta arquitetônica e de *design* inovadores, atuais. Paralelamente a este fato, discute-se que o futuro das Cidades Inteligentes será baseado principalmente em serviços oferecidos. Os sistemas inteligentes melhoram as deficiências na cidade através da adoção de princípios de desenvolvimento urbano sustentável, como por exemplo, limitar as emissões de CO₂. A abordagem da cidade inteligente com a preocupação sustentável carrega um elevado potencial para se tornar um modelo ideal para resolver a emergência climática e construir as cidades do futuro. Pensando no café como um produto consumido por um número muito grande de pessoas, o presente trabalho propõe um anteprojeto de cafeteria que funciona com placa solar, sendo uma proposta de revitalização de cafeteria sustentável para cidades inteligentes. As estruturas fotovoltaicas para o telhado/cobertura da cafeteria permitem a geração de energia sustentável e seu emprego apresenta algumas vantagens aos usuários, como conforto, segurança, baixa emissão de CO₂, qualidade de vida e das cidades.

Palavras-chave: Revitalização sustentável; Energia renovável; Cidade Inteligente

Abstract

Coffee is a very common product in Brazil and in other countries worldwide. There was a substantial increase in gourmet cafeterias, each with its current, innovative architectural and design proposal. Parallel to this fact, it is argued that the future of Smart Cities will be based mainly on services offered. Intelligent systems improve deficiencies in the city by adopting principles of sustainable urban development, such as limiting CO2 emissions. The smart city approach to sustainable concern has a high potential to become an ideal model to solve the climate emergency and build the cities of the future. Thinking of coffee as a product consumed by a very large number of people, this paper proposes a preliminary coffee shop that works with solar panels, being a proposal to revitalize a sustainable coffee shop for smart cities. The photovoltaic structures for the roof / roof of the cafeteria allow the generation of sustainable energy and its use presents some advantages to users, such as comfort, safety, low CO2 emissions, quality of life and cities.

Keywords: *Sustainable revitalization; Renewable energy; Smart city*

1. Introdução

O café é um produto muito comum no Brasil bem como em outros países. Grande parte da população toma café pela manhã, e/ou diversas vezes por dia. Percebeu-se no Brasil e no mundo, um aumento substancial de cafeterias *gourmet*, cada uma com sua proposta arquitetônica e de *design* inovadores, atuais, e seguindo tendências de mercado. Na França, por exemplo, sabe-se que as pessoas bebem café nos parques, jardins, seja em forma de piqueniques ou simplesmente nas sacadas das edificações.

Pensando no café como um produto que pode ser consumido por um número muito grande de pessoas ao redor do mundo, o presente trabalho propõe um anteprojeto de cafeteria móvel e cafeteira que funcionam com auxílio de placa solar, ou seja, trata-se de uma proposta de revitalização de cafeteria sustentável para cidades inteligentes. Para Tiba et al (2000), a energia solar pode ser considerada como uma possível fonte de energia de geração renovável, tendo o investimento neste setor aumentado nos últimos anos e a custos competitivos.

Paralelamente, discute-se que o futuro das Cidades Inteligentes será baseado principalmente em serviços oferecidos. Espera-se que uma ampla gama de serviços que serão disponibilizados para usuários residenciais, como por exemplo, os sistemas inteligentes de transporte, e-banking, e-commerce e gestão inteligente da demanda de energia, entidades da administração pública, segurança pública e de proteção civil agências e assim por diante com maior qualidade, menores custos e impacto ambiental reduzido (CIMMINO; PECORELLA; FANTACCI; GRANELLI; RAHMAN; SACCHI; CARLINI; HARSH, 2013).

A tendência crescente para as pessoas a mover-se para áreas urbanas e do processo de urbanização associado resultaram em uma necessidade urgente para enfrentar os desafios relacionados com a capacidade de infraestruturas da cidade para cobrir as necessidades de todos os cidadãos em termos de abastecimento de água, transporte, saúde, educação, segurança, e, mais importante, a energia (MORENO, ZAMORA, SKARMETA, 2013).

Neste contexto, torna-se fundamental a adoção de novos paradigmas para tornar as cidades inteligentes e mais sustentáveis: prosperidade, a habitabilidade, e bem-estar para os cidadãos, e fazer cidades mais respeitadoras do meio ambiente (Yigitcanlar, 2019; Albino et al., 2015). Isso leva à busca de soluções mais inteligentes para a prestação de serviços urbanos - através de serviços inovadores e infraestruturas inteligentes e sustentáveis (Yigitcanlar, 2015).

O presente trabalho apresenta uma proposta de anteprojeto que envolve a coleta e análise de informações, e propõe ações concretas, que podem ser aplicados em cafeterias das cidades inteligentes. Para tanto, é abordada proposta de estruturas fotovoltaicas para o telhado/cobertura da cafeteria, proporcionando e permitindo a geração de energia sustentável.

2. Revisão bibliográfica

Um dos desafios das cidades é a adequação ao aumento da população urbana (Goonetilleke et al., 2014). As cidades e seus governantes são desafiados a fornecer serviços essenciais para a população urbana: acessibilidade, segurança, ambientes construídos e naturais saudáveis, igualdade social, energia, demais (Gilbert et al., 2013 ; Konys, 2018).

Torna-se fundamental a adoção de novos paradigmas para tornar as cidades inteligentes e mais sustentáveis: prosperidade, a habitabilidade, e bem-estar para os cidadãos, e fazer cidades mais respeitadoras do meio ambiente (Yigitcanlar, 2019; Albino et al., 2015). Isso leva à busca de soluções mais inteligentes para a prestação de serviços urbanos - através de serviços inovadores e infraestruturas inteligentes e sustentáveis (Yigitcanlar, 2015).

Outra preocupação é a inovação urbana e produtividade econômica através de um desenvolvimento do ecossistema industrial sustentável (Ioppolo et al., 2016 ; Arbolino et al., 2018 ; Aldieri et al., 2019c).

O conceito de sustentabilidade é muito usado como um objetivo auxiliar e, até agora, não foi adequadamente incorporado na prática das cidades inteligentes (Han; Hawken, 2018; Martin et al., 2018). É essencial para uma cidade inteligente gerar alta qualidade e lugares habitáveis para todos (Leem et al., 2019).

Manzoor, Patsakis, Morris e McCarthy (2013) afirmam em seus estudos que a realização espontânea e em tempo real da situação é de importância fundamental para permitir aos cidadãos, prestadores de serviços urbanos e gestão da cidade para lidar com qualquer interrupção e para minimizar seu impacto na vida cotidiana dos cidadãos. Para os autores, os métodos de coleta de informações tradicionais utilizadas pelos conselhos gestores municipais e autoridades de resgate, tais como telefonemas e relatórios individuais, são rapidamente saturados durante eventos perturbadores, por exemplo, pode não haver linhas telefônicas suficientes.

O futuro das Cidades Inteligentes será baseado principalmente em serviços oferecidos. Espera-se que uma ampla gama de serviços que serão disponibilizados para usuários residenciais, como por exemplo, os sistemas inteligentes de transporte, e-banking, e-commerce e gestão inteligente da demanda de energia, entidades da administração pública, segurança pública e de proteção civil agências e assim por diante com maior qualidade, menores custos e impacto ambiental reduzido (CIMMINO; PECORELLA; FANTACCI; GRANELLI; RAHMAN; SACCHI; CARLINI; HARSH, 2013).

De acordo com Cassa *et al.* (2001), nenhuma sociedade poderá atingir o desenvolvimento sustentável sem que a construção civil, que lhe dá suporte, passe por profundas transformações. Para o autor, a preservação da natureza necessita de uma ampla reformulação dos processos produtivos e de consumo, o que implica em uma reformulação radical da visão de impacto ambiental das atividades humanas (CASSA *et al.*, 2001).

A cidade de Brisbane (Austrália) investiu na melhoria da sua infraestrutura rodoviária, bem como sistema de transporte público, através do desenvolvimento de uma série de túneis para facilitar a hora de congestionamentos (Dur e Yigitcanlar 2015). Nesses projetos, sistemas de alta tecnologia inteligente são utilizados, incluindo sinais de mensagens digitais, câmaras e Bluetooth com sensores e dispositivos para entregar notificações para motoristas e melhorar a inteligência da estrada. Há *wi-fi* gratuito nos principais parques da cidade, bibliotecas, shoppings e regiões de lojas suburbanas, e este é seguido por montagem de postes inteligentes nos principais espaços públicos de coleta de

dados grande (Hamstead et al., 2018). Segundo Evenepoel, Van Ooteghem, Verbrugge, Pickavet (2014), tecnologias já encontraram adoção e implementação em grandes cidades.

Precisa-se dar às nossas cidades a capacidade de desenvolver suas tecnologias exclusivas para os seus próprios problemas e necessidades de desenvolvimento. O que contribui para o estabelecimento de uma economia de inovação local e prosperidade. Além disso, desenvolver nossas cidades urbanas inteligentes não apenas exclusivos para as elites urbanas, mas a todos, de modo a estabelecer a igualdade socioeconômica e formação de comunidades inteligentes (YIGITCANLAR, HANB, KAMRUZZAMANC, IOPPOLO, MARQUESE, 2019).

Nesse sentido, para Yigitcanlar, Hanb, Kamruzzamanc, Ioppolo e Marquese (2019), a perspectiva de tecnologia como consumista e corporativa se tornou alvo de críticas, sendo a noção de cidade inteligente como ambígua, a existência de quadros conceituais que se limitam apenas às cidades e as suas administrações o desafio deste novo paradigma, e o enfrentamento das questões climáticas como maior problema do nosso tempo (Stanley et al., 2009 ; Ersoy, 2017).

CIMMINO et al. (2013) citam em seus estudos um crescimento econômico sustentável e uma elevada qualidade de vida, com uma gestão prudente dos recursos naturais e através de uma governação participativa. Para Yigitcanlar (2019), os ativos de uma cidade são as principais entradas das cidades inteligentes. Esses ativos são colocados em uso através de vários processos, que incluem os principais impulsionadores da Tecnologia, Comunidade e Política.

A Internet das coisas pode trazer uma série de benefícios na gestão e otimização dos serviços públicos, como os transportes e estacionamento, iluminação, vigilância e manutenção dos espaços públicos, a preservação do patrimônio cultural, coleta de lixo, demais. De acordo com Evenepoel et al. (2014), a disponibilidade de diferentes tipos de dados, recolhidos por uma Internet das coisas também pode ser explorada para aumentar a transparência e promover as ações do governo local para com os cidadãos, aumentar a conscientização das pessoas sobre o status de sua cidade, estimular a participação ativa dos cidadãos na gestão da administração pública, e também estimular a criação de novos serviços.

Yigitcanlar, Hanb, Kamruzzamanc, Ioppolo e Marquese (2019) utilizaram em seus estudos um quadro conceitual que visa estabelecer o elo perdido entre estruturas de desenvolvimento das cidades inteligentes e os processos de planejamento e desenvolvimento urbano sustentável. O procedimento é gerar saídas de desenvolvimento sustentável e baseado no conhecimento nos domínios econômico, sociais, ambientais, institucionais e de desenvolvimento para alcançar os resultados desejados. Os autores ainda afirmam que dada à amplitude dos resultados desejados de produtividade e inovação, habitabilidade, bem-estar, sustentabilidade e acessibilidade, governança e planejamento, os impactos resultantes transformam a cidade inteligente.

De acordo com Zanella, Bui, Castellani, Vangelista e Zorzi (2014), outra aplicação importante das tecnologias da Internet das coisas é o monitoramento do consumo de energia a salubridade do ambiente em edifícios públicos (escolas, administração e museus) por meio de diferentes tipos de sensores e atuadores que controlam luzes, temperatura, e humidade. Para os autores, ao controlar estes parâmetros, de fato, é possível aumentar o nível de conforto das pessoas que vivem nesses ambientes, o que também pode ter um retorno positivo em termos de produtividade, reduzindo os custos de aquecimento e arrefecimento.

Quando avaliado o plano urbanístico da cidade Masdar, nos Emirados Árabes, Yigitcanlar et al. (2019) ressaltam que apenas 20% das áreas de alojamento são atribuídos

aos trabalhadores de baixa renda, devido às exigências do código de planejamento (De Jong et al., 2019). Mezher et al. (2010) sugerem que “a fim de garantir prosperidade social em Abu Dhabi, todas as partes interessadas devem ser envolvidas em coordenação direta e colaboração para desenvolver as políticas energéticas adequadas, incentivos para investir em projetos, assegurar o financiamento, colocar em prática os mecanismos de tecnologias de energia renovável, e consciência pública de construção”.

A iniciativa de cidade inteligente de Amsterdam (Holanda) é reconhecida não só por soluções de tecnologia envolventes para um desenvolvimento da cidade, mas também usando os inteligentes laboratórios para envolver as comunidades locais. Existem projetos particularmente destinados a apoiar o desenvolvimento sustentável imobiliário em Amsterdam, melhoramento do consumo de energia e conscientização para o trabalho de uma forma mais inteligente (YIGITCANLAR, HANB, KAMRUZZAMANC, IOPPOLO E MARQUESE, 2019).

Os governantes da cidade de Brisbane (Austrália) têm uma visão inteligente da cidade com a sua marca sustentável do urbanismo inteligente. A cidade tem utilizado a etiqueta inteligente em conjunto com as noções de cidade sustentável com relação ao reaproveitamento de água, projetos infraestrutura e programas de design urbano (Hollands, 2008, Pancholi et al., 2015, Yigitcanlar et al., 2019).

Durante os últimos anos, várias soluções foram propostas para combater os problemas consequentes do urbanismo insustentável. Estes incluem a adoção de novos paradigmas para tornar as cidades mais sustentáveis, resilientes e mais inteligente - e, como consequência de gerar prosperidade, a habitabilidade, e bem-estar para os cidadãos, e fazer cidades mais respeitadores do ambiente (Yigitcanlar de 2009 ; Albino et al., 2015).

A maioria das partes do mundo, prefeituras são desafiados a fornecer serviços essenciais para a população urbana, tais como acessibilidade, segurança, ambientes construídos e naturais saudáveis, igualdade social, energia limpa (Gilbert et al., 2013 ; Konys, 2018).

A International Energy Agency em sua publicação ressalta que “há uma necessidade urgente de acelerar o desenvolvimento de tecnologias de energia de baixo carbono, a fim de enfrentar os desafios globais de segurança energética, as alterações climáticas e o crescimento econômico”. As redes inteligentes são particularmente importantes porque permitem várias outras tecnologias de energia de baixo carbono, incluindo veículos elétricos, fontes de energia renováveis variáveis e resposta à demanda. A agência desenvolveu um roteiro que oferece uma visão de consenso sobre o estado atual das tecnologias de *smart grid*, e traça um caminho global para ampliação do uso de redes inteligentes, juntamente com metas e recomendações para ações de tecnologia e desenvolvimento de políticas.

O quadro já citado e elaborado por Yigitcanlar et al. (2019) coloca a política urbana no coração do desenvolvimento da cidade inteligente como um processo que é crítico para obtê-lo direito - onde a tecnologia é apenas um dos elementos integrantes (YIGITCANLAR, HANB, KAMRUZZAMANC, IOPPOLO E MARQUESE, 2019).

Para Aloï et al. (2014), é evidente que a implantação de cidades inteligentes é um problema multidisciplinar, que envolve política e finanças, gestão da cidade e organização, e as tecnologias de informação e comunicação. A International Energy Agency cita em suas publicações que os governos precisam estabelecer claras e consistentes políticas, regulamentos e planos para sistemas de energia elétrica que permitirá investimentos inovadores em redes inteligentes. Também será vital para ganhar maior participação pública, e isso vai ser ajudado educar todas as partes interessada.

Os rápidos avanços em tecnologias deu a esperança de que os impactos da escala global de crises ambientais e socioeconômicas podem possivelmente ser facilitados com a ajuda

de tecnologias tais como alcançar metas climáticas das cidades, diminuindo a energia emissões de uso e gases de efeito estufa (LEE, YIGITCANLAR, HOON, E TAIK, 2008).

3. Aplicação

Percebe-se no Brasil e no mundo um número grande de cafeterias, sejam elas sofisticadas, minimalistas, *gourmet*, quiosques em parques e jardins para um lanche rápido. A Figura 1 ilustra exemplos de café em Paris, França.



Figura 1: Exemplos de cafeterias em Paris, França.

Como já exposto anteriormente, o presente trabalho propõe um anteprojeto de cafeteria móvel e cafeteira que funcionam com auxílio de placa solar, ou seja, trata-se de uma proposta de revitalização de cafeteria sustentável para cidades inteligentes. A proposta de cafeteria com estrutura fotovoltaica para o telhado/cobertura da cafeteria, proporciona e permite a geração de energia sustentável e vai ao encontro do conceito de cidade inteligente. A Figura 2, em forma de anteprojeto, ilustra esta proposta.

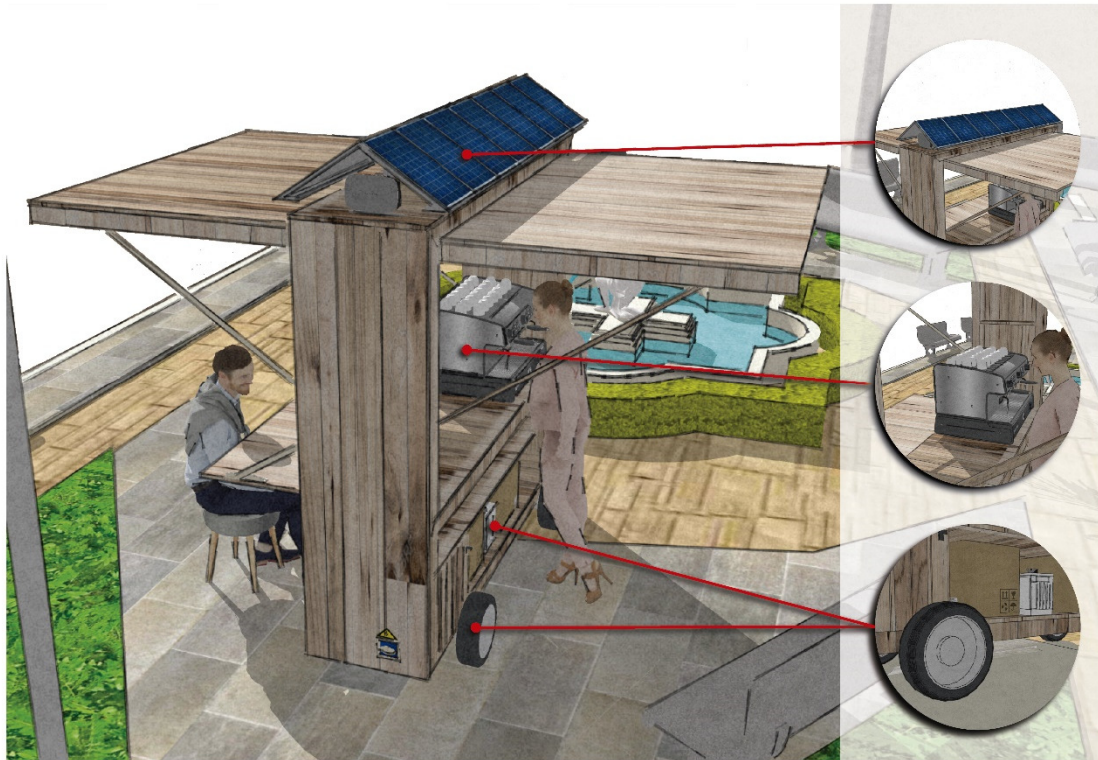


Figura 2: Anteprojeto de cafeteria com a placa solar/fotovoltaica na cobertura. Fonte: elaborado pelos autores.

Para cafeterias convencionais, não quiosques móveis, propõe-se a estrutura representada na Figura 3.

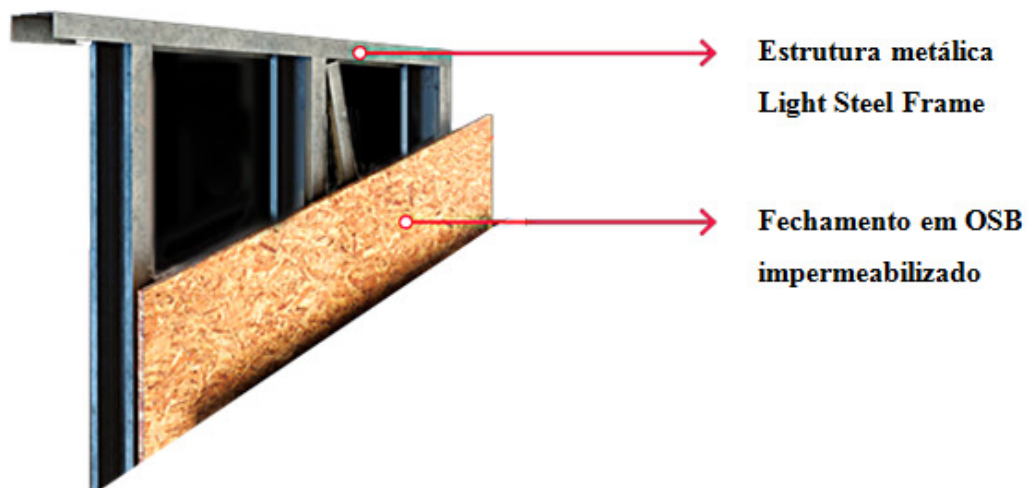


Figura 3: Estrutura proposta para cafeteria. Fonte: elaborado pelos autores.

Um exemplo de painel fotovoltaico com kit de energia 10 Wp com duração de até 32 Wh por dia e o suporte para o(s) painel(is) é apresentado na Figura 4.

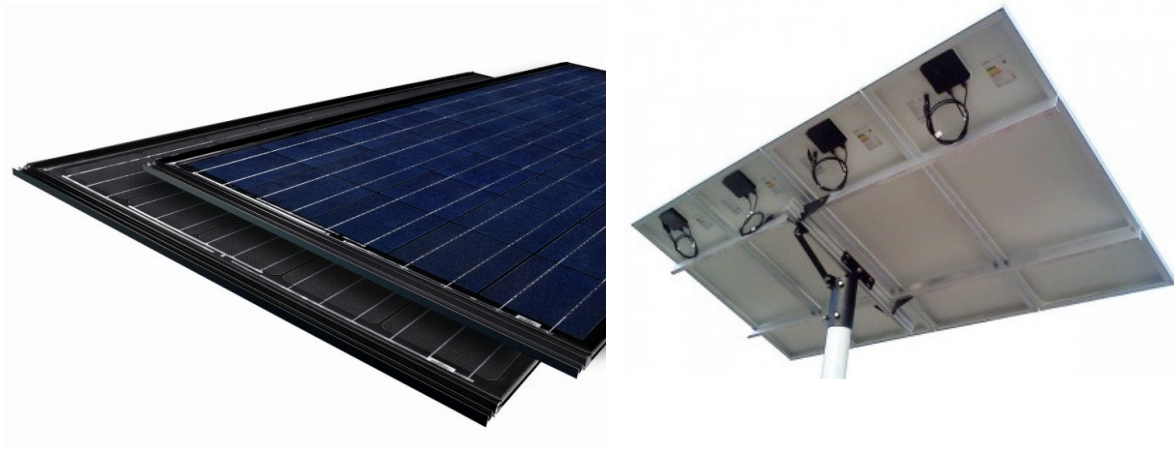


Figura 4: Placa/painel e suporte. Fonte: Neosolar.

4. Considerações finais

Os sistemas inteligentes melhoram as deficiências na cidade, mas o que se precisa é fazer a própria cidade inteligente, dar um salto para esta prática. Reformar as nossas cidades através da adoção de princípios de desenvolvimento urbano sustentável, por exemplo, limitar as emissões de CO₂, incentivando o uso de transporte ativo e verde, e abordando problema do lixo urbano, o que ajuda na geração de sustentabilidade. A realização de cidades inteligentes de sucesso depende de desenvolvimentos conceituais com práticas sustentáveis. A abordagem da cidade inteligente com a preocupação sustentável carrega um elevado potencial para se tornar um modelo ideal para resolver a emergência climática e construir as cidades do futuro.

Percebendo o café como um produto muito consumido, a proposta de anteprojeto de cafeteria móvel e cafeteira que funcionam com auxílio de placa solar, ou seja, trata-se de uma proposta de revitalização de cafeteria sustentável para cidades inteligentes. O conceito de cafeteria sustentável apresenta algumas vantagens aos usuários, como conforto, segurança, baixa emissão de CO₂, qualidade de vida e das cidades.

Referências

ALBINO, V., BERARDI, U., DANGELICO, R.M., 2015. Smart cities: definitions, dimensions, performance, and initiatives. *J. Urban Technol.*, 3–21.

ALDIERI, L., CARLUCCI, F., VINCI, C., YIGITCANLAR, T., 2019c. Environmental innovation, knowledge spillovers and policy implications: a systematic review of the economic effects literature. *J. Clean. Prod.* 239, 118051.

ALOI, G.; BEDOGNI, L.; FELICE, M.; LOSCRI, V.; MOLINARO, A.; NATALIZIO, E.; PACE, P.; RUGGERI, G.; TROTTA, A.; ZEMA, N. STEM-Net: an evolutionary network architecture for smart and sustainable cities. 2014. Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/ett.2785

ARBOLINO, R., SIMONE, L., CARLUCCI, F., YIGITCANLAR, T., IOPPOLO, G., 2018. Towards a sustainable industrial ecology: implementation of a novel approach in the performance evaluation of Italian regions. *J. Clean. Prod.* 178. 220–236.

CASSA, J. C. S.; CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S. Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal. 2001.

CIMMINO, A.; PECORELLA, T.; FANTACCI, R.; GRANELLI, F.; RAHMAN, T.; ACCHI, C.; CARLINI, C.; HARSH, P. The role of small cell technology in future smart City Applications. Published online 20 November 2013 in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/ett.2766.

De JONG, M., HOPPE, T., NOORI, N., 2019. Cidade branding, desenvolvimento urbano sustentável e o estado rentista: como Qatar, Abu Dhabi e Dubai apresentar-se na era do petróleo post e aquecimento global?.

DUR, F., YIGITCANLAR, T., 2015. Assessing land-use and transport integration via a spatial composite indexing model. *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, 803–816.

ERSOY, A., 2017. Smart cities as a mechanism towards a broader understanding of infrastructure interdependencies. *Reg. Stud. Reg.* 26–31.

EVENEPOEL, S.; VAN OOTEGHEM, J.; VERBRUGGE, D.; PICKAVET, M. On-street smart parking networks at a fraction of their cost: performance analysis of a sampling approach. 2014. Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/ett.2776

GILBERT, R., STEVENSON, D., GIRARDET, H., STREN, R., 2013. Making Cities Work: Role of Local Authorities in the Urban Environment. Routledge.

HAMSTEAD, Z.A., FISHER, D., ILIEVA, R.T., WOOD, S.A., MCPHEARSON, T., KREMER, P., 2018. Geolocated social media as a rapid indicator of park visitation and equitable park access. *Comput. Environ. Urban Syst.* 72, 38–50.

HAN, H., HAWKEN, S., 2018. Introduction: innovation and identity in next-generation smart cities. *City Cult. Soc.* 12, 1–4.

HOLLANDS, R.G., 2008. Will the real smart city please stand up? 303–320.

IOPPOLO, G., SZOPIK-DEPCZYŃSKA, K., STAJNIAK, M., KONECKA, S., 2016. Supply chain and innovation activity in transport related enterprises in Eastern Poland. *LogForum*, 227–236.

KONYS, A., 2018. An ontology-based knowledge modelling for a sustainability assessment domain. *Sustainability*, 300.

LEE, S., YIGITCANLAR, T., HOON, H., TAIK, L. (2008). Infra-estrutura urbana onipresente: planejamento de infraestrutura e desenvolvimento na Coréia. *Inovação*, 10, 282-292 .

LEEM, Y., HAN, H., LEE, S., 2019. Sejong smart city: on the road to Be a city of the future. *Computational Urban Planning and Management for Smart Cities*. Springer, pp. 17–33.

MARTIN, C.J., EVANS, J., KARVONEN, A., 2018. Smart and sustainable? Five tensions in the visions and practices of the smart-sustainable city in Europe and North America. *Technol. Forecast. Soc. Change* 133, 269–278.

MANZOOR, A.; PATSAKIS, C.; MORRIS, A.; MCCARTHY, J.; MULLARKEY, G.; PHAM, H.; CLARKE, S.; CAHILL, V.; BOUROCHE, M. CityWatch: exploiting sensor data to manage cities better. *TRANSACTIONS ON EMERGING TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGIES*. 2013.

MEZHER, T., TABBARA, S., AL-HOSANY, N., 2010. An overview of CSR in the renewable energy sector: examples from the Masdar Initiative in Abu Dhabi. *Manag. Environ. Qual.* 744–760.

MORENO, M.; ZAMORA, M.; SKARMETA, A. User-centric smart buildings for energy sustainable smart cities *TRANSACTIONS ON EMERGING TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGIES*. 2013.

PANCHOLI, S., YIGITCANLAR, T., GUARALDA, M., 2015b. Public space design of knowledge and innovation spaces: learnings from Kelvin Grove Urban Village, Brisbane. *J. Open Innov. Technol. Market Complexity* 1, 13.

STANLEY, J., LOY, D.R., DORJE, G., 2009. *A Buddhist Response to the Climate Emergency*. Simon and Schuster.

TIBA, Chiguera et al. *Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados terrestres*. Recife: Editora Universitária da UFPE, p. 32, 2000.

YIGITCANLAR, T.; HANB, H.; KAMRUZZAMANC, M.; IOPPOLOD, G. MARQUESE, J. S., 2019. The making of smart cities: Are Songdo, Masdar, Amsterdam, San Francisco and Brisbane the best we could build? Land Use Policy, 11P.

YIGITCANLAR, T., 2015. Smart cities: an effective urban development and management model? Aust. Plan. 27–34.

ZANELLA, A.; BUI, N.; CASTELLANI, A.; VANGELISTA L.; ZORZI, M.. Internet of Things for Smart Cities. INTERNET OF THINGS JOURNAL, VOL. 1, NO. 1, 2014.

Abordagem de Edificação Residencial do Município de Teófilo Otoni/MG sob a perspectiva da Análise Dimensional e do Conforto Ambiental

Residential Building Approach in the Municipality of Teófilo Otoni/MG from the perspective of Dimensional Analysis and Environmental Comfort

Iara Ferreira de Rezende Costa

iara.ferreira@ufvjm.edu.br

Milena Celestino de Oliveira

milla_1206@hotmail.com

Thaís Mayara Rodrigues Gomes

tmthaismayara@hotmail.com

Lavínia Fernandes Lima

lala_limaf@hotmail.com

Alcino de Oliveira Costa Neto

alcino.neto@ufvjm.edu.br

Resumo

Este trabalho apresenta um estudo dimensional e de conforto ambiental para uma edificação multifamiliar situada no município de Teófilo Otoni, no estado de Minas Gerais, destacando aspectos como habitabilidade, espacialidade e características relativas ao conforto térmico e lumínico. A pesquisa partiu da hipótese de que a unidade habitacional a ser avaliada apresentaria dimensões incondizentes com os parâmetros estabelecidos pelo código de obras da cidade, orientação solar dos cômodos inadequada, bem como uma mobília fora dos padrões antropométricos, impactando de forma negativa a qualidade de vida e desempenho dos moradores. No entanto, ao realizar as análises de disposição e orientação dos cômodos, bem como de suas dimensões mínimas, dos mobiliários e da circulação entre estes, verificou-se que a residência em análise superou as expectativas, mostrando-se um ambiente relativamente adequado e que atende aos critérios básicos de conforto ambiental.

Palavras-chave: Análise dimensional; Conforto ambiental; Habitações brasileiras.

Abstract

This work presents a dimensional and environmental comfort study for a multifamily building located in the municipality of Teófilo Otoni, in the state of Minas Gerais, highlighting aspects such as habitability, spatiality and characteristics related to thermal and lighting comfort. The research started from the hypothesis that the housing unit to be evaluated would present dimensions that are inconsistent with the parameters established by the city construction code, inadequate solar orientation of the rooms, as well as furniture outside anthropometric standards, negatively impacting the quality of life. and performance of residents. However, when carrying out the analysis of the

layout and orientation of the rooms, as well as their minimum dimensions, the furniture and the circulation between them, it was found that the residence under analysis exceeded expectations, showing a relatively suitable and that meets the basic criteria of environmental comfort.

Keywords: *Dimensional analysis; Environmental comfort; Brazilian housing.*

1. Introdução

Como apontam Leite e Oliveira (2007), o mercado imobiliário dentro do setor da construção civil apresenta sua participação no valor agregado da economia, visto que todos necessitam de abrigo para morar e trabalhar. Partindo do princípio de que a habitação influencia grande parte deste valor, faz-se necessário o estudo da funcionalidade dos espaços habitacionais, de forma a analisar este impacto na qualidade de vida dos usuários.

O conhecimento do corpo humano e suas medidas são fatores necessários para que uma edificação, a partir de um projeto arquitetônico, atenda aos requisitos básicos de segurança, habitabilidade e salubridade, que conforme Peterson *et al.* (2012), são critérios essenciais quando considera-se que a residência é o local ocupado pelo ser humano antes e após as jornadas de trabalho, além de dar suporte às tarefas domésticas e possíveis atividades profissionais.

Especificamente em relação ao ambiente construído, a não existência ou escassez de dimensões condizentes ao corpo humano pode afetar de forma negativa o uso do ambiente, além de reduzir o conforto dos usuários. Neste sentido, fazer uso dos aspectos antropométricos garante um processo de retroalimentação dos projetos arquitetônicos, ao atender as necessidades dos usuários e produzir melhoria na qualidade de vida no ambiente domiciliar (LELIS, 2015).

O conforto ambiental é fundamental para o bem-estar dos moradores de uma residência, compreendendo fatores térmicos, lumínicos e acústicos. A disposição e orientação dos cômodos, suas dimensões, suas aberturas, e até mesmo o mobiliário da residência influenciam diretamente no conforto diário do indivíduo, por isso deve-se priorizar tais medidas, de forma a proporcionar um ambiente agradável e funcional, facilitando as atividades diárias do ser humano.

No âmbito sustentável é essencial a edificação dispor de um conforto ambiental adequado. Uma das principais variáveis sustentáveis são as estratégias de ventilação e iluminação natural, buscando garantir um conforto térmico satisfatório dentro da residência e evitando o uso de mecanismos artificiais.

Dessa forma, o presente trabalho objetiva a realização de uma análise dimensional e de alguns aspectos de conforto ambiental em uma residência multifamiliar na cidade de Teófilo Otoni, Minas Gerais, a fim de se verificar a adequação desta aos parâmetros estabelecidos na metodologia deste trabalho.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Estudo das habitações brasileiras

A grande extensão do território brasileiro, as diferenças climáticas ao longo do país e a

influência da colonização por diferentes povos em cada região favoreceu uma ampla diversidade cultural. Essa diversidade pode ser percebida até mesmo na arquitetura brasileira, bem como nos processos construtivos.

Ao imigrar para o Brasil os colonizadores trouxeram consigo uma bagagem sociocultural bem estabelecida, o que inclui suas técnicas e conhecimentos construtivos tradicionais. No entanto, o seu modo de construir muitas vezes não se aplicava ao Brasil, visto que as condições climáticas, de relevo, de vegetação e hidrográficas eram totalmente diferentes da realidade da Europa, de onde veio a maior parte dos colonizadores. Diante disso, segundo Lemos (1989), foram necessárias diversas mudanças ao longo do tempo no arranjo das residências aqui estabelecidas, de forma que fossem garantidos o conforto e a funcionalidade da moradia.

Uma importante mudança no layout da residência construída no Brasil em relação à arquitetura de Portugal, como afirma Lemos (1993), foi o deslocamento da cozinha para os fundos da casa, uma vez que naquele país este cômodo localizava-se no centro da residência. No Brasil este ambiente foi completamente separado da casa como forma de não concentrar calor no interior da residência, uma vez que o clima tropical brasileiro é caracterizado por apresentar altas temperaturas.

Conforme Lemos (1993), outras mudanças na arquitetura herdada dos colonizadores como forma de adaptação ao clima brasileiro incluem a construção de residências com pé-direitos altos, de forma que o volume de ar aumente no ambiente e que facilite o processo de convecção térmica; paredes mais grossas, a fim de absorver o calor de forma mais lenta; telhados sem forro, para auxiliar na ventilação da casa e a presença de alpendres nas regiões da residência que recebiam maior incidência solar, auxiliando no sombreamento das paredes externas.

Com o passar do tempo novas necessidades, influências arquitetônicas e novos conhecimentos acerca de conforto ambiental e análise dimensional foram surgindo, impactando continuamente as construções brasileiras. No entanto, apesar das variações regionais e desses novos conhecimentos, percebe-se que os programas de necessidades das moradias brasileiras são muito parecidos.

2.2 Análise dimensional aplicada à habitação

Segundo Souza (2013), ao avaliar o projeto arquitetônico de uma edificação residencial, deve-se ter como referência a avaliação funcional, que irá analisar o desempenho prático dos espaços, buscando atender, sempre que possível, a todos os moradores do local. Essa avaliação torna-se mais complexa quando o habitante já se encontra instalado na unidade residencial, sendo necessário readequar o espaço às necessidades do mesmo, de forma a atenuar e, se possível, suprimir os entraves propulsores do congestionamento nos ambientes e do desconforto dos moradores.

Conforme Iida (2005) é de extrema importância que se faça uso dos conhecimentos de antropometria aplicados à habitação, pois a adequação das medidas corporais ao ambiente é essencial para o conforto, bem-estar e aumento da produtividade dos usuários.

Como aponta Folz (2002), a mobília de uma residência é um agente ativo na relação do usuário com sua moradia. Dessa forma, a falta de planejamento de um espaço e o uso de um mobiliário incompatível com este, pode gerar um congestionamento no ambiente e

consequentemente um desconforto aos moradores, comprometendo o desempenho da moradia e de seus usuários. A norma brasileira NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho (ABNT, 2013) apresenta aspectos referentes ao mobiliário mínimo para as residências.

2.3 Estudo do conforto ambiental

Consoante Frotta e Schiffer (2001), o homem possui melhores condições de vida e saúde, quando seu organismo pode funcionar sem que seja submetido à fadiga ou estresse, inclusive térmico, quando as trocas de calor entre o ambiente e o corpo são prejudicadas. Por esse motivo é fundamental que haja equilíbrio calorífico entre o corpo e o meio.

Para proporcionar este equilíbrio, a utilização de mecanismos artificiais é uma opção, como por exemplo, refrigeradores de ar e sistema de calefação. Entretanto, analisando um ambiente com características sustentáveis, tais artifícios devem ser utilizados (em último caso) apenas como complemento à aplicabilidade de materiais de revestimentos específicos e à ventilação natural, que, conforme Arantes (2012), corresponde a um ótimo recurso na aquisição do conforto térmico, devendo sempre ser favorecida.

Segundo Crespilho *et al.* (2016), a disposição dos cômodos também é indispensável para a obtenção de um conforto térmico dentro da edificação, visto que a incidência solar e a ventilação natural afetam termicamente o ambiente e as condições de salubridade. Para isso, como declara Mascarello (2005), deve-se estudar a trajetória solar, de modo a identificar a melhor posição para inserir um edifício no lote, dispondo seus cômodos de maneira a melhorar o nível de conforto térmico dos usuários.

Considerando aspectos do conforto lumínico, a iluminação apropriada no ambiente é fundamental para que as condições visuais sejam as melhores possíveis, dada sua importância na realização de tarefas. Conforme Li e Tsang (2008), na iluminação natural priorizam-se as aberturas, como janelas, claraboia, átrio, shed, lanternim, e as características do ambiente interno e externo, como as cores das paredes, tetos, pisos, mobiliário, fachada translúcida e fachada cortina, que auxiliam na redução do uso de energia, favorecendo a sustentabilidade do ambiente.

3. Procedimentos metodológicos

Para a realização da análise dimensional e de alguns aspectos de conforto ambiental no ambiente construído, foi definida uma residência multifamiliar do município de Teófilo Otoni, cidade localizada na região nordeste do estado de Minas Gerais, de latitude 17° 51' 27" sul, longitude 41° 30' 19" oeste, altitude de 334m e que possui clima tropical quente semiúmido (IBGE, 2002).

A residência foi escolhida pelo fato de representar uma edificação típica do município, no que concerne ao número de cômodos e área; além da facilidade de acesso à habitação por parte dos autores.

O apartamento encontra-se localizado na rua José Luiz Tanure, no bairro Ipiranga. É possível observar na Figura 1 a fachada principal do mesmo.



Figura 1: Fachada principal do edifício. Fonte: elaborado pelos autores.

Na cidade de Teófilo Otoni há inúmeras habitações construídas em distintas épocas, que contribuíram de certa forma para o seu crescimento e desenvolvimento. A princípio, esperase que as moradias atendam aos requisitos mínimos de habitabilidade, dispostos no código de obras do município. Todavia, a realidade é bem discrepante, visto que são encontrados muitos imóveis com dimensões reduzidas e anomalias construtivas proeminentes.

3.1 Dimensionamento mínimo para os compartimentos e aberturas da residência

A Lei Complementar nº 113 de 09 de agosto de 2016, que dispõe sobre o Código de Obras e Edificações (COE) do município de Teófilo Otoni define normas e especificações que devem ser seguidas para a execução das habitações, de modo que haja um mínimo de conforto para o usuário, atendendo às necessidades de espacialidade, habitabilidade e organização desses moradores. Logo, o presente código serviu de apoio técnico para a determinação da área mínima, da medida mínima do pé-direito e da área das aberturas em relação à área do piso, fator este relacionado à iluminação e ventilação. Tais medidas estão expressas na Tabela 1.

Compartimento	Área (m ²)	Área das aberturas em relação à área do piso (%)	Pé-direito (m)
Sala de estar	8,0	16,7	2,50
Dormitórios	8,0	16,7	2,50
Cozinha	4,0	16,7	2,50
Copa	6,0	16,7	2,50
Banheiro	2,0	12,5	2,20
Lavanderia	4,0	12,5	2,20

Tabela 1: Dimensionamento mínimo. Fonte: Adaptado da Lei complementar nº 113 (2016).

A partir destas medidas foi realizada a avaliação da moradia, utilizando o termo “Atende” para os parâmetros que estavam em consonância com o COE e “Não atende” para os que não estavam.

3.2 Orientação solar

Como critério de avaliação da orientação solar de cada compartimento da residência, foram estabelecidos parâmetros com base na análise da carta solar da cidade de Teófilo Otoni, os quais classificam a direção para a qual está voltada a abertura do cômodo como Ótima (O), Boa (B) e Ruim (R).

Oliveira *et al.* (2016) traçaram a carta solar da cidade, exibida na Figura 2, a partir de sua latitude utilizando o software Analysis SOL-AR e utilizando os dados horários de Radiação Global Horizontal do TRY.

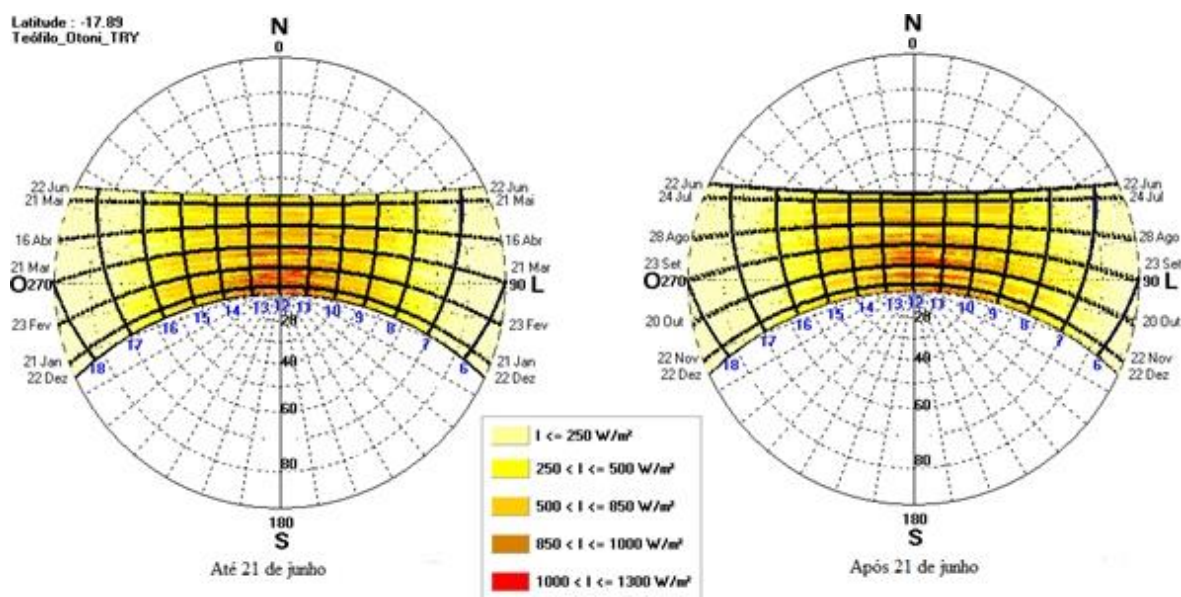


Figura 2: Carta solar do município de Teófilo Otoni. Fonte: Oliveira *et al.*, 2016.

Por serem locais de permanência prolongada dos indivíduos, é ideal que a sala de estar e os dormitórios estejam voltados para uma direção que receba incidência solar durante todo o ano, mas apenas no período matutino, o qual apresenta os valores mais baixos de radiação global incidente (I_g), de modo que proporcione um ambiente termicamente favorável e auxilie no controle da proliferação de ácaros e fungos. Sendo assim, considerou-se (O) para este compartimento a direção Leste, (B) a direção Norte e (R) as direções Sul e Oeste.

A cozinha, o banheiro e a lavanderia são áreas molhadas, além de serem cômodos de permanência transitória dos usuários. Dessa forma, indica-se que sejam voltados para direções com incidência solar durante todo o ano, no período vespertino principalmente, pois possui maior I_g , o que beneficia na secagem e manutenção destes ambientes. Para estes cômodos considerou-se (O) a orientação Oeste, (B) as direções Norte e Sul e (R) a direção Leste.

A copa é um ambiente de permanência transitória, no qual os usuários passam apenas uma pequena parte de seu tempo. Dessa forma, sua abertura pode ser voltada para direções

que recebam incidência solar durante o dia, sem comprometer o bem-estar dos usuários na residência, já que na maioria das vezes é um ambiente utilizado no período noturno. Sendo assim, considerou-se (O) a orientação Norte, (B) a orientação Leste e (R) as orientações Oeste e Sul.

A Tabela 2 apresenta as classificações quanto à orientação solar adequada por compartimento, conforme o exposto acima. Salienta-se que a orientação mostrada na tabela abaixo corresponde à direção para a qual está voltada a abertura do cômodo.

Classificação	Sala de estar	Dormitórios	Cozinha	Copa	Banheiro	Lavanderia
O	Leste	Leste	Oeste	Norte	Oeste	Oeste
B	Norte	Norte	Norte/Sul	Leste	Norte/Sul	Norte/Sul
R	Oeste/Sul	Oeste/Sul	Leste	Oeste/Sul	Leste	Leste

Tabela 2: Orientação solar por compartimento. Fonte: elaborado pelos autores.

3.3 Dimensionamento mínimo para o mobiliário e circulação

Quando as medidas dos móveis são maiores que o espaço disponível, o trânsito pela residência fica prejudicado, e quando estas medidas são menores que as mínimas estabelecidas pela literatura há um risco para a saúde do morador.

Para a análise e avaliação de mobiliário foram utilizadas as dimensões de móveis estabelecidas por Pronk (2003) e Pedro et al. (2006).

A Tabela 3 expressa as dimensões mínimas de comprimento, largura e altura para cada mobiliário da residência analisada.

Móvel	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)
Cama de casal	190	130	-
Berço	130	60	-
Roupeiro individual	80	60	155
Roupeiro duplo	120	60	155
Sofá (2 lugares)	135	47	70
Hack	110	55	-
Mesa de trabalho	110	50	-
Mesa (6 lugares, retangular)	140	80	-
Armário	70	60	210
Fogão (6 bocas)	90	60	-
Geladeira	52	-	-
Cuba	45	50	90
Máquina de lavar	52	55	-
Tanque de lavar roupas	56	42	80
Bancada c/ lavatório	-	50	81

Tabela 3: Dimensionamento mínimo do mobiliário. Fonte: Adaptado de Pronk (2003) e Pedro et al. (2006).

Utilizou-se ainda as referências de Pronk (2003) e Pedro et al. (2006) para a determinação das dimensões para circulação e trabalho em frente às mobílias de maior uso para realização de tarefas domésticas, e para estabelecer a distância mínima necessária entre mobílias, mostradas na Tabela 4 e na Tabela 5, respectivamente.

Circulação e trabalho em frente à/ao	Medida (cm)
Fogão	120
Lavatório	70
Máquina de lavar roupas	120
Tanque de lavar roupas	100
Berço	60

Tabela 4: Circulação e trabalho. Fonte: Adaptado de Pronk (2003) e Pedro *et al.* (2006).

Distância entre	Medida (cm)
Cama e roupeiro	95
Mesa e parede	75
Hack e sofá	55
Berço e parede	25

Tabela 5: Distância mínima entre mobílias. Fonte: Adaptado de Pronk (2003) e Pedro *et al.* (2006).

A avaliação destas dimensões visa estabelecer se a mobilidade na residência não é afetada pelas dimensões de seu mobiliário, e se as medidas dos móveis não incorrem risco à saúde dos moradores, caso sejam menores que o mínimo estabelecido. Semelhantemente ao critério de avaliação utilizado para o dimensionamento mínimo para os compartimentos, empregou-se o termo “Atende” para quando as medidas estavam em consonância com os valores apresentados nas tabelas e “Não atende” para quando não estavam.

4. Resultados

Seguindo a metodologia supracitada foram feitas análises considerando o espaço habitável, alguns aspectos de conforto térmico e lumínico e o mobiliário da residência. Salienta-se que a análise pela percepção do usuário não se trata de um dos objetivos deste artigo.

O apartamento escolhido para o estudo apresenta sete cômodos, sendo eles: quarto 1 (Q1), quarto 2 (Q2), sala de estar, banheiro 1 (B1), banheiro 2 (B2), cozinha e lavanderia. A Figura 3 mostra o croqui da moradia.

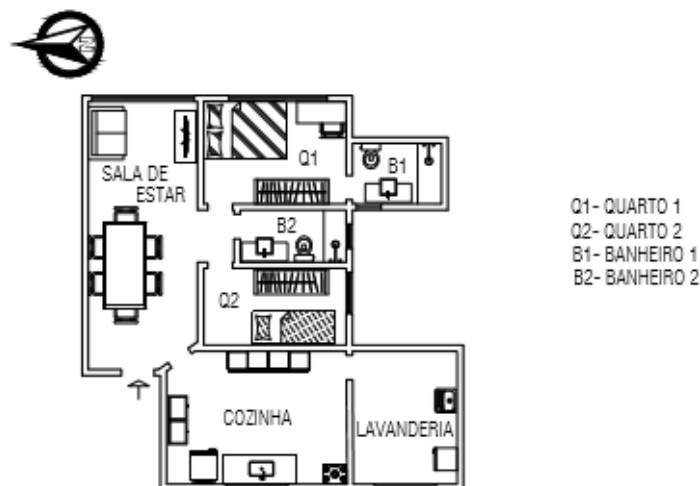


Figura 3: Croqui da moradia. Fonte: elaborado pelos autores.

4.1 Espaço habitável e iluminação

A Tabela 6 apresenta as avaliações quanto às condições de habitabilidade e iluminação na residência analisada. Conforme especificado nos procedimentos metodológicos, para a avaliação da moradia utilizou-se o termo “Atende” para os parâmetros que estavam em consonância com as medidas mínimas estabelecidas pelo COE do município, e “Não atende” para os que não estavam.

Compartimento	Área (m ²)	Avaliação	Área das aberturas (m ²)	Área das aberturas em relação à área do piso (%)	Avaliação	Pé-direito (m)	Avaliação
Sala de estar	17,40	Atende	3,78	21,72	Atende	2,90	Atende
Q1	10,56	Atende	2,07	19,60	Atende	2,90	Atende
Q2	10,48	Atende	1,66	15,84	Não atende	2,90	Atende
Cozinha	12,02	Atende	1,83	15,23	Não atende	2,90	Atende
B1	3,43	Atende	0,21	6,12	Não atende	2,90	Atende
B2	3,47	Atende	0,47	13,55	Atende	2,90	Atende
Lavanderia	4,74	Atende	2,15	45,36	Atende	2,90	Atende

Tabela 6: Medidas e avaliações. Fonte: elaborado pelos autores.

A partir da análise do espaço habitável percebe-se que todos os compartimentos possuem pé-direito e áreas maiores que o mínimo estabelecido pelo COE do município.

A percentagem das áreas das aberturas em relação à área do piso não é atendida tanto na cozinha, quanto no Q2 e no B1.

4.2 Conforto térmico

A Tabela 7 contém a avaliação dos compartimentos da residência quanto às condições de conforto térmico, considerando apenas o critério de orientação solar de cada um deles.

Compartimento	Orientação	Avaliação
Sala de estar	Leste	O
Q1	Leste	O
Q2	Sul	R
Cozinha	Oeste	O
B1	Oeste	O
B2	Sul	B
Lavanderia	Oeste	O

Tabela 7: Orientação solar e avaliação. Fonte: elaborado pelos autores.

Analisando as avaliações contidas na Tabela 7, nota-se que a maioria dos cômodos da residência (mais de 70%) possuem uma orientação solar ótima, (1) um cômodo apresenta orientação solar boa e apenas (1) um possui orientação solar considerada ruim.

4.3 Mobiliário e circulação

A Tabela 8 dispõe as avaliações quanto às dimensões do mobiliário da moradia pela avaliação final do “Atende” e “Não atende”.

Móvel	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)	Avaliação
Cama de casal (Q1)	163	153	-	Não atende
Berço (Q2)	132	79	-	Atende
Roupeiro duplo (Q1)	241	47	216	Não atende
Roupeiro individual (Q2)	246	60	235	Atende
Sofá	252	113	100	Atende
Hack	180	45	-	Não atende
Mesa de trabalho (Q1)	121	59	-	Atende
Mesa (6 lugares, retangular)	179	91	81	Atende
Armário (cozinha)	181	46	196	Não atende
Fogão (6 bocas)	75	57	87	Não atende
Geladeira	70	-	-	Atende
Cuba	154	69	90	Atende
Tanque de lavar roupas	57	42	88	Atende
Bancada c/ lavatório (B1)	-	51	91	Atende
Bancada c/ lavatório (B2)	-	51	90	Atende
Máquina de lavar	63	62	-	Atende

Tabela 8: Medidas e avaliação do mobiliário. Fonte: elaborado pelos autores.

Nota-se que cinco das dezesseis mobílias (31,25%) não atendem às medidas mínimas estabelecidas nas referências utilizadas para análise.

A Tabela 9 e a Tabela 10 contém, respectivamente, a avaliação quanto às medidas de circulação e trabalho em frente às mobílias, e a distância necessária entre elas.

Circulação e trabalho em frente à/ao	Medida (cm)	Avaliação
Fogão	120	Atende
Lavatório (B1)	76	Atende
Lavatório (B2)	97	Atende
Máquina de lavar roupas	175	Atende
Tanque	207	Atende
Berço (Q2)	137	Atende

Tabela 9: Medidas e avaliação da circulação e trabalho. Fonte: elaborado pelos autores.

Distância entre	Medida (cm)	Avaliação
Cama e roupeiro (Q1)	70	Não atende
Mesa e parede	67	Não atende
Hack e sofá	121	Atende
Berço e parede (Q2)	3	Não atende

Tabela 10: Medidas e avaliação da distância mínima entre mobílias. Fonte: elaborado pelos autores.

Percebe-se que todas as medidas de circulação e trabalho em frente às mobílias foram atendidas. Por outro lado, 75% das medidas de distância entre mobílias não atingiram às dimensões mínimas estabelecidas na Tabela 5.

5. Considerações finais

A análise de determinados aspectos do conforto ambiental da residência permitiu concluir que, em sua maioria, o conforto térmico na habitação apresenta-se muito bom, garantindo um ambiente agradável e funcional aos moradores, principalmente nos compartimentos de

permanência prolongada. Apenas no Q2 e no B2 que o conforto é afetado pela incorreta implantação das aberturas relativas à orientação solar, situação que se agrava para o Q2, uma vez que sua orientação foi classificada como ruim e é um ambiente de permanência prolongada.

Essa implantação inadequada prejudica o bem-estar dos moradores, principalmente em dias quentes, dado o clima local, fazendo com que seja necessário até mesmo o uso de resfriamento artificial, entervando a sustentabilidade no ambiente. Além disso, o Q2, o B2 e a cozinha não possuem aberturas com dimensões suficientes para gerar condições ideais de ventilação e iluminação naturais, visto que sua área em relação à área do piso se encontra abaixo da percentagem mínima estabelecida no COE.

As dimensões dos cômodos da moradia não contribuem para um desconforto e mal-estar dos moradores, uma vez que atendem (e até ultrapassam) aos padrões mínimos estabelecidos no COE da cidade, permitindo condições de espacialidade agradáveis. No entanto, o fato de algumas das mobílias não atenderem às medidas mínimas padronizadas na metodologia, como visto na Tabela 8, pode afetar de alguma forma a saúde dos indivíduos da residência, uma vez que este mobiliário utilizado não está adaptado à antropometria.

Como todas as medidas de circulação e trabalho em frente às mobílias foram atendidas, conforme Tabela 9, pode-se inferir que há uma boa mobilidade nestes espaços. No entanto, o Q1, Q2 e a sala (em relação à mesa e parede) podem ter sua mobilidade prejudicada em razão das distâncias entre mobílias não atenderem ao mínimo estabelecido, como mostra a Tabela 10, interferindo no uso do espaço, prejudicando a circulação no local, a realização de tarefas do dia a dia e, conseqüentemente, a qualidade de vida no domicílio.

Por tudo o que foi exposto, fica evidente que a residência analisada atende à maioria dos parâmetros dimensionais e aos aspectos de conforto ambiental, proporcionando, de forma geral, um ambiente agradável aos seus moradores. Porém, é fundamental que os critérios não atendidos sejam readequados para que o conforto ambiental da moradia seja ainda mais satisfatório, além de auxiliar na sustentabilidade do ambiente.

Referências

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-1: Edificações Habitacionais – Desempenho. Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- ARANTES, B. Conforto térmico em edificações de interesse social – Um estudo de caso. 2012. 99f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Campus de Bauru, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Bauru, 2012.
- CRESPILHO, F. E.; BORMIO, M. F.; STRABELI, G. I. Habitação econômica, acessibilidade e conforto ambiental: uma abordagem ergonômica da maneira como os projetos estão sendo pensados. In: Anais do VI Encontro Nacional de Ergonomia do Ambiente Construído. São Paulo: Blucher, 2016.
- FOLZ, R. R. Mobiliário na habitação popular. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos. 2002.
- FROTTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. Manual do conforto térmico. 5ª Edição – São Paulo: Studio Nobel, 2001.

- IIDA, I. Ergonomia: projeto e produção. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Climas. 2002. Disponível em: <
http://atlasescolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_clima.pdf>. Acesso em:
novembro de 2019.
- Lei Complementar nº 113 de 09 de agosto de 2016; Código de Obras e Edificações do Município de Teófilo Otoni.
- LEITE, L. C. R.; OLIVEIRA, R. Salão de Imóveis: Avaliação da Funcionalidade Habitacional – Caso de Florianópolis/SC. São Paulo, 2007.
- LELIS, V. F. Análise de habitações sociais na perspectiva da ergonomia do ambiente construído: estudo de caso do PROMORE. 2015.
- LEMOS, C. A. C. História da Casa Brasileira. São Paulo: Contexto, 1989.
- LEMOS, C. A. C. Transformações no espaço habitacional ocorridas na arquitetura brasileira do século XIX. In: Anais do Museu Paulista - História e Cultura Material, São Paulo, v. 1. p. 95-106, 1993.
- LI, D.; TSANG, E. *An analysis of daylighting performance for office buildings in Hong Kong. Building and Environment*, Lausanne, v.43, n. 9, p. 1446-1458, 2008.
- MASCARELLO, V. L. Princípios bioclimáticos e princípios de arquitetura moderna – evidências no edifício hospitalar. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.
- OLIVEIRA, C. C.; SAKIYAMA, N. R. M.; CAMPOS, R. B.; PRATES, I. B.; MIRANDA, L. V. (2016). Elaboração do ano climático de referência para Teófilo Otoni – MG: Verificação das diretrizes construtivas propostas pela NBR 15220. XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.
- PEDRO, J. B.; VASCONCELOS, L.; MONTEIRO, M.; JERÓNIMO, C. Dimensões do mobiliário e do equipamento na habitação. Lisboa: LNEC, 2006.
- PETERSON, R. C.; VIEIRA, J. L.; LIBRELOTTO, L. I.; BARTH, F. Qualificação e integração do espaço público e privado no âmbito da habitação de interesse social. Santa Catarina, 2012.
- PRONK, E. Dimensionamento em arquitetura. UFPB, Editora Universitária, 2003.
- SOUZA, J. E. O interior da habitação popular: uma análise do arranjo do mobiliário pela ótica da Ergonomia - Instituto de Pós-Graduação de Goiânia – IPOG - Especialize revista online. Cuiabá, 2013.

O uso de software BIM para o cálculo da energia incorporada em edificações

Using BIM software for calculate building embodied energy

Helena Fernanda Graf, Arquiteta e Urbanista, Professora de Engenharia Civil de Infraestrutura, Universidade Federal da Integração Latino-Americana

E-mail: helena.graf@unila.edu.br

Leandro Brito de Gouvêa, Engenheiro Civil, Universidade Federal do Paraná

E-mail: leandrobrito@cwbin.com.br

Henrique José Silva de Carvalho, Engenheiro Ambiental, Universidade Federal do Paraná

E-mail: eng.henriquecarvalho@gmail.com

Sergio Scheer, Engenheiro Civil, Professor Sênior, Universidade Federal do Paraná

E-mail: sergioscheer@gmail.com

Resumo

A indústria do setor da construção civil é grande consumidora de energia e recursos naturais e, no viés da sustentabilidade, é necessária uma preocupação com a utilização desses recursos, pois eles são finitos. O método de análise do consumo energético do processamento dos materiais compreende a energia incorporada dos mesmos, ou seja, o cálculo de todo o gasto energético durante o ciclo de construção, o qual contempla a energia utilizada para a extração, modificação e transporte da matéria-prima. A energia incorporada nos materiais em uma edificação contempla de 29% a 49% de toda energia consumida em um ciclo de vida de 50 anos. A partir dessas informações, o presente trabalho apresenta o cálculo da energia incorporada de uma residência utilizando software que permite BIM (*Building Information Modeling*). A edificação utilizada como objeto de estudo compreende uma habitação de interesse social do programa “Minha Casa Minha Vida”. O escopo teórico dessa pesquisa foi definido como a energia incorporada inicial da edificação e os resultados são obtidos através de método existente oriundo de estudos realizados anteriormente sobre análise do ciclo de vida energético de edificações brasileiras. *Software* que permite BIM num enfoque que permite a interoperabilidade de dados e a colaboração em projetos de diferentes especialidades é utilizado visando automatizar o processo para obtenção dos resultados. Pesquisas nacionais fornecem tabelas de energia incorporada para os materiais utilizados no modelo da edificação por massa e por volume. Neste trabalho a energia incorporada é apresentada por volume (em megajoule por metro cúbico - MJ/m³) devido à facilidade de obtenção dos volumes dos materiais a partir do modelo construído virtualmente. A escolha da utilização de software que permitem BIM ocorre porque, ao se construir o modelo, são incorporadas informações à geometria. Após a modelagem da edificação, a extração dos volumes totais dos materiais utilizados pode ser feita facilmente e com considerável precisão,

sendo os dados apresentados em tabelas. Combinando os valores de energia incorporada previamente obtidos e o software que permitem BIM, é possível obter o valor da energia incorporada total da edificação. Como parte de uma estratégia de avaliação multidimensional da habitação a construir (CADnD), este processo para mensurar o impacto ambiental de uma edificação permite rápidos estudos de viabilidade da edificação através da comparação entre diferentes variações de projeto, facilitando as tomadas de decisões quanto à sustentabilidade da habitação.

Palavras-chave: Sustentabilidade; BIM; Energia Incorporada

Abstract

The industry of civil construction is a major consumer of energy and natural resources. In terms of ambiental sustainable, it is necessary to worry about these use because they are finite. Embodied energy is the method of analysis for calculate the energy from processed materials. It includes all the energy of construction cicle: extraction, use and transportation. Building materials embodied energy represents 29% to 49% of all energy consumed by the building in a 50-year life cycle. So, this work presents the calculation of the embodied energy from a residential building using a BIM (Building Information Modeling) software. The studied object is from a social housing program named "Minha Casa Minha Vida", that means "My house, My life" . The theoretical scope of this research was defined as the initial embodied energy of the building. The results was obtained through an existing method from previous studies about energy life cycle of Brazilian buildings. BIM software allow data interoperability and collaboration in projects of different specialties that get results in a automate way. National research provide tables with embodied energy data from the materials used in the building model. Embodied energy is presented by volume (megajoule per cubic meter - MJ / m³) due to the ease obtaining volumes of materials from the virtually constructed model. BIM software was choised because information are incorporated into the geometry of model. After modeling the building, volume data was extracted easily and precisely. They are presented in tables. From this, it is possible to obtain the total embodied energy value of the building. As part of a multidimensional assessment strategy for housing to be built (CADnD), this process measur the building environmental impact and allows comparing design studies enbasing project decisions considering sustainability of housing.

Keywords: Sustantability; BIM; Embodied energy

1. Introdução

As edificações constituem-se em um dos maiores responsáveis pelos impactos ambientais. Estes acontecem pelo mau uso dos recursos energéticos que é feito de forma não eficiente (GRAF, 2011). Quanto mais eficiente for uma edificação, menos energia deverá consumir e menos impacto para a produção dessa energia irá ser causado (GRAF, 2011).

A energia incorporada é uma forma de mensurar o impacto ambiental das construções. É um fator importante quanto à escolha de materiais, sendo um aspecto de grande relevância para atingir a eficiência energética (GRAF, 2011).

As práticas profissionais de AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção – necessitam de colaboração entre diversos profissionais, tanto de engenharia e arquitetura como das empresas da construção civil. Normalmente, no processo de projeto tradicional, os representantes de várias equipes de projetos independentes se reúnem temporariamente para estabelecer parâmetros e compatibilizar os diferentes projetos necessários para a execução de um mesmo edifício (FLORIO, 2007).

O problema nesse processo sequencial centralizado é que as decisões acabam sendo hierárquicas entre os profissionais, com um único líder assumindo a responsabilidade de coordenar o desenvolvimento do processo e compatibilizar os projetos. Esse processo centralizado acarreta o risco tanto de diminuir o desempenho do produto como de reduzir possíveis contribuições e compromissos dos outros participantes, pois estes acabam percebendo sua menor influência nos processos decisórios (FLORIO, 2007).

A TIC – Tecnologia da informação e comunicação —adotou uma metodologia baseada na rapidez de acesso e do fluxo de informações, na produção e compartilhamento do conhecimento e no uso de computadores e comunicações eletrônicas. Com os recentes avanços na TIC e dos programas BIM – *Building Information Modeling* - tem crescido as experiências com os denominados projetos colaborativos (FLORIO, 2007).

BIM é uma nova abordagem para projetar, construir e realizar manutenção na qual a representação digital do processo de construção é usada para facilitar o intercâmbio e interoperabilidade de informação em formato digital. BIM é o início da mudança na forma em que olhamos um edifício, a forma que eles funcionam e a forma em que são projetados e construídos (EASTMAN, TEICHOLZ, *et al.*, 2008).

2. Revisão bibliográfica

2.1 Energia incorporada

Energia incorporada é definida como o conjunto dos insumos energéticos utilizados para a construção de uma edificação (TAVARES, 2006). Esse conjunto é o consumo de energia necessário para a fabricação dos materiais usados na construção de um espaço, desde a extração até o destino final no sítio da obra. Inclui a energia para extração e preparo da

matéria-prima, para o processo de fabricação, para a utilização do material na obra e os transportes entre estas etapas (GRAF, 2011).

A quantificação da energia se dá através de uma análise energética. O conceito de análise energética é atribuído quando há uma avaliação sistematizada para a determinação de energia necessária para a produção de um bem ou serviço. As análises energéticas são um instrumento facilitador quanto aos assuntos relacionados à avaliação de recursos e planejamento de energia (LOBO, 2010).

Uma análise energética resgata o total de energia gasto para a produção de um bem ou serviço. A este valor é dado o nome de Requisitos Totais de Energia – RTE – expressos em MJ/kg ou unidade de produto (TAVARES, 2006).

O cálculo preciso de uma análise energética pode ser de extrema complexidade e, em muitos casos, ter seus resultados questionados por divergências metodológicas. (TAVARES, 2006). O parâmetro mais difundido para a definição de limites em análises energéticas foi o desenvolvido pela *International Federation of Institutes for Advanced Studies* (IFIAS) em uma conferência realizada na Suécia, em 1974 (LOBO, 2010). O modelo proposto pelo IFIAS apresenta quatro níveis para avaliação. O nível 1 contém os requisitos de energia de processo, seus limites seriam a energia utilizada dentro dos limites da fábrica. É utilizado pelo fácil acesso aos dados, mas pode representar apenas 50% do total. O nível 2 agrega a energia direta para extração de matérias-primas e os requisitos de energia primária direta do primeiro nível. Em conjunto com o nível 1 representa 90% do total de energia. O nível 3 adiciona os requisitos energéticos para obtenção de bens de capital. Podendo representar 99% do total de energia. O nível 4 representa o requisito energético para as máquinas que produziram os bens de capital do 3º nível. Representa geralmente valores muito pequenos (TAVARES, 2006).

O conceito de energia incorporada corresponde aos dois primeiros níveis do esquema da IFIAS. Isso ocorre para otimizar e, em muitos casos, viabilizar as análises energéticas (TAVARES, 2006).

2.2 BIM

Building Information Modeling (BIM) é uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores (AEC) na elaboração de um modelo virtual preciso, o qual gera um banco de dados que contém informações topológicas como os subsídios para orçamento, cálculo energético e previsão das fases de construção entre outras atividades (MENEZES, 2011).

O uso desta filosofia produz um modelo paramétrico, ou inteligente, em perspectiva 3D em vez de desenhos 2D “não inteligentes”. O BIM opera sobre uma base de dados digital e qualquer alteração feita na base reflete em todas as peças desenhadas que compõem o projeto. Isto permite que os envolvidos no ciclo de vida de um empreendimento - arquitetos, engenheiros, empreiteiros, proprietários e outros - possam visualizar o modelo de modo diferente, conseguindo facilmente compartilhar e sincronizar informações. Serve como um conhecimento compartilhado de recursos para obter informações sobre uma edificação

formando uma base sólida para as decisões desde os primeiros desenhos de concepção, até o final da vida útil e eventual desconstrução ou demolição (AZEVEDO, 2009).

Segundo Azevedo, 2009, a elaboração de um modelo BIM tem as seguintes características:

Criação e análise de projeto digital. De acordo com o *National Institute of Building Sciences* (NIBS), "O *Building Information Model* (Modelo) é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação. Como tal, serve como um conhecimento compartilhado de recursos para obter informações sobre uma instalação formando uma base sólida para as decisões desde o início do seu ciclo de vida em diante" (ARSENAULT, 2009).

Parametricidade. Objetos paramétricos são aqueles que se ajustam automaticamente a outros objetos num modelo, tal que, se uma alteração é feita para o modelo que afeta o tamanho ou a localização ou o afastamento do objeto, ele move-se e ajusta-se de acordo (AZEVEDO, 2009).

Agrupamento da informação. Para além da representação física de um objeto, os dados funcionais (por exemplo, especificações, garantia, fabrico, etc.) associados a esse objeto são incorporados ou vinculados ao objeto BIM e facilmente acessíveis e legíveis (AZEVEDO, 2009).

Interoperabilidade é a capacidade de dois ou mais sistemas ou componentes trocarem informações e usar as informações que foram trocadas (AZEVEDO, 2009).

BIM é um conceito amplo que não pode ser utilizado para descrever um tipo de software. Esse seria o mesmo erro cometido durante a disseminação do conceito CAD, que ficou mais relacionado às aplicações de desenho bidimensional do que ao processo de projeto auxiliado pelo computador. Tampouco se pode contemplar a sua totalidade pela utilização de um único software, porque não há aplicações que abranjam todo o ciclo de vida de um edifício. Sistemas dessa natureza seriam complexos e rígidos demais para serem úteis ao processo de modelagem. Ao contrário, o desenvolvimento para a BIM deve continuar orientado para a criação de aplicações específicas para as várias disciplinas envolvidas na construção (AYRES FILHO, 2009).

Segundo (FLORIO, 2007) a filosofia de trabalho BIM tem como vantagens:

- Melhorar a visualização dos dados e informações sobre o projeto, assim como tornar claras as exigências do cliente já nas fases iniciais do projeto, permitindo compreender e participar ativamente do processo;
- Contribuir para melhorar a eficiência e qualidade da construção civil, com intenção de reduzir custos e desperdícios de materiais e melhorar o aproveitamento de mão-de-obra;
- Aprimorar a coordenação dos documentos compartilhados da construção a fim de melhorar os prazos de entrega dos projetos destinados à execução da obra;
- Proporcionar uma gestão de projetos que incorpore e compartilhe informações e distribua responsabilidades, riscos e recompensas entre os participantes do projeto;
- Incorporar e disseminar informações oriundas de fabricantes dos materiais para quantificar e estimar custos.

3. Materiais e métodos

O experimento realizado neste trabalho consiste na elaboração de um modelo BIM do qual serão extraídos automaticamente os volumes dos materiais empregados na edificação, combinando os resultados com os valores das tabelas de energia incorporada dos materiais fornecida por Tavares (2006). Como resultados, será fornecida o valor de energia incorporada total da edificação.

O objeto de estudo é uma habitação de interesse social do programa “Minha Casa, Minha Vida”. É uma edificação de alvenaria convencional com 60m² de área construída.

O software utilizado para a elaboração do modelo foi o Autodesk Revit, a escolha foi motivada pela versão gratuita para estudante de 1080 dias.

Materiais	Energia Incorporada (MJ/m ³)
Alumínio reciclado - extrudado	46710,00
Argamassa - mistura	3906,00
Cerâmica - bloco de 8 furos	4060,00
Cerâmica – revestimento, monoqueima	10456,66
Cerâmica - telha	10260,00
Concreto simples	2760,00
Madeira - aparelhada seca ar livre	300,00
Madeira - laminada colada	4875,00
Vidro plano	46250,00

Tabela 1 - Energia incorporada nos materiais de construção brasileiros. Fonte: Adaptado de Tavares (2006).

Para permitir a extração dos resultados e testar a ferramenta, foi construído um modelo virtual fictício para ser usado como objeto de estudo. Trata-se de uma *Thin House* (Casa fina) com 60m² de área construída com iluminação natural vindo de janelas na parte superior (Figura 1 e 2). Essa tipologia é recomendada para habitações de interesse social, pois permite aproveitar terrenos estreitos e repetição da residência em ambas as divisas.

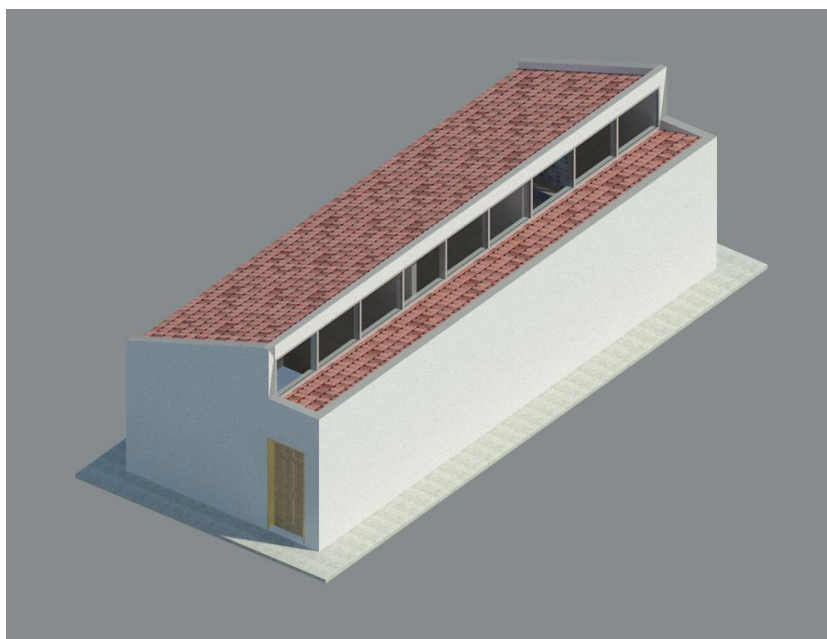


Figura 1 - Renderização do modelo. Fonte: elaborado pelos autores.

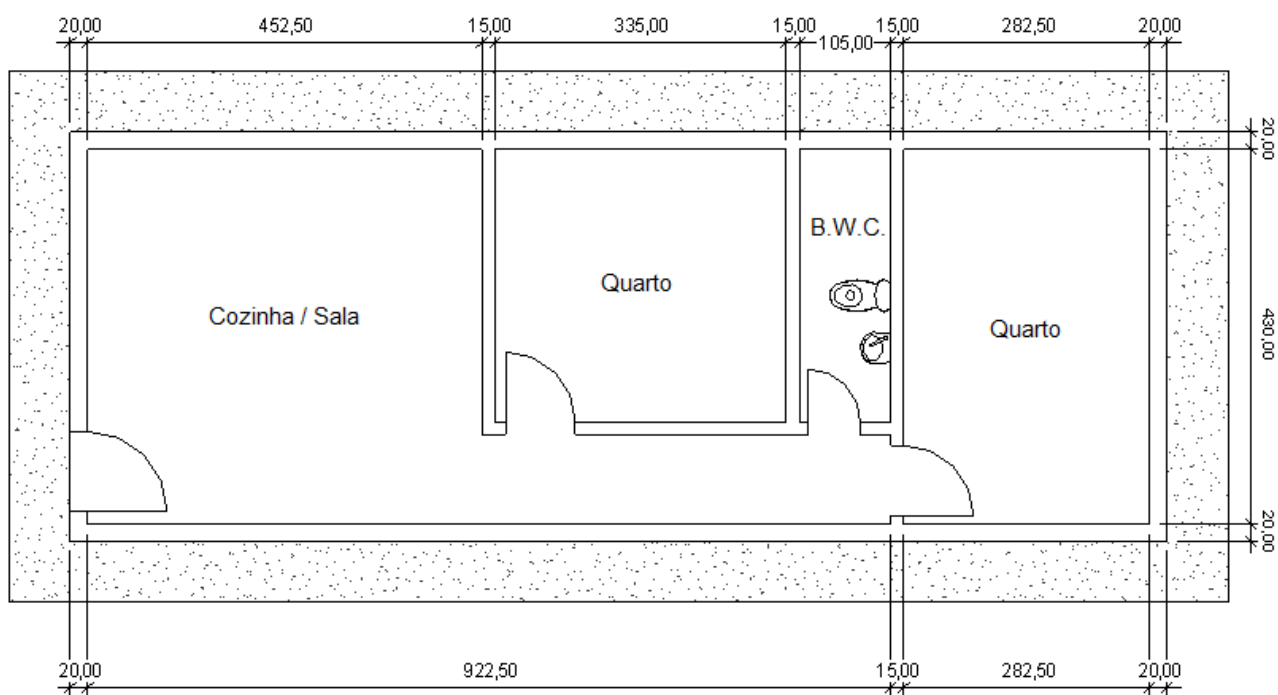


Figura 2 - Planta baixa do modelo Fonte: elaborado pelos autores.

Após modelada a casa, é feita a extração dos volumes dos materiais dos modelos e são multiplicados pelos valores de energia incorporada unitários, para a extração da dos valores totais.

4. Resultados

A partir da construção do modelo e extração dos valores de energia incorporada, conforme a metodologia adotada, pode-se obter os resultados (Tabela 1).

Materiais	Volumes (m ³)	Energia Incorporada Unitária (MJ/m ³)	Energia Incorporada Total (MJ)
Alumínio reciclado -extrudado	0,68	46.710,00	31.762,80
Argamassa - mistura	9,62	3.906,00	37.575,72
Cerâmica - bloco de 8 furos	18,55	4.060,00	75.313,00
Cerâmica revestimento, monoqueima	1,18	10.456,66	12.338,86
Cerâmica - telha	3,90	10.260,00	40.014,00
Concreto simples	7,26	2.760,00	20.037,60
Madeira - aparelhada seca ar livre	3,90	300,00	1.170,00
Madeira - laminada colada	0,07	4.875,00	356,36
Vidro plano	0,26	46.250,00	12.025,00
		Total (MJ)	230.578,23
		Energia por unidade de área (MJ/m²)	3.842,97

Tabela 2 - Energia Incorporada do modelo. Fonte: elaborado pelos autores.

O valor encontrado em energia incorporada por unidade de área foi de 3,8 GJ/m² (Gigajoule por metro quadrado), próximo ao apresentado por Tavares (2006), no qual, para uma residência de 63 m² tem-se um valor de 3,51 GJ/m². Este estudo apresenta um valor de energia incorporada total maior que o estudado por Tavares (2006) pelo motivo de usar uma quantidade significativa de alumínio devida à disposição das janelas.

5. Conclusões

Análise energética é um método eficaz para a avaliação dos impactos ambientais de uma edificação em busca da sustentabilidade ambiental, porque a energia está diretamente ligada às maneiras em que utilizamos os materiais e a eficiência dos processos para a fabricação dos mesmos. Um modo de se obter sustentabilidade ambiental é através da elaboração de um projeto e de um planejamento conscientes.

Este trabalho foi uma tentativa de unir análise energética e BIM, acreditando que o melhor jeito de se obter edifícios melhores construídos, mais bem pensados e mais agradáveis de viver é utilizando tecnologia da informação visando a sustentabilidade ambiental.

Utilizando TIC (tecnologia da informação e comunicação) e desenvolvendo ambientes de trabalho colaborativos empregando a filosofia BIM é possível reduzir os desperdícios de diversas fontes, como o de material, energia de transporte, etc.; assim como, permitir a tomada de decisões por visualizações de cenários diferentes para um mesmo projeto através das ferramentas, de forma a escolher conforme os impactos que a edificação poderá causar.

Referências

ARSENAULT, P. J. Building Information Modeling (BIM) and Manufactured Complementary Building. **Continuing Education**, 2009. Disponível em: <http://continuingeducation.construction.com/article_print.php?L=192&C=622>. Acesso em: 4 Julho 2012.

AYRES FILHO, C. G. **Acesso ao modelo integrado do edifício**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2009.

AZEVEDO, O. J. M. **Metodologia BIM - Building Information Modeling na Direção Técnica de Obras**. Universidade do Minho. Braga. 2009.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.

FLORIO, W. **Tecnologia da informação na construção civil: Contribuições do Building Information Modeling no processo de projeto em arquitetura**. Universidade Prebisteriana Mackenzie. São Paulo. 2007.

GRAF, H. F. **Transmitância térmica & energia incorporada na arquitetura**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2011.

LOBO, F. H. R. **Inventário de emissão equivalente de dióxido de carbono e energia embutida na composição de serviços em obras públicas: Estudo de caso no estado do Paraná**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2010.

MENEZES, G. L. B. B. Breve Histórico de implantação da plataforma BIM. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, Belo Horizonte, 18, n. 22, 21º sem. 2011. 153-171.



TAVARES, S. F. **Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2006.



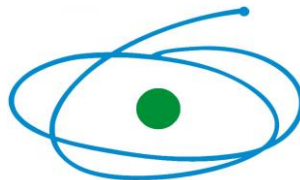
ENSUS

2020

MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL



C A P E S



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA



UNISUL



Virtuhab



LAQUE

Lab. de Química das Engenharias