



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

Cecília Heidrich Prompt

**AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DA ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA:
ESTUDO DE CASO NO OESTE CATARINENSE**

FLORIANÓPOLIS

2021

Cecília Heidrich Prompt

**AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DA ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA:
ESTUDO DE CASO NO OESTE CATARINENSE**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Doutora em Arquitetura e Urbanismo
Orientadora: Prof. Lisiane Ilha Librelotto, Dra.

FLORIANÓPOLIS

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Prompt , Cecília Heidrich

Avaliação da sustentabilidade da arquitetura e construção
com terra : estudo de caso no Oeste Catarinense / Cecília
Heidrich Prompt ; orientador, Lisiane Ilha Librelotto ,
2021.

320 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Arquitetura e Urbanismo. 2. arquitetura e construção
com terra. 3. avaliação da sustentabilidade da arquitetura.
4. método Versus. 5. agricultura familiar . I. Librelotto
, Lisiane Ilha. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e
Urbanismo. III. Título.

Cecília Heidrich Prompt

**AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DA ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA:
ESTUDO DE CASO NO OESTE CATARINENSE**

O presente trabalho em nível de doutorado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.^a Alicia Norma Gonzáles de Castells, Dr.^a.

PósARQ / UFSC

Prof.^a Akemi Ino, Dr.^a.

UFSCAR

Prof.^a Sofia Araújo Lima Bessa, Dr.^a.

UFMG

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de doutora em Arquitetura e Urbanismo.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof.^a Lisiane Ilha Librelotto, Dr.^a.

Orientadora

Florianópolis, 2021

Dedico este trabalho à minha mãe Helena
e ao meu filho Sebastião.

Agradeço ao meu filho Sebastião por toda sensibilidade ao lidar com uma mãe que trabalha demais e por ser uma ótima companhia sempre. Aos meus pais Helena e Carlos Alberto, por estarem sempre presentes e celebrarem comigo cada conquista. Às minhas irmãs Virgínia e Alice, com as quais sempre posso contar.

À Prof. Lisiane Librelotto, por me apoiar durante todos esses anos e por fazer parte de minha história profissional. Gratidão também por fomentar a pesquisa na área da arquitetura e construção com terra.

Às membras de minha banca de defesa, composta por mulheres maravilhosas: as professoras Alicia Norma Gonzáles de Castells, Akemi Ino e Sofia Araújo Lima Bessa. Grata pelas valiosas contribuições ao trabalho. À Célia Neves, pelas contribuições como convidada na banca de defesa e por estar sempre disponível e atenta.

À Rede TerraBrasil e a todos profissionais que atuam na área da arquitetura e construção com terra e bioconstrução. Também a todos os pesquisadores que fomentam o desenvolvimento dessa área.

Às colegas de pós-graduação Andrea Jaramillo e Sumara Lisbôa, que me estimularam a continuar sempre. Aos meus então estagiários e hoje arquitetos Gabriel Sala e Alice Veiga, que me auxiliaram com a elaboração das imagens.

À todas as pessoas que responderam à pesquisa que gerou o levantamento da arquitetura e construção com terra em Santa Catarina.

À Mildred Delambre, proprietária da Nova Oikos Permacultura, que permitiu a realização do estudo de caso piloto em sua propriedade, e a todos os usuários então presentes que fizeram parte da pesquisa.

Aos usuários e proprietários das edificações que foram objeto de avaliação deste trabalho que, mais uma vez, abriram as portas de suas casas. À Crediseara pelo apoio e por viabilizar as visitas técnicas, bem como ao Valdir Magri, Gilso e Jova Giombelli e ao Silvio Santi pela parceria e amizade.

Ao PósARQ pelo ensino de excelência em pós-graduação em arquitetura e urbanismo. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES que viabilizou parte de minha pesquisa a partir da concessão da bolsa de estudos.

À Livia Dávalos e Juca Xavier, pessoas chave em minha busca por crescimento interno e autovalorização. E a todas as pessoas que me apoiam do fundo do coração: Sofia, Arthur, Mari, Julia, Jaci, Maíra, Cris, Aline, Vika, Ana, Angela, Louise, Crisley, Jonara, Alexandra, Ju e Rachel. Seguimos conectadas na busca por um mundo mais justo, solidário, leve e divertido.

Obrigada!

RESUMO

A Arquitetura e Construção com Terra (ACT) é toda aquela que usa o solo como principal material de construção. A ACT tem características atribuídas à arquitetura vernácula, por ser contextualizada e usar majoritariamente materiais locais e naturais. As técnicas milenares de ACT foram negligenciadas a partir do advento da indústria da construção civil, que trouxe ao mercado novas tecnologias, mas acabou sendo responsável por grande parte da degradação ambiental no planeta. A ACT ressurgiu como uma alternativa para construções mais sustentáveis. Sua produção está em desenvolvimento no Brasil, com aumento do número de pesquisas, projetos, obras e o desenvolvimento de normas técnicas específicas. Entretanto, a sua produção é artesanal e experimental, e muitas vezes executada sem acompanhamento técnico de profissional habilitado, desde o projeto até a obra. Dessa forma, surgem problemas nas edificações que podem comprometer a qualidade das mesmas e o desenvolvimento da ACT como um todo. Em 2012 um estudo publicado como dissertação de mestrado avaliou nove edificações construídas com terra em unidades agrícolas familiares no Oeste Catarinense. O estudo demonstrou que as edificações eram adequadas ao contexto sociocultural no qual estavam inseridas, mas foram encontradas situações que poderiam comprometer a sustentabilidade das mesmas. Assim sendo, o presente trabalho tem como objetivo principal avaliar a sustentabilidade em edificações construídas com terra. Para eleger a amostra de edificações foram levantadas 52 edificações das existentes no Estado de Santa Catarina (SC). No referencial teórico, foram analisados diversos métodos para a avaliação da sustentabilidade em edificações e desenvolvidos conceitos relacionados à ACT. Considerando as peculiaridades desta arquitetura, foi desenvolvido um método com base nos princípios e estratégias do Projeto VerSus, que foi aplicado em um estudo de caso piloto localizado na Nova Oikos Permacultura em Camboriú. Após o aperfeiçoamento do método, foi eleita uma amostra de seis edificações localizadas nos municípios de Seara, Paial e Arbutã, todas em unidades agrícolas familiares. Como resultado, verificou-se que todas as edificações atenderam aos requisitos para a sustentabilidade no âmbito sociocultural; duas edificações atenderam parcialmente os requisitos para sustentabilidade nos âmbitos ambiental e socioeconômico, sendo que as demais atenderam de forma positiva a estes. Os principais fatores que prejudicaram a sustentabilidade foram questões relacionadas à iluminação e ventilação natural, à manutenção das edificações e à vulnerabilidade a desastres naturais. O uso da terra contribuiu para a sustentabilidade das edificações, e o contexto da agricultura familiar contribuiu fortemente para a avaliação positiva no âmbito sociocultural.

Palavras-chave: arquitetura e construção com terra, avaliação da sustentabilidade da arquitetura, método Versus.

ABSTRACT

Earth Architecture is all that uses the soil as the main building material. It has characteristics attributed to vernacular architecture, as it is contextualized and uses mostly local and natural materials. The ancient techniques of Earth Architecture have been neglected since the advent of the construction industry, which brought new technologies to the market, but ended up being responsible for much of the environmental degradation on the planet. Earth Architecture resurfaces as an alternative for more sustainable buildings. Its production is under development in Brazil, with an increase in the number of researches, projects, works and the development of specific technical standards. However, its production is tightly handmade and experimental, and often carried out without technical support from a qualified professional, from the project to the construction. Thus, problems arise in buildings that can compromise their quality and the development of ACT as a whole. In 2012, a study published as a master's thesis evaluated nine earth buildings located in family agricultural units in Western Santa Catarina. The study demonstrated that the buildings were adequate to the socio-cultural context in which they were inserted, but problems were found that could compromise their sustainability. Therefore, the present work aims to assess sustainability in earth buildings a state of use. To choose the sample, 52 buildings in the state of Santa Catarina were mapped. In the theoretical framework, several methods for assessing sustainability in buildings were analyzed and concepts related to Earth Architecture were developed. Considering the peculiarities of this architecture, a method was developed based on the principles and strategies of the VerSus Project, which was applied in a pilot case study located at Nova Oikos in Camboriú. After perfecting the method, a sample of six buildings located in the municipalities of Seara, Paial and Arabutã was chosen, all in familiar agricultural units. As a result, it was found that all buildings met the requirements for sustainability in the socio-cultural context; two buildings partially met the requirements for sustainability in the environmental and socioeconomic spheres, while the others met these in a positive way. The main factors that hindered sustainability were issues related to natural lighting and ventilation, the maintenance of buildings and vulnerability to natural disasters. The use of earth as a building material contributed to the sustainability of buildings, and the context of family agriculture contributed strongly to the positive assessment in the socio-cultural context.

Keywords: earth architecture, sustainability assessment in architecture, Versus method.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1: Casa em Florianópolis, projeto e execução da autora. Ano: 2017. Créditos: autora. | 20 |
| Figura 2: Casa em Macapá. Projeto arquitetônico Arq. Cecília Prompt e Arq. Vika Martins. Execução FN Construções. Consultoria para aplicação com técnicas de construção com terra Raymundo Rodrigues. Foto: Raymundo Rodrigues. Ano: 2012. | 28 |
| Figura 3: Evolução do conceito de sustentabilidade na arquitetura. Fonte: Zambrano (2008). | 31 |
| Figura 4: A flor da permacultura: áreas de conhecimento e conceitos e atividades atrelados à cada área. Fonte: Holmgren, 2013. | 34 |
| Figura 5: Processo para concepção e uso dos princípios e estratégias do Projeto VerSus. Fonte: Correia, Dipasquale e Meca, 2015. | 44 |
| Figura 6: Princípios e estratégias para a sustentabilidade na arquitetura de acordo com o Projeto VerSus (Adaptado de GUILLAUD et al, 2014). Tradução da autora. | 45 |
| Figura 7: Estrutura de madeira para ateliê em taipa de mão. Projeto e execução da autora. Caravelas, BA, 2017. Foto: autora. | 50 |
| Figura 8: Disseminação das técnicas de construção com terra na Ásia, Europa e Oceania. Adaptado de Houben e Guillaud, 2008. | 51 |
| Figura 9: Disseminação das técnicas de construção com terra nas Américas. Adaptado de Houben e Guillaud, 2008. | 52 |
| Figura 10: À esquerda habitação indígena em Araquari - SC. Fonte: autora, foto de 2017. À direita edificação em Angola (CUNHA, 2009). | 53 |
| Figura 11: Localização das edificações analisadas em Prompt (2012) no Oeste Catarinense. | 55 |
| Figura 12: Edificações mapeadas no Oeste Catarinense (PROMPT, 2012). Das nove edificações avaliadas somente uma (número 1) não foi financiada pelo PSH. | 56 |
| Figura 13: Técnicas de construção com terra. Fonte: (SANTOS, 2015 apud Houben e Guillaud 2008). | 57 |
| Figura 14: Execução de edificação em taipa de pilão. Fonte: Al Borde Arquitectos. | 59 |
| Figura 15: Adobe do tipo africano. Acervo autoral. | 59 |
| Figura 16: Habitação rural com vedações em taipa de mão. Fonte: Acervo autoral. | 59 |
| Figura 17: Edificação com uso de BTC estrutural. Fonte: Ecoblocos. | 59 |
| Figura 18: Interiores de uma casa de COB. Fonte: I Love Cob. | 59 |
| Figura 19: Oficina de construção com terra ensacada. Fonte: Acervo autoral. | 59 |
| Figura 20: Habitação unifamiliar em contexto urbano descrita em Prompt, 2016. Fonte: Acervo autoral. | 60 |
| Figura 21: Experimento comparativo entre paredes de taipa de pilão e vedações convencionais em alvenaria. Fonte: Serrano, Gracia e Cabeza (2016). | 61 |
| Figura 22: Base de apoio da REBIO Piratuba, construída com terra ensacada, taipa de mão e painéis de serragem com solo-cimento. Fonte: Acervo autoral. | 62 |
| Figura 23: Composição granulométrica adequada para a produção de adobe segundo diversos autores. Fonte: Vendrami, 2018. | 63 |
| Figura 24: Ocorrência da arquitetura e construção com terra no mundo. Fonte: CRATERRE, 201-. | 64 |
| Figura 25: Arquitetura popular na região litorânea de Alagoas. Fonte: autora, foto de 2018. | 65 |
| Figura 26: Oficina sobre revestimentos à base de terra realizada em escola de ensino fundamental em Florianópolis - SC. Projeto e execução da autora. Fonte: autora, foto de 2020. | 67 |
| Figura 27: Obra de Hassan Fathy em Nova Gourna. Fonte: Osman, 2013. | 67 |
| Figura 28: Características da arquitetura vernácula. Fonte: Autora. | 69 |
| Figura 29: Métodos e técnicas utilizados em APO, segundo Li, Froese e Brager (2018). | 70 |
| Figura 30: Casa do Chá, Florianópolis, 2017. Projeto da autora. Construção Baobá Construções Sustentáveis. | 74 |
| Figura 31: Localização dos Estudos de Caso. | 79 |
| Figura 32: Casa em Descanso. Projeto da autora, 2009. Fonte: autora. | 88 |
| Figura 33: Gráfico de temperaturas mínimas e máximas mensais e zona de conforto térmico conforme dados climáticos de Xanxerê - SC. Fonte: Projeteee. | 90 |
| Figura 34: Gráfico de chuvas na região de acordo com dados climáticos de Xanxerê - SC. Fonte: Projeteee. | 90 |
| Figura 35: Danos provocados pelo tornado de Xanxerê em 2015. Fonte: Portaltri, 2019. | 93 |
| Figura 36: Ocorrência de edificação com terra em Santa Catarina (PROMPT e LIBRELOTTO, 2018). | 94 |
| Figura 37: Localização das edificações em relação aos corpos d'água e zonas de circulação. Fonte: Autora. | 97 |
| Figura 38: Vista geral do galpão. Fonte: autora. Foto de 2018. | 98 |
| Figura 39: Vista geral dos alojamentos. Fonte: autora. Foto de 2018. | 98 |
| Figura 40: Resultado da avaliação do estudo de caso piloto. | 102 |
| Figura 41: Mapa esquemático da propriedade do Estudo de Caso 1. | 113 |
| Figura 42: Planta baixa Edificação 01. Fonte: Autora. | 114 |
| Figura 43: Paredes construídas com terra, cobertura com telha cerâmica de demolição. | 115 |

| | |
|--|-----|
| <i>Figura 44: Edificação 01 utilizada para armazenamento de sementes. Foto de 2008.</i> | 116 |
| <i>Figura 45: Todas as paredes com técnicas de construção com terra. Telha cerâmica de demolição.</i> | 117 |
| <i>Figura 46: Aberturas para ventilação constante com uso de telas. Foto de 2020.</i> | 118 |
| <i>Figura 47: Ausência de forro na varanda torna a cobertura vulnerável a vendavais.</i> | 119 |
| <i>Figura 48: Armazenamento de medicamentos fitoterápicos fabricados na propriedade.</i> | 120 |
| <i>Figura 49: Experimentações com texturas no reboco externo.</i> | 121 |
| <i>Figura 50: Agricultor mostra painel utilizado para exposição de técnicas de construção com terra. Foto de 2020.</i> | 122 |
| <i>Figura 51: Equipamento para extração de óleo essencial, utilizado para a atual atividade econômica da família.</i> | 123 |
| <i>Figura 52: Experimentações com revestimentos permitiram execução de símbolos culturais em alto relevo. À direita foto de milho crioulo (fotos de 2008).</i> | 124 |
| <i>Figura 53: Estrutura em bambu executada na agência da Crediseara, no centro de Seara, demonstra a difusão do uso de bambu. Foto de 2020.</i> | 125 |
| <i>Figura 54: Área do depósito com armazenamento de garrafas de suco de uva produzidos na propriedade. Foto de 2020.</i> | 126 |
| <i>Figura 55: Oitões em madeira promovem estética harmoniosa, a disposição vertical das madeiras otimiza esforços de construção e reduz perda de matéria. Foto de 2020.</i> | 127 |
| <i>Figura 56: Pilar de madeira interno à parede de taipa de pilão comprometida pela presença de cupins. Resultou também em fissura no reboco interno.</i> | 128 |
| <i>Figura 57: A presença de cupins pode indicar uso de madeira pouco resistente ou sem o tratamento adequado, além da falta de manutenção.</i> | 128 |
| <i>Figura 58: Galpão de terra ensacada construído na propriedade em 2011. Foto de 2020.</i> | 129 |
| <i>Figura 59: Resultado da avaliação Edificação 01</i> | 130 |
| <i>Figura 60: Mapa esquemático da propriedade do Estudo de Caso 02</i> | 131 |
| <i>Figura 61: Planta baixa Edificação 02 (PROMPT, 2012)</i> | 132 |
| <i>Figura 62: À esquerda vista geral da edificação em 2008 (PROMPT, 2012). À direita, vista geral em 2020.</i> | 133 |
| <i>Figura 63: Edificação em etapa de obra, inserida junto às demais construções rurais. Nota-se o recorte no terreno, cuja terra foi utilizada para as paredes.</i> | 134 |
| <i>Figura 64: Paredes e rebocos de terra e esquadrias de demolição. Foram acrescentadas folhas de pinus nas janelas.</i> | 135 |
| <i>Figura 65: Paredes, piso e forro escuros prejudicam a iluminação natural.</i> | 136 |
| <i>Figura 66: Ausência de forro na varanda torna a cobertura vulnerável a vendavais.</i> | 137 |
| <i>Figura 67: Fogão à lenha e caixa para armazenamento de lenha tem destaque na cozinha.</i> | 138 |
| <i>Figura 68: Atividade de capacitação em BTC voltada a agricultores familiares.</i> | 139 |
| <i>Figura 69: Agricultor participante de oficina experimentando diversos traços para reboco. Foto de 2009.</i> | 140 |
| <i>Figura 70: Parede interna do banheiro com reboco danificado comprometendo o bem estar dos usuários.</i> | 141 |
| <i>Figura 71: Atividade de mutirão para construção do SMSA.</i> | 142 |
| <i>Figura 72: Madeira de eucalipto para a cobertura extraída da propriedade.</i> | 143 |
| <i>Figura 73: Ambiente originalmente projetado como dormitório utilizado atualmente como despensa (foto de 2020).</i> | 144 |
| <i>Figura 74: À esquerda, execução de paredes em taipa de pilão com o solo local. À direita, paredes de terra ensacada apoiada sobre base de taipa de pilão. Foto de 2009.</i> | 145 |
| <i>Figura 75: Erosões nas paredes causadas por impacto do mobiliário são percebidas junto à caixa de lenha e à mesa. Foto de 2020.</i> | 146 |
| <i>Figura 76: Pilares feitos com BTC's fabricados no local.</i> | 147 |
| <i>Figura 77: Resultado da avaliação da sustentabilidade para a Edificação 02</i> | 148 |
| <i>Figura 78: Mapa esquemático Estudo de Caso 03</i> | 149 |
| <i>Figura 79: Plantas baixas do térreo e do segundo pavimento da Edificação 03.</i> | 150 |
| <i>Figura 80: Vista geral da edificação 03. À esquerda, foto de 2009. À direita, foto de 2020.</i> | 151 |
| <i>Figura 81: Paredes de terra ensacada com aproximadamente 50 cm de largura podem apresentar elevada inércia térmica. Foto da edificação em obras, 2009</i> | 152 |
| <i>Figura 82: Vista externa da janela da cozinha. As aberturas com o uso de manilhas de concreto apresentam resistência e compatibilidade com a técnica da terra ensacada. Entretanto, a finalização das esquadrias deve ser feita sob medida.</i> | 154 |
| <i>Figura 83: Estado da cobertura no lado sul da edificação demonstra falta de integridade estrutural, tornando a edificação suscetível a vendavais.</i> | 155 |
| <i>Figura 84: Vista das edificações do complexo do aviário a partir da fachada norte da residência.</i> | 156 |
| <i>Figura 85: Maquete elaborada pela família para concepção da casa nova. Foto de 2020.</i> | 157 |
| <i>Figura 86: Edificação em etapa de obra: forma e técnica inovadora na região.</i> | 158 |
| <i>Figura 87: Mobiliário do banheiro, feito artesanalmente em ferrocimento, encontra-se em estado precário. Superfície da pia forrada com lona plástica. Foto de 2020.</i> | 159 |
| <i>Figura 88: Área externa ocupada pela família (foto de 2020).</i> | 160 |
| <i>Figura 89: Vista face noroeste da edificação. Foto de 2020.</i> | 161 |

| | |
|---|-----|
| Figura 90: Espaço livre entre o complexo do aviário (à esquerda) e a residência à direita (2020)..... | 162 |
| Figura 91: Paredes em terra ensacada demandam grandes volumes de terra (2009) repete figura 86? | 163 |
| Figura 92: Degradação do madeiramento da cobertura expõe as paredes de terra às intempéries. Percebe-se também a parede fora de prumo com risco de colapso (2020)..... | 164 |
| Figura 93: Porta de acesso à área de serviço, visibilidade das paredes de terra ensacada sem revestimento e instalações referentes a um sistema de aquecimento de água com uso de placas solares, desativado no momento da visita de campo. Foto de 2020..... | 165 |
| Figura 94: Resultado da avaliação da sustentabilidade para a Edificação 03..... | 166 |
| Figura 95: Mapa esquemático Estudo de Caso 04..... | 167 |
| Figura 96: Plantas Baixas Edificação 04..... | 168 |
| Figura 97: À esquerda foto de 2010 após movimentação de terra que incluiu execução de estrada de acesso e ao fundo construções rurais. À direita vista geral da edificação em 2020. | 169 |
| Figura 98: Esquadrias para realização de troca térmica entre a estufa planejada e o ambiente interno foram executadas, mas o sistema não foi finalizado (foto de 2020)..... | 170 |
| Figura 99: Destaque para o forro e a parede feitos de pallets reaproveitados no dormitório 03. Foto de 2020. | 171 |
| Figura 100: Parede de madeira roliça apresenta frestas que geram perdas térmicas (foto de 2020)..... | 172 |
| Figura 101: Integração com o desnível do terreno reduz a exposição a vendavais (foto de 2020)..... | 174 |
| Figura 102: À esquerda: bananeiras são irrigadas com as águas residuais provenientes do SMSA. À direita: acesso à varanda do primeiro pavimento marcado por um corredor de paisagismo produtivo (fotos de 2020)..... | 175 |
| Figura 103: Pedras para execução das fundações e da parede do térreo sendo transportadas em carro de boi (foto de 2009)..... | 176 |
| Figura 104: Parentes e amigos auxiliando na execução da terra ensacada (foto de 2009). O funil longo e com bocal largo foi desenvolvido pela família. | 177 |
| Figura 105: Banheiro construído com laje de concreto sobre estrutura de madeira acarretou em vazamentos por incompatibilidade dos materiais. O box foi inutilizado. Abaixamento da laje de concreto causou fissuras no revestimento (fotos de 2020)..... | 178 |
| Figura 106: Vista do telhado vivo acessado pelo sótão. Detalhes expressam as habilidades da família com o uso da madeira. Ao fundo, zona abaixo da cobertura sem vedação (foto de 2020)..... | 179 |
| Figura 107: Madeira de eucalipto retirada da propriedade (foto de 2009)..... | 180 |
| Figura 108: Esquadria concebida pelo agricultor e produzida artesanalmente. Esquadrias e mobiliários com esta técnica já foram fornecidos para obras em Seara e Chapecó (foto de 2020)..... | 181 |
| Figura 109: Estrutura em madeira e fechamentos em terra. Uso prioritário de materiais da propriedade (foto de 2009). | 182 |
| Figura 110: Presença de umidade proveniente da ação da chuva no forro do beiral (foto de 2020)..... | 183 |
| Figura 111: Estrutura feita com eucalipto da propriedade. Foto de 2020..... | 185 |
| Figura 112: Resultado da avaliação da sustentabilidade para a Edificação 04. | 185 |
| Figura 113: Mapa esquemático Estudo de Caso 05..... | 186 |
| Figura 114: Planta baixa Edificação 05. Fonte: Autora..... | 187 |
| Figura 115: Vista geral da Edificação 05 com o aclave ao fundo, à direita (2020)..... | 188 |
| Figura 116: O terreno após terraplenagem. À esquerda a vista desde o canto norte. À direita leste, desde a parte alta do barranco. Fonte: autora. Fotos de 2008..... | 189 |
| Figura 117: Edificação 05 em etapa de obra (2009). | 191 |
| Figura 118: Acesso de serviço pela lavanderia que dá acesso aos banheiros. É comum a presença de mais de uma máquina de lavar roupas, o que demanda maior área para este uso. | 193 |
| Figura 119: Cobertura vegetada já foi utilizada para produção de alimentos. | 194 |
| Figura 120: Filha do casal de agricultores envolvida no processo de obra (2009)..... | 195 |
| Figura 121: vista da área do fogão à lenha: ambientes amplos e confortáveis geram sensação de bem estar (foto de 2020)..... | 197 |
| Figura 122: Parte da varanda com o cacho de bananas e os calçados de rua que ficam do lado de fora da casa (2020)..... | 198 |
| Figura 123: Uso de madeira de demolição. Estruturas e sistema de coleta de água da chuva executadas artesanalmente (foto de 2020)..... | 199 |
| Figura 124: Vista da varanda com pomar ao fundo (foto de 2020)..... | 200 |
| Figura 125: Terraplanagem pronta, com a terra a ser utilizada ao fundo e as pedras utilizadas na fundação no centro do terreno (foto de 2009)..... | 201 |
| Figura 126: Percebe-se a erosão do reboco externo em alguns pontos na base da parede (foto de 2020)..... | 202 |
| Figura 127: Resultado da avaliação da sustentabilidade para a Edificação 05..... | 204 |
| Figura 128: Mapa esquemático da propriedade do Estudo de Caso 06..... | 205 |
| Figura 129: Plantas Baixas Edificação 06..... | 206 |
| Figura 130: Vista da fachada oeste da edificação. Foto de 2020..... | 207 |

| | |
|---|-----|
| <i>Figura 131: Elementos de sombreamento também auxiliam na proteção da fachada em relação a chuva direta, ainda que de forma insuficiente (foto de 2020)</i> | 208 |
| <i>Figura 132: Diversos elementos estruturais feitos de madeira de eucalipto apresentam apodrecimento, especialmente nas fachadas mais expostas (foto de 2020 mostrando detalhe da fachada leste)</i> | 209 |
| <i>Figura 133: Paredes e forro com cor claras auxiliam na qualidade da iluminação da cozinha. Foto de 2020</i> | 210 |
| <i>Figura 134: No porão as paredes externas são estruturais e internamente a estrutura é de madeira (foto de 2020)</i> | 211 |
| <i>Figura 135: Acesso de serviço localizado no porão, com o banheiro próximo. Na área externa encontram-se as botas e outros materiais de uso externo</i> | 212 |
| <i>Figura 136: Adega no porão com armazenamento do vinho produzido pela família (foto de 2020)</i> | 213 |
| <i>Figura 137: Parede de pedras que divide o banheiro da varanda</i> | 214 |
| <i>Figura 138: Uso do bambu em elementos construtivos, como no forro da varanda (foto de 2020)</i> | 215 |
| <i>Figura 139: Parede do corredor com aplicação de bambu e cola branca. Criação da família (foto de 2020)</i> | 216 |
| <i>Figura 140: Edificação se destaca na paisagem com potencial de se tornar referência na região (foto de 2020)</i> | 217 |
| <i>Figura 141: Cobertura ajardinada e parreiral ao fundo (foto de 2020)</i> | 218 |
| <i>Figura 142: Assoalho com madeira da propriedade beneficiada em serraria local. Uso do bambu no forro e no mobiliário (foto de 2020)</i> | 219 |
| <i>Figura 143: Lado esquerdo da fachada oeste apresenta despegamento da pintura e apodrecimento de elementos de madeira (foto de 2020)</i> | 220 |
| <i>Figura 144: Sótão bem ventilado com esquadrias altas. Foto de 2020</i> | 221 |
| <i>Figura 145: Resultado da avaliação da sustentabilidade para a Edificação 06</i> | 222 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 1: Publicações relacionadas ao tema da pesquisa encontradas em busca na Science Direct. | 25 |
| Quadro 2: O conceito de sustentabilidade segundo autores citados | 33 |
| Quadro 3: Simbologia e pontuação para avaliação de cada uma das 75 estratégias. | 75 |
| Quadro 4: Simulação do cálculo da avaliação de cada um dos 15 princípios. | 76 |
| Quadro 5: Escala de valores para atribuição de simbologia a cada princípio e a cada âmbito. | 76 |
| Quadro 6: Fatores a serem considerados na escolha dos métodos e técnicas em uma APO, segundo Elali e Pinheiro (2013) | 77 |
| Quadro 7: Lista dos Estudos de Caso. | 78 |
| Quadro 8: Sustentabilidade ambiental: técnicas para coleta de dados | 81 |
| Quadro 9: Sustentabilidade sociocultural: técnicas para coleta de dados | 82 |
| Quadro 10: Sustentabilidade Socioeconômica: técnicas para coleta de dados. | 83 |
| Quadro 11: Diretrizes bioclimáticas para a Zona Bioclimática 2 (RTQ-R) | 91 |
| Quadro 12: Valores indicativos de densidade e condutividade em paredes de terra. Fonte: Heathcoat, 2011. Tradução da autora. | 91 |
| Quadro 13: Transmitância térmica de alguns sistemas de cobertura (ABNT, 2005???) | 92 |
| Quadro 14: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 1 | 105 |
| Quadro 15: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 2 | 106 |
| Quadro 16: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 3 | 106 |
| Quadro 17: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 4 | 107 |
| Quadro 18: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 5 | 107 |
| Quadro 19: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 6 | 108 |
| Quadro 20: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 7 | 108 |
| Quadro 21: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 8 | 109 |
| Quadro 22: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 9 | 109 |
| Quadro 23: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 10 | 110 |
| Quadro 24: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 11 | 110 |
| Quadro 25: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 12 | 111 |
| Quadro 26: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 13 | 111 |
| Quadro 27: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 14 | 112 |
| Quadro 28: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 15 | 112 |
| Quadro 29: Características gerais Edificação 1 | 113 |
| Quadro 30: Características gerais Edificação 02 | 131 |
| Quadro 31: Características gerais Edificação 04 | 167 |
| Quadro 32: Características gerais Edificação 05 | 186 |
| Quadro 33: Características gerais Edificação 06 | 205 |
| Quadro 34: Avaliação geral ESTRATÉGIA 1.1 | 223 |
| Quadro 35: Avaliação geral ESTRATÉGIA 1.2 | 224 |
| Quadro 36: Avaliação geral ESTRATÉGIA 1.3 | 224 |
| Quadro 37: Avaliação geral ESTRATÉGIA 1.4 | 225 |
| Quadro 38: Avaliação geral ESTRATÉGIA 1.5 | 225 |
| Quadro 39: Avaliação geral PRINCÍPIO 1 | 226 |
| Quadro 40: Avaliação geral ESTRATÉGIA 2.1 | 226 |
| Quadro 41: Avaliação geral ESTRATÉGIA 2.2 | 227 |
| Quadro 42: Avaliação geral ESTRATÉGIA 2.3 | 227 |
| Quadro 43: Avaliação geral ESTRATÉGIA 2.4 | 228 |
| Quadro 44: Avaliação geral ESTRATÉGIA 2.5 | 228 |
| Quadro 45: Avaliação geral PRINCÍPIO 2 | 229 |
| Quadro 46: Avaliação geral ESTRATÉGIA 3.1 | 229 |
| Quadro 47: Avaliação geral ESTRATÉGIA 3.2 | 230 |
| Quadro 48: Avaliação geral ESTRATÉGIA 3.3 | 230 |
| Quadro 49: Avaliação geral ESTRATÉGIA 3.4 | 231 |
| Quadro 50: Avaliação geral ESTRATÉGIA 3.5 | 231 |
| Quadro 51: Avaliação geral PRINCÍPIO 3 | 232 |
| Quadro 52: Avaliação geral ESTRATÉGIA 4.1 | 232 |
| Quadro 53: Avaliação geral ESTRATÉGIA 4.2 | 233 |
| Quadro 54: Avaliação geral ESTRATÉGIA 4.3 | 233 |
| Quadro 55: Avaliação geral ESTRATÉGIA 4.4 | 234 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 56: Avaliação geral ESTRATÉGIA 4.5 | 235 |
| Quadro 57: Avaliação geral PRINCÍPIO 4 | 235 |
| Quadro 58: Avaliação geral ESTRATÉGIA 5.1 | 235 |
| Quadro 59: Avaliação geral ESTRATÉGIA 5.2 | 236 |
| Quadro 60: Avaliação geral ESTRATÉGIA 5.3 | 236 |
| Quadro 61: Avaliação geral ESTRATÉGIA 5.4 | 237 |
| Quadro 62: Avaliação geral ESTRATÉGIA 5.5 | 238 |
| Quadro 63: Avaliação geral PRINCÍPIO 5 | 238 |
| Quadro 64: Avaliação geral ESTRATÉGIA 6.1 | 238 |
| Quadro 65: Avaliação geral ESTRATÉGIA 6.2 | 239 |
| Quadro 66: Avaliação geral ESTRATÉGIA 6.2 | 239 |
| Quadro 67: Avaliação geral ESTRATÉGIA 6.4 | 240 |
| Quadro 68: Avaliação geral ESTRATÉGIA 6.5 | 240 |
| Quadro 69: Avaliação geral PRINCÍPIO 6 | 241 |
| Quadro 70: Avaliação geral ESTRATÉGIA 7.1 | 241 |
| Quadro 71: Avaliação geral ESTRATÉGIA 7.2 | 242 |
| Quadro 72: Avaliação geral ESTRATÉGIA 7.3 | 242 |
| Quadro 73: Avaliação geral ESTRATÉGIA 7.4 | 243 |
| Quadro 74: Avaliação geral ESTRATÉGIA 7.5 | 244 |
| Quadro 75: Avaliação geral PRINCÍPIO 7 | 244 |
| Quadro 76: Avaliação geral ESTRATÉGIA 8.1 | 244 |
| Quadro 77: Avaliação geral ESTRATÉGIA 8.2 | 245 |
| Quadro 78: Avaliação geral ESTRATÉGIA 8.3 | 246 |
| Quadro 79: Avaliação geral ESTRATÉGIA 8.4 | 246 |
| Quadro 80: Avaliação geral ESTRATÉGIA 8.5 | 247 |
| Quadro 81: Avaliação geral PRINCÍPIO 8 | 247 |
| Quadro 82: Avaliação geral ESTRATÉGIA 9.1 | 248 |
| Quadro 83: Avaliação geral ESTRATÉGIA 9.2 | 248 |
| Quadro 84: Avaliação geral ESTRATÉGIA 9.3 | 249 |
| Quadro 85: Avaliação geral ESTRATÉGIA 9.4 | 250 |
| Quadro 86: Avaliação geral ESTRATÉGIA 9.5 | 250 |
| Quadro 87: Avaliação geral PRINCÍPIO 9 | 251 |
| Quadro 88: Avaliação geral ESTRATÉGIA 10.1 | 251 |
| Quadro 89: Avaliação geral ESTRATÉGIA 10.2 | 252 |
| Quadro 90: Avaliação geral ESTRATÉGIA 10.3 | 252 |
| Quadro 91: Avaliação geral ESTRATÉGIA 10.4 | 253 |
| Quadro 92: Avaliação geral ESTRATÉGIA 10.5 | 253 |
| Quadro 93: Avaliação geral PRINCÍPIO 10 | 254 |
| Quadro 94: Avaliação geral ESTRATÉGIA 11.1 | 254 |
| Quadro 95: Avaliação geral ESTRATÉGIA 11.2 | 254 |
| Quadro 96: Avaliação geral ESTRATÉGIA 11.4 | 256 |
| Quadro 97: Avaliação geral ESTRATÉGIA 11.5 | 256 |
| Quadro 98: Avaliação geral PRINCÍPIO 11 | 257 |
| Quadro 99: Avaliação geral ESTRATÉGIA 12.1 | 257 |
| Quadro 100: Avaliação geral ESTRATÉGIA 12.2 | 258 |
| Quadro 101: Avaliação geral ESTRATÉGIA 12.3 | 258 |
| Quadro 102: Avaliação geral ESTRATÉGIA 12.4 | 259 |
| Quadro 103: Avaliação geral ESTRATÉGIA 12.5 | 259 |
| Quadro 104: Avaliação geral PRINCÍPIO 12 | 260 |
| Quadro 105: Avaliação geral ESTRATÉGIA 13.1 | 260 |
| Quadro 106: Avaliação geral ESTRATÉGIA 13.2 | 261 |
| Quadro 107: Avaliação geral ESTRATÉGIA 13.3 | 262 |
| Quadro 108: Avaliação geral ESTRATÉGIA 13.5 | 263 |
| Quadro 109: Avaliação geral PRINCÍPIO 13 | 263 |
| Quadro 110: Avaliação geral ESTRATÉGIA 14.1 | 264 |
| Quadro 111: Avaliação geral ESTRATÉGIA 14.2 | 264 |
| Quadro 112: Avaliação geral ESTRATÉGIA 14.3 | 265 |
| Quadro 113: Avaliação geral ESTRATÉGIA 14.4 | 266 |
| Quadro 114: Avaliação geral ESTRATÉGIA 14.5 | 266 |
| Quadro 115: Avaliação geral PRINCÍPIO 14 | 267 |

| | |
|---|------------|
| <i>Quadro 116: Avaliação geral ESTRATÉGIA 15.1</i> | <i>267</i> |
| <i>Quadro 117: Avaliação geral ESTRATÉGIA 15.2</i> | <i>268</i> |
| <i>Quadro 118: Avaliação geral ESTRATÉGIA 15.3</i> | <i>268</i> |
| <i>Quadro 119: Avaliação geral ESTRATÉGIA 15.4</i> | <i>269</i> |
| <i>Quadro 120: Avaliação geral ESTRATÉGIA 15.5</i> | <i>269</i> |
| <i>Quadro 121: Avaliação geral PRINCÍPIO 15</i> | <i>270</i> |
| <i>Quadro 122: Resultado da avaliação da sustentabilidade nas seis edificações.</i> | <i>270</i> |
| <i>Quadro 123: Fatores de influência positivos intrínsecos ao uso da terra</i> | <i>271</i> |
| <i>Quadro 124: Fatores de influência negativos intrínsecos ao uso da terra</i> | <i>271</i> |
| <i>Quadro 125: Fatores de influência positivos intrínsecos à realidade local</i> | <i>271</i> |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|-----|
| <i>Gráfico 1: Quantidade de edificações construídas a cada ano entre 2008 e 2018, e a de 2002. Fonte: Prompt e Librelotto, 2018.</i> | 95 |
| <i>Gráfico 2: Uso das edificações mapeadas. Fonte: Prompt e Librelotto, 2018.</i> | 95 |
| <i>Gráfico 3: Tipo de mão de obra. Fonte: Prompt e Librelotto, 2018.</i> | 96 |
| <i>Gráfico 4: ocorrência das técnicas em ACT em SC. Fonte: Prompt e Librelotto, 2018.</i> | 96 |
| <i>Gráfico 5: Percepção dos usuários sobre o alojamento</i> | 99 |
| <i>Gráfico 6: Percepção dos usuários sobre os banheiros</i> | 100 |
| <i>Gráfico 7: Percepção dos usuários sobre a cozinha</i> | 100 |
| <i>Gráfico 8: Percepção dos usuários sobre o galpão</i> | 101 |
| <i>Gráfico 9: Percepção dos usuários a respeito da vivência</i> | 102 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| PARTE I – INTRODUÇÃO, REFERENCIAL TEÓRICO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 20 |
| 1 INTRODUÇÃO | 20 |
| 1.1 JUSTIFICATIVA | 21 |
| 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA | 23 |
| 1.3 HIPÓTESE DA PESQUISA | 24 |
| 1.4 OBJETIVOS | 24 |
| 1.4.1 Objetivo geral | 24 |
| 1.4.2 Objetivos específicos | 24 |
| 1.5 RECORTE DA PESQUISA | 24 |
| 1.6 INEDITISMO | 25 |
| 1.7 ESTRUTURA DO DOCUMENTO | 26 |
| 2 SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA | 28 |
| 2.1 O DESENVOLVIMENTO DA CONSCIÊNCIA AMBIENTAL | 28 |
| 2.2 ARQUITETURA SUSTENTÁVEL | 30 |
| 2.3 PERMACULTURA E BIOCONSTRUÇÃO | 34 |
| 2.3.1 Princípio 1 - Observe e interaja | 35 |
| 2.3.2 Princípio 2- Capte e armazene energia | 35 |
| 2.3.3 Princípio 3 – Obtenha rendimento | 35 |
| 2.3.4 Princípio 4 – Pratique a autorregulação e aceite o feedback | 35 |
| 2.3.5 Princípio 5 – Use e valorize os serviços e recursos renováveis | 36 |
| 2.3.6 Princípio 6 – Não produza desperdícios | 36 |
| 2.3.7 Princípio 7 – Design partindo dos padrões para chegar aos detalhes | 36 |
| 2.3.8 Princípio 8 – Integre ao invés de segregar | 36 |
| 2.3.9 Princípio 9 – Use soluções pequenas e lentas | 37 |
| 2.3.10 Princípio 10 – Use e valorize a diversidade | 37 |
| 2.3.11 Princípio 11 – Use as bordas e valorize os elementos marginais | 37 |
| 2.3.12 Princípio 12 – Use criativamente e responda às mudanças | 37 |
| 2.4 MÉTODOS PARA A AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM EDIFICAÇÕES | 37 |
| 2.4.1 AQUA | 40 |
| 2.4.2 ATHENA | 40 |
| 2.4.3 BREEAM | 40 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 2.4.4 | <i>CASBEE</i> | 40 |
| 2.4.5 | <i>GBC</i> | 41 |
| 2.4.6 | <i>Level (s)</i> | 41 |
| 2.4.7 | <i>MASP-HIS</i> | 41 |
| 2.4.8 | <i>Modelo ESA Edifício</i> | 42 |
| 2.4.9 | <i>Procel Edifica</i> | 42 |
| 2.4.10 | <i>Passivhaus</i> | 42 |
| 2.4.11 | <i>Selo Casa Azul</i> | 43 |
| 2.4.12 | <i>Projeto Versus</i> | 43 |
| 2.4.13 | <i>Considerações sobre os métodos descritos</i> | 49 |
| 3 | ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA | 49 |
| 3.1 | <i>DAS ORIGENS À ATUALIDADE</i> | 50 |
| 3.2 | <i>TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO COM TERRA</i> | 56 |
| 3.3 | <i>ACT E A SUSTENTABILIDADE</i> | 59 |
| 3.3.1 | <i>Aspectos ambientais</i> | 60 |
| 3.3.2 | <i>Aspectos socioculturais</i> | 63 |
| 3.3.3 | <i>Aspectos socioeconômicos</i> | 65 |
| 3.4 | <i>RELAÇÕES COM A ARQUITETURA VERNÁCULA</i> | 67 |
| 4 | COLETA DE DADOS EM EDIFICAÇÕES EM FASE DE USO | 69 |
| 4.1 | <i>AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO</i> | 69 |
| 4.1.1 | <i>Métodos e técnicas para APO</i> | 70 |
| 4.2 | <i>ACT COMO OBJETO DE AVALIAÇÃO</i> | 71 |
| 5 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 74 |
| 6 | CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE E MÉTODO DE AVALIAÇÃO ADOTADOS | 86 |
| 7 | CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO | 88 |
| 7.1 | <i>DADOS BIOCLIMÁTICOS</i> | 89 |
| 7.2 | <i>OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS</i> | 92 |
| | PARTE II – RESULTADOS | 94 |
| 8 | LEVANTAMENTO DA ACT EM SANTA CATARINA | 94 |
| 9 | ESTUDO DE CASO PILOTO | 97 |
| 9.1 | <i>CARACTERIZAÇÃO</i> | 97 |
| 9.2 | <i>RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO</i> | 98 |
| 9.3 | <i>RESULTADO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO VERSUS</i> | 102 |
| 10 | INDICADORES PARA A SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA | 105 |
| 11 | ESTUDOS DE CASO | 113 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 11.1 | ESTUDO DE CASO 1 | 113 |
| 11.1.1 | <i>Avaliação da sustentabilidade Edificação 01</i> | 115 |
| 11.1.2 | <i>Resultado Estudo de Caso 01</i> | 130 |
| 11.2 | ESTUDO DE CASO 02 | 131 |
| 11.2.1 | <i>Avaliação da Sustentabilidade Edificação 02</i> | 133 |
| 11.2.2 | <i>Resultado Estudo de Caso 02</i> | 148 |
| 11.3 | ESTUDO DE CASO 03 | 149 |
| 11.3.1 | <i>Avaliação da sustentabilidade Edificação 03</i> | 151 |
| 11.3.2 | <i>Resultado Estudo de Caso 03</i> | 166 |
| 11.4 | ESTUDO DE CASO 04 - GROSS | 167 |
| 11.4.1 | <i>Avaliação da sustentabilidade Edificação 04</i> | 169 |
| 11.4.2 | <i>Resultado Estudo de Caso 04</i> | 185 |
| 11.5 | ESTUDO DE CASO 05 | 186 |
| 11.5.1 | <i>Avaliação da sustentabilidade</i> | 188 |
| 11.5.2 | <i>Resultado Estudo de Caso 05</i> | 204 |
| 11.6 | ESTUDO DE CASO 06 | 205 |
| 11.6.1 | <i>Avaliação da sustentabilidade Edificação 06</i> | 207 |
| 11.6.2 | <i>Resultado Estudo de Caso 06</i> | 222 |
| 12 | DISCUSSÃO | 223 |
| 13 | CONCLUSÕES | 273 |
| | REFERÊNCIAS | 275 |
| | APÊNDICE 1: Artigo Prompt e Librelotto, 2018 | 283 |
| | APÊNDICE 2: Artigo Prompt e Librelotto, 2019. | 293 |
| | APÊNDICE 3: Questionário aplicado no estudo de caso piloto | 309 |
| | APÊNDICE 4: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido | 314 |
| | APÊNDICE 5: Autorização para avaliação da edificação | 317 |
| | APÊNDICE 4: Requisitos para iluminação e ventilação naturais | 318 |

PARTE I – INTRODUÇÃO, REFERENCIAL TEÓRICO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1 INTRODUÇÃO



Figura 1: Casa em Florianópolis, projeto e execução da autora. Ano: 2017. Créditos: autora.

Este trabalho trata da avaliação da sustentabilidade em arquitetura e construção com terra (ACT). O termo faz referência à toda produção arquitetônica que usa o solo como principal material. Adota-se o termo “terra” para designar o solo apropriado para a construção (NEVES, 2011). Esta pesquisa está inserida na área de concentração Projeto e Tecnologia do Ambiente Construído do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo (PósARQ) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), na linha de pesquisa Métodos e Técnicas Aplicados ao Projeto de Arquitetura e Urbanismo, e foi desenvolvido no âmbito do Grupo de Pesquisa Virtuhab e Labrestauro/MATEC, vinculado ao projeto de pesquisa Sustentabilidade e Desenvolvimento Tecnológico.

Parte-se de um estudo publicado em 2012 como dissertação de mestrado, que avaliou nove edificações construídas com terra em propriedades agrícolas familiares no Oeste Catarinense (PROMPT, 2012). Este verificou a adequação das técnicas aplicadas à realidade das famílias, e foram detectadas vantagens e desvantagens no uso da terra como material de construção. Dentre as vantagens estão a capacidade de mão de obra para a autoconstrução, a rede de troca de conhecimento entre as famílias e a disponibilidade de materiais naturais dentro das propriedades. Como desvantagens, destacam-se: manifestações patológicas, longos períodos necessários para a execução da obra, escolha inadequada de técnicas construtivas, retrabalho com desperdício de material e sensação de insegurança por parte dos usuários.

Os resultados desta publicação trouxeram questionamentos a respeito da sustentabilidade dessas edificações, apesar do uso de materiais naturais, pouco processados e disponíveis no local. Optou-se então por expandir a pesquisa para o estado de Santa Catarina, de modo a compreender o quadro da produção de ACT no Estado. Realizou-se um mapeamento das edificações em todo o estado, para, a partir disso, eleger-se uma amostra de edificações em uso como objeto de estudo. Propôs-se analisar os casos de ACT de modo a realizar a avaliação da sustentabilidade em edificações em uso. Para a coleta de dados foram realizadas observações assistemáticas, entrevistas, análise documental e análise de projeto.

1.1 JUSTIFICATIVA

O uso da terra como material de construção é universal e acompanha a história das civilizações. Com o advento da industrialização, o desenvolvimento da arquitetura passa a ter à disposição materiais e sistemas construtivos fornecidos pela indústria. O cimento e o aço são rapidamente aceitos e incorporados ao mercado, trazendo novas possibilidades construtivas e também uma linguagem arquitetônica internacional que passa a ser reproduzida nos mais diversos lugares. A ACT passa a ser negligenciada, e a indústria da construção civil torna-se responsável por grande parte do consumo de recursos naturais e da produção de resíduos (DETHIER, 1982; TEIXEIRA, 2013).

Na busca por uma arquitetura mais sustentável, cresce o uso de materiais não industrializados para a concepção dos projetos. A interpretação moderna de técnicas antigas traz credibilidade às mesmas. A terra apresenta-se, portanto, como uma possibilidade para a construção de edificações de baixo impacto ambiental por sua reduzida energia incorporada (KELLER e BURKE, 2010; NIROUMAND et al, 2017). Neves e Faria (2011) afirmam que:

Instalada a crise dos modelos de construção estabelecidos, a arquitetura e construção com terra retorna como uma alternativa sustentável, incentivando a busca e a oferta para a formação e capacitação de profissionais preocupados em atender aos novos paradigmas (NEVES E FARIA, 2011, p.10)

A relevância desta pesquisa começa, portanto, diante do quadro atual da construção civil brasileira, onde predomina um modelo insustentável. A quantidade de recursos necessários para a permanência do modelo atual provoca ampla degradação ambiental e não o torna capaz de atender a uma das necessidades básicas da população – o abrigo. A questão do déficit habitacional aponta para uma necessidade de se desenvolver técnicas que possam ser apropriadas pelo usuário para que, com o apoio técnico adequado, as questões relacionadas à moradia possam ser melhoradas (Fundação João Pinheiro, 2018).

No Brasil, a ACT desenvolve-se a partir de dois âmbitos: de um lado a consolidação de pesquisas acadêmicas e, de outro, a concretização de experiências empíricas. A pesquisa na área da ACT visa o avanço da tecnologia, através do resgate de sistemas construtivos ancestrais e do desenvolvimento de novos sistemas que aliam inovação, simplicidade, eficácia e baixo custo. Eventos científicos, congressos e o desenvolvimento de normas técnicas nacionais, com destaque para a norma de adobe publicada em janeiro de 2020, demonstram uma preocupação com a qualidade das edificações. (NEVES e FARIA, 2011).

Em relação às experiências empíricas, uma das vertentes da difusão de tecnologias de construção natural está vinculada aos movimentos ambientalistas, em especial à permacultura¹. A difusão por este meio trouxe vantagens e desvantagens: de um lado a vantagem de divulgar alternativas viáveis e de baixo impacto ambiental para a construção civil, entre elas as técnicas de construção com terra; de outro, experiências realizadas sem acompanhamento técnico adequado que geram prejuízos econômicos, sociais e ambientais. Acredita-se que a execução de obras realizadas sem acompanhamento técnico de profissional habilitado na área da ACT é um reflexo da construção civil brasileira como um todo, onde a maior parte da população constrói ou reforma seus imóveis sem a contratação de profissionais habilitados (CAU, 2015). Na ACT tem-se o agravante de tratar-se de técnicas em desenvolvimento ou baseadas em saberes que remontam ao passado, além de ter menos mão de obra especializada disponível, quando comparada com a construção com materiais industrializados e normatizados.

Portanto, faz-se necessário evoluir tecnicamente para que a ACT seja realmente uma solução eficaz, especialmente no Brasil, onde o fator cultural da desvalorização do acompanhamento técnico profissional, aliado às poucas normas técnicas vigentes, debilita o respaldo necessário. É preciso lançar um olhar crítico sobre a produção das construções com terra, uma vez que, apesar de conhecidas suas vantagens, os problemas encontrados, se não forem trabalhados com urgência, podem comprometer a evolução da tecnologia. É necessário compreender em que aspectos a produção de ACT é de fato sustentável, e também trazer luz os obstáculos que ainda a impedem de lograr o êxito em maior escala.

A ACT traz características atribuídas à arquitetura vernácula², uma vez que prioriza a aplicação de materiais locais com o objetivo de atender às necessidades locais. Assim sendo, possui diferenciais em relação à construção convencional na qual predominam materiais industrializados, como o uso de um material não padronizado que deve ser analisado e processado localmente. Outra

¹ Sistema para planejamento consciente de assentamentos humanos inspirado nos padrões da natureza e que permita atender às necessidades locais de forma perene (HOLMGREM, 2013). O conceito de permacultura será discutido no item 2.1.2.1.

² Definições sobre o termo vernáculo serão discutidas no item 3.4.5.

característica recorrente na ACT é a autoconstrução. O usuário, nestes casos, tem um papel mais amplo, podendo ser o construtor ou idealizador do projeto. (NIROUMAND, 2017; OLIVER, 2003, WEIMER, 2005; PROMPT E LIBRELOTTO, 2018).

Dentro do contexto da avaliação da sustentabilidade em edificações, existem métodos desenvolvidos em diversos países. Boa parte destes sistemas está voltada à certificação das edificações, que recebem um atestado sobre seu desempenho em relação à sustentabilidade, alinhado com as dimensões econômica, social e ambiental. Entretanto, a maioria deles tem um enfoque direcionado às questões ambientais, deixando em segundo plano os âmbitos social e econômico (HOFFMAN, 2014; ILLANKOON *et al.*, 2017; MATTONI *et al.*, 2018).

Além do mais, em muitos casos, os sistemas de avaliação da sustentabilidade voltados à certificação apontam para uma produção arquitetônica dispendiosa que não necessariamente atende às necessidades da realidade brasileira, cuja indústria da construção civil é ainda predominantemente artesanal. A tecnologia de ponta, que potencialmente traria benefícios relativos à sustentabilidade das edificações, é pouco acessível economicamente pela maior parte da população (ILLANKOON *et al.*, 2017).

Tratando-se de um tipo específico de tecnologia, é necessário encontrar um método de avaliação da sustentabilidade que seja adequado. Considerando-se as peculiaridades da ACT, e a partir do conhecimento de diferentes métodos para a avaliação da sustentabilidade, adota-se, nesta pesquisa, a metodologia desenvolvida a partir dos princípios e estratégias do Projeto Versus³. Este projeto analisou exemplos de edificações vernáculas de modo a compreender suas contribuições para a produção arquitetônica atual ser mais sustentável (CORREIA *et al.*, 2015; CORREIA, DIPASQUALE e MECA, 2015; GUILLAUD *et al.*, 2014; MAIA, 2016).

Considera-se que esta pesquisa possa contribuir para o entendimento do quadro de produção da ACT em Santa Catarina e, dessa forma, impulsionar o desenvolvimento técnico da terra como material de construção. Espera-se que os resultados da avaliação proposta possam auxiliar no avanço de diretrizes para a qualidade ambiental neste tipo de produção arquitetônica

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

A terra como material de construção apresenta baixo impacto ambiental e potencial para a autoconstrução, apresentando-se como uma possibilidade para a produção de edificações sustentáveis. No Brasil, a ACT desenvolve-se de maneira artesanal, muitas vezes por mão de obra não especializada e sem acompanhamento técnico de profissionais habilitados, desde o projeto até a obra. Dessa forma, os resultados podem comprometer a sustentabilidade dessas edificações em todos

³ O Projeto Versus será explicado no item 2.1.4.

os seus âmbitos e, conseqüentemente, o desenvolvimento da ACT. Dentro desse contexto, busca-se responder à seguinte pergunta de pesquisa:

As construções com terra na atualidade, em Santa Catarina, atendem satisfatoriamente a requisitos de sustentabilidade nas edificações?

1.3 HIPÓTESE DA PESQUISA

Este trabalho parte da hipótese de que a ACT, apesar de apresentar um desempenho não compreendido em muitos aspectos, é sustentável. Além do mais, a ACT possui características peculiares que contribuem para a sustentabilidade em edificações que só podem ser detectadas através de um método adequado.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

Avaliar a sustentabilidade de edificações construídas com terra no Estado de Santa Catarina.

1.4.2 Objetivos específicos

- 1° - Levantar e mapear a produção ACT no Estado de Santa Catarina no período de 2008-2018.
- 2° - Desenvolver e/ou adaptar um método específico para a avaliação da sustentabilidade em ACT em Santa Catarina, que possa ser expandido ao contexto brasileiro;
- 3° - Testar o uso do método de avaliação da sustentabilidade em um estudo de caso piloto e realizar as adaptações necessárias;
- 4° - Validar o método por meio de estudo de casos de edificações no Oeste Catarinense

1.5 RECORTE DA PESQUISA

A partir do mapeamento das edificações (PROMPT e LIBRELOTTO, 2018) e da aplicação do estudo de caso piloto (PROMPT e LIBRELOTTO, 2019), definiu-se o recorte da pesquisa para a realização dos demais estudos de caso. Optou-se pela continuidade da pesquisa de Prompt (2012), que investigou o contexto específico da agricultura familiar. Trata-se, portanto, de edificações localizadas em propriedades agrícolas familiares no Oeste Catarinense. Foram revisitadas cinco edificações previamente analisadas e, devido à proximidade geográfica, foi adicionada uma edificação de data posterior a 2012.

Considerando-se os recursos disponíveis, o fator geográfico interferiu na seleção dos estudos de caso. Uma vez que as propriedades analisadas estão distantes umas das outras, a logística de acesso e o tempo para a pesquisa de campo foram fatores limitantes. A zona de abrangência ficou limitada

na região a sudeste de Chapecó, que abrange os municípios de Seara, Paial e Arabutã, uma vez que foi disponibilizado o apoio da Cooperativa de Crédito Rural Seara (Crediseara) para a realização das visitas de campo. Todas as edificações estão inseridas em um raio de 24 km.

Não foi objetivo deste trabalho realizar uma análise socioeconômica das famílias. As atividades produtivas ou econômicas citadas em cada estudo de caso foram as detectadas durante as visitas realizadas em janeiro de 2020. É importante ressaltar que os agricultores familiares podem modificar substancialmente suas atividades produtivas ao longo dos anos, motivados por fatores climáticos, econômicos e sociais, como, por exemplo, o avanço da idade e a saída dos filhos da propriedade.

Também não foi objetivo desta pesquisa a análise das propriedades de forma completa, não sendo determinados os limites de cada propriedade, uma vez que não foi acessada documentação a respeito, nem tampouco realizado levantamento planimétrico. Quando realizada a análise das vistas aéreas, a mesma detém-se aos elementos identificados durante as visitas, tais como: corpos d'água, edificações, estradas, acessos e áreas produtivas próximas.

Os dados apresentados nas análises foram coletados a partir da percepção da pesquisadora e das entrevistas realizadas no ambiente das edificações. A análise da esfera econômica não contempla os custos da obra, atendo-se à avaliação das estratégias propostas pelo Projeto Versus.

1.6 INEDITISMO

Para a constatação do ineditismo deste trabalho, foi realizada uma busca na plataforma *Science Direct* que associasse os dois principais temas. Assim, foi realizada uma busca com os termos *build sustainable assessment+Earth architecture*, para artigos publicados entre o período de 2018 a 2021. Para esta busca foram encontrados 681 publicações. Realizou-se uma triagem a partir da leitura dos títulos dos trabalhos, verificando os artigos relacionados ao tema, conforme demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1: Publicações relacionadas ao tema da pesquisa encontradas em busca na *Science Direct*.

| | |
|--|---|
| Widera, 2021 | Realiza uma análise comparativa do conforto e desempenho térmico em seis edificações localizadas no oeste da África subsaariana. |
| Mileto, Vegas e García-Soriano, 2020 | Apresentam o projeto RISK-Terra, que tem como objetivo avaliar os fatores de vulnerabilidade social que levam à degradação do patrimônio vernáculo na península ibérica. |
| Fernandes et al, 2019. | Avalia o ciclo de vida dos blocos de terra comprimida (BTC) e da taipa de pilão com o objetivo de compreender o desempenho ambiental desses sistemas construtivos. |
| Ashrafi, Kloos, e Neugebauer, 2021 | Analisa o impacto do crescimento urbano em quatro sítios do patrimônio histórico mundial reconhecidos pela UNESCO. |
| Ben-Alon, Vivian Loftness e Hameen, 2019. | Realizam uma análise comparativa do ciclo de vida com ênfase na energia incorporada e emissões de CO ₂ entre paredes de COB, alvenaria de concreto e de <i>woodframe</i> . |
| Goodhew, et al, 2021. | Propõe a melhoria de paredes de COB através da adição de fibras com o objetivo de contemplar os requisitos de normas de desempenho térmico. |

As publicações encontradas avaliam aspectos específicos de técnicas, materiais ou edificações localizadas em local de interesse patrimonial. No capítulo 4.2 deste trabalho são discutidos trabalhos que realizaram avaliações em ACT. Os mesmos também contemplam avaliações em edificações ou técnicas específicas.

Faria *et al.* (2016) realizaram um panorama dos trabalhos de mestrado e doutorado publicados no Brasil na área da ACT. A busca foi realizada na plataforma BDTD (Banco nacional de teses e dissertações) e foram encontrados 102 trabalhos na área. Os temas encontrados são relacionados a técnicas específicas (adobe, taipa, solocimento ou técnica mista) ou abordam aspectos históricos, de conforto térmico ou restauração. Não é citada a existência do temas relativo a avaliação da sustentabilidade em ACT.

No âmbito do Virtuhab, as pesquisas publicadas na área da ACT contemplam os temas relativos a revestimentos de paredes de pau a pique (LISBOA, 2019), caracterização do solo para a produção de adobe (VENDRAMI, 2018) e a prototipagem de edificações com terra ensacada (SANTOS, 2006).

O ineditismo deste trabalho consiste, portanto, na análise de diversas ACTs em situação de uso com características e técnicas diferentes, tendo como ponto comum o contexto social onde estão inseridas. Em relação ao método, desenvolvido a partir do Projeto Versus, sua aplicação é inédita à realidade brasileira, descrito no item 2.4.12 .

1.7 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

Este trabalho está dividido em duas partes. A PARTE I é composta de seis capítulos. O Capítulo 1 é a introdução, que apresenta a pesquisa, com sua hipótese, objetivos, a estrutura do trabalho, o recorte da pesquisa e sua relevância e ineditismo.

O referencial teórico é apresentado ao longo dos três capítulos seguintes. No Capítulo 2 é discutida a sustentabilidade da arquitetura, apresentando-se um breve histórico no desenvolvimento da mesma e conceitos sobre arquitetura sustentável com ênfase na permacultura e bioconstrução. Disserta-se sobre métodos para avaliação da sustentabilidade e relações sobre o conceito de sustentabilidade e a NBR 15575 (ABNT, 2005).

O Capítulo 3 trata da ACT. Discorre-se a respeito de informações históricas, sobre a ACT em Santa Catarina e apresentam-se técnicas de construção com terra. Relaciona-se então a ACT com três âmbitos da sustentabilidade: ambiental, sociocultural e socioeconômico. Finalmente disserta-se sobre as normas técnicas e sobre as relações da ACT com o conceito de arquitetura vernácula.

No Capítulo 4 apresentam-se métodos e técnicas para a coleta de dados das edificações em fase de uso, disserta-se sobre conceitos de avaliação pós-ocupação (APO) e sobre referenciais de coleta de dados em ACT em fase de uso. O Capítulo 5 apresenta os procedimentos metodológicos

adotados na pesquisa. Discorre-se sobre cada uma das etapas da pesquisa, desde o referencial teórico até as conclusões.

A PARTE II apresenta os resultados. No Capítulo 6 apresenta-se um posicionamento a respeito do conceito de sustentabilidade adotado e do método de avaliação da sustentabilidade. No Capítulo 7 é feita a caracterização da região, com abrangência para o Estado de Santa Catarina. Neste é apresentado o resultado do mapeamento de ACT em Santa Catarina. O Capítulo 8 disserta a respeito dos resultados do estudo de caso piloto, e o Capítulo 9 apresenta indicadores desenvolvidos para a avaliação da sustentabilidade a partir do método escolhido. No capítulo 10 são apresentados os resultados dos estudos de caso definitivo e no capítulo 11, as conclusões.

2 SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA



Figura 2: Casa em Macapá. Projeto arquitetônico Arq. Cecília Prompt e Arq. Vika Martins. Execução FN Construções. Consultoria para aplicação com técnicas de construção com terra Raymundo Rodrigues. Foto: Raymundo Rodrigues. Ano: 2012.

Neste capítulo é tratado o tema da sustentabilidade na arquitetura, a partir de uma visão do desenvolvimento da consciência ambiental. São apresentados e discutidos conceitos de sustentabilidade na arquitetura com ênfase nos temas da permacultura e bioconstrução. A seguir são apresentados métodos para a avaliação da sustentabilidade na arquitetura. Ao final são discutidos os conceitos relacionados ao Projeto VerSus.

2.1 O DESENVOLVIMENTO DA CONSCIÊNCIA AMBIENTAL

Para analisar o desenvolvimento do conceito de edificações sustentáveis é necessário conhecer o advento da consciência ambiental, a partir da história da revolução industrial, quando a natureza passa a ser vista como um produto agrícola e econômico e a terra como propriedade ou posse. O advento da química moderna e da indústria bélica traz consigo o desenvolvimento de produtos sintéticos muitas vezes prejudiciais à saúde humana. A prática das indústrias de despejar resíduos diretamente no meio ambiente criou um movimento de resistência que culminou com o aparecimento de agências reguladoras do meio ambiente que estabelecem requisitos e critérios e promovem o controle e sua fiscalização (KELLER e BURKE, 2010; LIMA, 2013).

Por volta de 1940, ganha força a revolução verde, que modifica os sistemas agrícolas através do uso de pesticidas e agrotóxicos. O movimento tem o apelo de facilitar os processos de produção de alimentos, poupando esforços dos agricultores e garantindo a alimentação da população. Aliado ao desenvolvimento da indústria farmacêutica, é amplamente aceita a ideia de uma vida melhor através da química. É neste contexto que Rachel Carson publica, em 1962, o livro *Primavera Silenciosa*, que alerta a respeito da toxicidade de produtos químicos (BONZI, 2013). A autora afirma

em sua obra, que é possível conciliar atividades econômicas com sistemas naturais equilibrados. A publicação de Rachel Carson é aceita pela opinião pública da época.

A busca por solucionar o quadro de degradação ambiental também é decorrência do aumento dos preços do petróleo na década de 1970 (ROAF, FONTES e THOMAS, 2006). É nesta década que surgem os primeiros cálculos relativos às reservas de combustíveis fósseis do planeta⁴. Em 1972 ocorre a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, que leva a criação do Programa das Nações Unidas pelo Meio Ambiente – PNUMA (HOFFMANN, 2014).

Na década de 1980 vem à tona o problema do aquecimento global, com a constatação da redução da camada de ozônio e o aumento dos gases causadores do efeito estufa (ROAF, FONTES E THOMAS, 2006). O PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - cria em 1983 a Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) que divulga, em 1987 o documento *Nosso Futuro Comum*, também conhecido como Relatório Brundtland⁵, que conceitua desenvolvimento sustentável⁶ e evidencia seus três âmbitos: social, ambiental e econômico, que são identificados como o tripé da sustentabilidade (HOFFMANN, 2014)

Em 1987, 46 países assinaram o Protocolo de Montreal, com o objetivo de não mais produzir em massa substâncias compostas de clorofluorcarbonetos (CFC), destruidoras da camada de ozônio. Em 1988 é criado o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas que mostra o aumento da temperatura ao longo da década de 1980, a mais quente já registrada até então (ROAF, FONTES E THOMAS, 2006).

Em 1992, a Organização das Nações Unidas promove a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, que resulta no lançamento da Agenda 21 Global. O documento tem como objetivo preparar o mundo para os desafios do século XXI por meio de uma série de estratégias voltadas ao desenvolvimento sustentável. Este documento segue sendo objeto de reavaliação durante as conferências Rio+10 (Johanesburgo, 2002) e Rio+20 (Rio de Janeiro, 2012) (BRASIL, 1992; HOFFMANN, 2014).

O capítulo 7 da Agenda 21 trata da promoção do desenvolvimento sustentável de assentamentos humanos, que tem como objetivos o acesso à habitação adequada à todas as pessoas; promover o manejo sustentável do uso da terra; promover infraestrutura ambiental; promover sistemas de energia e transporte a todos os assentamentos humanos; promover o manejo e planejamento e assentamentos humanos localizados em áreas suscetíveis a desastres; promover

⁴ É publicado pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) em 1972 o relatório *Limits to Growth*, que alarmou a respeito da degradação ambiental (ZAMBRANO, 2008).

⁵ Zambrano (2008, p. 27-29) discorre sobre os princípios do desenvolvimento sustentável definidos no relatório Brundtland.

⁶ Como o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer às necessidades das próximas gerações (HOFFMANN, 2016)

atividades sustentáveis na indústria da construção; promover capacitação institucional e técnica para o avanço dos assentamentos humanos (BRASIL, 1992).

Em 1996 ocorreu em Istambul a Segunda Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos. Neste evento é aprovada a agenda Habitat, que dá diretrizes para o desenvolvimento de assentamentos humanos sustentáveis no século XXI. Em 2015 a ONU consolida os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) globais, que são lançados no documento “Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”⁷. O documento contém uma declaração, consolida os 17 ODSs e totaliza 196 metas para o alcance dos mesmos. Em 2016 é lançada a Nova Agenda Urbana, que define padrões globais para o desenvolvimento urbano sustentável, com versão em português lançada em 2019. Estes documentos evidenciam a necessidade de um planejamento do ambiente construído que tenha visão de sustentabilidade a longo prazo.

2.2 ARQUITETURA SUSTENTÁVEL

A produção da arquitetura sempre esteve vinculada ao meio ambiente, uma vez que sua função primordial é o abrigo. A humanidade desenvolveu técnicas construtivas para se abrigar e proteger das intempéries, e assim foi desenvolvida a arquitetura específica de cada época e local, apropriadamente identificada como arquitetura vernácula.

A partir da revolução industrial, no final do século XVIII, há um grande desenvolvimento tecnológico. Surgem diversos movimentos e estilos que se desenvolvem em direção à arquitetura modernista, com a utilização de novos materiais e técnicas construtivas. No século XIX são executadas edificações com estrutura metálica independente, e no século XX, no Brasil, o concreto armado ganha notoriedade. O objetivo de muitos movimentos é a busca de uma linguagem adequada à era industrial e, em muitos casos, um rompimento com o passado em prol de uma arquitetura que se volta para o futuro. O Estilo Internacional, que surge no século XX traz uma tendência de dissociação da arquitetura com o meio ambiente e com os fenômenos naturais. Esta arquitetura passa a ser reproduzida de forma generalizada, e é caracterizada pelo uso de estruturas metálicas e painéis envidraçados. Muitas vezes, ignorando as condições locais, as edificações passam a demandar grandes quantidades de energia para lograr conforto aos usuários através do uso de sistemas de climatização artificial (FAZIO, MOFFET E WODEHOUSE, 2015; ZAMBRANO, 2008).

Apesar desta tendência de dissociação, ocorrem, paralelamente, diversos exemplos de arquitetos que usufruem das novas tecnologias, mas ainda buscam a qualidade arquitetônica através da conexão entre a edificação e o meio ambiente. Este movimento é expresso particularmente na produção da arquitetura brasileira. A obra de Severiano Mário Porto, por exemplo, é reconhecida por evidenciar diversos conceitos de sustentabilidade em um período em que o termo era pouco utilizado.

⁷ Disponível em <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/post-2015.html> - Acesso em junho de 2020.

Destacam-se as fortes características regionais, a abundância de materiais naturais e a adaptação ao clima (HESPANHA, 2009).

Nas décadas de 1960 e 1970, são realizados os primeiros experimentos com edificações sustentáveis associadas a uma cultura de estilo de vida alternativo. De acordo com Zambrano (2008), um dos primeiros movimentos relacionados à arquitetura sustentável é a chamada arquitetura solar, que adotava estratégias de aquecimento solar passivo para as edificações, dispensando o uso de sistemas de climatização artificial.

Nos anos 1980 surge o conceito de arquitetura bioclimática, que está direcionada à questão energética e ao conforto ambiental, através do uso do clima como estratégia de projeto. Favorece o uso do sol, vento e chuva como recursos, e visa a economia de energia e o conforto do usuário nos ambientes internos. O conceito da arquitetura bioclimática está diretamente relacionado com a arquitetura solar passiva, que faz uso das energias naturais para manter a edificação confortável de forma autônoma.

A partir da década de 1990, com base nos conceitos de desenvolvimento sustentável, a relação entre a arquitetura e o meio ambiente torna-se mais ampla, e extrapola o entorno das edificações, considerando as edificações como responsáveis por grande parte da degradação ambiental do planeta. O impacto das edificações passa a ser considerado em escala global e ao longo de todo o ciclo de vida das edificações. Nesta década, o foco era a resposta relativa às questões ambientais, e, neste movimento, a produção era chamada “Arquitetura Verde”, “Arquitetura Ecológica” entre outros. A partir do final da década de 1990, o conceito evolui para a arquitetura sustentável, que considera a sustentabilidade relacionada às edificações em seu conceito mais amplo, abrangendo os âmbitos ambiental, social e econômico, conforme demonstra a Figura 3 (ZAMBRANO, 2008).

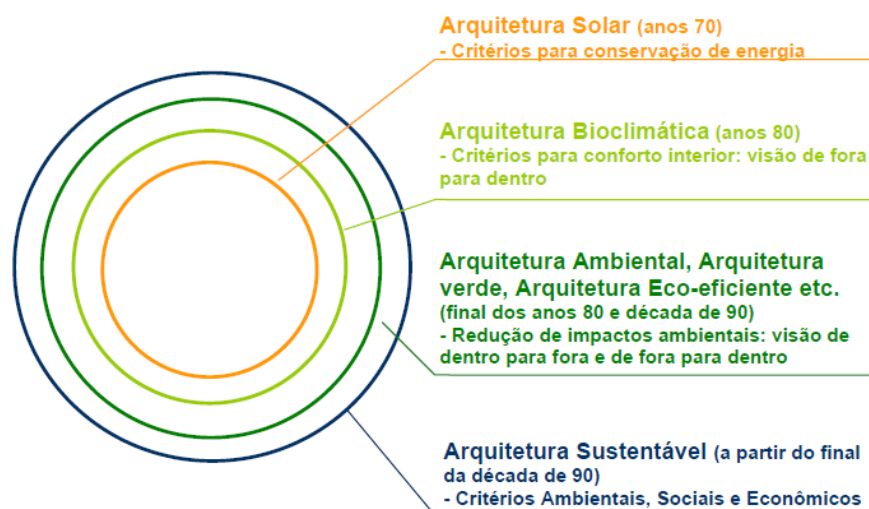


Figura 3: Evolução do conceito de sustentabilidade na arquitetura. Fonte: Zambrano (2008).

Outros termos utilizados para arquitetura com características sustentáveis são *Low-Tech* e bioconstrução. O conceito de *Low-Tech* trata do diálogo com a tecnologia atual, minimizando os processos de transformação dos materiais e aprendendo com a construção artesanal. Este conceito defende organizações sociais que promovam a produção local da arquitetura com a participação de artesãos e artistas locais. O *Low-Tech*, apesar de trazer uma tendência de tornar a construção mais dispendiosa, por conta das características artísticas e artesanais, tem como princípio direcionar os recursos econômicos aos construtores locais de forma direta. A arquitetura baseada no conceito de *Low-Tech* apresenta uma estética natural e comumente utiliza materiais naturais como terra, madeira e coberturas vegetadas (VEGAS *et al*, 2014; ZAMBRANO, 2008).

O conceito de bioconstrução traz a ideia da edificação como uma unidade biológica que interage com o ambiente natural e também com o seu entorno social, cultural e econômico. É recorrente o uso de formas orgânicas nos projetos. Este tipo de arquitetura está fortemente vinculado à permacultura, com seu conceito de design sistêmico, que trata a edificação como o centro no projeto de design (Zona Zero) e afirma que as edificações devem estar em harmonia com o meio ambiente. A casa deve ter um design que admita ganho solar passivo por meio de materiais que permitam a captação, armazenamento e transmissão de energia. A permacultura incorpora os conceitos de bioclimatismo e eficiência energética, onde o projeto deve estar de acordo com o clima no qual está inserido, além de utilizar o mínimo recurso para o suprimento e uso da água, energia (para aquecimento e uso da cozinha), materiais e transporte (VEGAS *et al*, 2014; MARS, 2008; MORROW, 2010).

Em termos conceituais, discutem-se na atualidade diversas nuances da sustentabilidade na arquitetura. Parte-se do entendimento de que para alcançar a sustentabilidade em uma edificação, é necessário haver um equilíbrio entre as dimensões ambiental, social e econômica (LIBRELOTTO e FERROLI, 2012; CARVALHO, 2009; SILVA, 2003). Diversos autores conceituam e/ou estabelecem critérios para edificações serem consideradas sustentáveis, conforme exposto no Quadro 2:

Quadro 2: O conceito de sustentabilidade segundo autores citados

| | |
|---|---|
| KELLER E BURKE, 2010, p. 52 | Edificações de alto desempenho em termos de consumo de energia, qualidade do ar interno e despesas com recursos ou consumo de capital natural. Características: (1) manejo dos resíduos da construção e dos gerados pelos usuários; (2) eficiência na utilização dos recursos naturais; (3) gestão de energia durante o uso da edificação, buscando uma redução das emissões de CO2 e (4) produção do ambiente interno saudável |
| Teixeira (2013) | “o conteúdo programático da arquitetura sustentável seja estruturado nas bases da ecologia, do conforto, da construção social e da tecnologia” (TEIXEIRA, 2013, p. 14). |
| iiSBE Portugal (Iniciativa Internacional para a Sustentabilidade do Ambiente Construído) (iiSBE, 2011) | (1) economia de água; (2) salubridade das edificações; (3) durabilidade, (4) planejamento para a conservação e manutenção dos edifícios; (5) apresentação de baixa massa da construção; (6) uso de materiais eco-eficientes; (7) baixa produção de resíduos; (8) garantia de condições dignas de higiene e segurança no canteiro de obras |
| Palermo (2009) | Traz o conceito da sustentabilidade relacionada à habitação, associada a: (1) gestão de recursos energéticos; (2) tratamento correto de efluentes; (3) aproveitamento de resíduos; (4) impacto das tecnologias à qualidade da vida humana. A autora cita ainda a agricultura urbana, a permacultura e a educação ambiental como componentes da sustentabilidade na habitação. |
| Vasconcelos (2014) | Para um edifício ser considerado sustentável, não somente as questões relativas à edificação devem ser avaliadas, mas também a interação com o meio. A sustentabilidade depende de um conjunto de características multidisciplinares que devem ser medidas ou avaliadas caso a caso, ao longo de todo o ciclo de vida da edificação. Características de uma edificação sustentável: (1) produzir e economizar energia; (2) usar recursos naturais de forma eficiente; (3) ser multifuncional; (4) salvaguardar o solo e (5) ser capaz de regenerar o ambiente – tanto em relação à biodiversidade quando em relação aos âmbitos social e econômico. |
| MOTTA e AGUILAR (2008) | Observou-se que a sustentabilidade deve ser inserida em todas as fases do processo construtivo da idealização, concepção, projeto, construção, uso, manutenção, final de vida útil. Acrescenta-se a isto o desmonte, a reciclagem e o reuso se for possível. |
| ZAMBRANO (2008) | A sustentabilidade é alcançada através da definição de prioridades e aspectos mais relevantes para um bom desempenho da edificação em questão. Abrange aspectos subjetivos e objetivos, como (1) desempenho; (2) preservação ambiental; (3) equidade social; (4) respeito à tradição cultural e (5) eficácia econômica. |
| CARVALHO e SPOSTO (2012) | Considera três âmbitos da sustentabilidade e para cada um designa categorias de análise sendo: Aspectos ambientais: (A) consumo de recursos – energia e fluxo de massa, (B) qualidade interna da habitação – conforto e saúde e (C) qualidade do produto habitação. Aspectos socioculturais: (D) social, (E) cultural, (F) político e institucional, (G) geração de renda e responsabilidade social e (H) segurança. Aspectos econômicos: (I) economia. |
| LÓPEZ et al (2019) | Realiza uma análise comparativa entre 101 métodos para a avaliação da sustentabilidade e para isto consideram dez categorias, sendo: (1) sitio e desenvolvimento sustentável; (2) água; (3) materiais e consumo de recursos; (4) energia; (5) qualidade do ambiente interno; (6) inovação; (7) social e econômica; (8) qualidade do serviço; (9) ciclo econômico e (10) adaptação às mudanças climáticas. Dentre essas categorias são distribuídos 150 aspectos. |

2.3 PERMACULTURA E BIOCONSTRUÇÃO

Na década de 1970, na Austrália, David Holmgren e Bill Mollison desenvolvem o conceito de permacultura, que consiste em um sistema de projeto para a criação de assentamentos humanos sustentáveis. Inicialmente o termo fazia referência à expressão agricultura permanente; na atualidade pode ser relacionado à cultura para a permanência. O conhecimento utilizado para a concepção de ambientes permaculturais relaciona diversas áreas de conhecimento e se baseia em princípios éticos e de design, valorizando saberes tradicionais e a cultura do local onde o projeto está inserido. A permacultura integra os mais diversos componentes do ecossistema visando um viver prático e sustentável (HOLMGREN, 2013; MARS, 2008).

A permacultura desenvolve-se através de sete eixos principais: ferramentas e tecnologia, cultura e educação, saúde e bem-estar espiritual, economia e finanças, posse da terra e comunidade, espaço construído e manejo da terra e da natureza. Estes eixos são representados pela flor da permacultura, representada na Figura 4.

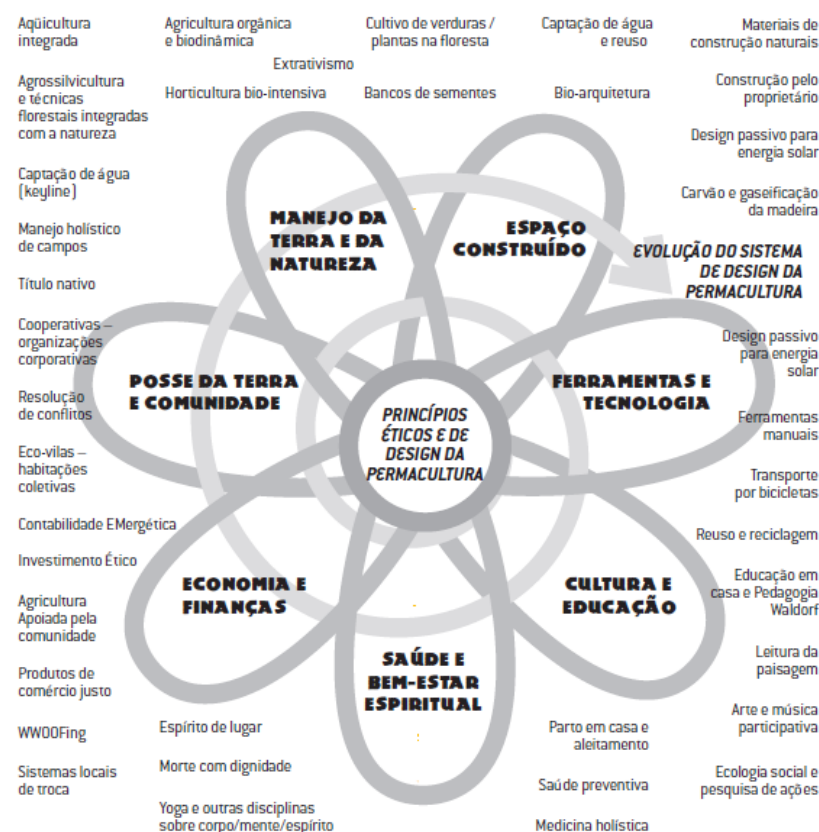


Figura 4: A flor da permacultura: áreas de conhecimento e conceitos e atividades atrelados à cada área. Fonte: Holmgren, 2013.

Além das pétalas que representam as áreas de abrangência do sistema de design, a flor é composta por uma espiral que representa a evolução do conhecimento em ações que vão do individual ao coletivo. A espiral parte do centro da flor, onde estão os princípios éticos e de design nos quais se baseia todo o processo de concepção dos ambientes. Os princípios éticos são três: cuidado com a terra

(solos, água, ar), cuidado com as pessoas (cuidar de si mesmo, do próximo e da humanidade como um todo) e partilha justa (estabelecimento de limites de consumo e compartilhamento de excedentes). Esta ética profunda está vinculada a qualquer decisão no processo de design, e inclui o conhecimento de cada elemento inserido no sistema em relação a sua sustentabilidade em todos os seus âmbitos.

Os doze princípios de design voltados à permacultura visam orientar a escolha e desenvolvimento de ações projetuais dos sistemas. A fim de serem implementados em qualquer escala e contexto social ecológico, trazem conceitos gerais em linguagem acessível. Os princípios são descritos com base em Holmgren (2013).

2.3.1 Princípio 1 - Observe e interaja

A observação deve estar em todas as etapas do processo de projeto, de forma permanente. A permacultura tem como base a compreensão de técnicas agrícolas tradicionais, e este conceito pode ser estendido às edificações, trazendo a compreensão da arquitetura vernácula como fator importante a concepção de um projeto. Na arquitetura sugere-se que os conceitos do vernáculo sejam aliados a novas tecnologias, e a observação e interação com os sistemas que compõem uma edificação auxiliam a formação de um pensamento crítico para desenvolvimento de soluções aplicáveis localmente – ainda que com base em conceitos genéricos.

2.3.2 Princípio 2- Capte e armazene energia

Este princípio parte da constatação de que a forma que a humanidade extrai recursos da Terra é insustentável. Trata-se de economizar e reinvestir qualquer tipo de recurso consumido e de capturar fluxos locais de energia – renovável ou não – com a intenção de se fazer investimentos a longo prazo. Em relação à arquitetura podemos citar sol, vento e cursos d'água para geração de energia ou aquecimento de água; sistemas de aquecimento com base em energia solar passiva; sistemas de ventilação cruzada; armazenamento de água.

2.3.3 Princípio 3 – Obtenha rendimento

Trata-se de obter autossuficiência de forma imediata. Além da energia captada e armazenada sugerida pelo Princípio 2, é necessário suprir as necessidades no momento atual. Este princípio pode estar associado ao paisagismo produtivo e à geração de renda através de atividades de ensino e capacitação na área da arquitetura e construção com terra.

2.3.4 Princípio 4 – Pratique a autorregulação e aceite o feedback

Trata de sistemas auto-reguláveis que podem ser favorecidos através de um *feedback* positivo quando cada elemento dentro do sistema se torna autossuficiente, independente e eficiente do ponto de vista de obtenção de energia. A ideia de aceitar o feedback negativo converge com o Princípio 1 – observe e interaja – e trata de avaliar os sistemas com mal funcionamento para desenvolver as tecnologias. O filme *O Guerreiro do Lixo*, de 2008 mostra a trajetória do arquiteto

Michael Raynolds que defende a concepção de uma arquitetura experimental que possa ser posta à prova uma vez que certos sistemas podem ter um comportamento diferente do previsto devido a condições ambientais e de uso.

2.3.5 Princípio 5 – Use e valorize os serviços e recursos renováveis

Trata-se de usufruir de elementos naturais e renováveis que não envolvam consumo. Na arquitetura podemos exemplificar com o uso de vegetação para o sombreamento, o uso do banheiro seco como fonte de fertilizantes ou de tanques de evapotranspiração para cultivo de alimentos. Podemos citar também o uso da terra como material de construção quando proveniente das escavações feitas exclusivamente para a execução da obra.

2.3.6 Princípio 6 – Não produza desperdícios

Este princípio pode ser associado à arquitetura a diferentes etapas do ciclo de vida das edificações. A produção de resíduos no processo de fabricação dos materiais de construção, durante o processo de execução da obra, ao longo da vida útil da edificação e após a sua demolição, além de existir no transporte que permeia as etapas até a finalização das obras. Medidas como priorização de materiais locais, naturais ou reaproveitados e a implementação de sistemas que considerem os resíduos como recursos para novos processos podem ser utilizadas para que se atinja os objetivos deste princípio.

2.3.7 Princípio 7 – Design partindo dos padrões para chegar aos detalhes

O design a partir dos padrões da natureza tem como base o princípio 1, que considera a necessidade de observar o ambiente antes de qualquer intervenção. Trata-se de padrões formais que se repetem em diferentes manifestações da natureza, como concêntrico, radial ou espiralado que podem ser utilizados no planejamento de um terreno ou mesmo em formas arquitetônicas orgânicas. Chegar aos detalhes consiste em avaliar as soluções localmente, considerando aspectos sociais, ambientais e econômicos. Na arquitetura, o uso de padrões naturais pode ser expresso através de formas orgânicas.

2.3.8 Princípio 8 – Integre ao invés de segregar

Trata de planejar considerando-se a inter-relação entre os elementos do sistema e buscando que estas inter-relações sejam benéficas ou simbióticas. A permacultura sugere ainda que cada elemento tenha mais de uma função e que cada função seja suportada por mais de um elemento, intensificando o sistema e garantindo a sustentabilidade do mesmo caso uma parte do mesmo deixe de funcionar. Na arquitetura podemos exemplificar este princípio com o fogão a lenha, que além de servir para o preparo de refeições aquece os ambientes ou a água através do uso de serpentina. A função do preparo de alimentos pode ser suportada pelo fogão à lenha, um fogão a gás e um fogão solar.

2.3.9 Princípio 9 – Use soluções pequenas e lentas

As funções previstas no projeto permacultura devem partir de uma escala mínima de modo a demandar a quantidade disponível de energia, incluso a energia humana. A realização direta de tarefas está relacionada a este sistema, bem como a consolidação de serviços locais, evitando gastos energéticos com grandes deslocamentos. Especificamente na ACT, pode-se exemplificar este princípio relacionando à adição de certos estabilizantes como a cal, que se utilizados em maior quantidade do que a necessária, acaba por fragilizar as estruturas.

2.3.10 Princípio 10 – Use e valorize a diversidade

Este princípio está ligado a complexidade de formas e interações existentes na natureza. Produções agrícolas com maior diversidade são mais sustentáveis ao longo do tempo se comparadas a monoculturas, além de propiciar maior autonomia aos produtores. Está ligado também a diversidade cultural e, na visão da permacultura, defende-se a ideia de criar novos núcleos a partir de elementos herdados da natureza e da cultura. Em relação a ACT esta ideia pode estar ligada a difusão de tecnologias não antes utilizadas no local que, uma vez adaptadas, podem gerar interações benéficas com o entorno a partir da adequação climática e interação social.

2.3.11 Princípio 11 – Use as bordas e valorize os elementos marginais

Princípio inspirado nas bordas existentes entre os sistemas ecológicos, que contêm maior fertilidade e quantidade de nutrientes como, por exemplo, o encontro da água doce com a água salgada. Exemplos de planejamento para locais de cultivo de alimentos na permacultura constantemente tem o desenho orgânico que aumenta as bordas dentro de uma área determinada, levando, gerando diversos microclimas em um pequeno espaço e aumentando a eficiência dos sistemas. As vedações externas em uma edificação podem ser consideradas bordas que tem capacidade de contribuir com o conforto térmico.

2.3.12 Princípio 12 – Use criativamente e responda às mudanças

Este princípio pode estar relacionado a um projeto que já preveja as mudanças, e na prática produtiva da permacultura um dos exemplos é o aceleração da sucessão das florestas. Também se relaciona a estar adaptável a mudanças não previstas. Na arquitetura podemos relacioná-lo a previsão de edificações flexíveis que possam ter vários usos e se adaptar às transformações sociais do espaço. Um projeto de edificação que preveja a construção em etapas pode viabilizar economicamente a execução, respondendo a urgências relacionadas à moradia. Ressalta-se que mudanças rápidas e em pequena escala podem contribuir para a estabilidade do sistema em sua escala mais ampla.

2.4 MÉTODOS PARA A AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM EDIFICAÇÕES

O desempenho relativo à sustentabilidade ambiental, social e econômica das edificações pode ser avaliado com suporte de métodos comerciais ou acadêmicos.

Os primeiros métodos para a avaliação da sustentabilidade em edificação surgiram na década de 1990 nos EUA, no Canadá e em países europeus. Estes eram, então, baseados no conceito de análise do ciclo de vida. Contemplavam somente a dimensão ambiental da sustentabilidade, uma vez que seus países de origem já haviam conquistado níveis aceitáveis de qualidade de vida, igualdade social e distribuição de riquezas – a custo da degradação ambiental (SILVA, SILVA e AGOPYAN, 2003).

A temática relativa aos métodos de avaliação da sustentabilidade em edificações é amplamente discutida no âmbito acadêmico, mas também permeia a esfera comercial e de serviços relativa à construção civil. Estes métodos de avaliação da sustentabilidade podem, portanto, auxiliar em questões de projeto, mesmo que o objetivo final não seja, necessariamente, a certificação (VASCONCELOS, 2014).

Os métodos voltados ao mercado são de uso mais simples por parte dos projetistas e estão, geralmente, vinculadas a alguma certificação de desempenho. As ferramentas desenvolvidas no âmbito acadêmico têm como objetivo desenvolver uma metodologia com embasamento científico que possa ser desenvolvida, adaptada a diferentes contextos e servir como base para o desenvolvimento de novos sistemas (SILVA, SILVA E AGOPYAN, 2003).

Cada ferramenta, selo ou certificação que avalia a sustentabilidade em edificações é desenvolvido de acordo com as características de seu país de origem, levando em consideração critérios que vão desde ferramentas para o projeto até técnicas de APO.

Illankoon et al (2017) realizaram uma análise comparando oito métodos para a certificação para a sustentabilidade em edificações. A abordagem foi detectar quais os âmbitos da sustentabilidade – ambiental, social e econômico - contemplados pelos métodos de avaliação e a participação de cada um. O gráfico da Figura 5 demonstra o resultado dessa análise que mostra a predominância da sustentabilidade ambiental.

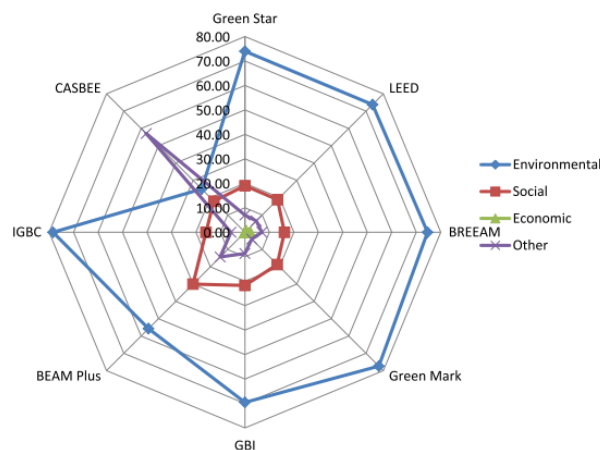


Figura 3: Pontuação em cada âmbito da sustentabilidade (Illankoon et al, 2017).

O âmbito social vem em segundo lugar, com participação em torno de 20%, mas os autores questionam os aspectos contemplados em relação a sustentabilidade social. Nestes selos, a sustentabilidade social é focada na saúde e no bem-estar; entretanto, poderiam ser ampliados a outros temas tais como sentimentos humanos associados à segurança, satisfação, conforto, contribuições como desenvolvimento de habilidades, saúde, conhecimento e motivações (ILLANKOON *et al.*, 2017). Já o âmbito econômico é considerado apenas no LEED. Em relação a este, ressalta-se o alto custo das edificações sustentáveis, o que é um desafio para o desenvolvimento das mesmas, e o fato de o âmbito econômico ser ignorado pelos sistemas de avaliação é uma barreira a mais para o desenvolvimento desse aspecto nas edificações sustentáveis (ILLANKOON *et al.*, 2017).

De acordo com López *et al.* (2019), existem mais de 600 métodos para a avaliação da sustentabilidade em edificações. Entre estes, os autores estudaram 101 métodos. Dividiram os métodos em três grupos. O grupo I – Sistemas para a avaliação da sustentabilidade em edificações, acessa o nível de sustentabilidade em edificações e classifica e certifica a edificação baseada em uma série de parâmetros e categorias. Estes sistemas acessam ampla gama de critérios para a sustentabilidade; o grupo II – Padrões para edificações sustentáveis, determina um padrão mínimo de performance que é usualmente considerado como sinônimo de boas práticas. Avaliam geralmente a etapa de uso das edificações e, particularmente, os aspectos referentes à eficiência energética, desconsiderando outros aspectos ambientais, culturais e econômicos. O grupo III – Ferramentas para a avaliação, não está vinculado a certificações, mas são ferramentas de suporte a outros métodos para o projeto sustentável.

Dos 101 métodos selecionados, foi realizada uma análise comparativa entre 36 deles. Estes foram selecionados de acordo com o total de área construída certificada. Nesta análise comparativa foram consideradas as seguintes variáveis: os critérios designados para cada categoria – já citadas no Quadro 2; as fases do ciclo de vida da edificação abordadas por cada método; tipos de projeto avaliados.

Os autores constataram que os aspectos energéticos e de qualidade do ambiente interno são abordados em todos os métodos. O que leva à conclusão de que estes são os aspectos de maior influência e de mais fácil acesso se comparados aos aspectos concernentes às esferas social e econômica. Os autores concluíram que os métodos mais representativos são o LEED (grupo I); *Passivehaus* (grupo II) e o ATHENA (grupo III). Finalmente destacam a ferramenta Level(s), não se encaixa em nenhum desses três grupos e será descrito no item 2.4.6.

A seguir são listados alguns métodos brasileiros e internacionais de avaliação da sustentabilidade que foram analisados, descritos ou desenvolvidos por Silva (2003), Silva, Silva e Agopyan (2003), Librelotto (2005), Fundação Vanzolini (2007), Souza, Silva e Silva (2007), Carvalho (2009), Carvalho e Sposto (2012), GBC Brasil (2014); Hoffmann (2014), Kowaltowski

(2014); Vasconcelos (2014), Illakoon *et al.* (2017), Fastofski *et al.* (2017), Librelotto *et al.*, (2017), Mattoni *et al.* (2017), e López *et al.* (2019).

2.4.1 AQUA

O Processo AQUA (Alta Qualidade Ambiental) foi adaptado para a realidade brasileira a partir da ferramenta francesa HQE (*Haute Qualité Environnementale Dés Bâtiments*). É aplicado no Brasil pela Fundação Vanzolini (2007). A avaliação pode ocorrer em: (1) etapa de pré-projeto, projeto e execução, para edificações novas e reformas; ou (2) fase pré-projeto da operação e uso e fases operação e uso periódico (para edificações em uso). A avaliação é feita com base em 14 critérios divididos em quatro categorias, sendo elas: (1) eco-construção: relação com o entorno, escolha integrada de produtos, sistemas e processos da construção e canteiro de obras com baixo impacto ambiental; (2) gestão: gestão da energia, da água, dos resíduos e da manutenção; (3) conforto: conforto higrotérmico, acústico, visual e olfativo e (4) saúde: qualidade sanitária dos espaços, do ar e da água. Prioriza aspectos ambientais e engloba o baixo impacto do canteiro de obras, o que reflete nas condições de trabalho.

2.4.2 ATHENA

Este método foi criado no Canadá no ano de 2002 através do *Athena Sustainable Materials Institute*. Trabalha com dados e desenvolvimento de softwares para a análise do ciclo de vida em edificações e materiais de construção. Os dados incluem a pegada de carbono e declarações ambientais a respeito de produtos.

2.4.3 BREEAM

O BREEAM (*Building Establishment Environmental Assessment Method*) é uma ferramenta britânica que avalia os aspectos ambientais das edificações, por meio de checklist. Composto de indicadores de desempenho aos quais são atribuídos diferentes pesos. São eles: (1) gestão política e ambiental; (2) eficiência energética e emissões de CO₂; (3) transporte (emissões de CO₂ e localização); (5) consumo e eficiência no uso da água; (6) impactos, emissões e ciclo de vida dos materiais; (7) solo e ecologia; (8) gerenciamento do descarte dos resíduos; (9) controle de emissões de poluição; (10) inovações no campo da sustentabilidade. No Brasil existem edificações certificadas com esta ferramenta.

2.4.4 CASBEE

O CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*) foi desenvolvido no Japão e é baseado na análise do ciclo de vida. Avalia a esfera ambiental da sustentabilidade e relaciona a edificação com o entorno próximo a partir de um limite hipotético designado. O sistema avalia quatro áreas: (1) eficiência energética, (2) eficiência dos recursos, (3) meio ambiente local e (4) características ambientais externas. A avaliação é feita atribuindo-se a

pontuação de 1 a 5 para cada critério estabelecido, sendo a pontuação 5 a que representa a melhor performance.

2.4.5 GBC

GBC (*Green Building Challenge*) consiste um consórcio internacional que desenvolveu uma base comum para sua aplicação adaptável à diferentes realidades. O GBC Brasil oferece diferentes tipos de certificações: GBC Brasil Casa, GBC Brasil Condomínio, GBC Brasil Zero Energy e o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*). Criado nos Estados Unidos, inicialmente era voltado para edificações comerciais. O desempenho da edificação é avaliado ao longo de todo seu ciclo de vida sob a ótica da sustentabilidade ambiental.

No Brasil o LEED é desenvolvido pelo *Green Building Concil* (GBC). A certificação pode ser aplicada na fase de projeto ou em edificações existentes. Oito áreas são analisadas, sendo: (1) localização e transporte, (2) espaço sustentável, (3) eficiência do uso da água, (4) energia e atmosfera, (5) materiais e recursos, (6) qualidade ambiental interna, (7) inovação e processos e (8) créditos de prioridade regional (GBC Brasil, 2014).

O método do LEED é constituído de um checklist. Em cada área analisada existem os pré-requisitos e os créditos. Os créditos são sugestões que, se atendidas, adicionam pontos para a edificação avaliada. Quanto maior a pontuação, melhor a classificação, que é dividida em quatro níveis: certificado, *silver*, *gold* e *platinum* (KOWALTOWSKI et al, 2013; GBC Brasil, 2014).

2.4.6 Level (s)

Trata-se de uma estrutura europeia para edificações sustentáveis desenvolvida a partir de uma ampla pesquisa entre a indústria e o setor público. Aborda muitos aspectos da sustentabilidade ao longo de todo o do ciclo de vida da edificação e introduz o conceito de economia circular e de adaptação das edificações a mudanças climáticas. É uma ferramenta aberta e os manuais relacionados ao uso de cada indicador estão disponíveis para download no *website* de modo a torná-los amplamente acessíveis.

2.4.7 MASP-HIS

O MASP-HIS, é um método brasileiro proposto por Carvalho e Sposto (2012), com a finalidade de avaliar habitações de interesse social no Brasil. Para a otimização do processo foi desenvolvida uma ferramenta denominada PROMASP-HIS. De acordo com as autoras, os sistemas de avaliação da sustentabilidade geralmente trazem um enfoque predominante no âmbito ambiental, negligenciando os aspectos socioculturais e econômicos e o MASP-HIS foi desenvolvido para preencher esta lacuna (CARVALHO e SPOSTO, 2012).

O sistema foi criado considerando os aspectos comumente presentes em métodos de avaliação da sustentabilidade, mas abrangendo âmbitos sociocultural, econômico e ambiental de forma igualitária. Os indicadores para a avaliação de cada um dos âmbitos da sustentabilidade foram

selecionados para o contexto dos projetos de habitações de interesse social (HIS) com ênfase no sistema construtivo a empregar. Para cada indicador, existe um determinado número de temas que podem ser avaliados a partir de respostas “sim” ou “não”. O peso de cada um dos três âmbitos é o mesmo a partir do uso de uma equação que divide a quantidade de respostas “sim” (QS) pela quantidade total de respostas presentes naquela categoria (QT).

Uma das vantagens do MASP-HIS é apresentar em um único índice os âmbitos ambientais, socioculturais e econômicos de uma edificação possibilitando, desta forma, um direcionamento para a melhoria do desempenho partindo-se da etapa de projeto, através do aprimoramento dos âmbitos que tenham índice de menor valor. Para que se tire proveito dessa vantagem, entretanto, é necessária uma análise cuidadosa de cada um dos índices parciais de modo a encontrar os pontos que podem comprometer os resultados. O MASP-HIS possibilita a inserção de subcategorias para a avaliação das edificações, com base nas formulações adotadas ao método. Além disso, a ferramenta criada para a avaliação (PROMASP-HIS) permite que estas novas subcategorias sejam adicionadas com facilidade (CARVALHO e SPOSTO, 2012).

2.4.8 Modelo ESA Edifício

O Modelo ESA Edifício foi desenvolvido a partir do Modelo ESA que visa avaliar a sustentabilidade em empresas atuantes na construção civil. Trata-se de um modelo dinâmico que permite a gestão da sustentabilidade. O método enfatiza a inserção da edificação no contexto urbano e a influência disso no desempenho da sustentabilidade e avalia a edificação de forma qualitativa a partir do cumprimento ou não dos indicadores apontados (LIBRELOTTO, 2005; LIBRELOTTO et al, 2017).

2.4.9 Procel Edifica

O método Procel Edificações foi desenvolvido no âmbito do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e propõe uma classificação para o nível de eficiência energética aliado ao conforto ambiental das edificações. Esta classificação é feita de acordo com nível de eficiência em uma escala de A (mais eficiente) a E (menos eficiente), e a edificação recebe, então, um selo de acordo com a mesma. Recomenda-se que o selo seja aplicado desde o processo de projeto com a finalidade de obter melhores resultados, mas o Procel Edificações pode ser aplicado também em etapa de uso (PROCEL, 2006; HOFFMANN, 2013).

2.4.10 Passivhaus

Desenvolvido na década de 1990 pelo *Passivhaus Institut* na Alemanha, é focado na questão da eficiência energética em edifícios a partir de estratégias bioclimáticas passivas. Determina limites para os gastos energéticos nas edificações. Os princípios da Passivehaus incluem: isolamento térmico das vedações, esquadrias passivehaus, estratégia de ventilação adequada, estanqueidade e redução das pontes térmicas.

2.4.11 Selo Casa Azul

O Selo Casa Azul, da Caixa Econômica Federal, foi criado com a intenção de fortalecer os âmbitos social e econômico, considerando a importância dos mesmos em países em desenvolvimento. O selo disponibiliza um manual para sua aplicação e avalia seis categorias: (1) qualidade urbana, (2) projeto e conforto, (3) eficiência energética, (4) conservação de recursos materiais, (5) gestão da água e (6) práticas sociais. Cada uma dessas categorias tem uma série de subitens, somando um total de 53 critérios de avaliação, sendo alguns facultativos e outros obrigatórios (CARVALHO E SPOSTO, 2012).

O selo é obtido de acordo com o cumprimento ou não dos critérios definidos pelo instrumento. O cumprimento de cada critério é avaliado de acordo com os indicadores estabelecidos. O empreendimento pode obter três graduações: bronze, prata e ouro, sendo a classificação ouro a mais sustentável. Para ser classificado como bronze, basta atender aos requisitos obrigatórios; para prata, é necessário atender aos obrigatórios mais seis itens facultativos. E para ouro, deve-se atender aos itens obrigatórios e mais 12 itens de livre escolha (CAIXA, 2010).

2.4.12 Projeto Versus

O Projeto Versus – Conhecimento Vernáculo para a Arquitetura Sustentável - foi desenvolvido com a liderança da Escola Superior de Gallaecia (Portugal) em parceria com a *École Nationale Supérieure d'Architecture* de Grenoble (França), *Universitat Politècnica de València* (Espanha) *Università degli Studi de Firenze* (Itália), e *Università degli Studi de Cagliari* (Itália). O Projeto Versus utiliza princípios da arquitetura vernácula para estabelecer estratégias para a sustentabilidade nas edificações. Seus dois objetivos principais são: (1) reconhecer o patrimônio vernáculo, seus valores e qualidades, focando no seu valor histórico, o que pode contribuir para a sustentabilidade nas edificações contemporâneas e (2) disseminar princípios, estratégias e técnicas e adaptá-las de modo a responder às necessidades atuais em termos de cultura, identidade, qualidade e meio ambiente (CORREIA, DIPASQUALE e MECCA, 2015).

Também é intenção do Projeto Versus apresentar um método de fácil interpretação e simples aplicação que possa ser utilizado de forma autônoma e com diversas possibilidades de implementação.

Metodologicamente, propõe a realização de uma análise conceitual do patrimônio vernáculo de modo a fornecer conhecimentos operacionais que possam ser aplicados na arquitetura contemporânea. O gráfico da Figura 5 mostra, por um lado, o processo de desenvolvimento dos conceitos de sustentabilidade e por outro, o processo de aplicação desses conceitos. Partindo-se do círculo superior 1 (soluções vernáculas / soluções contemporâneas) em sentido horário chega-se ao círculo 2 (objetivos e necessidades gerais). Estes levam à consolidação dos princípios e estratégias

propostos pelo projeto (círculo 3). Passando então pelas condições geográficas alcança-se o círculo 4 que define objetivos e estratégias específicos.



Figura 5: Processo para concepção e uso dos princípios e estratégias do Projeto VerSus. Fonte: Correia, Dipasquale e Meca, 2015.

A partir dessa análise, foi desenvolvido um sistema com quinze princípios de sustentabilidade passíveis de aplicação à arquitetura na atualidade. Adota-se um conceito de sustentabilidade holístico, transversal e multidisciplinar. Trata-se a sustentabilidade dentro dos âmbitos ambiental, sociocultural e socioeconômico. Para cada um dos três âmbitos, foram desenvolvidos os objetivos, necessidades e questões-chave. A partir destes, foram identificados quinze princípios distribuídos de forma igualitária, conforme a Figura 7.

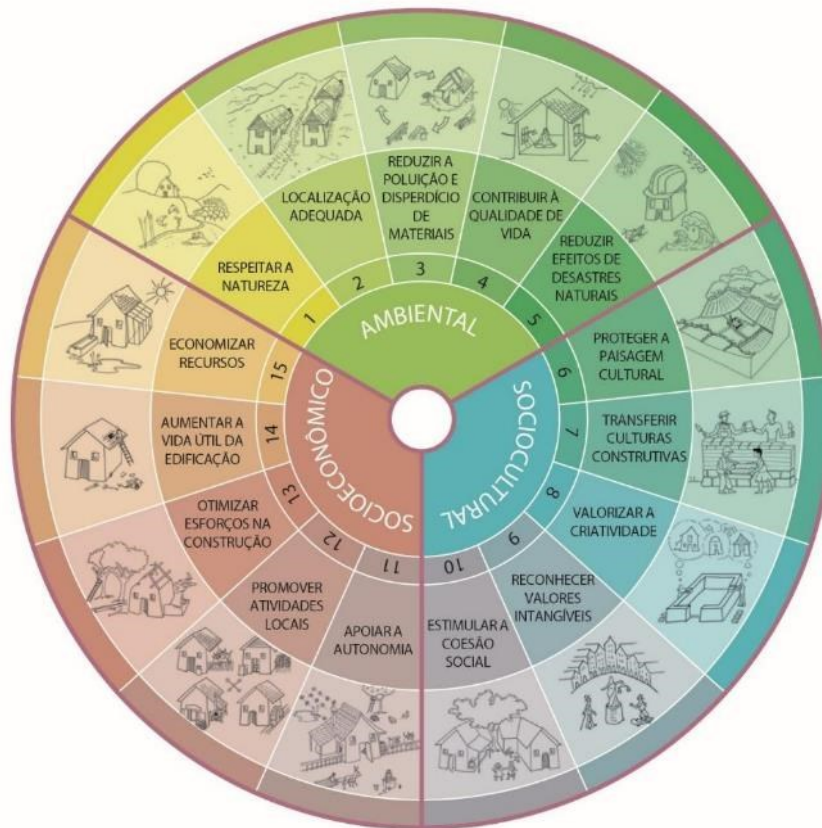


Figura 6: Princípios e estratégias para a sustentabilidade na arquitetura de acordo com o Projeto VerSus (Adaptado de GUILLAUD et al, 2014). Tradução da autora

Cada princípio é composto por cinco estratégias da arquitetura vernacular que podem ser aplicadas ao projeto de arquitetura contemporâneo. No total são 75 estratégias. A seguir cada âmbito será conceituado e seus princípios e estratégias, descritos (CORREIA, DIPASQUALE e MECCA, 2015; GUILLAUD et al, 2014).

Os princípios 1 a 5 estão associados à sustentabilidade ambiental. Diz respeito à capacidade humana de reduzir ou mesmo evitar impactos ambientais negativos; à habilidade humana de compensar as consequências das ações artificiais no meio ambiente; às características bioclimáticas locais; à preservação da saúde humana e à capacidade de controlar riscos relativos a desastres naturais.

O primeiro princípio no âmbito ambiental é respeitar a natureza ou respeitar o contexto ambiental e a paisagem⁸. As estratégias consistem em escolher apropriadamente o local; minimizar o impacto das intervenções; assegurar condições para regeneração do local; integrar a edificação com a morfologia do ambiente e entender as características do local. Ao princípio estão associados os conceitos de integração da edificação com o meio, harmonia, biodiversidade, intervenção mínima, a regeneração.

⁸ O termo respeitar a natureza, citado por Guillaud *et al.* (2014), abrange o respeito ao contexto ambiental e a paisagem, segundo Correia, Dipasquale e Meca (2015).

O segundo princípio trata de tirar benefícios dos recursos naturais e climáticos, ou seja, trabalhar com a natureza a favor da edificação. As estratégias consistem em escolher a orientação adequada da edificação; considerar a hidrografia e gerir os recursos hídricos; localizar as edificações de modo a tirar proveito da topografia; incorporar sistemas de aquecimento solar passivo no projeto da envoltória e tirar proveito da inércia térmica do solo. A este princípio estão vinculados conceitos de arquitetura bioclimática, considerando-se topografia, geologia, orientação, inércia térmica do solo, quebra ventos, adaptação ao clima e aos corpos d'água.

O terceiro princípio trata de reduzir a poluição e o desperdício de material. Este princípio integra estratégias vinculadas aos materiais de construção e à eficiência energética das edificações. As estratégias consistem em consumir materiais disponíveis no local; usar de materiais reciclados e recicláveis; reduzir perdas térmicas; usar de recursos energéticos disponíveis, planejar a manutenção e aumentar a durabilidade da edificação. Estão vinculados a este princípio conceitos de reuso, renovação, reciclagem, materiais pouco transformados, redução do uso de máquinas, redução no transporte.

O quarto princípio trata de contribuir com a saúde e bem-estar humanos. As estratégias consistem em alcançar temperatura e umidade do ar nos ambientes internos a níveis aceitáveis; assegurar ventilação natural adequada; garantir iluminação natural e radiação solar adequadas; propiciar o aquecimento solar passivo e evitar materiais tóxicos. Ao princípio estão associados conceitos de saúde nas edificações e de conforto ambiental.

O quinto princípio trata de reduzir os efeitos de desastres naturais. As estratégias consistem em propiciar um guia prático para prever e mitigar riscos; desenvolver edificações resistentes e flexíveis; considerar os riscos específicos do local; integrar medidas técnicas e comportamentais para reduzir a vulnerabilidade; incorporar estratégias pós-desastre. Ao princípio estão associados conceitos de aerodinâmica, quebra ventos e barreiras para a água.

O âmbito da sustentabilidade sociocultural é composto pelos princípios de 6 a 10. Trata-se do sentido de pertencimento, desenvolvimento pessoal e comunitário, da identidade; neste âmbito as características são mais relacionadas aos processos do que à realidade física.

O sexto princípio trata de proteger a paisagem cultural. As estratégias consistem em entender o valor e as dinâmicas do local; adotar técnicas de uso da terra que garantam a diversidade biológica; articular a organização espacial com as atividades produtivas; otimizar as características do solo e do microclima através de sistemas sustentáveis de gestão do solo; equilibrar as atividades produtivas com as características ambientais. Ao princípio estão associados conceitos de construção da paisagem, produção agrícola em encostas, terraços e vales cultiváveis, tanques e açudes, contenções.

O sétimo princípio trata de transferência de culturas construtivas. As estratégias consistem em permitir experiências práticas para facilitar conhecimento empírico; reconhecer o valor da

maestria e da memória construtiva; envolver as novas gerações nos processos construtivos; reconhecer o valor das atividades tradicionais; facilitar a participação da comunidade local nos processos de decisão. Ao princípio estão associados conceitos de memória construtiva, know-how, preservação da cultura, adaptação aos recursos locais, resposta às necessidades e evolução.

O oitavo princípio trata de incentivar a criatividade. As estratégias consistem em desenvolver a inteligência coletiva; encorajar a diversidade de sistemas construtivos; integrar influências de outras culturas construtivas; permitir a experimentação nas técnicas e processos construtivos e desenvolver tecnologia por meio de tentativa e erro. Ao princípio estão associados conceitos de testar novas tecnologias, diversidade de soluções, beleza e singularidade.

O nono princípio trata de reconhecer valores intangíveis. As estratégias consistem em transmitir valores culturais e história; incorporar rituais sociais; construir caráter comunitário e senso de lugar; reconhecer expressões simbólicas locais; considerar a construção e os processos produtivos como valores culturais. Ao princípio está associada a memória coletiva, memória cultural, conexão com o local, o sagrado, representações simbólicas, paz e bem-estar, história e mitologia.

O décimo princípio trata de encorajar a coesão social. As estratégias consistem em promover relações entre diferentes gerações; valorizar o desenvolvimento do bem-estar coletivo; estimular o engajamento e participação comunitária; encorajar locais para encontros comunitários; construir estruturas comuns e mercados. Associa-se a este princípio zonas de pedestres, integração da vizinhança, corresponsabilidade na manutenção das estruturas, locais públicos para atividades, serviços compartilhados.

O âmbito da sustentabilidade socioeconômica engloba os princípios de 11 a 15. Este, convencionalmente analisado com base em finanças e valores monetários, é levado para outra dimensão, quando visto sob a ótica da arquitetura vernácula, onde a ideia de custos está relacionada ao conceito de esforço quando existe o investimento de recursos não relacionados ao capital.

O décimo primeiro princípio trata de promover autonomia. As estratégias consistem em compartilhar recursos; utilizar materiais e recursos locais e acessíveis; promover o artesanato local; encorajar a produção local e estimular o empoderamento comunitário. Ao princípio estão associados conceitos de autossuficiência, integração da casa com as atividades produtivas, acesso à água, segurança alimentar.

O décimo segundo princípio trata de promover atividades locais. As estratégias consistem em reforçar sistemas de agricultura urbana e produção local de alimentos; reduzir deslocamentos; promover o uso coletivo dos espaços; incluir espaços para produção de atividades em escala urbana e arquitetônica e desenvolver produtos artesanais com recursos locais. Ao princípio estão associados conceitos de produção local, suprimento de energia, circuitos reduzidos para deslocamento.

O décimo terceiro trata de otimizar os processos construtivos. As estratégias consistem em otimizar o uso dos materiais, assegurar a escala adequada das edificações, assegurar simplicidade técnica dos sistemas construtivos, reduzir o transporte dos materiais e utilizar materiais pouco processados. Ao princípio estão associados conceitos de espaços multiuso, planejamento de obra em fases.

O décimo quarto princípio trata de estender a vida útil da edificação. As estratégias consistem em prever a substituição regular dos elementos construtivos; prever a erosão dos elementos construtivos; planejar a manutenção das edificações, projetar edificações flexíveis à alterações e ampliações; construir estruturas fortes e duráveis. Ao princípio estão associados conceitos de resistência dos materiais e adaptabilidade dos espaços.

O décimo quinto princípio trata de economizar recursos. As estratégias consistem em utilizar materiais recicláveis; promover a densificação; assegurar o suprimento de energias renováveis; desenvolver sistemas construtivos adequados às condições locais; assegurar sistemas de ventilação, aquecimento e iluminação naturais. Associa-se a este princípio a eficiência energética, energias renováveis, redução da energia incorporada e sistemas passivos para aquecimento e resfriamento das edificações.

Não havendo ainda chegado na fase de aplicação em maior escala, o Projeto VerSus gerou alguns resultados. Entre eles, duas conferências – *1st VerSus Project Conference*, realizada em associação a *International Conference and Annual Meeting of the Vernacular Architecture Scientific Commeetee of ICOMOS (CIAV2013)* e à *7ª Seminar of Earth Architecture in Portugal* e a *International Conference on Vernacular Heritage, Sustainability and Earthen Architecutre (VerSus 2014)*, realizada em associação ao *2nd Mediterranean Conference on Earthen Architecture (2º MEDITERRA)* e ao *2nd International Conference of Rammed Earth Conservation (2º ResTAPIA)*. Foram produzidos também diversos workshops, incluindo seis voltados a práticas com materiais naturais. As estratégias de disseminação das informações incluem um site e duas publicações, sendo uma delas um livreto traduzido em cinco idiomas e para download gratuito.

A partir do projeto VerSus surge o *VerSus + Heritage for People*. Trata-se de um projeto que faz parte do *Creative Europe Culture Programme*, com período de realização entre 2019 e 2023. A intenção deste projeto é disseminar os conceitos do VerSus afim de conscientizar a respeito das bases do patrimônio tangível e intangível para buscar uma arquitetura mais sustentável. Sua implementação será realizada primeiramente locais delimitados geograficamente. Foram eleitas para o projeto piloto a ilha de Formentera e as Ilhas Baleares. Estas contêm um patrimônio importante que se encontra em risco em resposta às demandas da sociedade contemporânea e pelo crescimento do turismo.

A implantação do *VerSus + Heritage for People* se desenvolve em quatro eixos, sendo (1) a contribuição do patrimônio vernáculo para a arquitetura sustentável; (2) artes e materiais; (3) Artesanato local e conhecimento construtivo tradicional e (4) Inovação na comunicação e disseminação das estratégias para uma crescente audiência. O público alvo inclui a população em geral, crianças e jovens, gestores locais, especialistas no campo da arquitetura e artistas e artesãos locais (MILETO et al, 2020).

2.4.13 Considerações sobre os métodos descritos

Em relação aos métodos descritos, percebe-se a predominância da esfera ambiental na avaliação das edificações, especialmente nos métodos internacionais. Em alguns casos, conforme já citado, a esfera ambiental influencia na social, como, por exemplo, no conceito de gestão do canteiro de obras. Nos métodos brasileiros, em especial o Selo Casa Azul e o MASP-HIS, a preocupação com as outras esferas é evidenciada, o que demonstra a adaptação dos mesmos à realidade local. Considera-se que esta adaptação à realidade brasileira seja de fundamental importância. Tanto o Selo Casa Azul quanto o MASP-HIS são voltados à avaliação da sustentabilidade em empreendimentos voltados à habitação de interesse social, o que é considerado de suma importância dentro do contexto brasileiro que tem a necessidade urgente de resolver questões de déficit habitacional e qualidade das edificações.

No projeto Versus, são consideradas diversas estratégias objetivas, mas são também incorporadas questões subjetivas que enfatizam a relação das pessoas com a edificação e também com a comunidade. Também são apontados critérios relacionados ao processo de construção das edificações e do grau de participação dos usuários durante esta etapa.

3 ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA

Este capítulo inicia com um panorama histórico da ACT que parte da origem do desenvolvimento e disseminação das técnicas no mundo até chegar no contexto de Santa Catarina. Explana-se a respeito das técnicas de construção com terra e de suas características relacionadas a três esferas da sustentabilidade: ambiental, sociocultural e socioeconômica. Explana-se a respeito das normas técnicas voltadas à ACT e, finalmente, associa características da ACT às atribuídas a arquitetura vernácula.

3.1 DAS ORIGENS À ATUALIDADE



Figura 7: Estrutura de madeira para ateliê em taipa de mão. Projeto e execução da autora. Caravelas, BA, 2017. Foto: autora.

De acordo com Houben e Guillaud (2008), as construções com terra foram originalmente desenvolvidas de forma independente em diferentes berços da civilização: nos vales dos rios Tigre e Eufrates, no crescente fértil do Nilo, nos vales do Rio Amarelo e do Rio Indo, regiões férteis que propiciaram o assentamento de grupos humanos. Nas Américas, estes autores trazem a informação de que civilizações pré-colombianas já construíam com terra desde 800 a.C., e que o uso do adobe data de 500 a.C. A partir destas informações, Houben e Guillaud (2008) mapeiam as origens e expansões de técnicas como a taipa de pilão, terra escavada, adobe e técnicas mistas (Figura 8). Segundo Torgal, Eiles e Jalali (2009), o uso da terra como material de construção surge entre 12.000 a.C. e 7.000 a.C e persiste até os dias atuais.

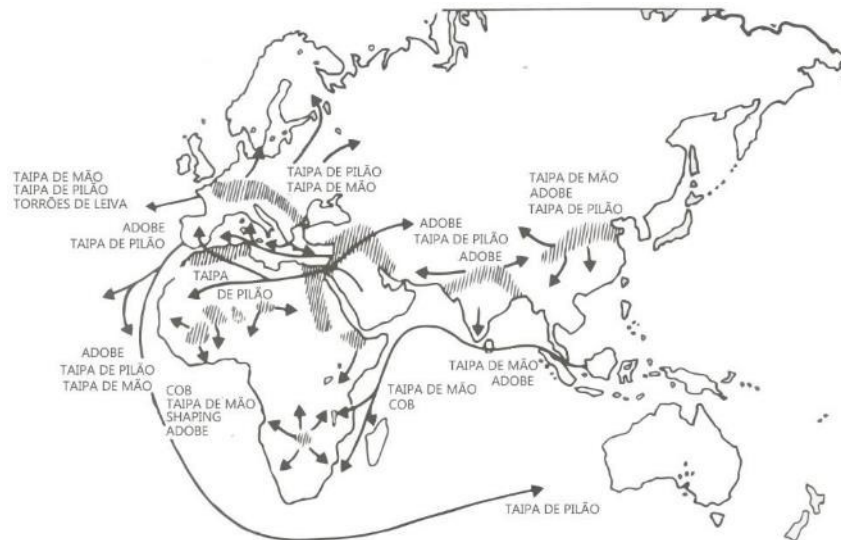


Figura 8: Disseminação das técnicas de construção com terra na Ásia, Europa e Oceania. Adaptado de Houben e Guillaud, 2008.

Os exemplos de construções com terra da antiguidade procedem de diferentes estudos. Minke (2006) cita ruínas no Turquistão datadas de 8.000 – 6.000 a.C.; abóbodas de um templo mortuário em Gourná, no Egito, feitas com adobe há 3.000 anos; a grande muralha da China que, segundo o autor, foi construída principalmente em taipa de pilão há 4.000 anos. Torgal, Eiles e Jalali (2009) complementam esta informação, afirmando que muitos dos trechos da muralha da China foram posteriormente revestidos com pedras.

Em relação ao continente americano (Figura 9), Cunha (2009) traz detalhes a respeito do sítio arqueológico do vale do Rio Supe, no Peru, feito com pedras assentadas com barro e quincha⁹. Este autor mostra também exemplos de técnicas mistas feitas em Angola. Cita ainda a taipa de pilão do vale do Rio Supe, no Peru, e traz detalhes sobre as ruínas de Chan Chan, feitas principalmente em adobe e ornamentadas em alto relevo, neste mesmo país. Torgal, Eiles e Jalali (2009) citam a pirâmide do sol, no México, feita com taipa de pilão. Também no México, Houben e Guillaud (2008) citam o sítio arqueológico de La Venta, no qual se destaca uma pirâmide construída em terra com 35 metros de altura. Torgal, Eiles e Jalali (2009) mostram ainda o povoado de Taos, no Novo México, edificado entre 1.000 d.C. e 1.500 d.C.

⁹ Termo espanhol para técnica mista similar a taipa de mão.



Figura 9: Disseminação das técnicas de construção com terra nas Américas. Adaptado de Houben e Guillaud, 2008.

Ainda na Figura 9, parte-se da informação que as técnicas de construção com terra foram trazidas ao Brasil pelos povos colonizadores e africanos. Entretanto, os exemplos mais antigos registrados de construções com terra são os abrigos indígenas escavados, encontrados desde o norte do Rio Grande do Sul até o sul de Minas Gerais. Existem divergências a respeito da data em que estes abrigos começaram a existir. De acordo com Weimer (2005), foram construídos no período entre 1750 a. C. até a data da chegada dos primeiros colonizadores na região. Segundo D'Ávila (2009), estes abrigos datam de 420 a.C. e são predominantes na região sul do Brasil, existindo até hoje como registros arqueológicos. Em Santa Catarina os abrigos subterrâneos são localizados principalmente na região de Campos de Lajes (ROGGE e BEBBER, 2013). Além do mais, os ranchos de torrão de leiva (MORGADO e COSTA, 2007) não se enquadram nas técnicas citadas por Houben e Guillaud (2008) na figura em questão, sendo, provavelmente, originários da região onde são encontrados.

Sabe-se que partir do período colonial são edificados diversos modelos arquitetônicos de terra no Brasil, sendo aplicadas as técnicas do adobe, taipa de pilão e taipa de mão. Deste período são encontrados exemplos que ainda cumprem com suas funções originais (PROMPT, 2012), como a igreja do Rosário e São Benedito em Cuiabá, construída em adobe em 1750; a Catedral Metropolitana de Campinas, inaugurada em 1883 (FARAH e CACHIONI, 2010) e o Museu José Antônio Pereira, em Campo Grande, construído em taipa de mão em 1873 (ZANONI et al, 2010) entre muitos outros exemplos.

Conceição (2012) estudou as influências da cultura indígena dos povos localizados na Ilha de Santa Catarina aos colonizadores. De acordo com o autor, a técnica da taipa de mão era muito utilizada por nativos do litoral brasileiro. Existem construções atuais com esta técnica edificadas por

indígenas da etnia guarani. É interessante observar a similaridade entre as casas guarani e casas tradicionais registradas em Angola (Figura 10).



Figura 10: À esquerda habitação indígena em Araquari - SC. Fonte: autora, foto de 2017. À direita edificação em Angola (CUNHA, 2009).

A partir do século XVIII, com a chegada dos açorianos, a taipa de mão passa a ser a principal contribuição da cultura indígena para a construção das moradias dos colonos. O imigrante açoriano teve forte influência da cultura indígena e que, em contrapartida, elementos da arquitetura colonial, como as janelas de madeira e telhas cerâmicas foram incorporadas aos poucos nas construções indígenas.

Kanan (2014) descreve habitações na Costa da Lagoa, Florianópolis, datadas do século XIX. Estas utilizavam a alvenaria de pedras nas paredes externas e em taipa de mão nas paredes internas. Além do mais, a terra era utilizada na argamassa de assentamento das pedras, no piso e os revestimentos eram feitos com argamassa de terra, areia e cal. A autora cita, ainda, a adição do sumo da babosa (*Aloe succotrina* e *Aloe vera*) como aglutinante para os revestimentos. Em Florianópolis, Lisbôa (2019) cita algumas construções históricas com o uso da terra: o núcleo histórico do Ribeirão da Ilha; o Palácio Cruz e Souza (1785) e a Casa do Vigário (anterior a 1750). Em todos os casos a técnica da taipa de mão foi aplicada em paredes internas.

Existem também documentações a respeito de construções com terra na colônia de Blumenau, edificadas entre 1850 e aproximadamente 1930 (KANAN, 2008). Os imigrantes alemães construíam em taipa de mão nesta região desde o princípio da colônia. Outro sistema construtivo bastante aplicado foi o enxaimel, composto de uma estrutura de madeira autônoma e vedações feitas com diversos materiais e técnicas, inclusive as com terra. Segundo a autora, foi mais comum o emprego da taipa de mão, cuja trama era feita de estais encaixados na estrutura enxaimel, para depois receber o preenchimento feito de terra argilosa com adição de palha ou outras fibras vegetais. Também existem exemplares de estruturas enxaimel vedadas com tijolos cerâmicos. Estes eram assentados com argamassa de terra e cal e recebiam rebocos com argamassa de terra e fibras. O acabamento era feito com caiçação e a pintura decorativa feita em *stencil* (KANAN, 2008). Algumas vezes, os tijolos eram utilizados nas paredes externas e as paredes internas eram feitas de taipa de

mão. Além da colônia de Blumenau, o uso da taipa de mão em estruturas enxaimel foi registrado nos municípios de Pomerode, Indaial, e Timbó (KANAN e POLLI, 2006).

Cabe destacar aqui o uso de outros materiais naturais usados historicamente na arquitetura catarinense, mesmo que não necessariamente aliados ao uso da terra. O exemplo do uso da pedra é difundido especialmente no caso do caminho das tropas na região da serra catarinense, onde este material era utilizado para a confecção de muros que delimitavam corredores¹⁰. Estes foram construídos por escravos entre os séculos XVIII e XIX e tinham como objetivo evitar a dispersão dos animais conduzidos pelos tropeiros. Outro exemplo documentado de taipas de pedra, também na região serrana, remonta ao início do século XX. Neste caso as estruturas serviam para confinar animais e delimitar propriedades¹¹.

A arquitetura em madeira tem também importância histórica no estado e tem origens no período de colonização por imigrantes alemães e italianos, entre outros, a partir de meados do século XIX, quando havia madeira de qualidade em abundância. Ainda que atualmente o uso da madeira possa ser associado a edificações de baixa renda ou baixa qualidade, existem exemplos históricos valorosos, e, além do mais, o estado possui atualmente uma importante economia de base florestal (BOGO, 2017).

Na atualidade, Prompt (2012) descreve nove edificações residenciais localizadas na região oeste de Santa Catarina, distribuídas em sete municípios, conforme apontadas na Figura 12. O levantamento relatado por Prompt consiste na análise das edificações identificando os processos de projeto e obra. Foram analisados os erros de execução das técnicas, a adequação das residências ao modo de vida das famílias, com foco na técnica aplicada e na funcionalidade das edificações e a adequação cultural. Algumas das edificações estudadas estavam ainda em obras; outras haviam sido concluídas há no máximo um ano. As edificações analisadas eram todas privadas, localizadas em propriedades rurais familiares.

¹⁰ Fonte: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/976/>, acesso em 09 de agosto de 2020.

¹¹ Fonte: <https://www.espacoarqueologia.com.br/remanescentes-de-taipas-sao-reconhecidos-como-locais-de-interesse-historico-cultural/>, acesso em 09 de agosto de 2020.

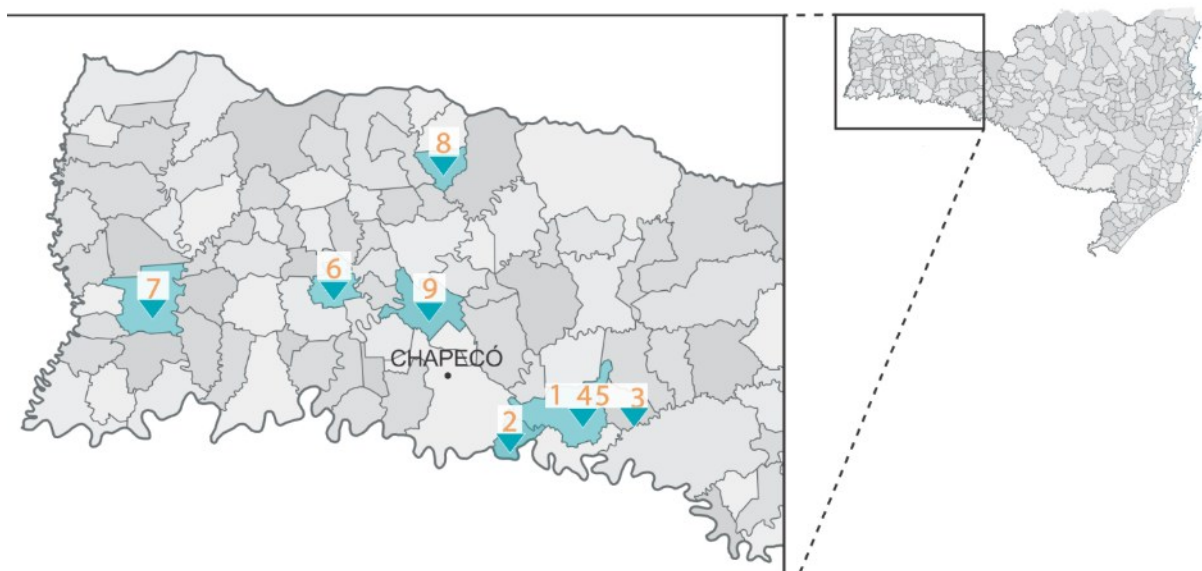


Figura 11: Localização das edificações analisadas em Prompt (2012) no Oeste Catarinense.

O processo de disseminação das técnicas de construção com terra na região também foi analisado no trabalho. O mesmo ocorreu entre um grupo de famílias vinculadas a uma cooperativa de crédito para a agricultura familiar cuja maioria obteve financiamento para a construção de suas casas pelo extinto Programa Social de Habitação (PSH). O recurso era disponibilizado através da cooperativa, que admitia o uso de técnicas de construção com terra e outros materiais naturais. A ideia da construção com terra foi proposta por um grupo de agricultores vinculados a práticas agroecológicas e permaculturais, ou seja, dentro de um contexto de busca pela sustentabilidade nas propriedades rurais. Assim sendo, para a construção da primeira casa financiada pelo PSH, foi proposto um ciclo de oficinas cujo objetivo era divulgar as técnicas de construção com terra. Consistiam em oficinas práticas onde foram construídas paredes de terra ensacada, fabricados e assentados blocos de terra compactada (BTC) e realizados revestimentos à base de terra. A partir desses eventos, outras famílias mostraram-se interessadas em empregar as técnicas apresentadas para a construção de suas moradias e outras experiências foram se consolidando. A Figura 12 mostra uma visão geral das edificações mapeadas e estudadas.



Figura 12: Edificações mapeadas no Oeste Catarinense (PROMPT, 2012). Das nove edificações avaliadas somente uma (número 1) não foi financiada pelo PSH.

Prompt (2012) verificou a adequação das técnicas empregadas ao seu contexto. Um fator interessante foi o da mão de obra. A maior parte dos casos foi de autoconstrução, em que a família foi a principal executora, sendo contratados trabalhadores externos à propriedade em situações pontuais como, por exemplo, a estruturação da cobertura ou a execução de uma parede de pedras. A autoconstrução é considerada coerente dentro do contexto da agricultura familiar, uma vez que é cultural o trabalho voltado à melhoria da propriedade. Além do mais, as famílias se apropriaram das técnicas, sendo capazes de trazer soluções diante de obstáculos encontrados. Um fator determinante, entretanto, foi a rede de relações constituída entre as famílias, que propiciou troca de conhecimentos técnicos e de mão de obra.

A partir do seu estudo, Prompt (2012) constatou a necessidade de ampliar o conhecimento a respeito da ACT para além da região oeste.

3.2 TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO COM TERRA

Houben e Guillaud (2008) dividem as técnicas de construção com terra de acordo com os métodos construtivos: técnicas monolíticas, em alvenaria e estruturadas. Santos (2015) fez a livre tradução do gráfico criado pelos autores (Figura 15). Neves e Faria (2011) descrevem algumas das técnicas de construção com terra – adobe, abóbodas de terra, bloco de terra comprimida (BTC), taipa de pilão e técnicas mistas. Estes autores afirmam que “diversos sistemas construtivos usam a terra

como material de construção. A escolha pelo sistema está diretamente ligada ao tipo de solo disponível e a cultura construtiva de cada região”. Assim sendo, torna-se necessário conhecer as opções existentes. A seguir será feita uma breve descrição de algumas delas.

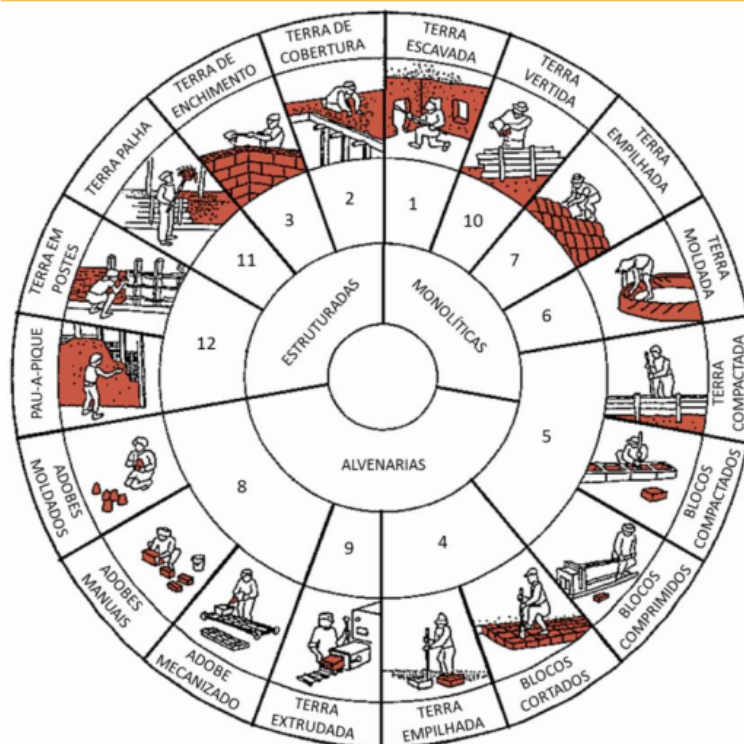


Figura 13: Técnicas de construção com terra. Fonte: (SANTOS, 2015 apud Houben e Guillaud 2008).

Taipa de pilão (Figura 14): consiste no enchimento de formas com camadas de terra de 10 a 15 cm de espessura, compactadas com um pilão. A compactação pode ser manual ou mecânica. As fôrmas utilizadas para a confecção da taipa de pilão podem ser feitas de diversos materiais. Trata-se de uma técnica monolítica capaz de compor paredes estruturais. Neves e Faria (2011, p. 48) descrevem alguns cuidados no desenho de edificações de taipa de pilão em relação ao planejamento estrutural e à proteção contra a ação direta da água.

Adobe (Figura 15): blocos de terra moldados e secos naturalmente. Os adobes podem ser modelados manualmente ou então moldados em fôrmas de madeira. Quando utilizadas as formas, o enchimento pode ser feito de modo manual ou mecanizado (HOUBEN e GUILLAUD, 2008). Em seguida é desenhado e dá-se início ao processo de secagem durante o qual são virados periodicamente. O assentamento dos adobes deve ser feito preferencialmente com o mesmo material utilizado para a sua confecção, o que traz excelente liga entre as fiadas da alvenaria.

Taipa de mão: A taipa de mão é considerada uma técnica mista, pois utiliza tanto a terra quanto a madeira em sua composição (NEVES e FARIA 2011). Consiste na construção de uma estrutura de madeira na qual é aplicada a terra. A terra deve estar em estado plástico e é comum a adição de fibras vegetais. É uma técnica de vedação de paredes, ou seja, é necessário ter uma estrutura

principal da casa e uma trama previamente construída. Sobre esta trama será colocada o barro. Uma das vantagens desta técnica é que se pode estruturar e cobrir a edificação, para depois preencher a trama com barro (Figura 16).

Solo-cimento (Figura 17): consiste em uma mistura úmida de terra arenosa com uma fração de cimento. A proporção de cimento e terra varia de acordo com as características da terra. Esta mistura quando prensada adquire resistência e durabilidade, podendo ser utilizada em vários elementos da construção. Um dos modos mais comuns de emprego do solo-cimento são os blocos de terra comprimida (BTC), reconhecidos no Brasil como tijolos de solo-cimento (PROMPT, 2012).

Cob: de acordo com Santos (2015) a denominação cob se refere a técnica de construção cujas paredes são levantadas manualmente sem formas ou moldes. Consiste em misturar terra, areia e palha e moldar as paredes manualmente. É uma técnica escultórica que permite a construção de elementos orgânicos (Figura 18).

Terra ensacada: Santos (2015) define a terra ensacada como toda técnica que utiliza sacaria como fôrma para a terra antes, durante e depois da mesma ser compactada. Consiste em preencher os sacos com a terra e compactá-los fiada por fiada. De acordo com Silveira e Prompt (2011) trata-se de uma técnica de baixo impacto ambiental, mas que demanda grandes volumes de terra devido à necessidade de compactação e espessura da parede (Figura 19).



Figura 14: Execução de edificação em taipa de pilão.
Fonte: Al Borde Arquitectos.



Figura 15: Adobe do tipo africano. Acervo autoral.



Figura 16: Habitação rural com vedações em taipa de mão.
Fonte: Acervo autoral.



Figura 17: Edificação com uso de BTC estrutural.
Fonte: Ecoblocos.



Figura 18: Interiores de uma casa de COB. Fonte: I Love Cob.



Figura 19: Oficina de construção com terra ensacada. Fonte: Acervo autoral.

3.3 ACT E A SUSTENTABILIDADE

A fim de caracterizar a ACT e compreender seu estado da arte, adota-se como guia os três âmbitos da sustentabilidade sugeridos pelo Projeto Versus: ambiental, sociocultural e socioeconômico. Desta forma o tema é desenvolvido com foco no objetivo da pesquisa.

3.3.1 Aspectos ambientais

Uma das características atribuídas à ACT é o seu baixo impacto ambiental. A terra é o material mais abundante que existe. Aproximadamente 74% da crosta terrestre é constituída de terra adequada para a construção (DETHIER, 1982). Ainda que determinados tipos de terra necessitem de estabilização para uma aplicação eficaz s, existem inúmeras soluções para viabilizar a construção de edificações com terra, de acordo com as demandas necessárias.

A terra é também um material com potencial de reciclabilidade, ou seja, pode ser reutilizado após a demolição das edificações ou, dependendo do tipo de estabilização utilizada, reintegrado ao meio ambiente. Na maior parte das vezes, a reintegração pode ser feita sem prejuízos ao meio ambiente mesmo quando a terra é estabilizada com aglomerantes, devido à baixa porcentagem destes (MAIA, 2016).

Além do mais, a energia incorporada é baixa se comparada a outros materiais de construção, uma vez que a preparação da terra para aplicação na edificação envolve basicamente a remoção da camada orgânica superficial (TORGAL, EILES e JALALI, 2009, p. 161). Na atualidade, com o desenvolvimento da ACT em ambientes urbanos, adiciona-se a este esforço o transporte da terra até o terreno (PROMPT, 2016). Sistemas construtivos com uso de materiais naturais podem reduzir em até 50% a energia incorporada das edificações (SERRANO, GRACIA e CABEZA, 2016).



Figura 20: Habitação unifamiliar em contexto urbano descrita em Prompt, 2016. Fonte: Acervo autoral.

A terra, por ser um material poroso, pode absorver e liberar o vapor d'água. Estudos que compararam paredes de adobe com as de pedra, madeira e tijolos cerâmicos demonstraram que a capacidade higrotérmica da terra é superior à desses outros materiais. A terra tem, portanto, a capacidade de equilibrar a umidade do ar, fator que influi no bem-estar dos usuários (MINKE, 2011)

Liuzzi et al. (2013) realizaram um estudo comparativo para compreender a capacidade térmica de três tipos de terra argilosa estabilizadas com cal em clima mediterrâneo. O objetivo desse estudo foi verificar qual dos compostos, utilizado como uma placa de revestimento interno,

proporcionaria maior equilíbrio da umidade em um ambiente. Dos três tipos de terra, dois apresentaram maior capacidade higrotérmica após a adição da cal. Os autores verificaram também que o uso da cal diminui em até 30% a condutividade térmica das terras estudadas. Este estudo contribuiu com a compreensão do comportamento da terra como material de construção, mas também serviu de alerta para a ampla gama de especificidades que se pode encontrar entre a diversidade de tipos de terra, as tantas opções de aditivos e os diferentes climas.

Outra vantagem ambiental que paredes de terra podem apresentar é um desempenho térmico que resulta a eficiência energética das edificações. Paredes de taipa de pilão têm resistência térmica mais elevada quando executadas com maiores espessuras. Serrano, Gracia e Cabeza (2016) realizaram um experimento comparando paredes de taipa de pilão com 29 cm de espessura em comparação a sistemas convencionais compostos de tijolos cerâmicos e placas de gesso¹² (Figura 21), por meio da construção de protótipos cúbicos. Apesar de a taipa de pilão apresentar pouca eficiência, o uso de um isolante térmico externo à base de terra argilosa e palha comprovou ser bastante eficaz em diminuir as oscilações de temperatura interna, bem como no aumento da eficiência energética, com redução do consumo de ar condicionado.



Figura 21: Experimento comparativo entre paredes de taipa de pilão e vedações convencionais em alvenaria. Fonte: Serrano, Gracia e Cabeza (2016).

Os estudos de Serrano, Gracia e Cabeza (2016) e de Liuzzi et al. (2013) fizeram uso de softwares de simulação para desempenho térmico das edificações, o que demonstra que técnicas de construção com terra podem ser avaliadas da mesma forma que materiais industrializados ou padronizados.

A experiência empírica da autora desta tese inclui acompanhamento de obras e cursos com uso de ACT desde 2003. A formação complementar em permacultura presenciou a ampla difusão da ideia de que as casas de terra eram “fresquinhas no verão e quentes no inverno”. No entanto, dois casos de desconforto térmico por excesso de calor foram relatados pelos usuários. Um deles na casa em Paial, no Oeste Catarinense (PROMPT, 2012) e o outro na Base de Apoio da Reserva Biológica (REBIO) Piratuba (Figura 24), em Cutias do Araguari – AP (SILVEIRA E PROMPT, 2011). Não existem estudos a respeito deste comportamento nas edificações, mas se constatou a falta de

¹² Foram elaborados cinco protótipos, sendo duas variações com taipa de pilão e três com sistemas convencionais.

ventilação cruzada em todos os ambientes, que é uma das diretrizes propostas pela NBR 15.220 (ABNT, 2005).



Figura 22: Base de apoio da REBIO Piratuba, construída com terra ensacada, taipa de mão e painéis de serragem com solo-cimento. Fonte: Acervo autoral.

Maia (2016) realiza uma abordagem holística a respeito do conforto em ACT e defende a necessidade de avaliações a partir de uma visão sistêmica do conforto, que inclua a percepção do usuário. Esta ótica é considerada fundamental na presente pesquisa; entretanto, pretende-se valorizar as atuais exigências normativas em relação à adequação térmica das edificações, como um dos requisitos básicos para a utilização eficaz do material em suas diversas possibilidades de técnicas construtivas.

Outro fator vinculado a sustentabilidade ambiental é a durabilidade da edificação e a otimização do uso dos materiais de construção. Em relação a este tema, Barreto (2011) realiza uma análise sobre o colapso de uma habitação de adobe em um assentamento rural. As dificuldades ocorridas nessa experiência se devem, especialmente, a uma falta de controle de qualidade na execução da obra. Ressalta-se, ainda, que o adobe não era tradicional na região e que no decorrer do processo verificou-se que o solo não era adequado ao sistema construtivo. Apesar da complexidade do problema, uma das consequências diretas é a necessidade de investir energia (tanto humana como proveniente dos materiais de construção) na reconstrução. No Oeste Catarinense foram verificadas diversas situações de retrabalho, que incluíram desde revestimentos até reforços estruturais (PROMPT, 2012).

Ocorrências de retrabalho podem estar relacionadas a uma característica importante da ACT que é o fato de a terra não ser um material padronizado. A adoção de determinada técnica em determinado contexto demanda o conhecimento do material para que este possa ser usado de forma sustentável. Vendrami (2018) demonstra que existe uma divergência entre diversos autores em relação à granulometria adequada para a fabricação de adobes, reflexo da falta de padronização da terra como material de construção.

| Referência | Argila | Silte | Areia |
|----------------------------------|---|----------|-------------|
| Projeto de norma (Faria (2016)) | 20-30 | até 25 | 55 - 70 |
| Neves et al. (2009) | 9 - 24 | 0 - 46 | 45 - 77 |
| Walker (2002) | 10 - 40 | 10 - 30 | 30 - 75 |
| SENCICO (2000) | 10 - 20 | 15 - 25 | 55 - 70 |
| Martinez (1979) | 20 | 25 - 40 | 40 - 55 |
| Alves (1985) | até 20 | até 55 | mais que 45 |
| Hernandez, Enrique e Luna (1983) | aprox. 50 | aprox.30 | aprox. 20 |
| Barrios et al. (1986) | 35 - 45 | | 55 - 65 |
| Velloso et al. (1985) | 3 - 9 | | 91 - 97 |
| Houben e Guillaud (1994) | 5 - 29 | - | - |
| McHenry (1996) | 15 - 25 | - | - |
| Aedo (2002) | 1 vol. terra argilosa, 2 vol. terra arenosa | | |
| Mazzeo et al. (2007) | 50% terra argilosa, 50% terra arenosa | | |

Figura 23: Composição granulométrica adequada para a produção de adobe segundo diversos autores. Fonte: Vendrami, 2018.

3.3.2 Aspectos socioculturais

Dethier (1982) demonstra a universalidade da ACT que apresenta adaptações técnicas e culturais em todos os continentes, desde os primórdios da civilização. A terra como material de construção é universal, e associada a grande diversidade de materiais locais, gera uma gama de técnicas para sua aplicação. A ACT está também vinculada ao conhecimento a respeito das técnicas construtivas e de como intervir no território utilizando os materiais disponíveis no local (MECD, 2017).

Torgal, Eiles e Jalali, (2009) realizam uma comparação entre a ocorrência das construções com terra e mapas que representam as precipitações médias e temperaturas a nível mundial. De acordo com esta análise, não existe uma relação direta entre as construções com terra e climas quentes e/ou secos; ao contrário, a ocorrência das construções com terra é existente em zonas climáticas variadas. Este fato reafirma a universalidade das técnicas de construção com terra, ilustrada na Figura 25, que mostra os locais de ocorrência e pontua sítios de patrimônio mundial.



Figura 24: Ocorrência da arquitetura e construção com terra no mundo. Fonte: CRATERRE, 201-.

Outra característica interessante da terra como material de construção é seu potencial para a expressão criativa e artística. De acordo com Dethier (1982) a expressão estética da arquitetura pode se dar através do material empregado. Este autor afirma que a criatividade pode ser impulsionada pelo uso da terra.

De fato, muitas técnicas são moldadas com o uso das mãos, assumindo um caráter escultórico, o que amplia o limite das formas da arquitetura se comparadas com materiais industrializados. Fathy (2009) também fala sobre a beleza das construções com terra. Este autor comenta que as formas estão sujeitas ao método de construção e que o material impõe as proporções, o que resulta em uma estética em harmonia com o meio ambiente.

Joaquim (2015) questiona a sustentabilidade social da terra como material de construção com foco no trabalhador do canteiro de obras. A autora descreve as técnicas de construção com terra apontando o esforço realizado pelos trabalhadores em tarefas repetitivas que se tornam exaustivas e muitas vezes realizadas em condições ergonômicas inadequadas. Apesar de as técnicas de construção com terra terem caráter fortemente artesanal, nos canteiros de ACT com mão de obra contratada a divisão de trabalho é similar aos canteiros convencionais, com pouca possibilidade de mobilidade social para os trabalhadores. Em situações em que as obras são realizadas em regime de mutirão, a lógica do trabalho se dá por meio da cooperação, os trabalhadores adquirem noção do todo e mais autonomia. (JOAQUIM, 2015).

Ao descrever a experiência do projeto Inovarural, coordenado pelo grupo Habis (IAU USP) entre 2003 e 2006, Joaquim (2008) relata o processo de apresentação da técnica do adobe para as famílias que construiriam, na ocasião, suas habitações. De 54 famílias envolvidas no processo, somente uma construiu, efetivamente, sua casa com adobe. Atribui-se a rejeição à técnica à inexistência de laços culturais com a mesma, somada à perspectiva de ter-se a jornada de trabalho aumentada durante o processo de obra (JOAQUIM, 2015, p. 88).

A ACT também pode estar ligada a uma tendência de busca por outro nível de qualidade de vida e a fuga de grandes centros urbanos (VAN LENGEN, 2013). Santos (2015) demonstra um aumento na difusão de técnicas de construção com terra através da oferta e procura por cursos e oficinas de construção natural. Estes trabalhos ocorrem, muitas vezes, em centros de educação ambiental onde os participantes executam a obra e a apropriação das técnicas proporciona a conscientização e respeito às questões socioculturais e ambientais.

3.3.3 Aspectos socioeconômicos

Habitar a Terra, o manifesto pelo direito de construir com terra, lançado pelas revistas *EcologiK* e *Architectures à vivre* e pelas organizações CRAterre, Escola Nacional Superior de Arquitetura de Grenoble e cátedra UNESCO (AEDO, 2014) enfatiza que a construção com terra promove o uso de um recurso local e acessível àqueles com poucos recursos uma vez que podem construir com a terra que está abaixo dos seus pés. Neves e Faria (2011) afirmam que a terra é amplamente utilizada para a construção de abrigos em comunidades de baixa renda, especialmente em países em desenvolvimento onde a sobrevivência de sistemas construtivos primitivos é associada à necessidade de moradia das populações. De acordo com Weimer (2005), que analisa a ACT especificamente em sua produção popular, construir com terra é “muito barato. Talvez por isso seja considerada como de pouca qualidade”. Esta declaração pode remeter facilmente às populações que tradicionalmente constroem com terra, como é o caso de casas tradicionais no estado de Alagoas, ilustrado na Figura 25.



Figura 25: Arquitetura popular na região litorânea de Alagoas. Fonte: autora, foto de 2018.

Em alguns povoados da região litorânea de Alagoas predominam as casas em taipa de mão; entretanto, ocorre que as madeiras tradicionalmente utilizadas para a estrutura e a trama da taipa estão protegidas por lei e não podem mais ser retiradas da mata; assim sendo, a técnica vem se tornando inviável para a população de baixa renda, que vem, aos poucos, substituindo suas casas por outras de

alvenaria com o uso da mesma tipologia. Fathy (2009) comprovou, em sua experiência, que para viabilizar a construção de habitações de camponeses de baixa renda, seria necessário incorporar os adobes na cobertura através da construção de cúpulas, uma vez que o madeiramento tornava a construção inviável economicamente.

No caso do assentamento Sepé Tiaraju, em que a técnica construtiva também teve assessoria do grupo Habis, Joaquim (2008) relata que as dificuldades encontradas no processo de construção de habitações com adobe pode também ter influência da falta de laços culturais, uma vez que as pessoas do local não possuem conhecimento da técnica de adobe o que acaba por gerar dependência de uma assistência técnica externa à comunidade.

Experiências no meio rural demonstraram um impacto social positivo a partir da difusão de técnicas de construção com terra. Prompt (2012) constatou a interação social entre agricultores familiares através da troca de experiências e de horas de trabalho no canteiro de obras, além da capacitação profissional de agricultores que passaram a fornecer mão de obra em construções com terra como atividade econômica. Considerando-se a situação recorrente de instabilidade das atividades econômicas no âmbito da agricultura familiar, considera-se que uma atividade profissional alternativa ainda que provoque um deslocamento das atividades agropecuárias.

Atividades voltadas à difusão de técnicas de construção com terra são recorrentes em centros de educação ambiental. Exemplos bastante consolidados destes locais são o Tibá – Tecnologia Intuitiva e Bioarquitetura e o IPEC – Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado. No estado de Santa Catarina, destaca-se a Nova Oikos, que difunde a ACT entre outras técnicas voltadas à construção e à produção de alimentos (PROMPT e LIBRELOTTO, 2019). Destaca-se também o caso da Casa Suindara, localizada no assentamento rural da Comunidade Agrária Nova São Carlos, no interior do estado de São Paulo, que consistiu em uma “realização coletiva de produção do habitat popular rural” (GUÉGEN e LOPES, 2016). Este projeto de caráter social foi realizado através de uma parceria entre a Escola Nacional Superior de Arquitetura de Grenoble e o Grupo HABIS. O potencial que a construção com terra tem para a autoconstrução proporciona autonomia aos futuros usuários e estimula sistemas de troca, colaboração e ajuda mútua. Além do mais se trata de um material saudável que não emite toxicidade e com o qual muitas vezes os trabalhadores podem lidar com as próprias mãos, estimulando a criatividade e busca de soluções estéticas e técnicas. Sendo também técnicas que estão ressurgindo muito recentemente, considera-se intrínseca a obras de construção com terra as atividades de capacitação da mão de obra.



Figura 26: Oficina sobre revestimentos à base de terra realizada em escola de ensino fundamental em Florianópolis - SC. Projeto e execução da autora. Fonte: autora, foto de 2020.

3.4 RELAÇÕES COM A ARQUITETURA VERNÁCULA



Figura 27: Obra de Hassan Fathy em Nova Gourná. Fonte: Osman, 2013.

A arquitetura vernácula é uma arquitetura contextualizada, pertencente a um local e a um período de tempo determinados. Esta arquitetura é também denominada popular, arquitetura sem arquitetos ou arquitetura do povo, assim designada em oposição à arquitetura erudita (GUILLAUD, 2014).

A arquitetura vernácula foi relegada por grande parte dos historiadores e críticos da arquitetura em todo o mundo. No Brasil, com sua história de colonialismo e imposição de raças brancas acima de negros e indígenas, qualquer arquitetura produzida pelo povo era desprezada. Somente cem anos após a abolição da escravatura é que os arquitetos passam reconhecer que a maior parte da produção arquitetônica brasileira é, de fato, de origem popular.

A exibição “*Architecture Without Architects*” trouxe ao Museu de Arte Moderna de Nova Iorque, em 1964, um catálogo com fotografias de diversas expressões arquitetônicas vernáculas. A mostra, de grande sucesso, é considerada um marco no que diz respeito à valorização da arquitetura vernácula na atualidade (JOAQUIM, 2015; OLIVER, 2003; RUDOFISKY, 1964). O trabalho de Fathy (2009) na reconstrução de Nova Gourná (Figura 27), publicado pela primeira vez vinte anos após sua realização, traz em sua essência a valorização da arquitetura vernácula (OLIVER, 2007).

Weimer (2005) adota o termo arquitetura popular e traz um riquíssimo apanhado de expressões vernáculas brasileiras encontradas em várias regiões e construídas com os mais diversos materiais. Weimer (2019) defende o termo arquitetura popular por uma questão linguística. O autor argumenta que se atribui erroneamente à arquitetura vernácula a característica de ser isenta a estrangeirismos, e ressalta que a produção brasileira dificilmente seria isenta de influências estrangeiras, uma vez que a base da constituição de sua sociedade é justamente a miscigenação. O autor enfatiza seu olhar de valorização à produção arquitetônica popular, por seu papel de abrigar a maior parte da população. E aponta como características da arquitetura popular a simplicidade, a adaptabilidade, seu caráter criativo e sua intenção plástica como resultado da técnica e do material empregado.

Van Lengen (2013) realizou um estudo sobre a arquitetura indígena da Amazônia, trazendo informações sobre a técnica e o significado de suas aldeias e edificações, esperando contribuir com a tendência de produções e modos de vida mais conectados com o ambiente na atualidade.

A arquitetura vernácula é a forma mais simples de atender as necessidades inerentes a uma edificação. Ela traduz conhecimentos adquiridos a partir de séculos de experimentações e tem como premissa um bom uso dos recursos locais para satisfação das necessidades dos usuários. Atualmente chama a atenção dos arquitetos que esperam reduzir custos energéticos nas edificações, e é considerada acessível e sustentável (NIROUMAND et al, 2017; SILVA e SIRGADO, 2015).

Para Ferreira (2014, p.49) as condições para a consolidação de uma arquitetura vernácula são: a homogeneidade nas condições físicas do território, a ocupação do território por um grupo com condições socioculturais similares; a permanência no local a longo prazo e a evolução dos sistemas construtivos. O significado do termo na atualidade vem designar

manifestações construtivas essencialmente ecológicas e adaptadas ao meio ambiente natural e construído, com forte caráter crítico e conscientizador, que procura se revelar e se afirmar entre as arestas do modelo socioeconômico estabelecido, reexperimentando formas alternativas de gestão e de trabalho (FERREIRA, 2014, P. 50).

No presente trabalho, o termo arquitetura vernácula adquire papel importante no que diz respeito à análise da arquitetura e construção com terra. Assume-se a postura de relacionar características da ACT com as atribuídas à arquitetura vernácula, em suas mais diversas influências.

A Figura 28 faz um resumo das características da arquitetura vernácula aqui levantadas, servindo de pano de fundo durante as análises e podendo evoluir ao longo dessa pesquisa.

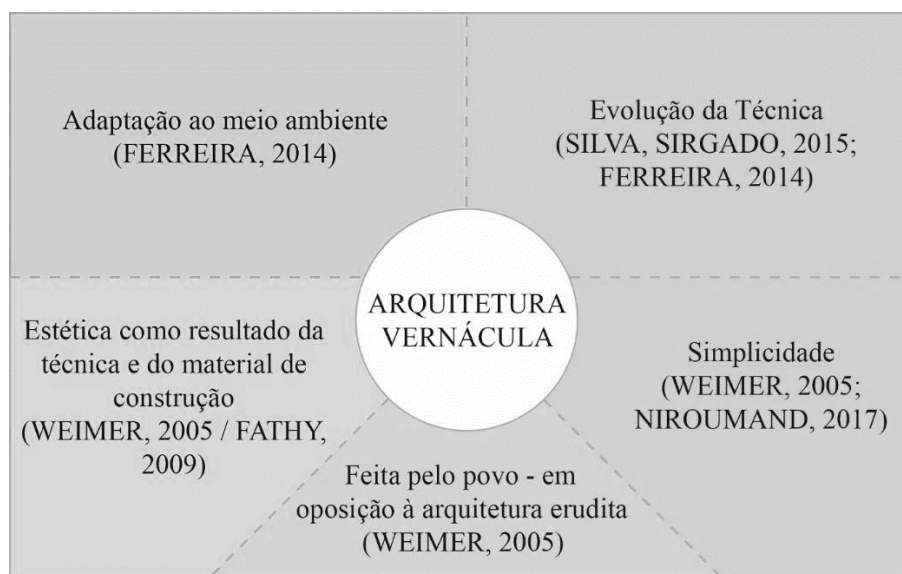


Figura 28: Características da arquitetura vernácula. Fonte: Autora.

4 COLETA DE DADOS EM EDIFICAÇÕES EM FASE DE USO

4.1 AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO

Considerando-se que a presente pesquisa consiste na avaliação de edificações em fase de uso, considera-se fundamental o entendimento a respeito da avaliação pós-ocupação (APO). De acordo com Li, Froese e Brager (2018), a APO consiste no processo de avaliar o desempenho de uma edificação após certo período de uso. Estes autores enfatizam o conceito de APO como restrita à fase de uso da edificação.

A APO é utilizada em estudos de caso com o objetivo de melhorar a qualidade do projeto, da construção e do uso no ambiente construído (GALVÃO, ORNSTEIN e ONO, 2018). A aplicação da APO pode atender objetivos diretos ou indiretos. Entre objetivos diretos mais comuns estão avaliação do projeto, avaliação do usuário e avaliação do desempenho. Entre os objetivos indiretos estão identificação de determinados temas (como, por exemplo, erros de projeto), fornecimento de diretrizes para novos projetos, melhoria de métodos e técnicas de APO, avaliação do desempenho de determinadas tecnologias e validação de modelos (LI, FROSE e BRAGER, 2018).

A APO tem papel importante no processo de projeto, uma vez que colabora sistematizando falhas e contribuindo para suas correções. Os temas avaliados através da APO abrangem a eficiência energética, o bem-estar dos usuários, a qualidade do ambiente interno, a satisfação dos usuários, a produtividade entre outros (LI, FROSE e BRAGER, 2018). Elali e Pinheiro (2013), ao explanar sobre a avaliação em edificações habitacionais, afirmam que a mesma não pode estar restrita aos aspectos

construtivos, mas deve abranger aspectos relativos ao modo de vida do usuário e de suas relações com o ambiente e questões comportamentais.

Outro assunto que se desenvolve através da APO é a avaliação de edificações que receberam atestados de sustentabilidade previamente à etapa de uso (KERN et al, 2016), ou edificações projetadas prevendo baixo consumo energético (KENSARA et al, 2012), com o objetivo de verificar a eficácia de edificações atestadas como ambientalmente sustentável considerando-se o comportamento do usuário.

4.1.1 Métodos e técnicas para APO

Elali e Pinheiro (2013) afirmam que a escolha dos métodos e técnicas em uma APO deve ser baseada em uma série de fatores:

- i: objetivos da proposta;
- ii: tempo e tecnologia disponíveis para a coleta, sistematização e análise de dados;
- iii: facilidade de abordagem dos interlocutores;
- iii: disponibilidade de recursos (financeiros e humanos) e acesso às informações (ELALI E PINHEIRO, 2013, p.22)

Elali e Pinheiro (2013, p.25) descrevem seis métodos mais utilizados em APO em edificações habitacionais. Li, Froese e Brager (2018) dividem os métodos usados em APO em métodos subjetivos e medições físicas. Entre os métodos subjetivos estão os questionários, entrevistas e passeios acompanhados. Estes autores fizeram um levantamento dos métodos e técnicas mais utilizados em projetos de APO e evidenciaram o resultado no gráfico da Figura 29:



Figura 29: Métodos e técnicas utilizados em APO, segundo Li, Froese e Brager (2018)

De acordo com Kowaltowski *et al.* (2013), as respostas dadas pelos usuários em estudos de APO apresentam altos níveis de satisfação. Isto pode estar relacionado à condição de vida que o usuário tinha antes e, não necessariamente, à uma ótima qualidade do ambiente construído avaliado. Com vista nessa consideração, Villa (2013) traz como possibilidade para a APO o uso de interdisciplinaridade e abordagens não convencionais, além dos múltiplos métodos (multimétodos),

que reúnem abordagens quantitativas e qualitativas. O sistema multimétodos permite a comparação dos resultados obtidos em cada técnica.

Kowaltowski et al (2013) apresentam um quadro com técnicas, instrumentos para levantamento de dados e métodos de avaliação para projetos e obras, totalizando 95 itens (KOWALTOWSKY et al, 2013, p. 158-172). Dentre esses estão ferramentas acadêmicas e comerciais para avaliação da sustentabilidade. A seguir, explana-se a respeito de algumas técnicas.

Para Gil (2008) a observação é um método que pode ser utilizado desde a formulação do da pesquisa e que adquire importância no momento da coleta de dados. Ono *et al.* (2013) afirmam que a observação pode ser exploratória, para a “obtenção, a interpretação ou a confirmação de dados suplementares” (ONO *et al.*, 2013, p. 127). A observação de traços físicos consiste na busca de vestígios deixados por atividades ou comportamento, avalia se o ambiente construído responde às necessidades dos usuários e infere como o mesmo chegou às condições atuais. Neste tipo observam-se traços que refletem o uso do ambiente (desgaste, objetos), adaptações de uso e mostras de individualidade (demarcação de territórios). Pode ser registrada através de fotografias e vídeos.

De acordo com Jaramillo (2019), os métodos de inspeção auxiliam no diagnóstico do estado de uma edificação, podendo auxiliar no entendimento a respeito das manifestações patológicas. A inspeção visual propicia uma perspectiva global a respeito do estado da edificação. O levantamento fotográfico complementa as anotações realizadas em campo e a representação pode ser realizada através de um mapa de danos (Sousa, Branco e Lourenço (2014), apud Jaramillo, 2019)

A entrevista trata do encontro do pesquisador com o investigado, que se converte em uma fonte de informações (GIL, 2008). Para Ono et al (2018), é importante a comunicação direta entre o pesquisador e o entrevistado, de modo a possibilitar esclarecimentos e realização de perguntas complementares, e ainda, através da comunicação não verbal, compreender e validar o que foi dito.

Os questionários podem ter como objetivo obter a percepção dos usuários sobre a satisfação geral ou sensações de conforto. Podem incluir indagações sobre como o usuário se sente no momento ou sobre a satisfação geral em relação a determinada situação (LI, FROSE e BRAGER, 2018).

4.2 ACT COMO OBJETO DE AVALIAÇÃO

Salmar, Negreiros e Tognon (2005) realizaram APO após 10 anos de uso em uma residência unifamiliar feita com paredes monolíticas de solo-cimento localizada em Campinas, no Estado de São Paulo (SP). Para esta análise os autores utilizaram os métodos do relevo arquitetônico, levantamento fotográfico, vocabulário da patologia e diagnóstico.

O relevo arquitetônico é definido como o “conjunto de desenhos técnicos que representa, com máxima fidelidade, o estado atual da edificação nas suas propriedades formais, tecnológicas e materiais”. A documentação fotográfica e o vocabulário das manifestações patológicas e diagnóstico

consideram as anomalias encontradas decorrentes de agentes físico-químicos, biológicos e de uso (SALMAR, NEGREIROS E TOGNON, 2005).

Barbosa *et al.* (2008) realizaram APO após 12 anos de uso em um conjunto habitacional construído com BTC do tipo Mattone¹³. Tratava-se de uma favela localizada no município de Sepé, na Paraíba, cujas casas anteriores às de BTC eram de taipa de mão executadas de forma precária.

Encontraram-se algumas manifestações patológicas: fissuras recorrentes de acomodações de terreno e de infiltrações provenientes das instalações hidráulicas ou pela falta ou execução inadequada de elementos estruturais; abrasão dos blocos por conta do uso (apoio de objetos), de respingos provenientes das chuvas de inverno em paredes externas. Além disso, verificaram falta de cuidado durante a execução, manutenção e higiene das moradias, bem como ampliações realizadas sem critério e com outros materiais de construção. Os autores atribuem que a maioria das manifestações patológicas encontradas decorre de recalques das fundações por conta do fluxo de água no terreno, e que poderiam ser evitadas com cuidados por parte dos moradores. Ainda assim os autores concluem que a técnica é adequada para a realidade, e atribuem os problemas à situação social dos moradores (BARBOSA *et al.*, 2008).

Ponte (2012) avaliou edificações em taipa de pilão na região do Alentejo, em Portugal, sob ponto de vista da durabilidade. Na referida pesquisa é avaliada a arquitetura contemporânea com terra a partir de um embasamento a respeito da arquitetura vernácula. De acordo com a autora, para se obter qualidade em uma edificação construída com terra, é necessário não só conhecer as peculiaridades do material, mas também combinar a técnica, o desenho, a construção e a manutenção das estruturas e as especificidades de cada local para obter-se assim a durabilidade.

São conhecidos os métodos de proteção das estruturas de terra contra a ação da água e dos ventos: “boas botas” (fundações eficientes e impermeabilizações relativas à umidade proveniente do solo) e o “bom chapéu” (longos beirais que evitem ação direta da chuva nas paredes), além da pele protetiva (revestimentos). Em relação à durabilidade mecânica, cita os contraventamentos, geometria densa e reforços estruturais (PONTE, 2012).

É comum na atualidade a busca por uma estética contemporânea na ACT. Nessas soluções estéticas muitas vezes os beirais e os revestimentos são eliminados, e contraventamentos e reforços estruturais são menos evidentes. A autora verificou, em edificações onde as paredes de terra encontram-se mais expostas, manifestações patológicas causadas pela ação da chuva e do vento. Entretanto, os exemplos que apresentam algum tipo de degradação representam uma minoria. De qualquer forma, a autora defende que os métodos tradicionais no uso da terra não sejam considerados ultrapassados. Estes, desenvolvidos ao longo de muitos anos e gerações, já provaram sua eficácia em relação à durabilidade (PONTE, 2012).

¹³ Trata-se de um tipo de BTC maciço com encaixes.

Maia (2016) analisa exemplos de arquitetura contemporânea em terra. Um dos exemplos analisados pelo autor é o escritório em Taquaravaí. A associação das soluções arquitetônicas faz uma alusão à arquitetura vernácula se dá pela referência estética e técnica proveniente das antigas casas de fazenda da região e pela integração com a paisagem. Ressalta ainda, neste exemplo, o uso da madeira laminada colada para a cobertura, cuja matéria-prima é regional.

Dal Soglio (2019) verificou o comportamento higrotérmico em ambientes internos em uma residência de adobe com paredes de 30cm de espessura, localizada em Florianópolis. Seu estudo consistiu em coletar temperatura e umidade relativa do ar durante um período de nove meses. Verificou que a temperatura apresentou maior amortecimento durante os períodos frios, mas que a tecnologia deve ser aplicada em conjunto com outros fatores como sombreamento das fachadas durante o verão e potencial de ventilação noturna. A operação da edificação pelos usuários, como manter as aberturas fechadas durante o dia e abertas à noite e uso de ventiladores também deve ser considerada.

O Projeto Coremans, realizado pelo Instituto del Patrimonio Cultural de España (MECD, 2017), consistiu na elaboração de planos nacionais de Patrimônio Cultural. Desenvolveu uma série de publicações, entre elas “Criterios de Intervención en la arquitectura de tierra”. Esta publicação tem como objetivo direcionar a conservação de edificações construídas com terra, de modo a valorizar este patrimônio e trazer seus valores em busca de uma arquitetura mais sustentável. Esta publicação, dentre outras informações, descreve possíveis causas de degradação em ACT e propõe procedimentos criteriosos para intervenção e critérios para manutenção preventiva dessas arquiteturas.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS



Figura 30: Casa do Chá, Florianópolis, 2017. Projeto da autora. Construção Baobá Construções Sustentáveis.

Esta pesquisa é classificada como do tipo exploratória, para a qual os métodos mais comumente utilizados são o levantamento bibliográfico e documental, entrevistas e estudos de caso (GIL, 2008). O estudo de caso é caracterizado pelo conhecimento de um ou poucos objetos, de modo a conhecê-lo detalhadamente. Nesta tese optou-se por uma série de estudos de caso que consistiram na investigação de edificações em fase de uso e, a partir dos dados obtidos, na avaliação da sustentabilidade das mesmas. O método tem abordagem quali-quantitativa. A etapa quantitativa corresponde à pontuação atribuída para a avaliação da sustentabilidade. O trabalho foi desenvolvido conforme as etapas descritas a seguir.

Etapa 1: Revisão bibliográfica: a pesquisa bibliográfica teve como objetivo a reunião de informações e dados que fundamentaram o desenvolvimento teórico da pesquisa. Além de traçar o histórico e o conhecimento sobre os temas que envolvem o objeto do estudo, a pesquisa bibliográfica facilitou a identificação de contradições e respostas no âmbito do tema pesquisado. As duas temáticas principais do referencial teórico foram a sustentabilidade na arquitetura e a ACT. A partir do cruzamento dos temas foi possível estabelecer um posicionamento a respeito dos conceitos.




Etapa 2: Levantamento das edificações: consistiu no levantamento da ocorrência de exemplos ACT em Santa Catarina construídos entre 2008 e 2018. Foi realizado a partir de entrevistas realizadas com lideranças do Oeste Catarinense, pesquisa exploratória via internet e através do compartilhamento de um questionário com o uso da ferramenta Formulários *Google*. A divulgação e compartilhamento dos questionários foi espontânea sem a finalidade de amostragem estatística ou requisitos quantitativos. Os dados obtidos do questionário foram transcritos em formato de planilha com a utilização do software Microsoft Excel (apêndice 1), cujas informações foram contabilizadas e os gráficos ilustrativos foram gerados. O levantamento incluiu a data, localidade, o uso das edificações, as técnicas de construção com terra utilizadas e o tipo de mão de obra empregada.

Etapa 3: Definição do método de avaliação da sustentabilidade. Considerando-se os conceitos desenvolvidos no referencial teórico, optou-se pela aplicação de um método baseado no Projeto Versus. O Método Versus, como é denominado neste documento, foi escolhido por trazer em sua concepção princípios e estratégias para a sustentabilidade em edificações que foram desenvolvidas com base em características da arquitetura vernácula. Outra característica relevante a respeito do VerSus é a relevância de elementos subjetivos para a avaliação (MILETO *et al*, 2020). Entre as edificações avaliadas pelos métodos para a avaliação da sustentabilidade, são raros os exemplos onde predomina o uso de materiais naturais como a terra. Verificou-se, por meio do referencial teórico, o potencial da ACT em atender os requisitos para a sustentabilidade nas edificações, bem como as fragilidades da ACT nesse aspecto.

Por outro lado, verificou-se a necessidade de a avaliação da sustentabilidade ser realizada com base na realidade local, de modo a atender as condições e exigências de cada contexto. Essas condições e exigências podem também contemplar o tipo de técnica utilizada nas edificações. Com base nesses fatores, e também considerando a ACT como uma produção arquitetônica com características relacionadas à arquitetura vernácula, propôs-se a aplicação do método Versus adaptado à realidade brasileira para a avaliação da sustentabilidade em ACT.

Com base nos princípios e estratégias do Versus, desenvolveu-se um sistema de pontuação para a avaliação de cada item. A proposta consiste em atribuir uma pontuação para cada uma das 75 estratégias, de acordo com o Quadro 3:

Quadro 3: Simbologia e pontuação para avaliação de cada uma das 75 estratégias.

| Avaliação | Símbolo | Pontuação |
|---------------------|---|-----------|
| Atende |  | 1 |
| Atende parcialmente |  | 0,5 |
| Não atende |  | 0 |




Para cada avaliação foi identificado o método ou a técnica que gerou o dado e a avaliação será justificada, de modo a esclarecer a relação com o referencial teórico. A fim de verificar se o princípio foi atendido, foi somada a pontuação atribuída a cada estratégia conforme simulação exposta no Quadro 4:

Quadro 4: Simulação do cálculo da avaliação de cada um dos 15 princípios.

| PRINCÍPIO | ESTRATÉGIAS | PONTUAÇÃO |
|-------------------|----------------|-----------|
| Princípio 1 | Estratégia 1.1 | 1 |
| | Estratégia 1.2 | 0 |
| | Estratégia 1.3 | 0,5 |
| | Estratégia 1.4 | 1 |
| | Estratégia 1.5 | 0,5 |
| Total Princípio 1 | | 3 |

À avaliação de cada princípio foi atribuída a mesma simbologia representada anteriormente, de acordo com escala demonstrada no Quadro 5:

Quadro 5: Escala de valores para atribuição de simbologia a cada princípio e a cada âmbito.

| Pontuação | Avaliação | Símbolo |
|-----------|---------------------|---|
| 0 – 1,6 | Não atende |  |
| 1,7 – 3,4 | Atende parcialmente |  |
| 3,5 - 5 | Atende |  |

A avaliação de cada âmbito da sustentabilidade foi feita através da média da avaliação dos cinco princípios. A mesma escala de valores definida no Quadro 5 foi utilizada para a avaliação de cada âmbito.

Etapa 4: Definição dos métodos e técnicas para coleta de dados. Para a definição das técnicas de coleta de dados foram considerados os fatores propostos por Elali e Pinheiro (2013)

Quadro 6: Fatores a serem considerados na escolha dos métodos e técnicas em uma APO, segundo Elali e Pinheiro (2013)

| Fatores a serem considerados | Realidade da pesquisa |
|---|--|
| Objetivos da proposta | Avaliação da sustentabilidade de acordo com os princípios e estratégias do Método VerSus. |
| Tempo e tecnologia disponíveis para a coleta, sistematização e análise de dados | Uso de técnicas que demandassem instrumentos simples e que viabilizassem a coleta com permanência de 3h em cada uma das edificações |
| Facilidade de abordagem dos interlocutores | A autora já tinha relações com a maior parte das famílias, bem como com a instituição envolvida no processo. |
| Disponibilidade de recursos (financeiros e humanos) e acesso às informações | A autora já tinha conhecimento a respeito dos estudos de caso, o que facilitou o acesso à informação. Realização da coleta de dados a ser realizada em uma única visita de campo, considerando a distância da região de estudo em relação ao local de moradia. Apoio local da Credisera para realização dos deslocamentos por terra. |

Análise documental

A análise documental consistiu no acesso às informações publicadas por Prompt (2012). As informações levantadas abrangeram o histórico das edificações e os projetos arquitetônicos. A análise dos projetos abrangeu a implantação da edificação no terreno, a avaliação das técnicas empregadas, a funcionalidade e acessibilidade dos espaços e a eficácia dos sistemas de ventilação e iluminação naturais.

Levantamento arquitetônico

Foram realizados os levantamentos arquitetônicos com o objetivo de documentar o estado atual das edificações, uma vez que os projetos já estavam digitalizados. Para esta atualização foram consideradas reformas, ampliações e layout. O levantamento foi feito com uso de medições e fotografias e os projetos foram digitalizados com uso do software Autocad.

Entrevista

No caso do presente trabalho, fez-se uso de entrevistas não estruturadas aplicadas com o usuário presente em cada visita. As entrevistas tiveram como objetivo compreender o processo construtivo das edificações, questões relativas a alterações e reformas e também concernentes a desejos futuros a respeito da edificação ou da propriedade como um todo. Também foi objetivo das entrevistas a compreensão da percepção dos usuários em relação a conforto e satisfação. A abordagem a respeito das motivações dos usuários por construir suas casas usando técnicas de construção com terra e dos processos de obra foi fundamental para esta análise uma vez que se trata de casos que envolvem autoconstrução.

Observação

A observação simples realizada ao longo de diversas experiências¹⁴ da autora junto a eventos relacionados a obras ou a ensino de ACT propiciou a formulação do problema nessa pesquisa. Estas experiências ocorreram em diversos contextos – inclusive junto ao estudo de caso piloto, onde a autora já esteve presente em diversas ocasiões, bem como nas experiências de obra das edificações 2, 4 e 5 dos estudos de caso definitivos.

Para a avaliação dos estudos de caso definitivos, foram realizadas observações de desempenho físico, de modo a detectar manifestações patológicas, traços físicos decorrentes do uso, alterações construtivas e manifestações culturais dos usuários. Através das observações, registradas por levantamento fotográfico, foram levantadas as técnicas de construção utilizadas nas edificações.

Questionário

Na presente pesquisa utilizou-se o questionário em dois momentos: primeiramente por meio da ferramenta formulários Google com participação espontânea com o objetivo de mapear as edificações existentes, conforme explicado no item 7.1. Num segundo momento aplicou-se um questionário para compreender a percepção dos usuários a respeito das edificações do estudo de caso piloto (APÊNDICE 2).

Etapa 5: Estudo de caso piloto. Foi eleito um conjunto de edificações para a realização de um estudo de caso piloto, realizado em outubro de 2018. A partir da coleta e análise dos dados, foi realizado um checklist composto dos princípios e estratégias do Projeto Versus para cada um dos âmbitos da sustentabilidade. A análise nesta etapa teve caráter qualitativo e cada uma das avaliações foi justificada. O resultado do estudo de caso piloto foi publicado por Prompt e Librelotto (2019) e é relatado no Capítulo 8.

Etapa 6: Escolha da amostra para os estudos de caso definitivos. Após a realização do estudo de caso piloto, e com base no mapeamento das edificações, foi definida a amostra para os demais estudos de caso. Conforme justificado no item 1.5, que explana sobre o recorte da pesquisa, os fatores de relevância para definição da amostra foram a análise prévia das edificações na região e o fator geográfico. O Quadro 7 lista os estudos de caso e informa se já foram objeto de análise prévia e o município onde estão localizados.

Quadro 7: Lista dos Estudos de Caso.

| Estudo de caso | Análise prévia (Prompt, 2012) | Município |
|-------------------------|--------------------------------------|------------------|
| Estudo de caso 1 | Sim | Seara |
| Estudo de caso 2 | Sim | Paial |
| Estudo de caso 3 | Sim | Arabutã |

¹⁴ A autora tem experiência profissional com projetos e obras de ACT desde 2003.

| | | |
|-------------------------|-----|-------|
| Estudo de caso 4 | Sim | Seara |
| Estudo de caso 5 | Sim | Seara |
| Estudo de caso 6 | Não | Seara |

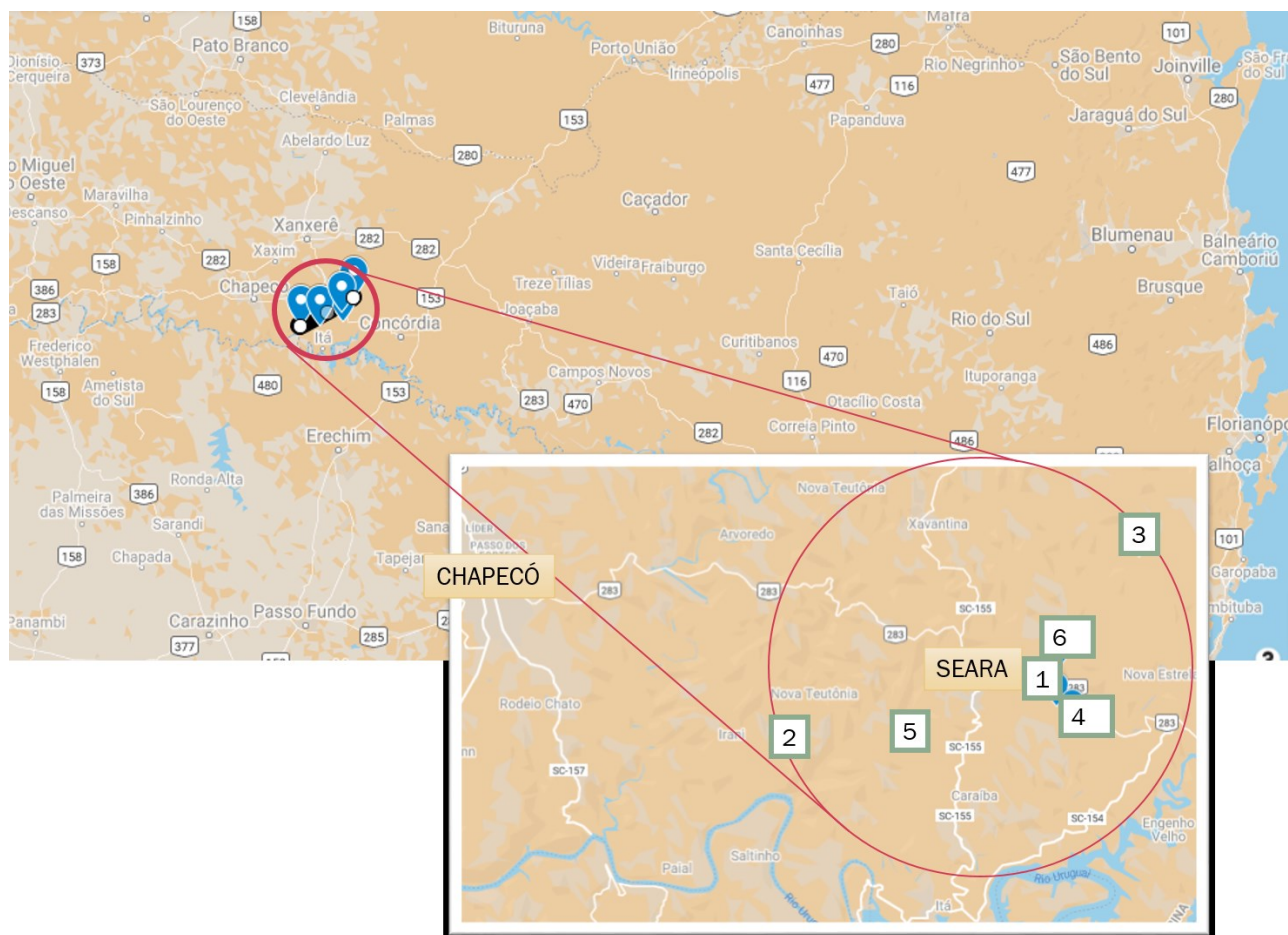


Figura 31: Localização dos Estudos de Caso

Etapa 7: Verificação e aperfeiçoamento dos métodos e técnicas e desenvolvimento dos indicadores. Nesta etapa foi realizada uma avaliação dos resultados obtidos no estudo de caso piloto (PROMPT e LIBRELOTTO, 2019). A partir desta análise o método foi aprimorado, considerando, também, as características da amostra escolhida para os demais estudos de caso.

Em relação a coleta e tratamento de dados, foram realizadas algumas alterações. Foi adicionada uma etapa de análise documental, que consistiu na utilização dos resultados obtidos em Prompt (2012). Como as edificações escolhidas para os estudos de caso definitivos estão em espaços privados ocupados por uma única família, optou-se por eliminar a etapa do questionário, uma vez que se trata de um método quantitativo e que exige uma amostragem maior para avaliação de um mesmo objeto. Assim sendo as técnicas utilizadas foram: análise documental, análise de projeto, observação

e entrevista. O Quadro 8, o Quadro 9 e o Quadro 10 relacionam as estratégias e a técnica de coleta de dados utilizada para viabilizar a avaliação das mesmas.

Quadro 8: Sustentabilidade ambiental: técnicas para coleta de dados

| | | | |
|--|-----|---|---|
| Respeitar a natureza | 1.1 | Escolher apropriadamente do local | Entrevista, observação, análise de projeto |
| | 1.2 | Minimizar o impacto das intervenções | Entrevista, observação, análise de projeto |
| | 1.3 | Assegurar condições para a regeneração do local | Entrevista, observação, análise de projeto |
| | 1.4 | Integrar com a morfologia do ambiente | Entrevista, observação, análise do projeto |
| | 1.5 | Entender as características do local | Entrevista. Observação |
| Tirar benefícios dos recursos naturais e climáticos | 2.1 | Escolher a orientação apropriada para a edificação | Observação, análise do projeto |
| | 2.2 | Considerar a hidrografia do local e manejar os recursos hídricos | Observação, análise do projeto |
| | 2.3 | Locar as edificações de modo a tirar proveito da forma da paisagem | Observação, análise do projeto |
| | 2.4 | Incorporar a energia solar no projeto da envoltória | Análise do projeto |
| | 2.5 | Tirar vantagem da inércia térmica do solo | Análise do projeto |
| Reduzir a poluição e o desperdício de materiais | 3.1 | Consumir materiais locais e disponíveis | Entrevista, observação, análise do projeto |
| | 3.2 | Usar materiais reciclados e recicláveis | Observação |
| | 3.3 | Reduzir as perdas de energia térmica | Observação, análise do projeto |
| | 3.4 | Usar recursos energéticos disponíveis | Observação, análise do projeto |
| | 3.5 | Planejar a manutenção e estender a durabilidade | Entrevista, observação, análise de projeto. |
| Contribuir para a saúde e o bem estar humanos | 4.1 | Melhorar os níveis de temperatura e umidade internas com valores aceitáveis | Observação, entrevista |
| | 4.2 | Assegurar ventilação natural adequada | Entrevista, observação, análise de projeto. |
| | 4.3 | Garantir luz natural e radiação solar adequadas | Observação, entrevista, análise do projeto |
| | 4.4 | Melhorar aquecimento solar passivo e natural | Observação, análise do projeto |
| | 4.5 | Evitar materiais tóxicos | Observação, análise do projeto |
| Reduzir o efeito de desastres naturais | 5.1 | Proporcionar manual prático para antecipar e mitigar riscos | Análise documental |
| | 5.2 | Desenvolver sistemas construtivos fortes e flexíveis | Observação, análise do projeto |
| | 5.3 | Considerar características específicas dos riscos locais | Observação, análise do projeto |
| | 5.4 | Integrar medidas técnicas e comportamentais para reduzir a vulnerabilidade | Observação, análise dos projeto |
| | 5.5 | Incorporar estratégias de recuperação pós-desastre | Análise documental |

Quadro 9: Sustentabilidade sociocultural: técnicas para coleta de dados

| | | | |
|--|------|---|--|
| Proteger a paisagem cultural | 6.1 | Compreender os valores e dinâmicas locais | Entrevista, observação |
| | 6.2 | Melhorar as técnicas de uso da terra que garantem e sustentam a diversidade biológica | Entrevista, análise documental, observação |
| | 6.3 | Articular a organização do espaço com as necessidades produtivas | Entrevista, observação, análise de projeto. |
| | 6.4 | Otimizar as características do solo e microclimas através de sistemas de produção sustentáveis e gerenciamento da terra | Entrevista, observação, análise de projeto. |
| | 6.5 | Regular as atividades produtivas pelas características ambientais e com os ciclos estacionais e econômicos | Entrevista, análise documental |
| Transferir culturas construtivas | 7.1 | Permitir experiências construtivas práticas para facilitar conhecimento empírico | Entrevista, análise documental |
| | 7.2 | Reconhecer o valor da maestria e memória construtiva | Entrevista, análise documental, análise do projeto |
| | 7.3 | Envolver novas gerações nos processos construtivos | Entrevista, observação |
| | 7.4 | Reconhecer o valor dos papéis em atividades e conhecimentos tradicionais | Entrevista, análise documental |
| | 7.5 | Facilitar a participação da comunidade local nos processos de tomada de decisão | Entrevista, análise documental |
| Desenvolver soluções criativas e inovadoras | 8.1 | Desenvolver a inteligência coletiva | Entrevista, análise documental |
| | 8.2 | Encorajar a diversidade de soluções de sistemas construtivos | Observação, análise de projeto |
| | 8.3 | Integrar influências de outras culturas construtivas | Observação, análise de projeto |
| | 8.4 | Permitir experimentação em processos e técnicas construtivas | Entrevista, análise documental |
| | 8.5 | Envolver técnicas construtivas experimentais, através de processos de tentativa e erro | Entrevista, análise documental |
| Reconhecer valores intangíveis | 9.1 | Promover relações inter-geracionais | Entrevista, análise do projeto |
| | 9.2 | Valorizar o bem estar coletivo | Observação, análise do projeto |
| | 9.3 | Melhorar o engajamento e participação comunitários | Entrevista, análise documental |
| | 9.4 | Encorajar locais de encontro comunitário | Entrevista, análise documental |
| | 9.5 | Construir estruturas comuns / mercados | Entrevista, observação, análise documental |
| Encorajar a coesão social | 10.1 | Transmitir história e valores culturais | Observação, análise do projeto |
| | 10.2 | Incorporar rituais sociais | Entrevista, análise documental |
| | 10.3 | Construir caráter comunitário e sensação de pertencimento | Entrevista, análise documental |
| | 10.4 | Reconhecer expressões locais simbólicas | Entrevista, observação, análise documental, análise do projeto |
| | 10.5 | Impulsionar processos produtivos e construtivos com os valores culturais | Observação, análise do projeto |

Quadro 10: Sustentabilidade Socioeconômica: técnicas para coleta de dados.

| | | | |
|---|-------------|---|--|
| Dar suporte à autonomia | 11.1 | Compartilhar recursos | Entrevista, análise documental |
| | 11.2 | Usar recursos e materiais locais e acessíveis | Observação, análise documental e análise do projeto. |
| | 11.3 | Promover artesanato local | Entrevista, observação, análise documental e análise do projeto. |
| | 11.4 | Encorajar a produção local | Entrevista, observação |
| | 11.5 | Promover o empoderamento comunitário | Entrevista, análise documental |
| Promover atividades locais | 12.1 | Fortalecer agricultura urbana e produção local de alimentos | entrevista, análise documental, análise de projeto |
| | 12.2 | Promover deslocamentos curtos e comércio local | entrevista, análise documental, análise de projeto |
| | 12.3 | Promover o uso coletivo de espaços | Análise do projeto |
| | 12.4 | Incluir espaços para atividades produtivas em escala urbana e arquitetônica | Observação, análise do projeto |
| | 12.5 | Desenvolver produtos manufaturados com materiais locais | Entrevista, observação |
| Otimizar esforços construtivos | 13.1 | Otimizar o uso dos materiais | Entrevista, observação, análise do projeto. |
| | 13.2 | Assegurar a escala adequada da edificação | Entrevista, observação, análise do projeto. |
| | 13.3 | Promover simplicidade técnica dos processos construtivos | Entrevista, observação, análise do projeto, análise documental. |
| | 13.4 | Reduzir esforços com transporte | Entrevista, observação, análise do projeto, análise documental. |
| | 13.5 | Encorajar o uso de materiais pouco processados | Entrevista, observação, análise do projeto. |
| Estender a vida útil da edificação | 14.1 | Prever substituição regular de componentes construtivos | Análise documental, análise do projeto. |
| | 14.2 | Prever a erosão de elementos construtivos | Observação, análise do projeto |
| | 14.3 | Planejar a manutenção das edificações | Entrevista, observação |
| | 14.4 | Projetar edificações flexíveis à modificações e ampliações | Análise do projeto. |
| | 14.5 | Projetar estruturas fortes e duráveis | Observação, análise do projeto |
| Economizar recursos | 15.1 | Utilizar materiais recicláveis | Observação, entrevista |
| | 15.2 | Promover edificações densificáveis e compactas | Entrevista, observação, análise do projeto |
| | 15.3 | Assegurar fornecimento de energia renovável | Observação, análise do projeto. |
| | 15.4 | Desenvolver sistemas construtivos adequados às condições locais | Observação, análise do projeto, análise documental |

A partir dos resultados do estudo de caso piloto, verificou-se a necessidade de desenvolver indicadores para cada estratégia. Os mesmos foram desenvolvidos a partir da experiência deste estudo piloto, uma vez que a partir desta análise prática foi possível aprofundar a compreensão de cada estratégia. Foi valorizada neste capítulo a experiência profissional e acadêmica da autora, bem como sua própria visão a respeito do conceito de sustentabilidade nas edificações. Os indicadores estão listados no Capítulo 9.

Etapa 8: Coleta de dados em campo. Entre os dias 29 de janeiro e 2 de fevereiro de 2020 foi realizada a visita de campo. A visita teve apoio da Crediseara, que viabilizou o transporte terrestre durante todo o período. Os demais custos com transporte aéreo, hospedagem e alimentação, foram custeados com recursos próprios. As visitas a cada propriedade tiveram duração de aproximadamente três horas. Para levantamento de dados foram realizadas fotos e vídeos, medições com trena eletrônica e manual e gravações de voz. O cronograma das atividades foi organizado pela Crediseara, conforme disponibilidade das famílias, e se desenvolveu da seguinte forma:

Dia 29 de janeiro

Tarde: chegada em Chapecó e entrevista com o arquiteto Silvio Santi, autor dos projetos dos estudos de caso 5 e 6. A edificação 5 já havia sido analisada em 2012. Para a edificação 6, foram fornecidos os arquivos em formato DWG referentes ao projeto arquitetônico original.

Dia 30 de janeiro:

Manhã: Visita à propriedade do Estudo de Caso 06

Tarde: Visita à propriedade do Estudo de Caso 01, onde se deu a hospedagem entre os dias 30 de janeiro e 02 de fevereiro.

Dia 31 de janeiro:

Manhã: Visita à propriedade do Estudo de Caso 02

Tarde: Visita à propriedade do Estudo de Caso 05

Dia 1 de fevereiro:

Manhã: Visita à propriedade do Estudo de Caso 04

Tarde: Visita a duas propriedades de famílias que estão com suas residências em etapa de projeto. Estas propriedades não foram incluídas no presente estudo de caso e os dados coletados foram eliminados.

Dia 2 de fevereiro:

Manhã: Visita à propriedade do Estudo de Caso 03

Tarde: Retorno à Florianópolis.

Etapa 9: Tratamento dos dados e avaliação da sustentabilidade. Nesta etapa foi realizado o tratamento dos dados obtidos em campo. As entrevistas foram transcritas, e seu propósito consistiu na obtenção de informações objetivas a respeito dos processos de projeto e obra e também em informações subjetivas referentes à sensação dos usuários. Com a documentação existente e os levantamentos realizados em campo, as edificações existentes foram digitalizadas com o software Autocad. Os dados das entrevistas e dos projetos digitalizados foram cruzados com o levantamento fotográfico e as observações assistemáticas. A partir do tratamento e cruzamento dos dados, ocorreu a avaliação da sustentabilidade nas seis edificações eleitas como estudos de caso. Para a avaliação, optou-se por justificar cada uma das estratégias de modo a propiciar uma compreensão a respeito de quais fatores influenciam em uma avaliação positiva ou negativa. Para cada edificação, foi montado um gráfico em forma de mandala com os resultados para cada princípio e para cada âmbito da sustentabilidade.

Etapa 10: Considerações finais. A partir do resultado da avaliação da sustentabilidade em cada edificação os dados foram organizados de forma a direcionar a discussão. Partindo-se do particular, optou-se por analisar os resultados de cada estratégia, identificar fatores de influência para cada princípio e, finalmente, discutir os resultados obtidos para cada âmbito da sustentabilidade.

6 CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE E MÉTODO DE AVALIAÇÃO ADOTADOS

Considerando todos os temas analisados nos capítulos 2 e 3, adotam-se alguns posicionamentos a respeito do conceito de sustentabilidade e, conseqüentemente, do método para a sua avaliação. Ressalta-se que os conceitos aqui descritos consideram o objeto de avaliação (ACT) com suas peculiaridades.

Em primeiro lugar adotou-se a ideia de que o conceito de sustentabilidade na arquitetura deve estar contextualizado e se adequar a situações específicas. Um método para avaliação da sustentabilidade aplicado em uma residência rural enfatiza características diferentes de uma avaliação realizada em um edifício localizado em um grande centro urbano. A proximidade do usuário em relação a edificação, seu uso, e a sensação de pertencimento, serão muito diferentes de um caso para o outro. Sob uma ótica mais abrangente, conceitos importantes para países desenvolvidos não são os mesmos a serem adotados em países em desenvolvimento e que apresentam elevado grau de pobreza e desigualdade social, como é o caso do Brasil. Nestes casos, questões socioculturais ou socioeconômicas são tão urgentes quanto as ambientais. A sustentabilidade na arquitetura deve estar alinhada com a construção de ambientes resilientes nos três âmbitos da sustentabilidade.

A ideia de ambiente inclui aqui as pessoas que nele vivem. Assim sendo, a sustentabilidade na arquitetura deve visar o desenvolvimento humano, a redução da desigualdade social e a erradicação da pobreza. Uma arquitetura sustentável deve respeitar e valorizar a cultura local, e isto inclui questões socioculturais e socioeconômicas, uma vez que as atividades econômicas devem estar vinculadas a estes valores para que se pense em uma cultura de permanência. O âmbito socioeconômico neste trabalho não considera valores monetários, e sim a capacidade de a arquitetura promover ou não um ambiente que propicie o desenvolvimento de atividades de renda e promova economia através de sua autossuficiência e das relações estabelecidas com o ambiente e com a comunidade. Trata-se de compreender a arquitetura não como um produto final, estático, como um processo desde a concepção até sua demolição e que absorva a participação dos usuários, estimular a produção de alimentos vinculados à edificação e em seu entorno próximo.

Dentro da perspectiva de compreender a arquitetura como um processo, enfatiza-se a característica de a construção ser um objeto educativo que possa incluir atividades de ensino e capacitação de mão de obra, ou mesmo que tenha um potencial didático por meio da demonstração das tecnologias. Este potencial é intrínseco, como já comentado, à ACT, mas pode ser incorporado a obras com diferentes sistemas construtivos.

Finalmente, os fatores concernentes à esfera ambiental devem ser cumpridos de forma a contribuir com as demais esferas. Um ambiente bem ventilado e iluminado, que não utiliza materiais tóxicos gera saúde e bem-estar, o que contribui para a permanência e resiliência, bem como para a

qualidade de vida e capacidade de trabalho. O cumprimento aos requisitos básicos da norma de desempenho é ponto de partida para análise de diversos pontos a serem avaliados e devem ser considerados.

Considerando também que a visão de sustentabilidade coloca o usuário no centro da análise, priorizando o desenvolvimento humano, buscou-se um método acessível e que seus conceitos possam de fato servir como guia para utilização a partir da etapa de projeto. Além do mais, a adaptação deste método contribui para o ineditismo do trabalho, com a intenção de propiciar uma nova perspectiva na área.

7 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

(...) torna-se importante compreender a “re-localização” do habitat não como uma forma de embuti-lo em uma situação geográfica onde seus contextos representam restrições a serem minimizadas pelo projeto. Sua inserção territorial representa, ao contrário, a integração do contexto específico em adequação e ressonância com as culturas e as identidades, a morfologia e as paisagens, estabelecendo um pacto pelo território, entre cultura e natureza (FERREIRA, 2014, p. 335)



Figura 32: Casa em Descanso. Projeto da autora, 2009. Fonte: autora.

O estado de Santa Catarina está localizado na região sul do Brasil, fazendo fronteira com os estados do Rio Grande do Sul e do Paraná e com a Argentina. Tem uma população estimada de aproximadamente sete milhões de habitantes. O estado tem um total de 295 municípios espalhados em oito regiões: Litoral, Nordeste, Planalto Norte, Vale do Itajaí, Planalto Serrano, Sul, Meio-Oeste e Oeste. É um dos estados mais ricos do país, com uma renda per capita de R\$1597,00 mensais, estando em quarto lugar no ranking brasileiro. Fica em vigésimo lugar no ranking brasileiro em relação à dimensão territorial, com 95737.954 km² de área (IBGE, 2010).

O censo de 2010 (IBGE) visitou uma amostra de 1.993.012 domicílios. Destes, 1.691.822 estavam localizados em área urbana, e 301.190 em área rural. Em relação às técnicas construtivas, a maior parte das edificações tem as paredes externas de alvenaria com revestimento (85%), e em segundo lugar vem as casas de madeira aparelhada (19%), seguido por alvenaria sem revestimento (5%) e em quarto lugar vem os domicílios de madeira reaproveitada (1%). Materiais naturais aparecem na amostragem do censo de 2010, com um total de 476 domicílios de taipa de mão revestida (0,023%), 430 de taipa de mão não revestida (0,023%) e 14 domicílios construídos com palha para as vedações externas.

Os materiais das paredes externas descritos como taipa de mão não revestida, madeira reaproveitada, palha, outro material ou sem parede são considerados pela Fundação João Pinheiro

(2018) como parte constituinte do item “domicílios rústicos” que compõe o cálculo do déficit habitacional brasileiro. Ainda de acordo com a Fundação João Pinheiro, o déficit habitacional em Santa Catarina em 2015 totalizava 204.648 domicílios. O déficit habitacional no estado está constituído principalmente por causa do ônus excessivo com aluguel, seguido por situações de coabitação familiar. Situações de domicílios precários são o terceiro fator de causa, totalizando 39.410 domicílios.

7.1 DADOS BIOCLIMÁTICOS

O clima em Santa Catarina é do tipo temperado apresentando grandes oscilações de temperatura ao longo do ano, predomínio de frentes polares e índice pluviométrico anual da ordem de 1500 mm com os meses de junho, julho e agosto mais secos. As estações verão e inverno são bem definidas e as temperaturas mais baixas ocorrem em locais de grandes altitudes (Linczuk, 2016).

De acordo com a Norma de Desempenho Térmico em Edificações (NBR 15.220 -3, ABNT, 2005), no Estado de Santa Catarina existem três zonas bioclimáticas (ZB). Para a região do estudo, que abrange os municípios de Seara, Paial e Arabutã, os dados bioclimáticos utilizados são os do município de Xanxerê, que está inserido na Zona Bioclimática 2 (ZB2). O gráfico da Figura 34 demonstra as temperaturas mínimas e máximas ao longo do ano e a faixa de zona de conforto. Percebe-se que na maior parte do ano as temperaturas estão fora da zona de conforto, especialmente no período do inverno. O gráfico da Figura 35 apresenta a precipitação média mensal na região, ilustrando uma distribuição das chuvas ao longo do ano com pico nos meses de outubro, abril e junho.

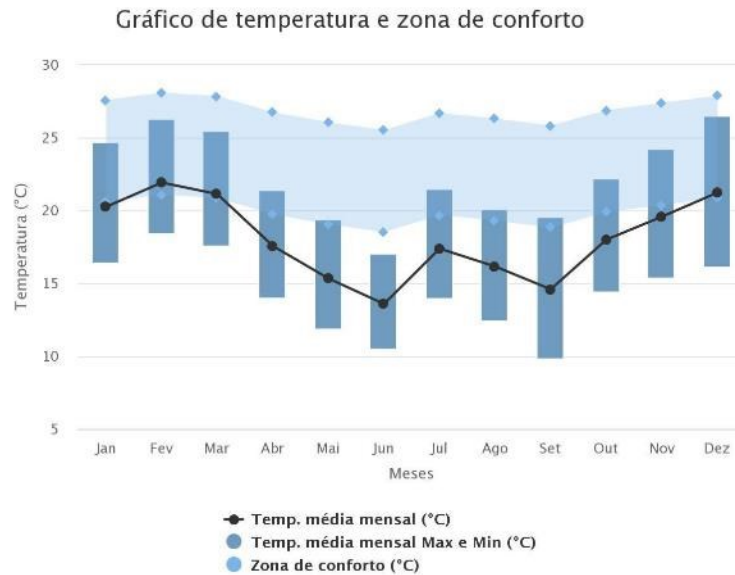


Figura 33: Gráfico de temperaturas mínimas e máximas mensais e zona de conforto térmico conforme dados climáticos de Xanxerê - SC. Fonte: Projeteee

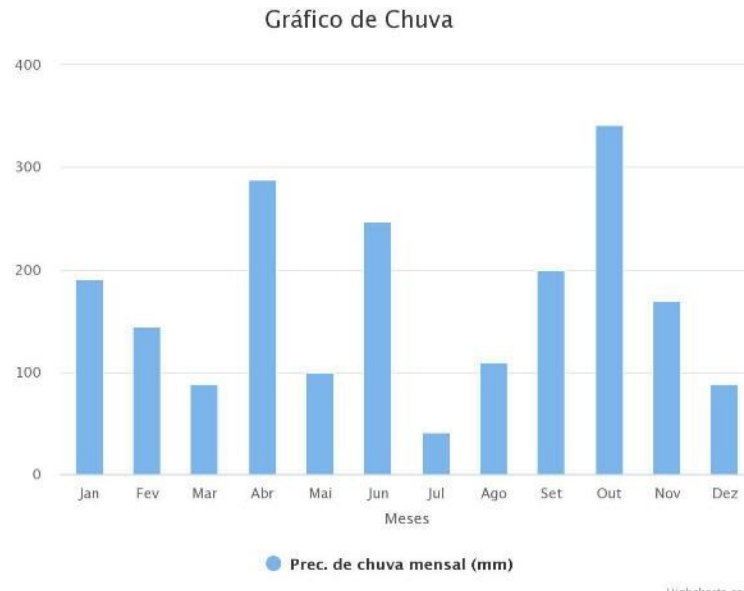


Figura 34: Gráfico de chuvas na região de acordo com dados climáticos de Xanxerê - SC. Fonte: Projeteee

Para esta análise foram compiladas informações referentes aos requisitos mínimos propostos pelo Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) e de diretrizes da ABNT NBR 15.220-3 para ZB2. As informações incluem o tamanho das aberturas para ventilação e iluminação naturais, a proteção das aberturas, tipo de vedação externa (paredes e cobertura) e estratégias de condicionamento térmico passivo. O Quadro 11 apresenta essas informações.

Quadro 11: Diretrizes bioclimáticas para a Zona Bioclimática 2 (RTQ-R)

| Diretriz | Zona Bioclimática 2 |
|---|--|
| Tamanho das aberturas para ventilação | Mínimo de 8% da área do piso dos ambientes de permanência prolongada. Obrigatória ventilação cruzada em todos os ambientes. |
| Ventilação natural | A edificação deve possuir sistema de aberturas que propicie a ventilação cruzada em pelo menos duas fachadas (opostas adjacentes). Portas principais e de serviço não são consideradas aberturas para ventilação |
| Iluminação natural | A área de abertura para iluminação natural nos ambientes de permanência prolongada deve corresponder a no mínimo 12,5% da área útil do ambiente. |
| Sombreamento das aberturas | Permitir o sol nos períodos frios |
| Paredes | Transmitância Térmica - $U \leq 2,50$ |
| Cobertura | Transmitância Térmica - $U \leq 2,30$. Coberturas vegetadas não precisam atender ao pré-requisito de absorvância. |
| Estratégias para condicionamento térmico passivo no inverno | Aquecimento solar da edificação Vedações internas pesadas |

Para ZB2, a norma faz a ressalva de que o aquecimento passivo é insuficiente em períodos frios. As paredes leves são as de transmitância térmica (U) menor ou igual a $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, e as paredes leves refletoras são as com $U \leq 3,60 \text{ W/m}^2\text{K}$. A Quadro 12 apresenta a condutividade de alguns tipos de parede de terra. As coberturas leves isoladas devem apresentar $U \leq 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$. Em relação à transmitância térmica das coberturas, alguns exemplos serão listados no Quadro 13.

Quadro 12: Valores indicativos de densidade e condutividade em paredes de terra. Fonte: Heathcoat, 2011. Tradução da autora.

| Material | Densidade kg/m^3 | Condutividade (k) W/m.K |
|---|---------------------------|----------------------------------|
| Cob | 1450 | 0,60 |
| Adobe | 1650 | 0,82 |
| BTC com compressão manual | 1750 | 0,93 |
| Taipa de pilão ou BTC com compressão mecânica | 2000 | 1,20 |

Quadro 13: Transmitância térmica de alguns sistemas de cobertura (ABNT, 2005???)

| Sistemas de cobertura | Transmitância térmica (W/m ² K) |
|---|---|
| Cobertura de telha cerâmica sem forro, espessura 1,0 cm | U δ 4,55 |
| Cobertura de telha de fibrocimento sem forro, espessura 0,7 cm | U δ 4,60 |
| Cobertura de telha cerâmica com forro de madeira, espessura da telha: 1,0 cm; espessura da madeira: 1,0 cm | U δ 2,00 |
| Cobertura de telha de fibrocimento com forro de madeira, espessura da telha: 0,7 cm; espessura da madeira: 1,0 cm | U δ 2,00 |

7.2 OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS

De acordo com o Diário Catarinense (2017) o Estado de Santa Catarina foi o terceiro estado que mais sofreu com desastres naturais em 20 anos. Atribui-se este fato ao relevo acidentado, à latitude média, que é um local de ocorrência de fenômenos externos, e à urbanização massiva na zona litorânea, que acaba por expor mais pessoas às situações de desastres. Alguns dos fenômenos naturais comuns são as inundações graduais, inundações bruscas, vendavais, granizos, escorregamentos e tornados (Marcelino, Nunes e Kobiyama, 2006). A enchente ocorrida no Vale do Itajaí em 2008 foi o episódio mais marcante relacionado a este tipo de fenômeno, que atingiu especialmente o município de Blumenau.

O chamado Furacão Catarina, ocorrido em março de 2004, consistiu em um ciclone subtropical e seus ventos atingiram a velocidade de 200km/h nos locais mais atingidos. O evento foi uma surpresa para a população e para a comunidade científica, uma vez que não havia registro de ocorrências similares na história. Em um momento este sistema fez uma transição de ciclone para furacão, sendo considerado o primeiro furacão do Atlântico Sul¹⁵. No tornado de Xanxerê¹⁶, ocorrido em 20 de abril de 2015, os ventos atingiram velocidades de até 330 km/h. Neste evento cerca de 2,6 mil casas foram danificadas, cerca de 500 pessoas ficaram desabrigadas e mais de 4.200 pessoas desalojadas.

Ocorrido durante a fase final da escrita dessa tese, o ciclone bomba de 30 de junho de 2004 foi considerado incomum pela elevada intensidade alcançada em um curto período de tempo. Mais de cem cidades do estado foram atingidas e cerca da metade dos domicílios ficou sem energia elétrica, sendo considerado o maior dano à rede elétrica já ocorrido em Santa Catarina. Este evento foi considerado pela mídia como o pior desastre com ventos da história do estado, e alguns especialistas

¹⁵ Fonte: Blog do ENEM, disponível em <https://blogdoenem.com.br/furacao-catarina-geografia-enem/>. Acesso em 06 de julho de 2020.

¹⁶ Fonte: Portal Tri, disponível em <https://www.portaltri.com.br/1/noticias/4/geral/97458/tornado-em-xanxere-completa-quatro-anos>. Acesso em 06 de julho de 2020.

apontam que ocorrências como esta podem deixar de ser incomuns¹⁷. Estes dados apontam para a possibilidade de maior ocorrência de desastres



Figura 35: Danos provocados pelo tornado de Xanxerê em 2015. Fonte: Portaltri,2019.

¹⁷ Fonte: G1, disponível em <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2020/07/04/ciclone-bomba-e-considerado-o-maior-desastre-com-ventos-da-historia-de-santa-catarina.ghtml>. Acesso em 06 de julho de 2020.

PARTE II – RESULTADOS

8 LEVANTAMENTO DA ACT EM SANTA CATARINA

A partir da publicação deste estudo, publicado em dissertação de mestrado, verificou-se a necessidade de ampliar o conhecimento a respeito da ACT para além da região oeste.

O resultado desse levantamento foi publicado por Prompt e Librelotto (2018). O artigo completo consta no APÊNDICE 1. Foram obtidos os seguintes dados: localidade, técnicas empregadas, data, uso e mão de obra (autoconstrução, contratada ou regime misto). O resultado do mapeamento está na Figura 36. Foram mapeadas 52 edificações em todo o estado. Constata-se concentração de edificações na região oeste e na região litorânea.

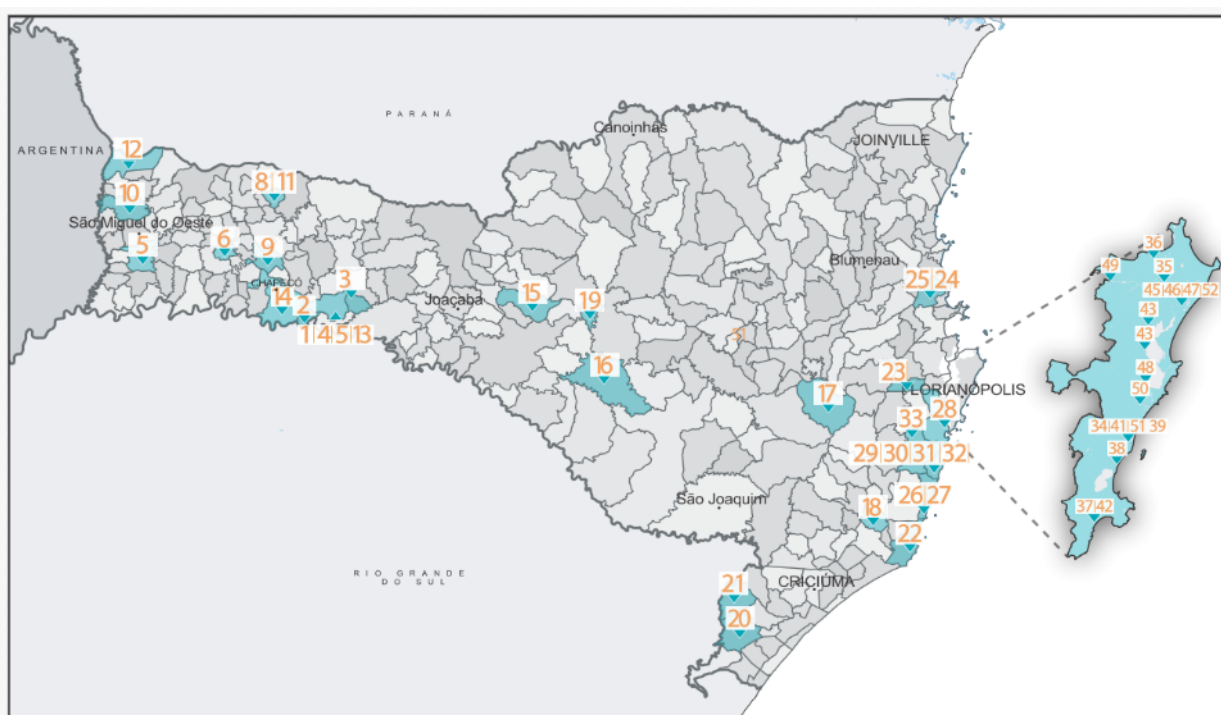


Figura 36: Ocorrência de edificação com terra em Santa Catarina (PROMPT e LIBRELOTTO, 2018)

Em relação à data, conforme ilustrado no Gráfico 1, constata-se que em 2009 e 2018¹⁸ houve maior produção de edificações: a ocorrência em 2009 deu-se pela difusão entre propriedades agrícolas familiares. Logo há uma diminuição da produção, que volta a aumentar a partir de 2015.

¹⁸ Dados registrados em setembro de 2018.

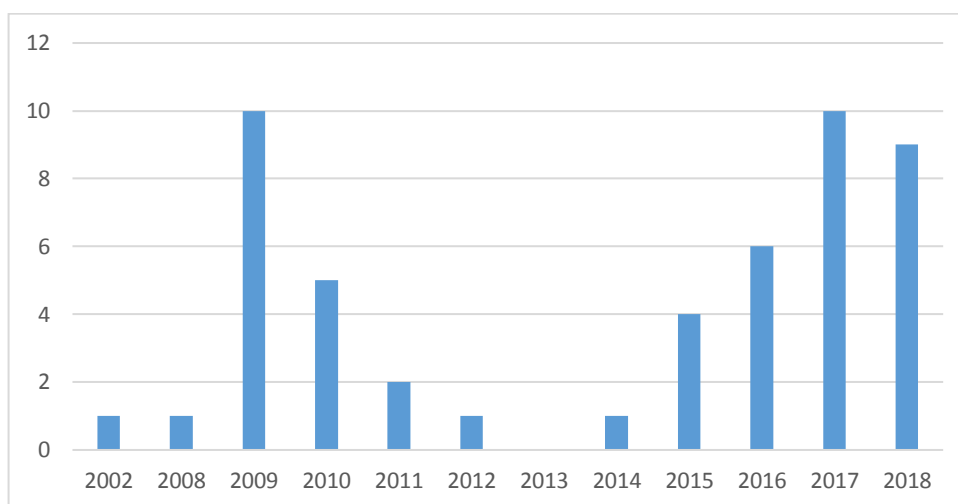


Gráfico 1: Quantidade de edificações construídas a cada ano entre 2008 e 2018, e a de 2002. Fonte: Prompt e Librelotto, 2018.

Quanto ao uso, as edificações foram divididas em três grupos: residencial, comercial ou serviço e permacultura / ecovilas. A categoria denominada “permacultura / ecovilas” consiste em locais de práticas de permacultura, agroecologia e construção natural, porque estes têm um caráter de divulgação e ensino das técnicas de construção com terra. Nesta categoria, é comum a prática da autoconstrução vinculada a cursos, o que traz um caráter diferenciado dessas edificações. Embora mapeado cada um apenas como um exemplo, alguns desses espaços possuem um conjunto de edificações. Do total de 52 edificações mapeadas, 60% são de uso residencial, 21% comércio ou serviços e 19% permacultura / ecovilas (Gráfico 2).

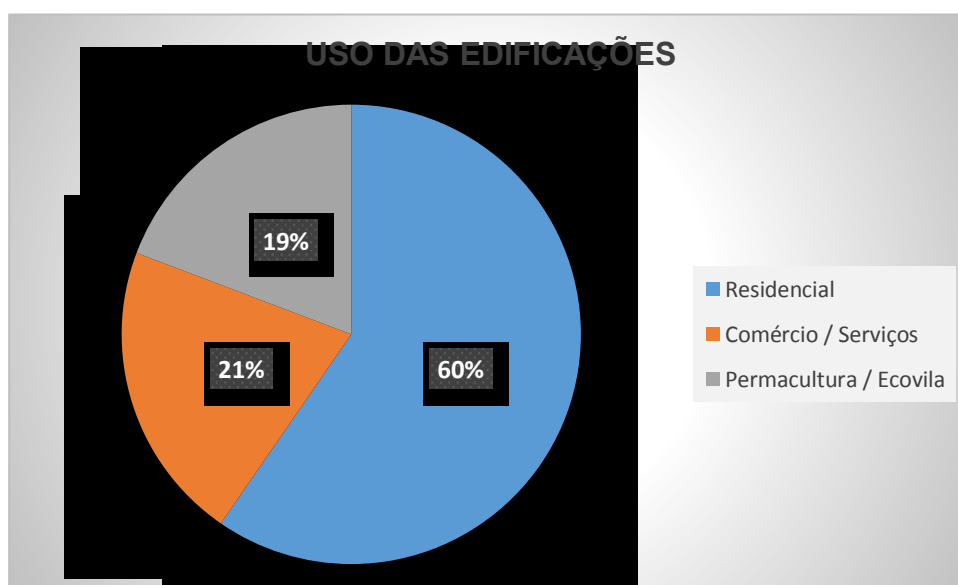


Gráfico 2: Uso das edificações mapeadas. Fonte: Prompt e Librelotto, 2018.

Em relação ao tipo de mão de obra, prevalecem os casos de autoconstrução com 44% do total. Estes dados podem ser visualizados no Gráfico 3.

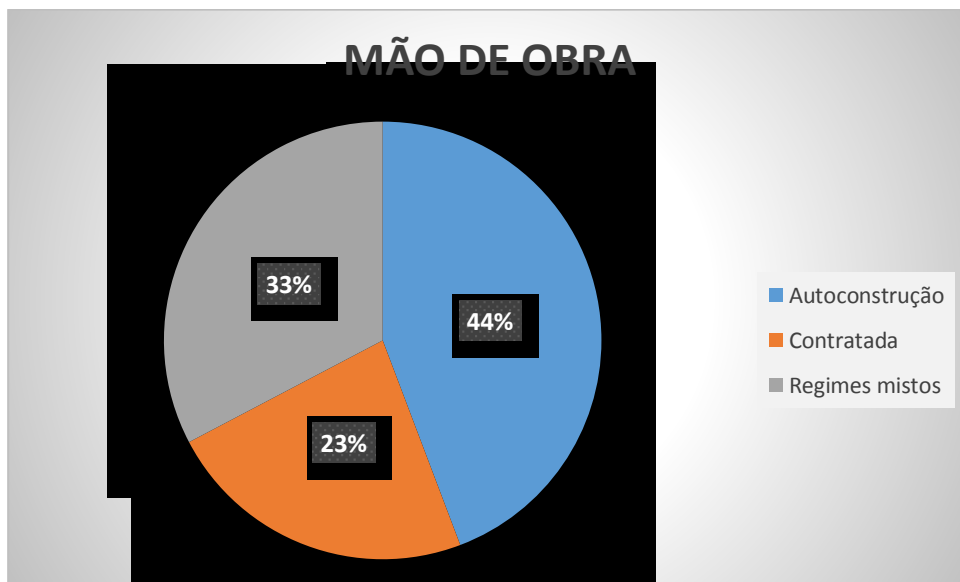


Gráfico 3: Tipo de mão de obra. Fonte: Prompt e Librelotto, 2018.

No que diz respeito às técnicas aplicadas, compreende-se que em muitas edificações foram utilizadas mais de uma técnica. Optou-se, então, por contabilizar a ocorrência de cada técnica. Assim sendo, a técnica do adobe foi encontrada nove vezes; a taipa de pilão três vezes; o BTC três vezes; a taipa de mão 32 vezes; *cordwood* sete vezes e a terra ensacada 18 vezes (Gráfico 4).

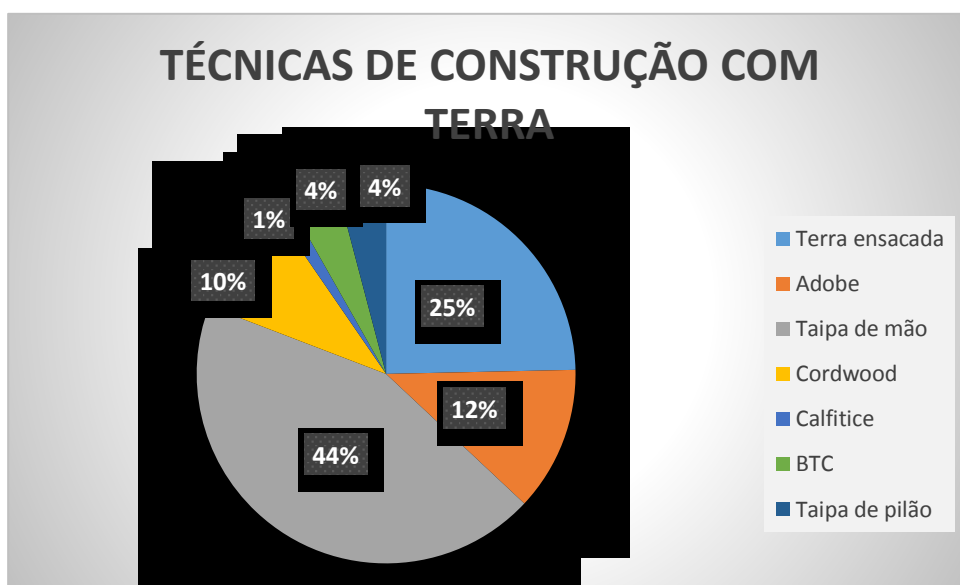


Gráfico 4: ocorrência das técnicas em ACT em SC. Fonte: Prompt e Librelotto, 2018.

9 ESTUDO DE CASO PILOTO

9.1 CARACTERIZAÇÃO

O estudo de caso piloto foi realizado na sede da Nova Oikos Permacultura, localizada em Camboriú-SC. Os resultados foram publicados em Prompt e Librelotto (2019) e o texto completo consta no APÊNDICE 2. A escolha do objeto deu-se por uma relação pré-existente da autora com a proprietária do local, a qual permitiu livre acesso ao espaço e às informações relativas ao histórico, bem como a liberdade para a aplicação das técnicas de coleta de dados. Além do mais, a autora participou ativamente de diversas atividades de ensino e capacitação relacionadas à bioconstrução na Nova Oikos Permacultura. Esta trata de um projeto educativo, cujas edificações são construídas desde 2014. A Nova Oikos Permacultura está inserida em uma propriedade familiar da área preservada da Mata Atlântica. O acesso dá-se por uma área urbanizada de baixa renda do município. As obras são feitas predominantemente em processo de mutirão pelos participantes de cursos e vivências. Na data em que foram coletados os dados (abril de 2019) existiam três edificações em uso – cozinha, alojamento (com dormitórios e banheiros) e galpão – e um local aberto para reuniões – a geodésica. A Figura 30 representa esquematicamente a localização das edificações, bem como o acesso ao sítio, a zona de camping e os corpos d'água (rio e lago). Destaca-se também, nesta figura, o local de retirada da terra para a construção das edificações.

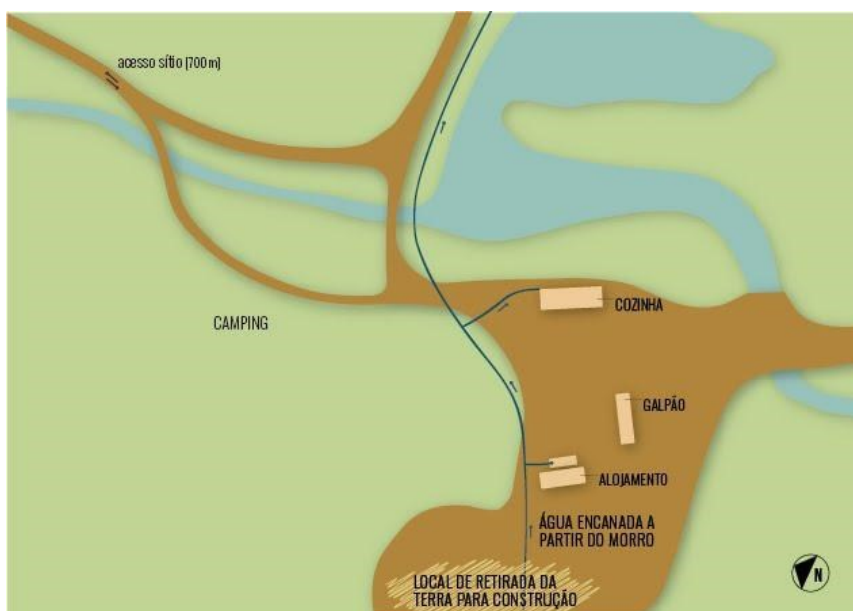


Figura 37: Localização das edificações em relação aos corpos d'água e zonas de circulação. Fonte: Autora.

Materiais e técnicas construtivas

As edificações foram construídas predominantemente com materiais retirados do próprio terreno (terra, pedras e madeira) ou reaproveitados. A estrutura das edificações foi construída com madeira de pinus retirada do local. A terra, material usado na maior parte das paredes, também foi

retirada do terreno, conforme ilustra a Figura 37. Com este material foram aplicadas diversas técnicas como taipa de mão (com a trama de bambu colhido no terreno), adobe, *cob* e revestimentos naturais. Entre os materiais reaproveitados estão madeiras de demolição, telhas e esquadrias.



Figura 38: Vista geral do galpão. Fonte: autora. Foto de 2018.

Mão de obra

Em relação à mão de obra, todos os trabalhos de concretagem de fundações e pilares, montagem das estruturas principais e coberturas foram realizados com mão de obra contratada. A única parte da estrutura de madeira feita em momentos de vivência foram os pilares que estruturam o telhado verde da edificação 1. A alvenaria dos banheiros, bem como sua instalação hidrossanitária, também foi executada por mão de obra contratada. As demais etapas da obra (paredes, piso do alojamento, montagem do telhado verde, revestimentos) foram realizadas em processo de mutirão.

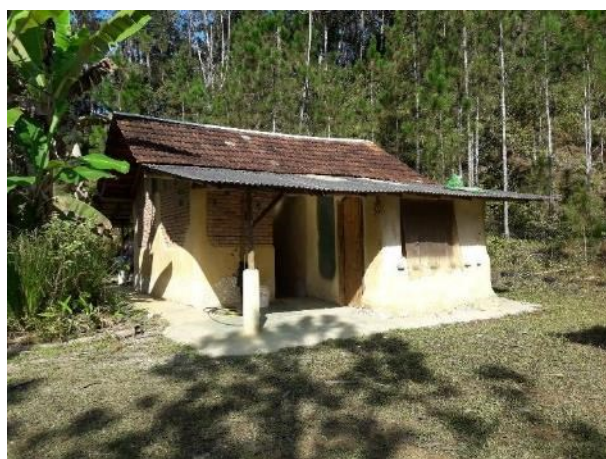


Figura 39: Vista geral dos alojamentos. Fonte: autora. Foto de 2018.

9.2 RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO

Questionários foram aplicados de forma a obter a percepção dos usuários durante a vivência de bioconstrução, realizada no mês de setembro de 2018. A intenção desta atividade neste trabalho

não é a de uma análise estatística, e sim a de uma análise subjetiva, de modo a cruzar entre as informações obtidas nas entrevistas, levantamentos arquitetônicos e observações. Destaca-se a importância da aplicação dos de questionários nesta etapa da pesquisa, pois com estes verifica-se o entendimento dos participantes e a eficácia das perguntas, uma vez que se trata de um estudo piloto.

As questões incluíram dois temas principais: as edificações e a vivência. Alguns participantes estavam conhecendo o local pela primeira vez, e, por isso, consideram-se suas percepções como intuitivas ou até superficiais. Para quase metade do grupo presente alojado em barracas, na zona de camping, sugeriu-se a marcação referente ao dormitório como “nenhuma das anteriores” (NDA).

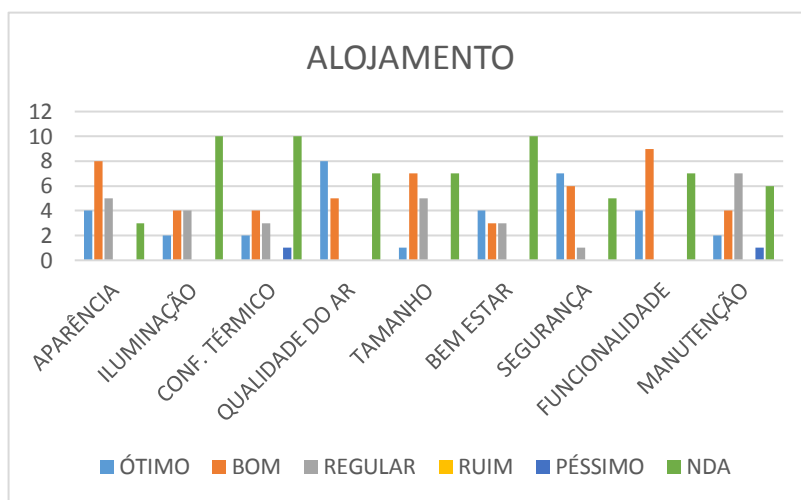


Gráfico 5: Percepção dos usuários sobre o alojamento

Dessa forma, percebe-se a predominância da NDA no resultado dos dados do alojamento (Gráfico 5). Os itens aparência, tamanho e manutenção foram mais avaliados como “REGULAR”, e os itens qualidade do ar e segurança¹⁹, como “ÓTIMO”. Os itens conforto térmico e manutenção foram avaliados uma vez como “PÉSSIMO”.

¹⁹ Ressalta-se que não especificou-se o que se entende por segurança. Apesar de o sítio estar localizado em um bairro pobre e próximo a um presídio, a segurança poderia estar relacionada à presença de cobras, aranhas ou insetos, comuns no local.

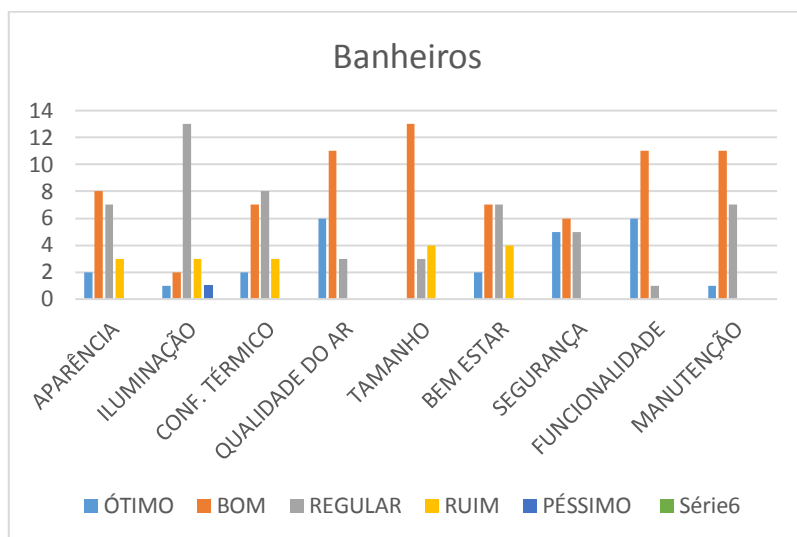


Gráfico 6: Percepção dos usuários sobre os banheiros

O banheiro foi o ambiente pior avaliado pelos participantes. No item iluminação, predominou a resposta “regular”. Ressalta-se que não havia lâmpadas nos ambientes do banheiro na ocasião, o que pode ter influenciado a resposta, fato aliado à falta de iluminação natural detectada nas entrevistas e nas observações. Também não existe água quente nos chuveiros, o que pode ter influenciado a questão do conforto térmico. É o ambiente que pior apresentou a avaliação em todos os itens.

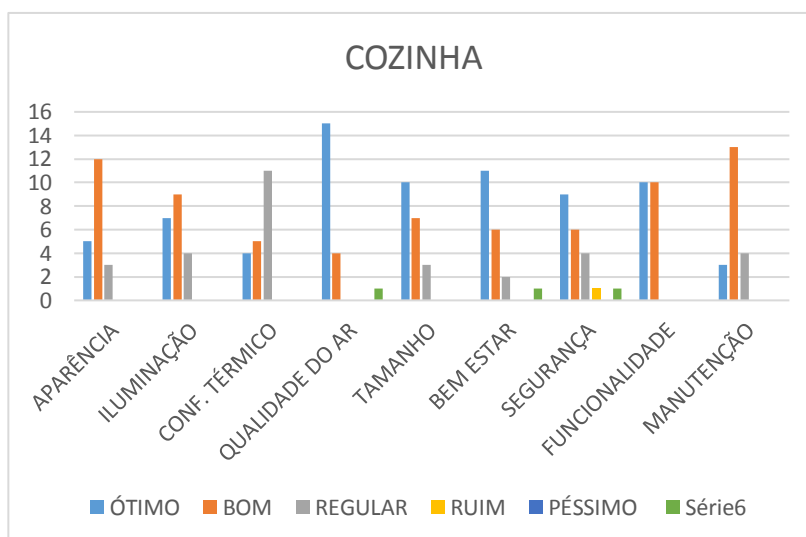


Gráfico 7: Percepção dos usuários sobre a cozinha

Na cozinha predominam avaliações positivas, especialmente nos itens funcionalidade, bem-estar, tamanho e segurança. A manutenção também foi considerada adequada pelos usuários. Trata-se de um ambiente aberto, utilizado em clima ameno na ocasião. Um dos participantes enfatizou que a percepção seria diferente em clima de inverno.

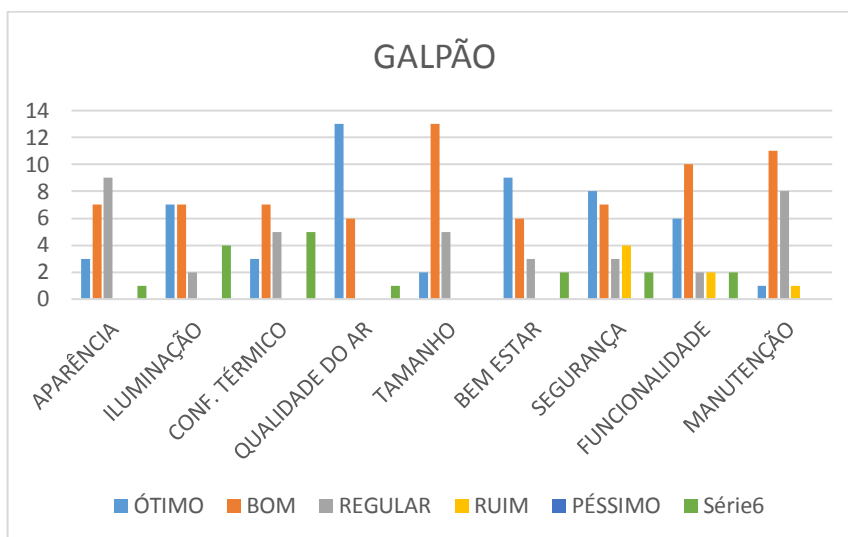


Gráfico 8: Percepção dos usuários sobre o galpão

O galpão, que serve atualmente como local para armazenamento de ferramentas, mas já cumpriu funções de cozinha e sala de aula, conforme relatado anteriormente, foi pouco usado na ocasião dessa vivência, o que explica o grande número de respostas. Foi bem avaliado especialmente no item qualidade do ar e iluminação, e pior avaliado nos itens segurança e funcionalidade – provavelmente também pelo fato de ser um espaço aberto, no qual os itens armazenados deveriam estar, supostamente, protegidos.

De maneira geral, as respostas predominantes ficaram entre ótimo, bom e regular, mostrando uma percepção positiva em relação ao espaço. A avaliação “ÓTIMO” para o item qualidade do ar predomina em todos os ambientes. Presume-se que o fato de as edificações estarem localizadas em meio à Mata Atlântica é fator determinante; entretanto, poderia haver presença de umidade e mofo no caso de tecnologias mal aplicadas, como falta de impermeabilização nas fundações, além de fatores associados à falta de iluminação e ventilação constatadas. Ademais, é comprovada a eficácia de paredes de terra em equilibrar a umidade do ar nos ambientes internos. Em relação ao conforto térmico, ressalta-se que na ocasião da vivência o clima era ameno e que, portanto, esta avaliação poderia ser muito diferente em situação típica de inverno ou de verão.

Em relação à vivência, as perguntas aplicadas foram para obter as impressões dos participantes a respeito da relevância sociocultural e socioeconômica que um espaço como a Nova Oikos Permacultura poderia proporcionar. Percebe-se, no gráfico 9 a maior parte das respostas é favorável. Nos itens ENTENDIMENTO (em relação aos propósitos do local) e DIVERSIDADE (do grupo) a avaliação ÓTIMO foi um pouco inferior.

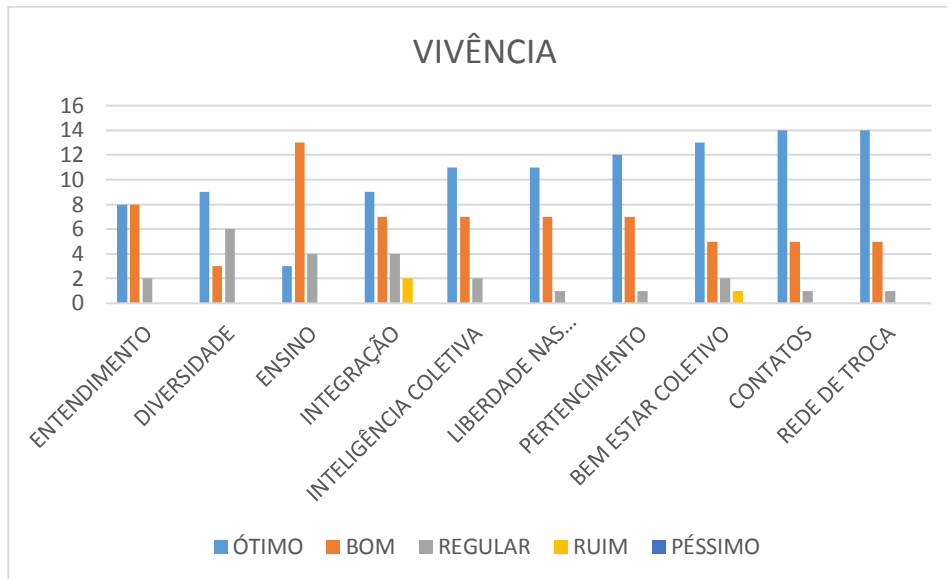


Gráfico 9: Percepção dos usuários a respeito da vivência

9.3 RESULTADO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO VERSUS

Os resultados obtidos nos questionários (ver Apêndice 2) foram cruzados com os dados das entrevistas, observações e análise de projeto.



Figura 40: Resultado da avaliação do estudo de caso piloto

Como resultado obteve-se avaliação positiva na dimensão sociocultural e mediana nas dimensões socioeconômica e ambiental. Os maiores desafios em relação ao âmbito ambiental estão relacionados à falta de cumprimento de requisitos básicos à norma de desempenho térmico em edificações, bem como à falta de um desenho bioclimático, que faça uso eficiente das energias

disponíveis no terreno. Estratégias de aquecimento solar passivo não são utilizadas, e quesitos como iluminação natural e ventilação adequada nos ambientes não são cumpridos.

Outra estratégia que é parcialmente atendida corresponde a redução de riscos relacionados a desastres naturais. Atribui-se isto a uma questão cultural, uma vez que não faz parte do cotidiano a prevenção a respeito de riscos de vendavais, inundações ou deslizamentos. Apesar de o local não se apresentar vulnerável a deslizamentos, a localização das edificações ao nível do rio poderia representar um risco a longo prazo. Está claro que, num contexto onde a vegetação está preservada, são menores os riscos de desastres naturais; ainda assim, acredita-se na necessidade de uma previsão a maior prazo, considerando-se a possibilidade de uma mudança na paisagem do entorno.

O princípio 14 também foi avaliado com desempenho insatisfatório. Neste princípio a maior parte das estratégias está relacionada ao projeto, de forma a prever a degradação de elementos construtivos. Ainda que se compreenda que a manutenção deva ser prevista em etapa de projeto, entende-se que no caso presente predominam tecnologias experimentais e com mão de obra aprendiz, de modo que o desempenho das tecnologias pode não ser como o previsto, como por exemplo no caso do piso do dormitório.

No caso da Nova Oikos Permacultura a sustentabilidade sociocultural é facilitada por ser um local que visa o encontro e a educação ambiental, ou seja, está diretamente ligada aos princípios de sustentabilidade. Nesta dimensão, a Nova Oikos Permacultura cumpre a maior parte dos requisitos, especialmente pelo seu papel em impulsionar a autonomia e o empoderamento pessoal dos participantes das atividades. A capacidade de construir com as próprias mãos com o uso do material disponível na natureza impulsiona a capacidade criativa e pode influenciar na visão de mundo – e, conseqüentemente, nas ações sociais que cada um realiza após os períodos de vivência e formação.

Apesar de considerar-se o processo construtivo e de concepção do espaço, o que neste caso traz diversos benefícios em relação à sustentabilidade das edificações, os resultados desses processos também são analisados. Fatores como esquadrias com vedações frágeis, por exemplo, podem ser decorrentes do uso de materiais reaproveitados. Ainda assim, geram perdas térmicas, o que reduz a sustentabilidade na dimensão ambiental. Sabe-se também que, no caso estudado, existe escassez de recursos financeiros, o que traz limitações para a construção. Este fator não impediu uma análise crítica dos resultados.

De qualquer forma, os fatores negligenciados em relação à sustentabilidade ambiental demonstram que o uso da terra e de outros materiais naturais ou reciclados resulta insuficiente para um bom resultado ambiental.

Em relação ao método, considera-se, de forma geral, que seja adequado para a avaliação da sustentabilidade em ACT. Algumas estratégias repetem-se nos diferentes âmbitos, como, por exemplo, o uso de sistemas naturais de ventilação, aquecimento e ventilação ou a adoção de materiais

de baixo impacto ambiental. A repetição ocorre pelo fato de uma mesma estratégia poder proporcionar incremento da sustentabilidade em mais de um âmbito – o mesmo material que gera economia pode também diminuir a energia incorporada na edificação.

Observa-se algumas lacunas referentes aos princípios e estratégias do VerSus. A primeira diz respeito aos aspectos funcionais da edificação. Em nenhum momento os aspectos referentes à adequação dos ambientes internos às atividades que ali ocorrem são questionados. Questões de acessibilidade tampouco são contempladas. Na análise citou-se a acessibilidade na estratégia 13.2 como uma forma de assinalar uma fragilidade observada in loco.

Sugere-se que estes aspectos possam ser adicionados em uma adequação do método para que seja possível uma compreensão mais completa das edificações. Além do mais, acredita-se que seja fundamental uma análise mais direcionada às especificidades da terra como material de construção. Este tema deve avaliar a adequação da escolha das técnicas a cada situação, o tipo de solo utilizado e resultados de ensaios de campo.

10 INDICADORES PARA A SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA

Neste capítulo são apresentados os indicadores para a avaliação de cada estratégia proposta pelo método Versus adaptada à realidade de Santa Catarina e com peculiaridades a respeito da ACT. É importante que, enquanto método, mais indicadores possam ser adicionados à lista, uma vez que se consideram as características do local nesta avaliação.

Quadro 14: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 1

| PRINCÍPIO 1 – Respeitar a natureza | | |
|------------------------------------|---|---|
| Item | Estratégia | Indicadores |
| 1.1 | Garantir a escolha apropriada do local | <ul style="list-style-type: none">• Aproximar a edificação dos acessos e outras de atividades importantes.• Buscar local com insolação e ventilação naturais disponíveis• Priorizar vistas para paisagem e controle do terreno desde a edificação |
| 1.2 | Minimizar o impacto das intervenções | <ul style="list-style-type: none">• Minimizar a movimentação de terra• Minimizar remoção da vegetação• Minimizar o impacto na vizinhança |
| 1.3 | Assegurar condições para a regeneração do local | <ul style="list-style-type: none">• Potencializar a biodiversidade no entorno imediato (lagos, paisagismo)• Reaproveitar as águas residuais• Promover atividades na edificação ou entorno próximo que potencializem regeneração da natureza |
| 1.4 | Integrar com a morfologia do ambiente | <ul style="list-style-type: none">• Aproveitar o desnível natural do terreno• Volumetria em harmonia com a paisagem• localização dos sistemas de tratamento de efluente planejada de acordo com o desnível |
| 1.5 | Entender as características do local | <ul style="list-style-type: none">• Avaliação positiva da estratégia 1.1• Realizar a leitura da paisagem em etapa de projeto• Utilizar materiais disponíveis no terreno• Compreender as características da terra enquanto material de construção |

Quadro 15: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 2

| PRINCÍPIO 2 – Tirar benefícios dos recursos naturais e climáticos | | |
|---|--|--|
| Item | Estratégia | Indicador |
| 2.1 | Escolher a orientação apropriada para a edificação | <ul style="list-style-type: none"> ● Priorizar a insolação em ambientes de maior permanência, preferencialmente com os dormitórios a leste ou nordeste ● Localizar ambientes de menor permanência a sul (banheiros, depósitos e áreas de serviço). ● Prever coberturas orientadas para direções de maior incidência de radiação para incorporar sistemas de energia solar |
| 2.2 | Considerar a hidrografia do local e manejar os recursos hídricos | <ul style="list-style-type: none"> ● Respeitar distância mínima de 30m em relação a cursos d'água ● Reutilizar águas residuais ● Coletar e armazenar a água da chuva em cisternas ou canais de infiltração |
| 2.3 | Locar as edificações de modo a tirar proveito da forma da paisagem | <ul style="list-style-type: none"> ● Localizar as edificações em pontos-chave quando em locais inclinados e utilizar os desníveis naturais do terreno para otimizar circulações externas ● Harmonizar esteticamente a edificação com a paisagem |
| 2.4 | Incorporar a energia solar no projeto da envoltória | <ul style="list-style-type: none"> ● Utilizar sistemas de aquecimento solar passivo direto ou indireto ● Definir sombreamento em aberturas que protejam de radiação direta em períodos de calor |
| 2.5 | Tirar vantagem da inércia térmica do solo | <ul style="list-style-type: none"> ● Fazer uso de porões e espaços semienterrados ● Utilizar coberturas ajardinadas ou paredes de terra com elevada inércia térmica |

Quadro 16: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 3

| PRINCÍPIO 3 – Reduzir a poluição e o desperdício de materiais | | |
|---|--|---|
| Item | Estratégia | Indicador |
| 3.1 | Consumir materiais locais e disponíveis | <ul style="list-style-type: none"> ● Utilizar materiais naturais retirados do terreno ● Utilizar materiais naturais provenientes do entorno próximo ● Utilizar materiais industrializados da região |
| 3.2 | Usar materiais reciclados e recicláveis | <ul style="list-style-type: none"> ● Utilizar materiais provenientes de demolição (esquadrias, madeira) ● Priorizar o uso de materiais naturais com o mínimo de adição ● Incorporar o uso do lixo na edificação |
| 3.3 | Reduzir as perdas de energia térmica | <ul style="list-style-type: none"> ● Utilizar esquadrias, paredes e cobertura com vedações eficientes ● Utilizar paredes, pisos e coberturas com isolamento térmico exigido pela NBR 15550 ● Proteger a edificação dos ventos frios através de paredes com grande inércia térmica ou uso de quebra ventos |
| 3.4 | Usar recursos energéticos disponíveis | <ul style="list-style-type: none"> ● Utilizar sistema para aquecimento solar de água ● Utilizar sistema de geração de energia renovável (solar fotovoltaica, energia eólica) ● Utilizar sistemas de baixa escala para o preparo de alimentos (uso de gás proveniente de biodigestores, fogões solares) |
| 3.5 | Planejar a manutenção e estender a durabilidade das edificações. | <ul style="list-style-type: none"> ● Documentação de projeto com manual de uso, operação e manutenção ● Priorizar a proteção por desenho com uso de grandes beirais, fundações impermeabilizadas e proteção contra respingos na base das paredes ● Utilizar materiais duráveis (madeira de alta densidade ou tratada, materiais industrializados de boa qualidade e com garantia do fabricante). |

Quadro 17: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 4

| PRINCÍPIO 4 – Contribuir para a saúde e bem estar humanos | | |
|---|--|---|
| Item | Estratégia | Indicadores |
| 4.1 | Melhorar os níveis de temperatura e umidade internas com valores aceitáveis | <ul style="list-style-type: none"> ● Utilizar materiais que permitam a regulação dos níveis de umidade ● Verificar a sensação de conforto térmico por parte do usuário |
| 4.2 | Assegurar ventilação natural adequada | <ul style="list-style-type: none"> ● Atender às diretrizes da NBR15.550 ● Verificar a sensação de conforto térmico por parte do usuário ● Incorporar diferentes opções de aberturas para a ventilação natural |
| 4.3 | Garantir luz natural e radiação solar adequadas | <ul style="list-style-type: none"> ● Atendimento às diretrizes da NBR15.550 ● Verificar a sensação de conforto lumínico por parte do usuário ● Utilizar sombreamento com vegetação para filtrar a radiação solar quando necessário ● Adotar cores claras nas superfícies internas |
| 4.4 | Melhorar o aquecimento solar passivo e natural. Adequar a zona bioclimática. ²⁰ | <ul style="list-style-type: none"> ● Utilizar uma ou mais estratégias para aquecimento solar passivo ● Utilizar sistema de aquecimento por fogão a lenha / lareira |
| 4.5 | Evitar materiais tóxicos | <ul style="list-style-type: none"> ● Incorporar materiais livres de contaminação como terra, fibras vegetais, pedra, revestimentos à base de terra e cal, pintura à base d'água, madeira, isolantes naturais, bambu ● Utilizar materiais livres de amianto, pisos vinílicos, formaldeído, clorofluorcarbonetos, |

Quadro 18: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 5

| PRINCÍPIO 5 – Reduzir o efeito de desastres naturais | | |
|--|--|---|
| Item | Estratégia | Indicadores |
| 5.1 | Proporcionar manual prático para antecipar e mitigar riscos | <ul style="list-style-type: none"> ● Anexar de manual de prevenção a desastres naturais à documentação do projeto |
| 5.2 | Desenvolver sistemas construtivos fortes e flexíveis | <ul style="list-style-type: none"> ● Utilizar coberturas bem amarradas ou cobertura vegetada ● Promover vedação eficiente na edificação ● Estruturas reforçadas e uso de contraventamentos |
| 5.3 | Considerar características específicas dos riscos locais | <ul style="list-style-type: none"> ● Evitar proximidade à corpos de água ● Evitar locais alagadiços ● Evitar construção em encostas que apresentem risco de deslizamento |
| 5.4 | Integrar medidas técnicas e comportamentais para reduzir a vulnerabilidade | <ul style="list-style-type: none"> ● Preservar a vegetação em encostas e matas ciliares ● Adotar quebra-ventos ● Drenagem no entorno ● Reservatório de água |
| 5.5 | Incorporar estratégias de recuperação pós-desastre | <ul style="list-style-type: none"> ● Acesso a estratégias de recuperação pós-desastre oferecidas por parte do poder público |

²⁰ Considerando que muitas regiões brasileiras apresentam períodos quentes durante todo o ano, propõe-se uma adequação deste princípio, de modo a não restringir as análises somente a estratégias bioclimáticas para períodos frios. Os indicadores propostos são pertinentes à ZB3.

Quadro 19: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 6

| PRINCÍPIO 6 – Proteger a paisagem cultural | | |
|--|---|--|
| Item | Estratégia | Indicadores |
| 6.1 | Compreender os valores e dinâmicas locais | <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver projeto de acordo com a cultura e os hábitos locais • Desenvolver projetos flexíveis para adaptação a gerações futuras |
| 6.2 | Melhorar as técnicas de uso da terra que garantem e sustentam a diversidade biológica | <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver sistemas produtivos orgânicos e agroecológicos • Produzir compostagem |
| 6.3 | Articular a organização espacial com as necessidades produtivas | <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar paisagismo produtivo ao entorno da edificação • Localizar a edificação de modo a facilitar as atividades diárias |
| 6.4 | Otimizar as características do solo e microclimas através de sistemas de produção sustentáveis e gerenciamento da terra | <ul style="list-style-type: none"> • Limitar o espaço das áreas produtivas e realizar rotação de culturas • Evitar uso de agrotóxicos • Manter áreas de proteção ambiental conservadas |
| 6.5 | Regular as atividades produtivas pelas características ambientais e com os ciclos estacionais e econômicos | <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver sistemas agroflorestais (SAF) para a produção de alimentos • Diferentes sistemas produtivos para alternância ao longo das estações do ano • Produzir para subsistência |

Quadro 20: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 7

| PRINCÍPIO 7 – Transferir culturas construtivas | | |
|--|--|---|
| Item | Estratégia | Indicadores |
| 7.1 | Permitir experiências construtivas práticas para facilitar conhecimento empírico | <ul style="list-style-type: none"> • Realizar atividades de ensino e capacitação junto ao processo de obra • Promover a participação do usuário de forma prática no processo da obra – autoconstrução |
| 7.2 | Reconhecer o valor da maestria e memória construtiva | <ul style="list-style-type: none"> • Trazer referências da arquitetura tradicional da região • Resgatar tecnologias ancestrais |
| 7.3 | Envolver novas gerações nos processos construtivos | <ul style="list-style-type: none"> • Promover participação de todos os integrantes da família ao longo do processo de projeto e obra • Promover a participação de crianças em determinadas etapas da obra |
| 7.4 | Reconhecer o valor dos papéis em atividades e conhecimentos tradicionais | <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar mão de obra especializada em determinadas etapas de obra • Garantir acompanhamento técnico ao longo de todo o processo |
| 7.5 | Facilitar a participação da comunidade local nos processos de tomada de decisão | <ul style="list-style-type: none"> • Promover processos participativos com os integrantes da família ou da comunidade local |

Quadro 21: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 8

| PRINCÍPIO 8 – Desenvolver soluções criativas e inovados | | |
|---|--|--|
| Item | Estratégia | Justificativa |
| 8.1 | Desenvolver a inteligência coletiva | <ul style="list-style-type: none"> ● Realizar processo de projeto participativo ● Desenvolver e realização pessoal dos participantes do projeto ● Permitir a solução de problemas por parte de todos os integrantes da equipe de obra |
| 8.2 | Encorajar a diversidade de soluções de sistemas construtivos | <ul style="list-style-type: none"> ● Incorporar mais de uma técnica construtiva ● Diversificar o uso dos materiais de construção |
| 8.3 | Integrar influências de outras culturas construtivas | <ul style="list-style-type: none"> ● Buscar referências em outras experiências ● Aliar as técnicas de construção tradicionais à tecnologias disponibilizadas pela indústria |
| 8.4 | Permitir experimentação em processos e técnicas construtivas | <ul style="list-style-type: none"> ● Promover a participação do usuário na execução da obra ● Permitir aos participantes do processo que compartilhem suas experiências ● Adotar sistemas desenvolvidos localmente / artesanais |
| 8.5 | Envolver técnicas construtivas experimentais, através de processos de tentativa e erro | <ul style="list-style-type: none"> ● Propor tecnologias inovadoras ● Desenvolver e aprimorar as técnicas ao longo do processo de obra ● Observar o desempenho da edificação de modo a aprimorar as tecnologias adotadas |

Quadro 22: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 9

| PRINCÍPIO 9 – Reconhecer valores intangíveis | | |
|--|--|---|
| Item | Estratégia | Indicadores |
| 9.1 | Promover relações inter-geracionais | <ul style="list-style-type: none"> ● Atender à NBR 9050 e promover espaços coletivos com acessibilidade ● Promover atividades em obra com participação familiar ou comunitária de diferentes faixa-etárias, com caráter educativo ● Promover espaços que propiciem o encontro familiar (em residências unifamiliares) ou comunitário (em espaços públicos) |
| 9.2 | Valorizar o bem estar coletivo | <ul style="list-style-type: none"> ● Projetar ambientes funcionais e que valorizem a liberdade individual dos usuários ● Promover espaços que gerem bem-estar aos usuários ● Eleger uso de materiais procedentes de processos socialmente justos |
| 9.3 | Melhorar o engajamento e participação comunitários | <ul style="list-style-type: none"> ● Utilizar mão de obra local ● Promover atividades de capacitação durante o processo de obra |
| 9.4 | Encorajar locais de encontro comunitário | <ul style="list-style-type: none"> ● Propiciar visitação às edificações com tecnologias inovadores, de modo a que possam servir de exemplo à comunidade ● Difundir as tecnologias inovadoras localmente |
| 9.5 | Construir estruturas comuns / mercados | <ul style="list-style-type: none"> ● Eleger o uso de materiais locais ● Eleger o uso de mão de obra local ● Constituir rede de trocas |

Quadro 23: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 10

| PRINCÍPIO 10 – Encorajar a coesão social | | |
|--|--|---|
| Item | Estratégia | Indicadores |
| 10.1 | Transmitir história e valores culturais | <ul style="list-style-type: none"> ● Resgatar a arquitetura vernácula da região ● Incorporar valores culturais na arquitetura |
| 10.2 | Incorporar rituais sociais | <ul style="list-style-type: none"> ● Promover dinâmicas sociais para integração familiar ou comunitária ● Realizar atividades de mutirão ● Realizar momentos comemorativos em diferentes etapas da obra |
| 10.3 | Construir caráter comunitário e sensação de pertencimento | <ul style="list-style-type: none"> ● Promover o conhecimento de experiências locais durante a etapa de projeto ● Promover discussão em rede a respeito de tecnologias inovadoras ● Valorizar o usuário a partir da experiência |
| 10.4 | Reconhecer expressões locais simbólicas | <ul style="list-style-type: none"> ● Considerar a dinâmica cultural cotidiana para planejamento dos espaços ● Permitir a expressividade e criatividade por parte da mão de obra ● Incorporar referências à cultura local em equipamentos, objetos utilitários ou decorativos |
| 10.5 | Impulsionar processos produtivos e construtivos com os valores culturais | <ul style="list-style-type: none"> ● Promover o uso de tecnologias artesanais ● Estimular o uso de tecnologias que incorporem valores condizentes à busca pela sustentabilidade |

Quadro 24: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 11

| PRINCÍPIO 11 – Dar suporte à autonomia | | |
|--|---|--|
| Item | Estratégia | Indicador |
| 11.1 | Compartilhar recursos | <ul style="list-style-type: none"> ● Prever compartilhamento de sistemas, serviços e fontes de energia ● Promover remuneração justa para a equipe de obra ● Compartilhar conhecimento a respeito das tecnologias ● Compartilhar recursos produzidos no entorno da edificação |
| 11.2 | Usar recursos e materiais locais e acessíveis | <ul style="list-style-type: none"> ● Incorporar ao processo profissionais habilitados residentes na região ● Utilizar materiais extraídos do próprio terreno ● Utilizar materiais produzidos na região ● Utilizar materiais reciclados ou reaproveitados |
| 11.3 | Promover artesanato local | <ul style="list-style-type: none"> ● Eleger técnicas construtivas de caráter artesanal ● Prever o uso de elementos de arquitetura de interiores de procedência artesanal local ● Permitir expressões artísticas durante o processo de obra |
| 11.4 | Encorajar a produção local | <ul style="list-style-type: none"> ● Agregar sistemas de produção de alimentos no entorno da edificação ● Agregar locais para processamento e armazenamento de alimentos |
| 11.5 | Promover o empoderamento comunitário | <ul style="list-style-type: none"> ● Promover atividades de ensino e capacitação vinculadas à construção ● Encorajar a autoconstrução |

Quadro 25: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 12

| PRINCÍPIO 12 – Promover atividades locais | | |
|---|---|---|
| Item | Estratégia | Indicador |
| 12.1 | Fortalecer agricultura urbana e produção local de alimentos | <ul style="list-style-type: none"> ● Planejar atividades agrícolas na propriedade ● Planejar atividades agrícolas comunitárias ● Processar e armazenar alimentos localmente |
| 12.2 | Promover deslocamentos curtos e comércio local | <ul style="list-style-type: none"> ● Elegar terrenos próximos a locais de comércio e serviços ● Minimizar as atividades externas, priorizando home office / comércio ou serviços junto à residência / produção de alimentos para subsistência ● Potencializar redes de troca |
| 12.3 | Promover o uso coletivo de espaços | <ul style="list-style-type: none"> ● Oferecer espaços ou serviços para uso comunitário ● Compartilhar espaços de atividades cotidianas ● Intensificar a ocupação residencial por diversos núcleos familiares |
| 12.4 | Incluir espaços para atividades produtivas em escala urbana e arquitetônica | <ul style="list-style-type: none"> ● Integrar a produção de alimentos à edificação ● Incluir locais para manufatura e armazenamento de produtos agrícolas |
| 12.5 | Desenvolver produtos manufaturados com materiais locais | <ul style="list-style-type: none"> ● Encorajar a produção de artesanato local ● Encorajar a execução de sistemas construtivos que possam ser reproduzidos na região |

Quadro 26: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 13

| PRINCÍPIO 13 – Otimizar esforços construtivos | | |
|---|---|---|
| Item | Estratégia | Indicador |
| 13.1 | Otimizar o uso dos materiais | <ul style="list-style-type: none"> ● Prever sistemas construtivos autoportantes que dispensem sistemas estruturais de pilares e vigas ● Prever tecnologias leves ● Evitar retrabalho |
| 13.2 | Assegurar a escala adequada da edificação e garantir a funcionalidade da edificação | <ul style="list-style-type: none"> ● Projetar o espaço de modo a ser suficiente e confortável para o desenvolvimento das atividades ● Prever a flexibilidade da edificação |
| 13.3 | Promover simplicidade técnica dos processos construtivos | <ul style="list-style-type: none"> ● Elegar técnicas e sistemas construtivos de fácil apropriação ● Elegar técnicas de domínio da comunidade local ● Escolher técnicas e sistemas construtivos compatíveis com os materiais disponíveis no terreno |
| 13.4 | Reduzir esforços com transporte | <ul style="list-style-type: none"> ● Elegar materiais do terreno ● Elegar materiais disponíveis localmente |
| 13.5 | Encorajar o uso de materiais pouco processados | <ul style="list-style-type: none"> ● Priorizar o uso de materiais naturais ● Fabricar tintas à base de elementos naturais ● Realizar tratamento para madeira ou bambu localmente ● Adotar coberturas ajardinadas |

Quadro 27: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 14

| PRINCÍPIO 14 – Estender a vida útil da edificação | | |
|---|--|---|
| Item | Estratégia | Indicadores |
| 14.1 | Prever substituição regular de componentes construtivos | <ul style="list-style-type: none"> • Planejar a substituição de elementos pouco duráveis, caso existam |
| 14.2 | Prever a erosão de elementos construtivos | <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar beirais largos para proteger fachadas • Utilizar quebra-ventos para a proteção de fachadas mais expostas • Utilizar fundações com altura suficiente para proteger a base das paredes • Inserir faixas com cerâmica ou rodapés em paredes de terra • Utilizar revestimentos adequados para os sistemas de vedação |
| 14.3 | Planejar a manutenção das edificações | <ul style="list-style-type: none"> • Produzir um manual para a manutenção da edificação • Realizar manutenções periódicas |
| 14.4 | Projetar edificações flexíveis à modificações e ampliações | <ul style="list-style-type: none"> • Localizar adequadamente a edificação no terreno, propiciando futuras ampliações • Utilizar divisórias internas leves que possam ser facilmente removidas • Planejar espaços para usos múltiplos |
| 14.5 | Projetar estruturas fortes e duráveis | <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar fundações com materiais resistentes • Utilizar madeira de qualidade ou tratada para o sistema estrutural • Utilizar materiais industrializados de boa qualidade |

Quadro 28: Indicadores para avaliação do PRINCÍPIO 15

| PRINCÍPIO 15 – Otimizar recursos | | |
|----------------------------------|--|---|
| Item | Estratégia | Indicadores |
| 15.1 | Utilizar materiais recicláveis | <ul style="list-style-type: none"> • Incorporar o lixo na edificação • Utilizar materiais naturais sem adição de cimento |
| 15.2 | Promover edificações densificáveis e compactas | <ul style="list-style-type: none"> • Espaços com dimensões mínimas necessárias para realização das tarefas • Formato compacto |
| 15.3 | Assegurar fornecimento de energia renovável | <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar sistema para aquecimento solar de água • Utilizar fornecimento de energia solar fotovoltaica ou eólica • Utilizar fogão ou sistemas de aquecimento à base de lenha |
| 15.4 | Desenvolver sistemas construtivos adequados às condições locais | <ul style="list-style-type: none"> • Eleger a técnica de construção com terra de acordo com o solo local • Priorizar sistemas com processos de obra condizentes com os períodos de chuva na região |
| 15.5 | Melhorar sistemas naturais para ventilação, aquecimento e iluminação | <ul style="list-style-type: none"> • Avaliação positiva das estratégias 4.2, 4.3, 4.4 |

11 ESTUDOS DE CASO

11.1 ESTUDO DE CASO 1

Quadro 29: Características gerais Edificação 1

| | |
|-----------------------|--|
| Data | 2002 |
| Área construída | 30,00 m ² |
| Uso | Despensa / depósito / produção de medicamentos |
| Técnicas empregadas | Terra ensacada, taipa de pilão. |
| Regime da mão de obra | Autoconstrução |

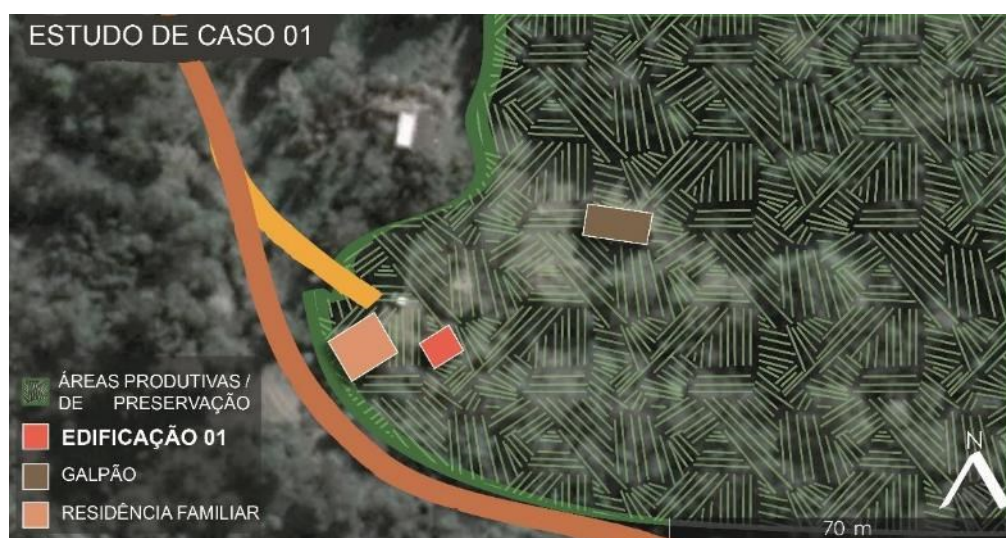


Figura 41: Mapa esquemático da propriedade do Estudo de Caso 1

Localizada no município de Seara, a propriedade possui duas edificações construídas com terra (Prompt, 2012). A família dedica-se à produção agrícola em sistema agroflorestal, com as culturas integradas à vegetação nativa, e também à produção de medicamentos fitoterápicos e homeopáticos.

A edificação avaliada é a casa de sementes (edificação 1), que foi implantada próxima a residência atual da família, em madeira, em uma área plana do terreno. Construída em 2002 com parede externa de terra ensacada, sem fundações, ~~uma~~ parede interna em taipa de pilão com solo-cimento e um pilar central em madeira, cobertura com telhas cerâmicas, esquadrias em madeira e forro de PVC. A mão de obra foi exclusivamente familiar. Participaram do processo o casal, três filhas adolescentes e o pai do agricultor, que auxiliou na execução da cobertura. A edificação 1 foi construída após o agricultor retornar de um curso de permacultura e decidir experimentar as técnicas aprendidas. Além de servir como espaço para armazenamento de sementes, a família teve o propósito de divulgar na região, o que aprendeu no curso.

A edificação encontra-se em estado razoável de conservação. A presença de umidade na base das paredes decorre da ausência de fundações. Os revestimentos encontram-se em bom estado. O

pilar de madeira localizado no centro da parede interna de taipa de pilão está comprometido pela presença de cupins. Houve mudança de uso, uma vez que a edificação foi concebida para servir de depósito de sementes e hoje abriga o local de fabricação de medicamentos.

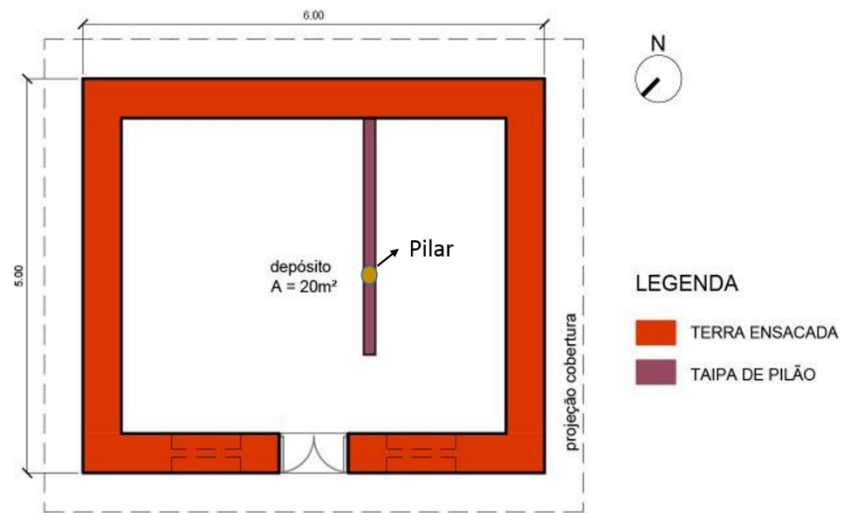


Figura 42: Planta baixa Edificação 01. Fonte: Autora.

11.1.1 Avaliação da sustentabilidade Edificação 01

| Edificação 01: PRINCÍPIO 1 - Respeitar a natureza | | |
|---|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 1.1 Garantir a escolha apropriada do local | Ao lado da residência, local plano e acessível. Local com insolação e ventilação disponíveis. Entrada principal voltada ao acesso da propriedade. | ▲ 1,0 |
| 1.2 Minimizar o impacto das intervenções | Obra com impacto mínimo considerando-se localização e tamanho. Não houve movimentação de terra no local da obra, a mesma foi removida de um barranco próximo, no qual a vegetação encontra-se regenerada. Por tratar-se de uma propriedade de grandes dimensões não há impacto na vizinhança. | ▲ 1,0 |
| 1.3 Assegurar condições para a regeneração do local | As atividades que ocorrem na edificação propiciam regeneração do meio – armazenamento de sementes crioulas e produtos manufaturados na propriedade. Não há sistema de tratamento de efluentes. | ▲ 1,0 |
| 1.4 Integrar com a morfologia do ambiente | A edificação se integra harmonicamente ao local e à edificação existente. A vegetação do entorno potencializa esta integração visual. Local plano. | ▲ 1,0 |
| 1.5 Entender as características do local | A família ocupa o local há gerações. A mesma foi implantada em local com pouca incidência de umidade – percebe-se esta condição pelo estado atual de conservação mesmo com ausência de fundações. Tecnologias planejadas de acordo com os materiais disponíveis no terreno. | ▲ 1,0 |
| | Avaliação Princípio 1 | ▲ 5,0 |



Figura 43: Paredes construídas com terra, cobertura com telha cerâmica de demolição.

| Edificação 01: PRINCÍPIO 2 – Tirar benefícios dos recursos naturais e climáticos | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 2.1 Escolher a orientação apropriada para a edificação | Fachada principal a nordeste. Por tratar-se de uma edificação cuja maioria das paredes é cega considera-se a orientação adequada pois define bem o espaço aberto entre a mesma e a edificação existente. Cobertura voltada a nordeste propicia instalação de placas solares. | ▲ 1,0 |
| 2.2 Considerar a hidrografia do local e manejar os recursos hídricos | A edificação não possui sistema hidráulico. Não interfere em cursos d'água existentes. Não há coleta / armazenamento de água da chuva. | ● 0,5 |
| 2.3 Locar as edificações de modo a tirar proveito da forma da paisagem | Edificação em harmonia com a paisagem. Delimita espaço aberto e de circulação. | ▲ 1,0 |
| 2.4 Incorporar a energia solar no projeto da envoltória | Não são adotadas estratégias de aquecimento solar passivo ou de sombreamento da edificação. | ✘ 0 |
| 2.5 Tirar vantagem da inércia térmica do solo | Uso de paredes de terra com alta inércia térmica visando conservação dos alimentos. Não há uso de ambientes semienterrados ou cobertura vegetada. | ● 0,5 |
| | Avaliação Princípio 2 | ● 3,0 |



Figura 44: Edificação 01 utilizada para armazenamento de sementes. Foto de 2008.

| Edificação 01: PRINCÍPIO 3 – Reduzir a poluição e evitar desperdício de materiais | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 3.1 Consumir materiais locais e disponíveis | Uso predominante de materiais do próprio terreno. Madeira da cobertura retirada do terreno. | ▲ 1,0 |
| 3.2 Usar materiais reciclados e recicláveis | Materiais naturais que podem ser reincorporados à natureza. Telhas cerâmicas de demolição. Porta de demolição. | ▲ 1,0 |
| 3.3 Reduzir as perdas de energia térmica | Paredes com alta inércia térmica planejadas para conservação dos alimentos e sementes. Ventilação constante pelas aberturas de pequenas dimensões também adequada para este fim. | ▲ 1,0 |
| 3.4 Usar recursos energéticos disponíveis | Sem uso de energias renováveis. | ✘ 0 |
| 3.5 Planejar a manutenção e estender a durabilidade das edificações. | Manual de uso, operação e manutenção inexistente. Princípio 14 avaliado como não atende. | ✘ 0 |
| Avaliação Princípio 3 | | ● 3,0 |



Figura 45: Todas as paredes com técnicas de construção com terra. Telha cerâmica de demolição.

| Edificação 01: PRINCÍPIO 4 – Contribuir para a saúde e bem estar humanos | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 4.1 Melhorar os níveis de temperatura e umidade internas com valores aceitáveis | Edificação planejada para conservação de alimentos: apresenta-se eficiente para o uso. | ▲ 1,0 |
| 4.2 Assegurar ventilação natural adequada | Edificação planejada para conservação de alimentos: apresenta-se eficiente para o uso. | ▲ 1,0 |
| 4.3 Garantir luz natural e radiação solar adequadas | Edificação planejada para não receber radiação solar direta para melhor conservação de alimentos. Sem estratégia para iluminação natural indireta. | ● 0,5 |
| 4.4. Melhorar aquecimento solar passivo e natural. Adequar a zona bioclimática. | Edificação planejada para conservação de alimentos: apresenta-se eficiente para o uso. | ▲ 1,0 |
| 4.5 Evitar materiais tóxicos | Maior parte de materiais naturais. Forro de PVC. | ● 0,5 |
| Avaliação Princípio 4 | | ▲ 4,0 |



Figura 46: Aberturas para ventilação constante com uso de telas. Foto de 2020.

| Edificação 01: PRINCÍPIO 5 – Reduzir o efeito dos desastres naturais | | |
|--|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 5.1 Proporcionar manual prático para antecipar e mitigar riscos | Inexistente. | ✘ 0 |
| 5.2 Desenvolver sistemas construtivos fortes e flexíveis | Paredes de terra e cobertura apresentam estabilidade e resistência. Janelas sem possibilidade de vedação (somente tela). | ⊙ 0,5 |
| 5.3 Considerar características específicas dos riscos locais | Local protegido, sem proximidade a corpos d'água. | ▲ 1,0 |
| 5.4 Integrar medidas técnicas e comportamentais para reduzir a vulnerabilidade | Vegetação preservada no entorno. Não existe planejamento a respeito de medidas comportamentais. Terreno permeável. Não há suporte para coleta de água da chuva. | ⊙ 0,5 |
| 5.5 Incorporar estratégias de recuperação pós-desastre | Inexistente. | ✘ 0 |
| | Avaliação Princípio 5 | ⊙ 0,5 |



Figura 47: Ausência de forro na varanda torna a cobertura vulnerável a vendavais.

| Edificação 01: PRINCÍPIO 6 – Proteger a paisagem cultural | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 6.1 Compreender os valores e dinâmicas locais | Uso da casa de sementes visa preservação de sementes crioulas e produtos agroindustriais produzidos localmente. Pode incorporar diferentes usos ao longo do tempo. | ▲ 1,0 |
| 6.2 Melhorar as técnicas de uso da terra que garantem e sustentam a diversidade biológica | Propriedade agrícola agroecológica, com produção com Sistemas Agroflorestais e confecção de medicamentos com uso de insumos naturais. | ▲ 1,0 |
| 6.3 Articular a organização espacial com as necessidades produtivas | A edificação está próxima à residência. Os sistemas produtivos estão espalhados em diversos pontos da propriedade. | ▲ 1,0 |
| 6.4 Otimizar as características do solo e microclimas através de sistemas de produção sustentáveis e gerenciamento da terra | Propriedade agrícola agroecológica, com produção com Sistemas Agroflorestais. | ▲ 1,0 |
| 6.5 Regular as atividades produtivas pelas características ambientais e com os ciclos estacionais e econômicos | Propriedade agrícola agroecológica, com produção com Sistemas Agroflorestais. Forte produção de subsistência. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 6 | | ▲ 5,0 |



Figura 48: Armazenamento de medicamentos fitoterápicos fabricados na propriedade.

| Edificação 01: PRINCÍPIO 7 – Transferir culturas construtivas | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 7.1 Permitir experiências construtivas práticas para facilitar conhecimento empírico | Usuário como construtor (autoconstrução). Não houveram processos abertos de ensino e capacitação durante a obra; entretanto, o usuário desse caso é um dos principais responsáveis pela difusão do conhecimento na região. | ▲ 1,0 |
| 7.2 Reconhecer o valor da maestria e memória construtiva | Execução da cobertura feita pelo pai do usuário, experiente na área. | ▲ 1,0 |
| 7.3 Envolver novas gerações nos processos construtivos | Família (casal e três filhas adolescentes) envolvidas no processo. | ▲ 1,0 |
| 7.4 Reconhecer o valor dos papéis em atividades e conhecimentos tradicionais | Esta edificação consistiu na aplicação prática do conhecimento adquirido pelo agricultor em formações na área da permacultura. Entretanto, não houve acompanhamento técnico de profissional habilitado durante o processo. | ● 0,5 |
| 7.5 Facilitar a participação da comunidade local nos processos de tomada de decisão | A obra se tornou uma referência na região por haver sido a primeira com uso de técnicas de construção com terra. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 7 | | ▲ 4,5 |



Figura 49: Experimentações com texturas no reboco externo.

| Edificação 01: PRINCÍPIO 8 – Desenvolver soluções criativas e inovadoras | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 8.1 Desenvolver a inteligência coletiva | Experiência difundida e abertura à visitação. Projeto desenvolvido pela família. | ▲ 1,0 |
| 8.2 Encorajar a diversidade de soluções de sistemas construtivos | Uso de mais de uma técnica construtiva: terra ensacada nas paredes externas e taipa de pilão com solocimento na divisória interna. | ▲ 1,0 |
| 8.3 Integrar influencias de outras culturas construtivas | Tecnologias inovadoras para a região com referência na permacultura. Forro de PVC. | ▲ 1,0 |
| 8.4 Permitir experimentação em processos e técnicas construtivas | Longo processo de experimentação na etapa dos revestimentos externos. Obra com caráter experimental impulsionada a partir da formação do agricultor em permacultura. Toda a família como protagonista do processo. | ▲ 1,0 |
| 8.5 Envolver técnicas construtivas experimentais, através de processos de tentativa e erro. | Bons resultados na execução do reboco apesar do longo processo de tentativa e erro. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 8 | | ▲ 5,0 |

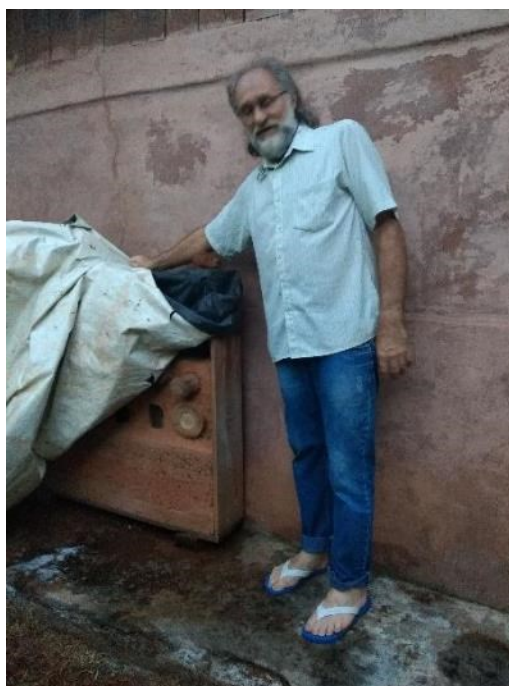


Figura 50: Agricultor mostra painel utilizado para exposição de técnicas de construção com terra. Foto de 2020.

| Edificação 01: PRINCÍPIO 9 – Reconhecer valores intangíveis | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 9.1 Promover relações inter-geracionais | Processo de obra envolvendo diferentes faixas etárias. Atende à NBR 9050. Espaço abriga atividade essencial para a família. | ▲ 1,0 |
| 9.2 Valorizar o bem estar coletivo | Uso da edificação essencial para a sustentabilidade da família. Objetivo comunitário. Tamanho adequado. | ▲ 1,0 |
| 9.3 Melhorar o engajamento e participação comunitários | Primeira experiência de aplicação das técnicas de ACT na região. Apesar de não haver constituído processo de capacitação e ensino abertos, o usuário participou em diversas outras experiências. | ▲ 1,0 |
| 9.4 Encorajar locais de encontro comunitário | Local apto a visitação. Como precursora das tecnologias, promoveu encontros, de forma indireta, em outras localizações. | ● 0,5 |
| 9.5 Construir estruturas comuns / mercados | Uso da casa de sementes visa preservação de sementes crioulas e produtos agroindustriais produzidos localmente, além da fabricação de medicamentos fitoterápicos distribuídos na região. Uso de materiais e mão de obra local. Apesar de estar em propriedade privada, a experiência faz parte de um movimento coletivo. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 9 | | ▲ 4,5 |



Figura 51: Equipamento para extração de óleo essencial, utilizado para a atual atividade econômica da família.

| Edificação 01: PRINCÍPIO 10 – Encorajar a coesão social | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 10.1 Transmitir história e valores culturais | Reboco em alto relevo representa a cultura regional. Formato e material da cobertura apresentam estética tradicional. | ▲ 1,0 |
| 10.2 Incorporar rituais sociais | Obra realizada com mão de obra familiar. As pinturas em branco na fachada são de 2020, decorrentes de manutenção realizada por uma das filhas do casal. | ▲ 1,0 |
| 10.3 Construir caráter comunitário e sensação de pertencimento | Usuário realizou formação em permacultura e outras experiências em bioconstrução. Participação em eventos e em obras junto à outras famílias. Família reconhecida pela experiência. | ▲ 1,0 |
| 10.4 Reconhecer expressões locais simbólicas | Elementos do reboco em alto relevo representam o milho, o trigo e, ao centro, a capela. Uso essencial para permanência da cultura local. | ▲ 1,0 |
| 10.5 Impulsionar processos produtivos e construtivos com os valores culturais | Após esta, foi executado mais um galpão com técnicas de ACT na propriedade. O agricultor também possui uma oficina onde trabalha com bambu para estruturas e artesanato, material que vem se difundindo entre os agricultores da região. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 10 | | ▲ 5,0 |



Figura 52: Experimentações com revestimentos permitiram execução de símbolos culturais em alto relevo. À direita foto de milho crioulo (fotos de 2008).

| Edificação 01: PRINCÍPIO 11 – Dar suporte a autonomia | | |
|---|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 11.1 Compartilhar recursos | Conhecimento adquirido pelo usuário foi aplicado na construção dessa edificação e disseminado na região. O usuário esteve presente contribuindo com trabalho e conhecimento em todas as demais experiências destes estudos de caso. | ▲ 1,0 |
| 11.2 Usar recursos e materiais locais e acessíveis | Maior parte dos materiais procedentes da propriedade, naturais e reaproveitados. Mão de obra familiar. | ▲ 1,0 |
| 11.3 Promover artesanato local | Uso de tecnologias de caráter artesanal. Além das técnicas de ACT, família influencia o trabalho com bambu na região para a produção de artesanato e estruturas. | ▲ 1,0 |
| 11.4 Encorajar a produção local | Edificação voltada a produção de alimentos e outros produtos artesanais. Espaço para armazenamento de alimentos. Forte produção de subsistência no entorno. | ▲ 1,0 |
| 11.5 Promover o empoderamento comunitário | Difusão da experiência em diversas localidades da região do Oeste Catarinense. Técnicas que potencializam a autoconstrução e replicáveis no contexto local. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 11 | | ▲ 5,0 |



Figura 53: Estrutura em bambu executada na agência da Crediseara, no centro de Seara, demonstra a difusão do uso de bambu. Foto de 2020.

| Edificação 01: PRINCÍPIO 12 – Promover atividades locais | | |
|--|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 12.1 Fortalecer agricultura urbana e produção local de alimentos | Edificação rural em propriedade agrícola familiar, potencializando a permanência da família no campo e sustentabilidade da mesma. | ▲ 1,0 |
| 12.2 Promover deslocamentos curtos e comércio local | Cotidiano familiar interno à propriedade e nos arredores. Distribuição dos produtos junto à comunidade local. | ▲ 1,0 |
| 12.3 Promover o uso coletivo de espaços | Propriedade privada ocupada por um único grupo familiar. | ✘ 0 |
| 12.4 Incluir espaços para atividades produtivas em escala urbana e arquitetônica | Edificação integrada à produção agrícola. Espaço para armazenamento de alimentos. | ▲ 1,0 |
| 12.5 Desenvolver produtos manufaturados com materiais locais | O uso da casa de sementes visa à preservação de sementes crioulas e produtos agroindustriais produzidos localmente, além da fabricação de medicamentos fitoterápicos distribuídos na região. Sistema construtivo replicável localmente. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 12 | | ▲ 4,0 |





Figura 54: Área do depósito com armazenamento de garrafas de suco de uva produzidos na propriedade. Foto de 2020.

| Edificação 01: PRINCÍPIO 13 – Otimizar esforços construtivos | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 13.1 Otimizar o uso dos materiais | Sistema construtivo autoportante dispensa uso de pilares. Retrabalho em etapa de revestimento com realização de diversos testes. | 0,5 |
| 13.2 Assegurar a escala adequada da edificação e garantir a funcionalidade da edificação. | A edificação inicialmente tinha tamanho adequado, entretanto hoje abriga atividade de fabricação de medicamentos fitoterápicos que demanda mais espaço. | 0,5 |
| 13.3 Promover simplicidade técnica dos processos construtivos | Opção pela terra ensacada para uma edificação de pequeno porte e forma simples, com poucas esquadrias. As janelas ficam no topo da parede sem receber peso da terra compactada. Fácil apropriação tecnológica. | 1,0 |
| 13.4 Reduzir esforços com transporte | A maior parte dos materiais retirados do terreno. | 1,0 |
| 13.5 Encorajar o uso de materiais pouco processados | Uso majoritário de técnicas de ACT e materiais reaproveitados. | 1,0 |
| Avaliação Princípio 13 | | 4,0 |



Figura 55: Oitões em madeira promovem estética harmoniosa, a disposição vertical das madeiras otimiza esforços de construção e reduz perda de matéria. Foto de 2020.

| Edificação 01: PRINCÍPIO 14 – Estender a vida útil da edificação | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 14.1 Prever substituição regular de componentes construtivos | Manual de uso e operação e manutenção inexistente. | ✘ 0 |
| 14.2 Prever a erosão de elementos construtivos | Beirais em tamanho adequado. Ausência de fundações causa presença de umidade na base das paredes. Estado geral da edificação satisfatório. | ⊙ 0,5 |
| 14.3 Planejar a manutenção das edificações | Manutenções são realizadas eventualmente, sem planejamento específico. Não existe manual de uso, operação e manutenção. | ⊙ 0,5 |
| 14.4 Projetar edificações flexíveis à modificações e ampliações | Edificação rígida com paredes autoportantes em terra ensacada. As paredes cegas prejudicam inserção de atividades diversas. Localização no terreno admite ampliações. | ✘ 0 |
| 14.5 Projetar estruturas fortes e duráveis | Construída sem fundações, tem presença de umidade na base das paredes externas. Uso de madeira pouco resistente ou sem tratamento é acusado pela presença de cupins. Paredes em terra ensacada e taipa de pilão demonstram estabilidade. | ⊙ 0,5 |
| | Avaliação Princípio 14 | ✘ 1,5 |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;">  <p>Figura 56: Pilar de madeira interno à parede de taipa de pilão comprometida pela presença de cupins. Resultou também em fissura no reboco interno.</p> </div> <div style="width: 45%;">  <p>Figura 57: A presença de cupins pode indicar uso de madeira pouco resistente ou sem o tratamento adequado, além da falta de manutenção.</p> </div> </div> | | |

| Edificação 01: PRINCÍPIO 15 – Otimizar recursos | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 15.1 Utilizar materiais recicláveis | Uso de materiais de demolição, terra e madeira. | ▲ 1,0 |
| 15.2 Promover edificações densificáveis e compactas | Formato compacto da edificação, sem dimensões excessivas. | ▲ 1,0 |
| 15.3 Assegurar fornecimento de energia renovável | Não foram incorporados sistemas de energia renovável. | ✘ 0 |
| 15.4 Desenvolver sistemas construtivos adequados às condições locais | Uso da terra e outros materiais locais. Tecnologias que possibilitam autonomia. A terra ensacada permite uso de ampla gama de tipo de solos. | ▲ 1,0 |
| 15.5 Melhorar sistemas naturais para ventilação, aquecimento e iluminação | Avaliação positiva para as estratégias 4.2 e 4.4 e atende parcialmente a estratégia 4.3 (deficiência na iluminação natural) | ● 0,5 |
| Avaliação Princípio 15 | | ▲ 3,5 |



Figura 58: Galpão de terra ensacada construído na propriedade em 2011. Foto de 2020.

11.1.2 Resultado Estudo de Caso 01



Figura 59: Resultado da avaliação Edificação 01

O resultado da avaliação da Edificação 01 apresenta avaliação positiva nos três âmbitos. Destaca-se a avaliação positiva em todos os princípios relacionados à sustentabilidade sociocultural. Na sustentabilidade ambiental, os princípios 2 e 5 avaliados atende parcialmente, e no âmbito socioeconômico, o princípio 14 não atende.

11.2 ESTUDO DE CASO 02

Quadro 30: Características gerais Edificação 02

| | |
|-----------------------|--|
| Data | 2008 |
| Área construída | 112 m ² |
| Uso | Residência unifamiliar |
| Técnicas empregadas | Terra ensacada, BTC, taipa de mão, COB |
| Regime da mão de obra | Autoconstrução |



Figura 60: Mapa esquemático da propriedade do Estudo de Caso 02

O segundo estudo de caso trata-se de uma propriedade localizada no município de Paial na qual residem um casal e o irmão do agricultor. A família dedica-se a produção de diversas culturas que variam de ano para ano. A residência unifamiliar (Edificação 02) projetada e construída através de um projeto que visava divulgar as técnicas de construção com terra para a região e esta família foi selecionada pela Crediseara. A obra teve duração de dois anos e foram realizadas atividades de capacitação durante cada etapa.

A residência foi implantada em um declive a uma distância aproximada de 260m do Rio Ariranha e a 15m da estrada de acesso à propriedade. A uma distância aproximada de 150m a partir da residência, está localizado o centro comunitário. Além da edificação 02, a propriedade conta com outras construções rurais e a antiga residência da família encontra-se em estado de ruínas.

Trata-se de uma das primeiras obras da região e, portanto, contou com elevado grau de experimentação. A obra iniciou com a execução da taipa de pilão sobre sapata corrida de pedra. Posteriormente, detectou-se que o solo era inadequado para a técnica selecionada e foi decidido executar a parede com terra ensacada. As paredes internas foram feitas em BTC fabricados no canteiro com prensa individual. As paredes de BTC nunca receberam o rejunte. Nos revestimentos foram

testados vários traços de reboco e, em muitos locais, a parede foi regularizada com reboco, resultando em camadas de diferentes espessuras, podendo chegar a até 4 cm. A edificação não recebeu nenhum tipo de manutenção ou correção nas técnicas, que foram mal aplicadas, resultando em um estado de degradação em diversos ambientes.

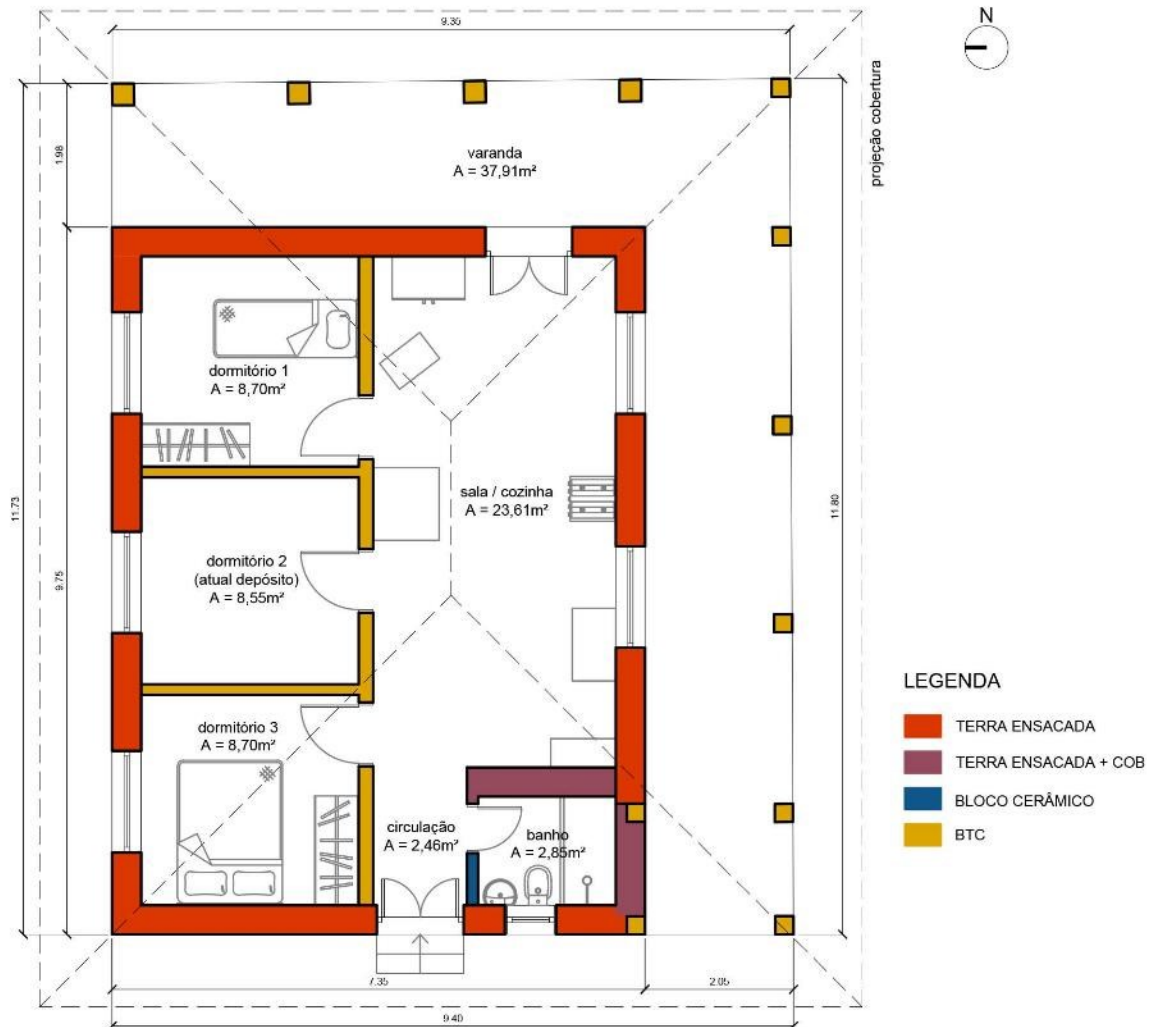


Figura 61: Planta baixa Edificação 02 (PROMPT, 2012)

11.2.1 Avaliação da Sustentabilidade Edificação 02

| Edificação 02: PRINCÍPIO 1 - Respeitar a natureza | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 1.1 Garantir a escolha apropriada do local | Local próximo à estrada e com fácil acesso às áreas produtivas. Ao lado da casa antiga da família e em frente às demais edificações existentes. Local com insolação e ventilação naturais disponíveis. Entrada principal voltada ao acesso da propriedade. | ▲ 1,0 |
| 1.2 Minimizar o impacto das intervenções | Houve movimentação de terra, entretanto a mesma foi utilizada na obra. Houve a remoção da vegetação (Figura 59), mas sua recuperação demonstra a minimização do impacto. Por tratar-se de uma propriedade de grandes dimensões não há impacto na vizinhança. | ▲ 1,0 |
| 1.3 Assegurar condições para a regeneração do local | Utilizado Sistema Modular de Separação de Águas (SMSA) ²¹ para tratamento de efluentes. Inserção de lago em frente à edificação com uso das águas afloradas durante etapa de escavação. Uso da varanda para seleção e secagem de sementes. | ▲ 1,0 |
| 1.4 Integrar com a morfologia do ambiente | A edificação tem impacto visual mínimo por encontrar-se em um nível mais baixo que a estrada. A opção pela terraplanagem é justificada pelas técnicas escolhidas, pela ausência de áreas planas no terreno e pela forma e área construída do projeto. O desnível foi considerado para execução do SMSA e localização do sanitário. | ▲ 1,0 |
| 1.5 Entender as características do local | Escolha inicial da técnica equivocada por desconhecimento do solo local (solo local muito argiloso e tentativa de paredes de taipa de pilão). Localização da edificação adequada (estratégia 1.1). | ● 0,5 |
| | Avaliação Princípio 1 | ▲ 4,5 |



Figura 62: À esquerda vista geral da edificação em 2008 (PROMPT, 2012). À direita, vista geral em 2020.

²¹ O SMSA é um sistema que separa as águas do vaso sanitário das demais águas residuais e cuja última etapa do tratamento é através de um leito de evapotranspiração junto ao qual é plantada vegetação.

| Edificação 02: PRINCÍPIO 2 – Tirar benefícios dos recursos naturais e climáticos | | |
|--|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 2.1 Escolher a orientação apropriada para a edificação | Dormitórios localizados a norte permitem insolação nos ambientes. Grande varanda a sul subutilizada. Cobertura voltada ao norte permite instalação de placas solares. | 0,5 |
| 2.2 Considerar a hidrografia do local e manejar os recursos hídricos | Água residual reutilizada para irrigação. Distância adequada do rio. Não possui coleta de água da chuva. Construção de lago junto à varanda frontal para conter águas afloradas durante a etapa de escavação. | 0,5 |
| 2.3 Locar as edificações de modo a tirar proveito da forma da paisagem | Edificação em harmonia com a paisagem. Local promove proteção a ventos. Localizada em altitude intermediária considerando-se a área total da propriedade. | 1,0 |
| 2.4 Incorporar a energia solar no projeto da envoltória | Não são adotadas estratégias de aquecimento solar passivo ou sombreamento. | 0 |
| 2.5 Tirar vantagem da inércia térmica do solo | Uso de paredes de terra com alta inércia térmica. Não há espaços semienterrados nem cobertura vegetada. | 0,5 |
| | Avaliação Princípio 2 | 2,5 |



Figura 63: Edificação em etapa de obra, inserida junto às demais construções rurais. Nota-se o recorte no terreno, cuja terra foi utilizada para as paredes.

| Edificação 02: PRINCÍPIO 3 – Reduzir a poluição e evitar desperdício de materiais | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 3.1 Consumir materiais locais e disponíveis | Uso predominante de materiais da propriedade: terra, madeira de eucalipto da cobertura. | ▲ 1,0 |
| 3.2 Usar materiais reciclados e recicláveis | Materiais das paredes externas e madeiramento da cobertura são naturais e podem ser reincorporados à natureza. BTC e revestimentos receberam cimento, mas a adição é mínima. Esquadrias de demolição (foram adicionadas as folhas externas). | ▲ 1,0 |
| 3.3 Reduzir as perdas de energia térmica | Paredes externas com alta inércia térmica cumprem requisitos básicos. Esquadrias adequadas. A cobertura sem forro nos beirais promove excesso de ventilação entre forro e cobertura. | ● 0,5 |
| 3.4 Usar recursos energéticos disponíveis | Uso de lenha para a cozinha / aquecimento. Sem uso de energia solar. | ● 0,5 |
| 3.5 Planejar a manutenção e estender a durabilidade das edificações. | Manual de uso, operação e manutenção inexistente. Manutenção não realizada por parte dos usuários. Princípio 14 não atendido. | ✘ 0 |
| Avaliação Princípio 3 | | ▲ 3,0 |



Figura 64: Paredes e rebocos de terra e esquadrias de demolição. Foram acrescentadas folhas de pinus nas janelas.

| Edificação 02: PRINCÍPIO 4 – Contribuir para a saúde e bem estar humanos | | |
|---|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 4.1 Melhorar os níveis de temperatura e umidade internas com valores aceitáveis | Edificação quente nos períodos de verão. Família impossibilitada de utilizar o fogão a lenha à noite em períodos quentes. Confortável no período de inverno. Paredes de terra tem potencial de regular a umidade do ar. | ⊙ 0,5 |
| 4.2 Assegurar ventilação natural adequada | Área de esquadrias por ambiente insuficiente (APÊNDICE 6). Não existem sistemas de ventilação diferenciados. | ⊗ 0 |
| 4.3 Garantir luz natural e radiação solar adequadas | Área das esquadrias para iluminação natural insuficiente (APÊNDICE 6). Superfícies internas com cores escuras. | ⊗ 0 |
| 4.4 Melhorar aquecimento solar passivo e natural. Adequar a zona bioclimática. | Uso de fogão a lenha auxilia no aquecimento da edificação. No verão o uso de fogão a lenha é limitado, prejudicando o modo de vida da família. Falta de sombreamento na fachada norte. | ⊙ 0,5 |
| 4.5 Evitar materiais tóxicos | Livre de materiais tóxicos. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 4 | | ⊙ 2,0 |



Figura 65: Paredes, piso e forro escuros prejudicam a iluminação natural.

| Edificação 02: PRINCÍPIO 5 – Reduzir o efeito dos desastres naturais | | |
|--|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 5.1 Proporcionar manual prático para antecipar e mitigar riscos | Inexistente. | ✘ 0 |
| 5.2 Desenvolver sistemas construtivos fortes e flexíveis | Apesar das paredes de terra com alta resistência. Cobertura sem forro nas áreas de beiral e varanda apresentam vulnerabilidade aos ventos. | ⊙ 0,5 |
| 5.3 Considerar características específicas dos riscos locais | Edificação bem localizada em relação a ventos fortes e corpos d'água. O terreno foi aplainado, mas a movimentação de terra pouco significativa. Declive leve. | ▲ 1,0 |
| 5.4 Integrar medidas técnicas e comportamentais para reduzir a vulnerabilidade | Vegetação preservada no entorno. Manejo das áreas subterrâneas afloradas. Não existe planejamento a respeito de medidas comportamentais. | ⊙ 0,5 |
| 5.5 Incorporar estratégias de recuperação pós-desastre | Inexistente. | ✘ 0 |
| | Avaliação Princípio 5 | ⊙ 2,0 |



Figura 66: Ausência de forro na varanda torna a cobertura vulnerável a vendavais.

| Edificação 02: PRINCÍPIO 6 – Proteger a paisagem cultural | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 6.1 Compreender os valores e dinâmicas locais | Localização do banheiro próximo ao acesso. Presença de freezer horizontal, caixa de lenha, fogão a lenha. | ▲ 1,0 |
| 6.2 Melhorar as técnicas de uso da terra que garantem e sustentam a diversidade biológica | Agricultura familiar com rotação de culturas laguinho criação de peixes. Produção de subsistência. | ▲ 1,0 |
| 6.3 Articular a organização espacial com as necessidades produtivas | A edificação está localizada entre as edificações (galpão, estábulo) e as áreas produtivas da família. | ▲ 1,0 |
| 6.4 Otimizar as características do solo e microclimas através de sistemas de produção sustentáveis e gerenciamento da terra | Local de produção com rotação de culturas em espaço limitado, com área de preservação conservada. Uso de agrotóxicos em determinados períodos. | ● 0,5 |
| 6.5 Regular as atividades produtivas pelas características ambientais e com os ciclos estacionais e econômicos | Propriedade da agricultura familiar com rotação de culturas conforme os ciclos estacionais e econômicos. Forte produção de subsistência. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 6 | | ▲ 4,5 |



Figura 67: Fogão à lenha e caixa para armazenamento de lenha tem destaque na cozinha.

| Edificação 02: PRINCÍPIO 7 – Transferir culturas construtivas | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 7.1 Permitir experiências construtivas práticas para facilitar conhecimento empírico | Realizadas diversas oficinas durante o processo da obra. Usuário como construtor (autoconstrução) | ▲ 1,0 |
| 7.2 Reconhecer o valor da maestria e memória construtiva | Uso da pedra para as fundações. Tipologia simples com telhado de quatro águas. | ▲ 1,0 |
| 7.3 Envolver novas gerações nos processos construtivos | Público das oficinas com variadas faixas-etárias. | ▲ 1,0 |
| 7.4 Reconhecer o valor dos papéis em atividades e conhecimentos tradicionais | Acompanhamento técnico durante todo o processo. Mão de obra especializada para a estrutura da cobertura. | ▲ 1,0 |
| 7.5 Facilitar a participação da comunidade local nos processos de tomada de decisão | Obra aberta a experimentações. Troca de conhecimento com a rede de agricultores. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 7 | | ▲ 5,0 |



Figura 68: Atividade de capacitação em BTC voltada a agricultores familiares.

| Edificação 02: PRINCÍPIO 8 – Desenvolver soluções criativas e inovadoras | | |
|---|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 8.1 Desenvolver a inteligência coletiva | Atividades de capacitação abertas à comunidade. Experiência difundida e abertura à visitação. | ▲ 1,0 |
| 8.2 Encorajar a diversidade de soluções de sistemas construtivos | Uso de mais de uma técnica construtiva: terra ensacada nas paredes externas, BTC nos pilares e paredes internas, cob em alguns fechamentos internos. | ▲ 1,0 |
| 8.3 Integrar influências de outras culturas construtivas | Tecnologias inovadoras para a região. Referência da permacultura. | ▲ 1,0 |
| 8.4 Permitir experimentação em processos e técnicas construtivas | Grande fluxo de pessoas no processo de obra, com abertura para compartilhamento de experiências. Diversas soluções desenvolvidas em obra, incluso alteração de projeto. | ▲ 1,0 |
| 8.5 Envolver técnicas construtivas experimentais, através de processos de tentativa e erro. | Experimentação durante todo o processo de obra. Processos de tentativa e erro na execução dos rebocos. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 8 | | ▲ 5,0 |



Figura 69: Agricultor participante de oficina experimentando diversos traços para reboco. Foto de 2009.

| Edificação 02: PRINCÍPIO 9 – Reconhecer valores intangíveis | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 9.1 Promover relações inter-geracionais | Processo de obra envolvendo diferentes faixas etárias durante atividades de capacitação. Edificação não atende à NBR 9050 | 0,5 |
| 9.2 Valorizar o bem estar coletivo | Tamanho adequado e ambientes privativos. Uso de tecnologias artesanais. Falta de iluminação natural e degradação dos acabamentos comprometem a qualidade ambiental. | 0 |
| 9.3 Melhorar o engajamento e participação comunitários | Primeira experiência com ACT envolvendo processos abertos na região com planejamento da obra incluindo a capacitação. Apta à visitação. Mão de obra familiar ou local. | 1,0 |
| 9.4 Encorajar locais de encontro comunitário | Diversas etapas de obra envolvendo a comunidade. Difusão de tecnologias inovadoras. | 1,0 |
| 9.5 Construir estruturas comuns / mercados | Uso de mão de obra familiar ou local. Produtos produzidos pela família comercializados localmente. | 1,0 |
| Avaliação Princípio 9 | | 3,5 |



Figura 70: Parede interna do banheiro com reboco danificado comprometendo o bem estar dos usuários.

| Edificação 02: PRINCÍPIO 10 – Encorajar a coesão social | | |
|---|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 10.1 Transmitir história e valores culturais | Cobertura de quatro águas e desenho simples são harmônicos com a arquitetura tradicional da região. Valorização da varanda. | ▲ 1,0 |
| 10.2 Incorporar rituais sociais | Atividades de mutirão e oficinas em todas as etapas da obra. | ▲ 1,0 |
| 10.3 Construir caráter comunitário e sensação de pertencimento | A família tornou-se referência na região em relação a aplicação das tecnologias. A obra tornou-se objeto de capacitação e ensino. | ▲ 1,0 |
| 10.4 Reconhecer expressões locais simbólicas | Fogão à lenha, caixa de lenha e freezer horizontal na cozinha. Banheiro próximo à saída de serviço. | ▲ 1,0 |
| 10.5 Impulsionar processos produtivos e construtivos com os valores culturais | Produção de artesanato com uso do bambu por parte do usuário. Intenção de utilizar terra em bambu em etapas futuras de obra. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 10 | | ▲ 5,0 |



Figura 71: Atividade de mutirão para construção do SMSA

| Edificação 02: PRINCÍPIO 11 – Dar suporte a autonomia | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 11.1 Compartilhar recursos | Recursos técnicos e mão de obra compartilhada em diversas etapas da obra. | ▲ 1,0 |
| 11.2 Usar recursos e materiais locais e acessíveis | Maior parte dos materiais procedentes da propriedade e uso de materiais reaproveitados. Mão de obra familiar e comunitária. A assistência técnica em um primeiro momento não era da região, gerando prolongamento no processo de obra. | ▲ 1,0 |
| 11.3 Promover artesanato local | Influência do trabalho com bambu na região para a produção de utensílios. Uso de tecnologias artesanais. Pintura decorativas na fachada principal realizada pela agricultora. | ▲ 1,0 |
| 11.4 Encorajar a produção local | Produção de subsistência e árvores frutíferas no entorno. Produção agrícola comercializada localmente. | ▲ 1,0 |
| 11.5 Promover o empoderamento comunitário | Difusão da experiência em diversas localidades da região do Oeste Catarinense. Técnicas que potencializam a autoconstrução. Ocorrência de trocas e atividades de ensino. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 11 | | ▲ 5,0 |



Figura 72: Madeira de eucalipto para a cobertura extraída da propriedade.

| Edificação 02: PRINCÍPIO 12 – Promover atividades locais | | |
|--|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 12.1 Fortalecer agricultura urbana e produção local de alimentos | Edificação residencial em propriedade agrícola familiar, potencializando a permanência da família no campo. | ▲ 1,0 |
| 12.2 Promover deslocamentos curtos e comércio local | Cotidiano familiar interno à propriedade. Distribuição dos produtos junto à comunidade local. | ▲ 1,0 |
| 12.3 Promover o uso coletivo de espaços | Propriedade privada. A família expõe planos de construir um bar próximo à casa. | ● 0,5 |
| 12.4 Incluir espaços para atividades produtivas em escala urbana e arquitetônica | Edificação integrada à produção agrícola. Não há espaço específico para armazenamento de alimentos (despensa). Um dos dormitórios é utilizado como depósito. | ● 0,5 |
| 12.5 Desenvolver produtos manufaturados com materiais locais | Tecnologias passíveis de serem reproduzidas na região. Usuário confecciona artesanato com bambu, estimulado pelos demais agricultores envolvidos com esta tecnologia. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 12 | | ▲ 4,5 |



Figura 73: Ambiente originalmente projetado como dormitório utilizado atualmente como despensa (foto de 2020).

| Edificação 02: PRINCÍPIO 13 – Otimizar esforços construtivos | | |
|---|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 13.1 Otimizar o uso dos materiais | Equívoco na escolha inicial da técnica gerou atrasos e prejuízos, além do desperdício do material usado para a confecção das fôrmas. Retrabalho em etapa de revestimento. | ✘ 0 |
| 13.2 Assegurar a escala adequada da edificação e garantir a funcionalidade. | Tamanho da edificação adequado para a família. Família relata que a varanda sul é subutilizada e que gostaria de fazer uma cozinha para o verão neste local que, para isso, deveria ser ampliado. | ⊙ 0,5 |
| 13.3 Promover simplicidade técnica dos processos construtivos | Apesar das tecnologias serem simples houve necessidade de um longo processo de capacitação com base na tentativa e erro, uma vez que não era de domínio da comunidade local. | ⊙ 0,5 |
| 13.4 Reduzir esforços com transporte | Maior parte dos materiais retirados do terreno. | ⬆ 1,0 |
| 13.5 Encorajar o uso de materiais pouco processados | Uso majoritário de técnicas de construção com terra. | ⬆ 1,0 |
| Avaliação Princípio 13 | | ⊙ 3,0 |



Figura 74: À esquerda, execução de paredes em taipa de pilão com o solo local. À direita, paredes de terra ensacada apoiada sobre base de taipa de pilão. Foto de 2009.

| Edificação 02: PRINCÍPIO 14 – Estender a vida útil da edificação | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 14.1 Prever substituição regular de componentes construtivos | Manual de uso operação e manutenção inexistente. | ✘ 0 |
| 14.2 Prever a erosão de elementos construtivos | Problemas de erosão dos BTC na base das paredes e pilares e decorrentes de atrito gerado pelo mobiliário. Falta de rejunte nas paredes de BTC. Descolamento de revestimentos em diversos locais. Sem execução de rodapés. | ✘ 0 |
| 14.3 Planejar a manutenção das edificações | Sem manutenção com apresentação de diversas manifestações patológicas não solucionadas. | ✘ 0 |
| 14.4 Projetar edificações flexíveis à modificações e ampliações | Edificação rígida com paredes autoportantes e sistema em BTC. Localização no terreno permite ampliação. Ambiente da varanda sul passível de adequação para configuração de cozinha externa. | ○ 0,5 |
| 14.5 Projetar estruturas fortes e duráveis | Fundações e paredes resistentes. Problemas de erosão no BTC. Baixa durabilidade dos revestimentos decorrente da má aplicação das técnicas. | ○ 0,5 |
| | Avaliação Princípio 14 | ✘ 1,0 |



Figura 75: Erosão nas paredes causadas por impacto do mobiliário são percebidas junto à caixa de lenha e à mesa.
Foto de 2020.

| Edificação 02: PRINCÍPIO 15 – Otimizar recursos | | |
|---|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 15.1 Utilizar materiais recicláveis | Uso de materiais de demolição, terra e madeira. | ▲ 1,0 |
| 15.2 Promover edificações densificáveis e compactas | Formato compacto da edificação, tamanho adequado e sem áreas residuais. | ▲ 1,0 |
| 15.3 Assegurar fornecimento de energia renovável | Não foram incorporados sistemas de energia renovável. | ✘ 0 |
| 15.4 Desenvolver sistemas construtivos adequados às condições locais | Uso da terra e outros materiais locais. Tecnologias que possibilitam autonomia. Má escolha da técnica em etapa inicial. | ● 0,5 |
| 15.5 Melhorar sistemas naturais para ventilação, aquecimento e iluminação | Deficiência nos sistemas de ventilação e iluminação naturais (itens 4.2 e 4.3). Atende parcialmente ao item 4.4, considerando os sistemas construtivos de parede e cobertura. | ✘ 0 |
| Avaliação Princípio 15 | | ● 2,5 |



Figura 76: Pilares feitos com BTC's fabricados no local.

11.2.2 Resultado Estudo de Caso 02



Figura 77: Resultado da avaliação da sustentabilidade para a Edificação 02

A avaliação desta edificação resulta positiva no âmbito sociocultural e atende parcialmente aos âmbitos socioeconômico e ambiental. No âmbito ambiental, são avaliados como atende parcialmente as estratégias 2 e 4. O princípio 5 não atende. No âmbito sociocultural todas as avaliações são positivas. No socioeconômico, a estratégia 14 não atende e as estratégias 13 e 15 atendem parcialmente.

11.3 ESTUDO DE CASO 03

| | |
|-----------------------|---|
| Data | 2009 |
| Área construída | 201 m ² |
| Uso | Residência |
| Técnicas empregadas | Terra ensacada, taipa de mão, cordwood. |
| Regime da mão de obra | Autoconstrução |



Figura 78: Mapa esquemático Estudo de Caso 03

A Edificação 03 está situada em uma propriedade localizada no município de Arabutã, na qual residem o casal com duas crianças e a família²² do pai do agricultor. A família dedica-se de gado de leite e, mais recentemente, construiu um aviário em sistema de consórcio. Na ocasião em que a edificação já havia sido avaliada (Prompt, 2011), a obra estava em andamento e a família já residia na edificação. A família passou por diversas transformações e atuou como mão de obra em outras obras de terra na região. Durante um período a família abandonou a casa para trabalhar em uma fazenda no Mato Grosso e a edificação ficou abandonada. Após este período de ausência a família teve a oportunidade de montar um aviário na propriedade e voltou a ocupar os mesmos ambientes que ocupava inicialmente.

Após o retorno da família à propriedade não foi realizada nenhuma intervenção na edificação. O estado da ocupação é precário. Percebe-se degradação de elementos estruturais da cobertura que resultaram em vazamento e exposição das paredes de terra. O agricultor cita a fragilidade de utilizar madeira sem tratamento como estrutura para vedações em terra, relatando que a união entre os dois materiais pode vir a facilitar o acesso do cupim. Outra desvantagem citada pelo

²² A residência do pai do agricultor encontra-se distante da Edificação 03, não sendo situada no esquema da Figura 72

agricultor é o uso das janelas circulares. A opção por aberturas feitas com manilha de concreto tem a vantagem de dispensar o uso de verga e contraverga, que para a terra ensacada devem ser altamente resistentes. Entretanto, a inserção de esquadrias sob medida nesse formato pode ser inviável economicamente. Outra desvantagem citada é a falta de funcionalidade em ambientes curvos, uma vez que os móveis existentes no mercado não são compatíveis, gerando perda de espaço atrás do mobiliário e os ambientes acabam ficando apertados.

A família declara que não pretende finalizar a casa, e sim iniciar uma nova obra na qual não se pretende utilizar técnicas de construção com terra. A ideia inicial para a casa mantém o conceito do formato de flor com o mesmo diâmetro da casa atual (aproximadamente 14m). A dimensão foi definida para abrigar duas famílias. A ideia da família é escorar a estrutura existente e remover as paredes de terra, priorizar o uso de paredes de ferrocimento e utilizar telha de fibrocimento ou metálica. O programa de necessidades inclui uma cozinha no segundo pavimento para aproveitar a vista, quatro dormitórios sendo um suíte com closet, dois banheiros, área de serviço, varanda e piscina em local fechado e climatizado.

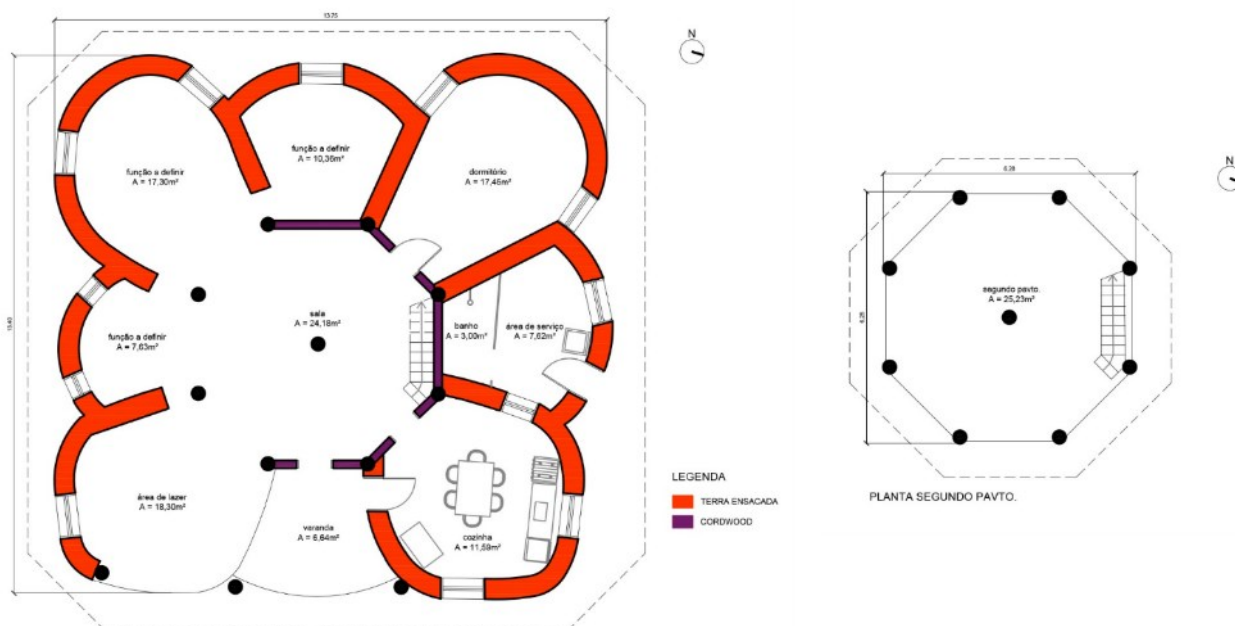


Figura 79: Plantas baixas do térreo e do segundo pavimento da Edificação 03.

11.3.1 Avaliação da sustentabilidade Edificação 03

| Edificação 03: PRINCÍPIO 1 - Respeitar a natureza | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 1.1 Garantir a escolha apropriada do local | Local plano, próximo às edificações pré-existentes e com incidência solar adequada. O local de maior permanência da família, a varanda, está voltada ao acesso da propriedade. | ▲ 1,0 |
| 1.2 Minimizar o impacto das intervenções | Houve terraplanagem, mas a terra foi utilizada na edificação. Acesso ao local pré-existente. Houve retirada da vegetação, mas sua recuperação demonstra a minimização do impacto. Por tratar-se de uma propriedade de grandes dimensões não há impacto na vizinhança. | ▲ 1,0 |
| 1.3 Assegurar condições para a regeneração do local | Apesar da recuperação da vegetação, não existe planejamento de um paisagismo no entorno. Tratamento de efluentes realizado com biodigestor (entretanto o gás não é utilizado). | ● 0,5 |
| 1.4 Integrar com a morfologia do ambiente | Terraplanagem propiciou a integração da edificação com o barranco formado ao fundo. Apesar da dimensão da edificação e do projeto com dois pavimentos, não foi tirado proveito do desnível natural do terreno. Ainda assim considera-se justificada a terraplanagem, sobretudo por o aclave não ser acentuado. | ▲ 1,0 |
| 1.5 Entender as características do local | Localização adequada (estratégia 1.1). Tecnologias planejadas de acordo com os materiais disponíveis no terreno. | ▲ 1,0 |
| | | ▲ 4,5 |



Figura 80: Vista geral da edificação 03. À esquerda, foto de 2009. À direita, foto de 2020.

| Edificação 03: PRINCÍPIO 2 – Tirar benefícios dos recursos naturais e climáticos | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 2.1 Escolher a orientação apropriada para a edificação | No projeto original a área de serviço ficava voltada a norte, por ser o local mais acessível desde as atividades externas. Isto gerava a presença de um dormitório a sul, considerado inadequado. Entretanto a atual ocupação, na edificação inacabada, está ao lado norte, o que é um fator que contribui para a qualidade ambiental. A cobertura nas quatro direções permite instalação de placas solares. | 0,5 |
| 2.2 Considerar a hidrografia do local e manejar os recursos hídricos | Sem proximidade a cursos d'água. Sem coleta e armazenamento de água da chuva. Tratamento de efluentes direcionado a um biodigestor (no momento não há utilização do gás gerado) | 0,5 |
| 2.3 Locar as edificações de modo a tirar proveito da forma da paisagem | Edificação bem inserida, em altitude média na propriedade é protegida por um leve aclave ao fundo que propicia proteção à edificação. | 1,0 |
| 2.4 Incorporar a energia solar no projeto da envoltória | Não são adotadas estratégias de aquecimento solar passivo ou sombreamento. | 0 |
| 2.5 Tirar vantagem da inércia térmica do solo | Não há ambientes semi enterrados ou uso de coberturas vegetadas. Paredes de terra ensacada com elevada inércia térmica. | 0,5 |
| Avaliação Princípio 2 | | 2,5 |



Figura 81: Paredes de terra ensacada com aproximadamente 50 cm de largura podem apresentar elevada inércia térmica. Foto da edificação em obras, 2009

| Edificação 03: PRINCÍPIO 3 – Reduzir a poluição e o desperdício de materiais | | |
|--|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 3.1 Consumir materiais locais e disponíveis | Uso predominante de materiais do próprio terreno (paredes de terra ensacada e madeira de eucalipto da cobertura) ou de demolição proveniente de uma edificação anterior da propriedade. Bobina para terra ensacada procedente do RS, mas considera-se justificável para avaliação positiva do item. | ▲ 1,0 |
| 3.2 Usar materiais reciclados e recicláveis | Boa parte de materiais naturais que podem ser reincorporados à natureza. A bobina da terra ensacada não é reciclável. Uso de paredes de argamassa armada ferrocimento em alguns ambientes não é reciclável. Parte da madeira é de demolição de uma antiga edificação existente. As manilhas de concreto podem ser reutilizadas. | ● 0,5 |
| 3.3 Reduzir as perdas de energia térmica | Apesar da tecnologia principal ser a terra ensacada, a precariedade do estado atual e o sistema de esquadrias eleito prejudica a vedação da edificação. | ✘ 0 |
| 3.4 Usar recursos energéticos disponíveis | Uso de lenha para a cozinha / aquecimento. Sistema de aquecimento para água inativo. | ● 0,5 |
| 3.5 Planejar a manutenção e estender a durabilidade das edificações. | Manual de uso, operação e manutenção inexistente. A edificação nunca foi finalizada e ficou abandonada por longo período. Encontra-se em estado de degradação. Princípio 14 não atendido. | ✘ 0 |
| Avaliação Princípio 3 | | ● 2,0 |



Figura 76: Vista da fachada norte com o sistema de placas solares inativo (foto de 2020).

| Edificação 03: PRINCÍPIO 4 – Contribuir para a saúde e bem estar humanos | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 4.1 Melhorar os níveis de temperatura e umidade internas com valores aceitáveis | O estado de precariedade da edificação e o sistema de esquadrias eleito prejudica a vedação da edificação. A ventilação também é insuficiente por medidas de provisoriidade. | ✘ 0 |
| 4.2 Assegurar ventilação natural adequada | Apesar da previsão, em projeto, de ventilação cruzada na maior parte dos ambientes, algumas janelas vedadas com plásticos ou outros elementos provisórios prejudicam a ventilação natural. | ✘ 0 |
| 4.3 Garantir luz natural e radiação solar adequadas | Luz natural insuficiente decorrente do tipo de vedação das esquadrias e da cor das superfícies internas. | ✘ 0 |
| 4.4 Melhorar aquecimento solar passivo e natural. Adequar à zona bioclimática. | Uso de fogão a lenha pode auxiliar o alcance de temperaturas confortáveis em períodos quentes. A edificação inacabada não atende aos requisitos mínimos de conforto térmico. | ✘ 0 |
| 4.5 Evitar materiais tóxicos | Livre de materiais tóxicos. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 4 | | ✘ 1,5 |



Figura 82: Vista externa da janela da cozinha. As aberturas com o uso de manilhas de concreto apresentam resistência e compatibilidade com a técnica da terra ensacada. Entretanto, a finalização das esquadrias deve ser feita sob medida.

| Edificação 03: PRINCÍPIO 5 – Reduzir o efeito dos desastres naturais | | |
|--|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 5.1 Proporcionar manual prático para antecipar e mitigar riscos | Inexistente. | ✘ 0 |
| 5.2 Desenvolver sistemas construtivos fortes e flexíveis | Apesar das paredes de terra com alta resistência, a madeira da estrutura está comprometida, prejudicando a integridade da edificação. | ✘ 0 |
| 5.3 Considerar características específicas dos riscos locais | Edificação bem localizada em relação a ventos fortes e corpos d'água. Terreno permeável, mínima movimentação de terra. | ▲ 1,0 |
| 5.4 Integrar medidas técnicas e comportamentais para reduzir a vulnerabilidade | Vegetação preservada no entorno. Manejo das áreas subterrâneas afloradas. Não existe planejamento a respeito de medidas comportamentais. Sem suporte de reservatório de água. | ● 0,5 |
| 5.5 Incorporar estratégias de recuperação pós-desastre | Inexistente. | ✘ 0 |
| | Avaliação Princípio 5 | ✘ 1,5 |



Figura 83: Estado da cobertura no lado sul da edificação demonstra falta de integridade estrutural, tornando a edificação suscetível a vendavais.

| Edificação 03: PRINCÍPIO 6 – Proteger a paisagem cultural | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 6.1 Compreender os valores e dinâmicas locais | Localização do banheiro através da área de serviço. Presença de freezer horizontal, caixa de lenha, fogão a lenha. | ▲ 1,0 |
| 6.2 Melhorar as técnicas de uso da terra que garantem e sustentam a diversidade biológica | Atividade principal consiste em aviário, limitando outros tipos de produção mais sustentáveis. | ✘ 0 |
| 6.3 Articular a organização espacial com as necessidades produtivas | Edificação próxima ao aviário, facilitando o trabalho diário (aviário construído posteriormente). | ▲ 1,0 |
| 6.4 Otimizar as características do solo e microclimas através de sistemas de produção sustentáveis e gerenciamento da terra | Detectam-se áreas de preservação conservadas na propriedade. | ● 0,5 |
| 6.5 Regular as atividades produtivas pelas características ambientais e com os ciclos estacionais e econômicos | Atividade de aviário independe de ciclos estacionais. Dependência dos ciclos econômicos da empresa a qual a família é consorciada. | ✘ 0 |
| Avaliação Princípio 6 | | ▲ 3,5 |



Figura 84: Vista das edificações do complexo do aviário a partir da fachada norte da residência.

| Edificação 03: PRINCÍPIO 7 – Transferir culturas construtivas | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 7.1 Permitir experiências construtivas práticas para facilitar conhecimento empírico | Usuário como construtor (autoconstrução). Não houveram processos de ensino e capacitação durante a obra. | 0,5 |
| 7.2 Reconhecer o valor da maestria e memória construtiva | Técnicas apreendidas em formações de permacultura realizadas pelo agricultor e aplicadas na propriedade. Uso de fundações de pedra. | 1,0 |
| 7.3 Envolver novas gerações nos processos construtivos | A ideia inicial do projeto partiu do usuário e de sua família. Apesar da ausência de crianças na família no momento da obra, houve a participação de jovens na execução. | 1,0 |
| 7.4 Reconhecer o valor dos papéis em atividades e conhecimentos tradicionais | Apesar do projeto original ter sido feito por profissional habilitado, não houve acompanhamento técnico durante a obra. Não houve mão de obra contratada. | 0,5 |
| 7.5 Facilitar a participação da comunidade local nos processos de tomada de decisão | Apesar de a obra ser considerada aberta, o agricultor recebeu pouca ajuda durante o processo construtivo. | 0,5 |
| Avaliação Princípio 7 | | 4,0 |



Figura 85: Maquete elaborada pela família para concepção da casa nova. Foto de 2020.

| Edificação 03: PRINCÍPIO 8 – Desenvolver soluções criativas e inovadoras | | |
|---|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 8.1 Desenvolver a inteligência coletiva | A família se especializou na área da construção ecológica e realizou serviços em diversos locais. | ▲ 1,0 |
| 8.2 Encorajar a diversidade de soluções de sistemas construtivos | Uso de mais de uma técnica construtiva: terra ensacada nas paredes externas, estrutura de madeira para construção do segundo pavimento, paredes de vedação com cordwood e ferrocimento. | ▲ 1,0 |
| 8.3 Integrar influências de outras culturas construtivas | Tecnologias inovadoras para a região. Referência na permacultura. | ▲ 1,0 |
| 8.4 Permitir experimentação em processos e técnicas construtivas | Obra com caráter experimental a partir da formação do agricultor. Toda a família como protagonista do processo. Soluções desenvolvidas no local como pia e paredes em ferrocimento. | ▲ 1,0 |
| 8.5 Envolver técnicas construtivas experimentais, através de processos de tentativa e erro. | Obra com caráter experimental a partir da formação do agricultor. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 8 | | ▲ 5,0 |



Figura 86: Edificação em etapa de obra: forma e técnica inovadora na região.

| Edificação 03: PRINCÍPIO 9 – Reconhecer valores intangíveis | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 9.1 Promover relações inter-geracionais | Processo de obra envolvendo jovens. Edificação não atende à NBR 9050 | 0,5 |
| 9.2 Valorizar o bem estar coletivo | Falta de iluminação natural, precariedade das estruturas e ocupação sem a obra haver sido construída comprometem a qualidade ambiental. | 0 |
| 9.3 Melhorar o engajamento e participação comunitários | Pouca participação comunitária na obra, não envolveu processos de ensino e capacitação. A família forneceu serviços de construção a outros agricultores. | 0,5 |
| 9.4 Encorajar locais de encontro comunitário | A experiência da família contribui para o desenvolvimento das tecnologias na região. | 1,0 |
| 9.5 Construir estruturas comuns / mercados | A família forneceu serviços de construção a outros agricultores. Tecnologias artesanais. | 1,0 |
| Avaliação Princípio 9 | | 3,0 |



Figura 87: Mobiliário do banheiro, feito artesanalmente em ferrocimento, encontra-se em estado precário. Superfície da pia forrada com lona plástica. Foto de 2020.

| Edificação 03: PRINCÍPIO 10 – Encorajar a coesão social | | |
|---|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 10.1 Transmitir história e valores culturais | Pouca referência à arquitetura tradicional da região. | ✘ 0 |
| 10.2 Incorporar rituais sociais | A edificação foi planejada para abrigar dois núcleos familiares e, por esse motivo, os familiares do segundo núcleo participaram de parte da execução da obra. Não houveram atividades abertas ou mutirões. | ⦿ 0,5 |
| 10.3 Construir caráter comunitário e sensação de pertencimento | Dificuldades enfrentadas para finalização da obra geraram sensação de abandono e constrangimento. | ✘ 0 |
| 10.4 Reconhecer expressões locais simbólicas | Apesar do estado precário da edificação existe a presença de equipamentos que permite a reprodução cultural. De qualquer forma as expressões simbólicas ficam limitadas. | ⦿ 0,5 |
| 10.5 Impulsionar processos produtivos e construtivos com os valores culturais | Família forneceu serviços de construção a outros agricultores. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 10 | | ⦿ 2,0 |



Figura 88: Área externa ocupada pela família (foto de 2020).

| Edificação 03: PRINCÍPIO 11 – Dar suporte a autonomia | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 11.1 Compartilhar recursos | Participação em outras obras propiciou o compartilhamento do conhecimento técnico por parte dos usuários. | ▲ 1,0 |
| 11.2 Usar recursos e materiais locais e acessíveis | Maior parte dos materiais procedentes da propriedade. Arquiteto que projetou a casa não residia no estado. A família comenta que este afastamento dificultou o processo de obra. | ● 0,5 |
| 11.3 Promover artesanato local | Família participou e influenciou outras experiências. Uso de tecnologias artesanais replicáveis na região. Uso de técnicas mistas criativas como o <i>cordwood</i> . | ▲ 1,0 |
| 11.4 Encorajar a produção local | Não há destaque para a produção de subsistência no entorno imediato. Principal atividade dependente das indústrias alimentícias locais. | ✘ 0 |
| 11.5 Promover o empoderamento comunitário | Família forneceu serviços de construção como atividade econômica complementar. Técnicas que potencializam a autoconstrução. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 11 | | ▲ 3,5 |



Figura 89: Vista face noroeste da edificação. Foto de 2020.

| Edificação 03: PRINCÍPIO 12 – Promover atividades locais | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 12.1 Fortalecer agricultura urbana e produção local de alimentos | Edificação residencial em propriedade agrícola familiar, potencializando a permanência da família no campo. | ▲ 1,0 |
| 12.2 Promover deslocamentos curtos e comércio local | Cotidiano familiar interno à propriedade. Produtos do aviário são entregues na propriedade. | ▲ 1,0 |
| 12.3 Promover o uso coletivo de espaços | Propriedade privada ocupada por mais de um núcleo familiar. | ● 0,5 |
| 12.4 Incluir espaços para atividades produtivas em escala urbana e arquitetônica | Edificação integrada à produção agrícola. Não há espaço específico para armazenamento de alimentos (despensa). | ● 0,5 |
| 12.5 Desenvolver produtos manufaturados com materiais locais | Família forneceu serviços de construção como atividade econômica complementar. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 12 | | ▲ 3,5 |



Figura 90: Espaço livre entre o complexo do aviário (à esquerda) e a residência à direita (2020)

| Edificação 02: PRINCÍPIO 13 – Otimizar esforços construtivos | | |
|---|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 13.1 Otimizar o uso dos materiais | Tamanho da edificação maior do que a necessidade da família demandou recursos acima dos disponíveis pela mesma. A grande quantidade de terra necessária para a construção das paredes demanda elevado esforço físico. | ✘ 0 |
| 13.2 Assegurar a escala adequada da edificação e garantir a funcionalidade. | Tamanho da edificação maior do que a necessidade da família acabou comprometendo a finalização da obra. As formas orgânicas comprometem a funcionalidade da edificação, uma vez que o mobiliário não encaixa adequadamente nos espaços. | ✘ 0 |
| 13.3 Promover simplicidade técnica dos processos construtivos | Apesar das tecnologias serem simples, a escala da edificação, aliada a dificuldades específicas da família, trouxe complexidade ao processo. | ✘ 0 |
| 13.4 Reduzir esforços com transporte | Maior parte dos materiais retirados do terreno. | ▲ 1,0 |
| 13.5 Encorajar o uso de materiais pouco processados | Uso majoritário de técnicas de construção com terra. Tecnologias passíveis de serem reproduzidas na região. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 13 | | ● 2,0 |



Figura 91: Paredes em terra ensacada demandam grandes volumes de terra (2009) repete figura 86?

| Edificação 03: PRINCÍPIO 14 – Estender a vida útil da edificação | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 14.1 Prever substituição regular de componentes construtivos | Manual de uso operação e manutenção inexistente. | ✘ 0 |
| 14.2 Prever a erosão de elementos construtivos | A edificação, além de estar inacabada, ficou abandonada por um período em que a família estava fora, gerando danificação das estruturas de madeira e das paredes de terra. | ✘ 0 |
| 14.3 Planejar a manutenção das edificações | Locais ocupados não recebem manutenção. | ✘ 0 |
| 14.4 Projetar edificações flexíveis à modificações e ampliações | Edificação rígida a alterações. Localização no terreno admite ampliações. | ⊙ 0,5 |
| 14.5 Projetar estruturas fortes e duráveis | Apesar do projeto prever formas orgânicas, propícias para a técnica, a edificação inacabada permanece com elementos expostos comprometendo a durabilidade da mesma. | ⊙ 0,5 |
| | Avaliação Princípio 14 | ✘ 1,0 |



Figura 92: Degradação do madeiramento da cobertura expõe as paredes de terra às intempéries. Percebe-se também a parede fora de prumo com risco de colapso (2020)

| Edificação 03: PRINCÍPIO 15 – Otimizar recursos | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 15.1 Utilizar materiais recicláveis | Uso de materiais de demolição, terra e madeira. | ▲ 1,0 |
| 15.2 Promover edificações densificáveis e compactas | Formato da edificação gera áreas residuais, prejudicando uso de mobiliários adquiridos no mercado. Tamanho excessivo. | ✘ 0 |
| 15.3 Assegurar fornecimento de energia renovável | Não foram incorporados sistemas de energia renovável. | ✘ 0 |
| 15.4 Desenvolver sistemas construtivos adequados às condições locais | Grande parte dos materiais retirados da propriedade. A técnica utilizada em escala maior que a necessária demonstra incompatibilidade entre o projeto e as condições da família. Uso de técnicas que possibilitam a autonomia. | ● 0,5 |
| 15.5 Melhorar sistemas naturais para ventilação, aquecimento e iluminação | Avaliação negativa para os itens 4.2, 4.3 e 4.4. | ✘ 0 |
| Avaliação Princípio 15 | | ✘ 1,5 |



Figura 93: Porta de acesso à área de serviço, visibilidade das paredes de terra ensacada sem revestimento e instalações referentes a um sistema de aquecimento de água com uso de placas solares, desativado no momento da visita de campo. Foto de 2020

11.3.2 Resultado Estudo de Caso 03



Figura 94: Resultado da avaliação da sustentabilidade para a Edificação 03.

Na edificação 03, os âmbitos ambiental e econômico foram avaliados como atende parcialmente. O sociocultural foi avaliado de forma positiva. Em relação à sustentabilidade ambiental, somente um princípio recebeu avaliação positiva. Os princípios 2 e 3 foram avaliados como atende parcialmente, e o 4 e o 5, não atende. No âmbito sociocultural, os princípios 9 e 10 foram avaliados de forma mediana. No âmbito socioeconômico, o princípio 13 foi avaliado como atende parcialmente, e os princípios 14 e 15 não atende.

11.4 ESTUDO DE CASO 04 - GROSS

Quadro 31: Características gerais Edificação 04

| | |
|-----------------------|---|
| Data | 2009 - 2011 |
| Área construída | 222m ² |
| Uso | Residência |
| Técnicas empregadas | Terra ensacada, taipa de mão |
| Regime da mão de obra | Autoconstrução / contratada em etapas específicas |



Figura 95: Mapa esquemático Estudo de Caso 04

O Estudo de Caso 04 está localizado em uma propriedade onde residem um casal idoso e seu filho com a esposa e dois filhos. A família possui uma marcenaria na propriedade e dedica-se à produção de hortaliças. O casal e dois filhos habitam a Edificação 04. Esta residência foi construída com recursos do PSH e foi executada com mão de obra predominantemente familiar. Houve mão de obra contratada para o trabalho com pedras para fundação e muro de arrimo e em alguns trabalhos de revestimento de paredes e piso. A obra iniciou em 2009 e foi finalizada no início de 2012.

O projeto original da habitação é constituído de um porão, um segundo pavimento e mais o sótão. No porão fica a cozinha, garagem, banheiro, área de serviço externa e varanda. No segundo pavimento, que tem acesso pela escada ou pela parte superior do terreno, tem um banheiro, dois dormitórios, sala de estar e escritório. No sótão, um espaço de estar e um dormitório.

A estrutura é de madeira roliça de eucalipto retirada do próprio terreno. A fundação é composta de sapatas isoladas de concreto ciclópico e sapatas corridas de pedra. A parede semienterrada do porão também é feita de pedras, que foram trazidas de um local próximo à propriedade. As demais paredes do porão são feitas de terra ensacada, as paredes do segundo pavimento são de taipa de mão e as do sótão, de madeira. Existem dois sistemas de cobertura: telhado

verde e cobertura leve de telhas fabricadas com material reciclado, em uma fábrica da região. Existem diversos elementos feitos com pallets reaproveitado (paredes e piso) e outros materiais de reaproveitamento da marcenaria.

Em relação ao projeto original, a família realizou modificações nas escadas e nas divisórias internas do primeiro pavimento e do sótão. Foram realizadas algumas intervenções ao longo dos anos como o revestimento do piso do porão (inicialmente concebido para ser de cimento queimado), pintura externa em toda a casa e construção da churrasqueira aos fundos da garagem. A garagem nunca foi utilizada com esta finalidade e a família pensa em transformá-la em dormitório. A edificação apresenta alguns pontos de vulnerabilidade em relação à estanqueidade no encontro das coberturas vegetadas com as paredes externas. Devido à irregularidade do material das fachadas, não foi possível instalar rufo e dessa forma quando há chuva com ventos ocorrem goteiras nas paredes

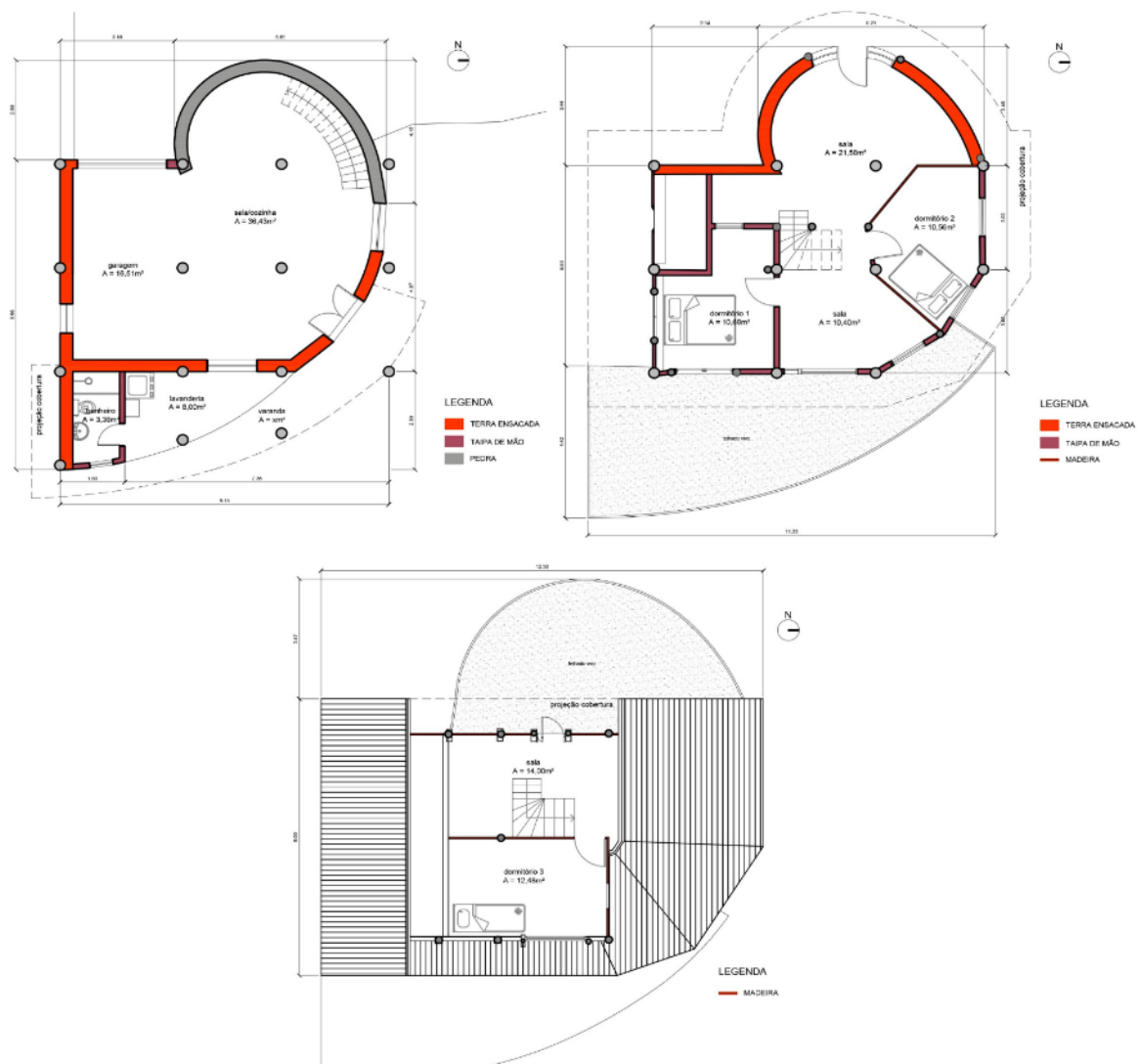


Figura 96: Plantas Baixas Edificação 04

11.4.1 Avaliação da sustentabilidade Edificação 04

| Edificação 04: PRINCÍPIO 1 - Respeitar a natureza | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 1.1 Garantir a escolha apropriada do local | Local próximo à estrada, facilitando atividades de venda dos produtos agrícolas e controle do acesso. Próximo às demais edificações da propriedade. Sem intervenção nas áreas produtivas. Insolação adequada. Vista privilegiada. | ▲ 1,0 |
| 1.2 Minimizar o impacto das intervenções | Houve movimentação de terra, entretanto a mesma foi utilizada na obra e propiciou a construção do porão semienterrado. O local escolhido não continha vegetação de médio ou grande porte. Por tratar-se de uma propriedade de grandes dimensões não há impacto na vizinhança. | ▲ 1,0 |
| 1.3 Assegurar condições para a regeneração do local | Utilizado SMSA para tratamento de efluentes. Inserção de paisagismo produtivo no entorno direto da edificação. | ▲ 1,0 |
| 1.4 Integrar com a morfologia do ambiente | O projeto tirou partido diretamente do desnível natural do terreno, uma vez que a família desejava ter uma área semienterrada. A opção pela terraplanagem é justificada pelas técnicas escolhidas e pela ausência de áreas planas no terreno. O desnível foi considerado para execução do SMSA. | ▲ 1,0 |
| 1.5 Entender as características do local | Localização da edificação adequada e planejamento conforme trajetória solar. Valorização da vista. Tecnologias planejadas de acordo com os materiais disponíveis no terreno. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 1 | | ▲ 5,0 |




Figura 97: À esquerda foto de 2010 após movimentação de terra que incluiu execução de estrada de acesso e ao fundo construções rurais. À direita vista geral da edificação em 2020.

| Edificação 04: PRINCÍPIO 2 – Tirar benefícios dos recursos naturais e climáticos | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 2.1 Escolher a orientação apropriada para a edificação | Cobertura voltada ao norte com planejamento de captação de energia solar (inativo). Dormitórios a leste e norte, ambientes de menor permanência (banheiros) na fachada sul. | ▲ 1,0 |
| 2.2 Considerar a hidrografia do local e manejar os recursos hídricos | Água residual reutilizada para irrigação. Distância adequada do rio. Não possui coleta de água da chuva. | ● 0,5 |
| 2.3 Locar as edificações de modo a tirar proveito da forma da paisagem | Edificação em harmonia com a paisagem. Valorização da vista desde a edificação. | ▲ 1,0 |
| 2.4 Incorporar a energia solar no projeto da envoltória | Apesar da estratégia ter sido prevista em projeto, por meio da incorporação de uma estufa, a mesma não foi executada. Não existem elementos para sombreamento das aberturas. | ✘ 0 |
| 2.5 Tirar vantagem da inércia térmica do solo | Paredes semienterradas no primeiro pavimento. Paredes de terra ensacada apresentam e coberturas vegetadas elevada inércia térmica. | ▲ 1,0 |
| | Avaliação Princípio 2 | ▲ 3,5 |



Figura 98: Esquadrias para realização de troca térmica entre a estufa planejada e o ambiente interno foram executadas, mas o sistema não foi finalizado (foto de 2020)

| Edificação 04: PRINCÍPIO 3 – Reduzir a poluição e evitar desperdício de materiais | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 3.1 Consumir materiais locais e disponíveis | Uso predominante de materiais da propriedade: madeira de eucalipto da estrutura, terra das paredes. A bobina de tela de <i>raschel</i> , utilizada nas paredes de terra ensacada, foi adquirida em uma empresa do estado de São Paulo. Ainda assim, considera-se justificável para a avaliação positiva do item. A impermeabilização das coberturas vegetadas foi feita com lona de polietileno de alta densidade adquirida em uma empresa de Chapecó –SC. | ▲ 1,0 |
| 3.2 Usar materiais reciclados e recicláveis | Maior parte dos materiais naturais podem ser reincorporados à natureza. Uso de madeira de refugo da marcenaria para execução das portas e de pallets para confecção de forros e paredes. | ▲ 1,0 |
| 3.3 Reduzir as perdas de energia térmica | Paredes externas e cobertura atendem aos requisitos básicos. Esquadrias de qualidade. No sótão (dormitório 03) as paredes de madeira apresentam frestas prejudicando o conforto térmico no ambiente. | ● 0,5 |
| 3.4 Usar recursos energéticos disponíveis | Uso de lenha para a cozinha / aquecimento. Sistema de aquecimento de água com energia solar foi mal calculado e está inativo. | ● 0,5 |
| 3.5 Planejar a manutenção e estender a durabilidade das edificações. | Manual de uso, operação e manutenção inexistente. Foram realizadas manutenções, mas alguns elementos encontram-se degradados, incluso telhas. A forma da cobertura e a falta de rufos para a proteção também comprometem a durabilidade das edificações. Princípio 14 atende parcialmente | ● 0,5 |
| Avaliação Princípio 3 | | ▲ 3,5 |
|  | | |
| <p>Figura 99: Destaque para o forro e a parede feitos de pallets reaproveitados no dormitório 03. Foto de 2020.</p> | | |

| Edificação 04: PRINCÍPIO 4 – Contribuir para a saúde e bem estar humanos | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 4.1 Melhorar os níveis de temperatura e umidade internas com valores aceitáveis | A maior parte dos ambientes são confortáveis, com exceção do dormitório 03. Este apresenta frestas na parede de madeira, causando resfriamento excessivo no inverno. No verão a radiação solar é excessiva e a proximidade em relação a cobertura provocam aquecimento. Neste ambiente há necessidade de ar condicionado durante todo o ano. | 0,5 |
| 4.2 Assegurar ventilação natural adequada | Área de esquadrias por ambiente cumpre requisitos mínimos (APÊNDICE 6). A maior parte dos ambientes de uso prolongado contém mais de uma janela, possibilitando diferentes configurações para a ventilação natural. | 1,0 |
| 4.3 Garantir luz natural e radiação solar adequadas | Iluminação natural e radiação solar abundantes, área de esquadrias para iluminação natural cumpre requisitos mínimos (APÊNDICE 6). | 1,0 |
| 4.4 Melhorar aquecimento solar passivo e natural. Adequar à zona bioclimática. | Orientação adequada, uso de fogão à lenha. Apesar da estratégia para aquecimento solar passivo ter sido prevista em projeto, por meio da incorporação de uma estufa, a mesma não foi executada. | 0,5 |
| 4.5 Evitar materiais tóxicos | Livre de materiais tóxicos. | 1,0 |
| Avaliação Princípio 4 | | 4,0 |



Figura 100: Parede de madeira roliça apresenta frestas que geram perdas térmicas (foto de 2020)

| Edificação 04: PRINCÍPIO 5 – Reduzir o efeito dos desastres naturais | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 5.1 Proporcionar manual prático para antecipar e mitigar riscos | Inexistente. | ✘ 0 |
| 5.2 Desenvolver sistemas construtivos fortes e flexíveis | Estrutura de madeira e paredes de terra resistentes. Coberturas vegetadas. Em alguns locais a cobertura apresenta abertura no forro. | ▲ 1,0 |
| 5.3 Considerar características específicas dos riscos locais | Edificação bem localizada em relação a ventos fortes e rio, acompanha a topografia. Parte da cobertura apresenta abertura no forro. | ● 0,5 |
| 5.4 Integrar medidas técnicas e comportamentais para reduzir a vulnerabilidade | Vegetação preservada no entorno. Edificação integrada ao desnível natural do terreno. Sem suporte de reservatório de água. | ● 0,5 |
| 5.5 Incorporar estratégias de recuperação pós-desastre | Inexistente. | ✘ 0 |
| | Avaliação Princípio 5 | ● 2,5 |



Figura 101: Integração com o desnível do terreno reduz a exposição a vendavais (foto de 2020)

| Edificação 04: PRINCÍPIO 6 – Proteger a paisagem cultural | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 6.1 Compreender os valores e dinâmicas locais | Localização de um dos banheiros próximo ao acesso e área de serviço. Presença de freezer horizontal, caixa de lenha, fogão a lenha. Valorização do trabalho com a madeira que é a atividade da família. | ▲ 1,0 |
| 6.2 Melhorar as técnicas de uso da terra que garantem e sustentam a diversidade biológica | Agricultura familiar com produção de hortaliças. Produção de subsistência integrada à edificação. Reaproveitamento das águas residuais para irrigação de bananeiras. | ▲ 1,0 |
| 6.3 Articular a organização espacial com as necessidades produtivas | A edificação está localizada próxima às áreas produtivas, demais construções rurais e à marcenaria, o acesso à estrada é fácil. Acesso da edificação marcado por corredor com cultivo de diversos alimentos. | ▲ 1,0 |
| 6.4 Otimizar as características do solo e microclimas através de sistemas de produção sustentáveis e gerenciamento da terra | Área de preservação junto ao curso d'água conservada, local de produção de hortaliças com rotação de culturas. | ▲ 1,0 |
| 6.5 Regular as atividades produtivas pelas características ambientais e com os ciclos estacionais e econômicos | Propriedade da agricultura familiar com rotação de culturas conforme os ciclos estacionais e econômicos. Forte produção de subsistência. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 6 | | ▲ 5,0 |



Figura 102: À esquerda: bananeiras são irrigadas com as águas residuais provenientes do SMSA. À direita: acesso à varanda do primeiro pavimento marcado por um corredor de paisagismo produtivo (fotos de 2020)

| Edificação 04: PRINCÍPIO 7 – Transferir culturas construtivas | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 7.1 Permitir experiências construtivas práticas para facilitar conhecimento empírico | Realizados mutirões durante o processo da obra. Usuário como construtor (autoconstrução). | ▲ 1,0 |
| 7.2 Reconhecer o valor da maestria e memória construtiva | Uso de pedras nas fundações e em uma parede do porão. Estrutura em madeira remete ao enxaimel. Os conhecimentos em ACT foram desenvolvidos durante a obra. | ▲ 1,0 |
| 7.3 Envolver novas gerações nos processos construtivos | Participação de toda a família no processo de obra (casal e dois filhos). | ▲ 1,0 |
| 7.4 Reconhecer o valor dos papéis em atividades e conhecimentos tradicionais | Acompanhamento técnico durante todo o processo. Trabalho com pedra para paredes do primeiro pavimento foi feito por um especialista na técnica. | ▲ 1,0 |
| 7.5 Facilitar a participação da comunidade local nos processos de tomada de decisão | Obra aberta a experimentações. Troca de conhecimento com a rede de agricultores. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 7 | | ▲ 5,0 |



Figura 103: Pedras para execução das fundações e da parede do térreo sendo transportadas em carro de boi (foto de 2009)

| Edificação 04: PRINCÍPIO 8 – Desenvolver soluções criativas e inovadoras | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 8.1 Desenvolver a inteligência coletiva | Processo de projeto participativo. Diversas tecnologias desenvolvidas ao longo do processo de obra. Houve participações pontuais de outros agricultores na obra. | ▲ 1,0 |
| 8.2 Encorajar a diversidade de soluções de sistemas construtivos | Uso de mais de uma técnica construtiva: terra ensacada, estrutura de madeira, taipa de mão e paredes de pedra. Fechamentos em madeira com técnicas diversificadas. | ▲ 1,0 |
| 8.3 Integrar influências de outras culturas construtivas | Tecnologias inovadoras para a região. | ▲ 1,0 |
| 8.4 Permitir experimentação em processos e técnicas construtivas | Alterações de projeto realizadas pelo usuário durante a obra. Tecnologias desenvolvidas localmente com materiais reaproveitados. Toda a família como protagonista do processo. | ▲ 1,0 |
| 8.5 Envolver técnicas construtivas experimentais, através de processos de tentativa e erro. | Experimentação durante todo o processo de obra. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 8 | | ▲ 5,0 |



Figura 104: Parentes e amigos auxiliando na execução da terra ensacada (foto de 2009). O funil longo e com bocal largo foi desenvolvido pela família.

| Edificação 04: PRINCÍPIO 9 – Reconhecer valores intangíveis | | |
|---|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 9.1 Promover relações inter-geracionais | Processo de obra envolvendo diferentes faixas etárias. A edificação não atende à NBR 9050. Valorização de ambientes para convívio familiar. | 0,5 |
| 9.2 Valorizar o bem estar coletivo | Tamanho adequado e ambientes privativos. O sanitário do segundo pavimento apresentou problemas de vazamento impossibilitando o seu uso. Problemas de vazamento nas coberturas afetam o bem-estar dos moradores. | 0,5 |
| 9.3 Melhorar o engajamento e participação comunitários | Exemplo de ACT que possibilita difusão das técnicas de autoconstrução. | 1,0 |
| 9.4 Encorajar locais de encontro comunitário | Propriedade privada. Ocorrência de visitas após a conclusão da obra. | 0,5 |
| 9.5 Construir estruturas comuns / mercados | Apesar de se encontrar em propriedade privada, simbolicamente a experiência faz parte de um coletivo. Materiais e mão de obra local. | 1,0 |
| Avaliação Princípio 9 | | 3,0 |

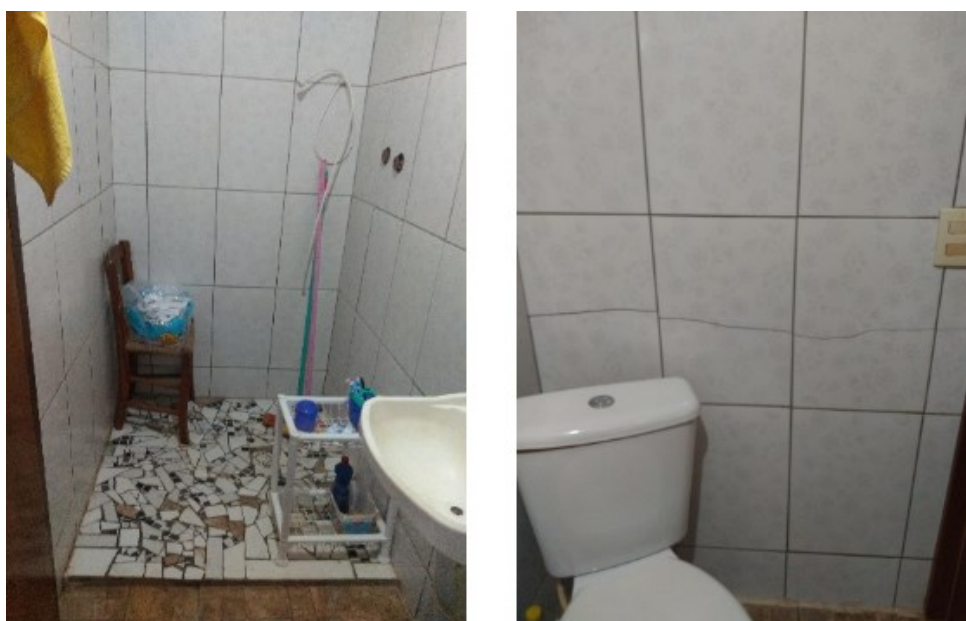


Figura 105: Banheiro construído com laje de concreto sobre estrutura de madeira acarretou em vazamentos por incompatibilidade dos materiais. O box foi inutilizado. Abaixamento da laje de concreto causou fissuras no revestimento (fotos de 2020)

| Edificação 04: PRINCÍPIO 10 – Encorajar a coesão social | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 10.1 Transmitir história e valores culturais | Varanda considerada pequena pelos usuários. Referência ao estilo enxaimel incorporada em obra pelo usuário (família de origem alemã) | 0,5 |
| 10.2 Incorporar rituais sociais | Atividades de mutirão em momentos específicos da obra. Processos de projeto e obra com envolvimento da família. | 1,0 |
| 10.3 Construir caráter comunitário e sensação de pertencimento | Valorização da família a partir da difusão da experiência. A edificação foi visitada por escolas e universidades e objeto de reportagem veiculada pela televisão. Discussões em rede a respeito do processo. | 1,0 |
| 10.4 Reconhecer expressões locais simbólicas | Valores simbólicos expressos em elementos decorativos e utilitários. Presença de fogão a lenha, caixa de lenha, freezer e banheiro com acesso externo próximo à área de serviço. | 1,0 |
| 10.5 Impulsionar processos produtivos e construtivos com os valores culturais | Impulsionamento do trabalho com marcenaria já realizado pelo usuário permitido pelo caráter artesanal da construção. | 1,0 |
| Avaliação Princípio 10 | | 5,0 |



Figura 106: Vista do telhado vivo acessado pelo sótão. Detalhes expressam as habilidades da família com o uso da madeira. Ao fundo, zona abaixo da cobertura sem vedação (foto de 2020)

| Edificação 04: PRINCÍPIO 11 – Dar suporte a autonomia | | |
|---|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 11.1 Compartilhar recursos | Recursos técnicos e mão de obra compartilhada em determinadas etapas da obra. | ▲ 1,0 |
| 11.2 Usar recursos e materiais locais e acessíveis | Maior parte dos materiais procedentes da propriedade. Uso de materiais reaproveitados. Assistência técnica local e mão de obra da região. | ▲ 1,0 |
| 11.3 Promover artesanato local | Referência para execução de elementos em madeira e terra com caráter artesanal. Expressões artísticas em diversos elementos construtivos. | ▲ 1,0 |
| 11.4 Encorajar a produção local | Produção de alimentos no entorno da edificação. Produção de hortaliças comercializadas na região. | ▲ 1,0 |
| 11.5 Promover o empoderamento comunitário | Exemplo de obra de baixo impacto e que promove autonomia. Técnicas que potencializam a autoconstrução. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 11 | | ▲ 5,0 |



Figura 107: Madeira de eucalipto retirada da propriedade (foto de 2009)

| Edificação 04: PRINCÍPIO 12 – Promover atividades locais | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 12.1 Fortalecer agricultura urbana e produção local de alimentos | Edificação residencial em propriedade agrícola familiar, potencializando a permanência da família no campo. | ▲ 1,0 |
| 12.2 Promover deslocamentos curtos e comércio local | Cotidiano familiar interno à propriedade. Distribuição dos produtos junto à comunidade local. | ▲ 1,0 |
| 12.3 Promover o uso coletivo de espaços | Propriedade privada. A família aluga um galpão na propriedade para uma marcenaria. Outras residências familiares existentes na propriedade. | ● 0,5 |
| 12.4 Incluir espaços para atividades produtivas em escala urbana e arquitetônica | Edificação integrada à produção agrícola, inclusive de subsistência. Apesar de não haver sido projetado ambiente específico para armazenamento de alimentos, a cozinha tem tamanho suficiente para este uso. | ▲ 1,0 |
| 12.5 Desenvolver produtos manufacturados com materiais locais | Fornecimento de mobiliário e esquadrias confeccionadas com madeira de refugo. Uso de técnicas reproduzíveis na região. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 12 | | ▲ 4,5 |



Figura 108: Esquadria concebida pelo agricultor e produzida artesanalmente. Esquadrias e mobiliários com esta técnica já foram fornecidos para obras em Seara e Chapecó (foto de 2020)

| Edificação 04: PRINCÍPIO 13 – Otimizar esforços construtivos | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 13.1 Otimizar o uso dos materiais | Diversos elementos com materiais reaproveitados ou reciclados, eficácia na execução das técnicas na maior parte dos elementos. | ▲ 1,0 |
| 13.2 Assegurar a escala adequada da edificação e garantir a funcionalidade da edificação. | Tamanho da edificação adequado para a família. A família relata que a varanda do térreo é pequena e, portanto, pretende alterar o local da lavanderia. Churrasqueira não prevista em etapa de projeto foi construída posteriormente. A sacada (cobertura vegetada) do segundo pavimento é subutilizada por conta do declive e da falta de um guarda-corpo. | ● 0,5 |
| 13.3 Promover simplicidade técnica dos processos construtivos | Tecnologias desenvolvidas de acordo com a capacidade da família. Capacitação para as técnicas de construção com terra foi realizada pela assistência técnica e por agricultores da região. | ▲ 1,0 |
| 13.4 Reduzir esforços com transporte | A maior parte dos materiais retirados do terreno. | ▲ 1,0 |
| 13.5 Encorajar o uso de materiais pouco processados | Uso majoritário de técnicas de construção com terra. Uso de cobertura vegetada e madeira de reaproveitamento. Telhas de fabricante da região feitas de embalagens de tetrapack reaproveitadas. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 13 | | ▲ 4,5 |



Figura 109: Estrutura em madeira e fechamentos em terra. Uso prioritário de materiais da propriedade (foto de 2009).

| Edificação 04: PRINCÍPIO 14 – Estender a vida útil da edificação | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 14.1 Prever substituição regular de componentes construtivos | Manual de uso operação e manutenção inexistente. | ✘ 0 |
| 14.2 Prever a erosão de elementos construtivos | Fundações para a base das paredes de terra e da estrutura de madeira distantes do solo e impermeabilizadas. Revestimentos bem executados e esquadrias com pingadeiras. Ausência de rufos em partes da cobertura causaram vazamentos que acarretaram em degradação de elementos do telhado. | ⊙ 0,5 |
| 14.3 Planejar a manutenção das edificações | Apesar de não haver um planejamento as manutenções são feitas conforme demanda. | ⊙ 0,5 |
| 14.4 Projetar edificações flexíveis à modificações e ampliações | Paredes internas leves. No térreo o ambiente amplo permite futura compartimentação. | ⊙ 0,5 |
| 14.5 Projetar estruturas fortes e duráveis | Estrutura de madeira resistente e em bom estado. Paredes do porão com elevada resistência, vedações em bom estado. Problemas de infiltração interferem na qualidade da edificação. | ⊙ 0,5 |
| | Avaliação Princípio 14 | ⊙ 2,0 |



Figura 110: Presença de umidade proveniente da ação da chuva no forro do beiral (foto de 2020)







| Edificação 04: PRINCÍPIO 15 – Otimizar recursos | | |
|---|--|--|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 15.1 Utilizar materiais recicláveis | Uso de materiais de demolição, reaproveitamento de refugos da marcenaria, terra, pedras e madeira. |  1,0 |
| 15.2 Promover edificações densificáveis e compactas | Apesar da compactidade do térreo e do segundo pavimento, o sótão não acompanha a volumetria e apresenta conforto térmico deficiente (proximidade com a cobertura e excesso de radiação comprometem conforto térmico no verão). |  0,5 |
| 15.3 Assegurar fornecimento de energia renovável | Sistema de aquecimento de água por energia solar não funcionou e foi desativado. |  0 |
| 15.4 Desenvolver sistemas construtivos adequados às condições locais | Uso da terra e outros materiais locais. Tecnologias que possibilitam autonomia. Tecnologias adequadas às especificidades da família. |  1,0 |
| 15.5 Melhorar sistemas naturais para ventilação, aquecimento e iluminação | Avaliação positiva para as estratégias 4.2 e 4.3 e atende parcialmente à estratégia 4.4. |  1,0 |
| Avaliação Princípio 15 | |  3,5 |



Figura 111: Estrutura feita com eucalipto da propriedade. Foto de 2020.

11.4.2 Resultado Estudo de Caso 04



Figura 112: Resultado da avaliação da sustentabilidade para a Edificação 04.

Para a edificação 04, todos os âmbitos da sustentabilidade foram avaliados de forma positiva. No âmbito ambiental, o princípio 5 foi avaliado como atende parcialmente. No sociocultural, o

princípio 9 atende parcialmente, e no socioeconômico, os princípios 14 e 15 foram avaliados também de forma mediana. Não houve avaliações negativas.

11.5 ESTUDO DE CASO 05

Quadro 32: Características gerais Edificação 05

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Data | 2010 |
| Área construída | 139 m ² |
| Uso | Residência |
| Técnicas empregadas | Terra ensacada, taipa de mão |
| Regime da mão de obra | Autoconstrução |



Figura 113: Mapa esquemático Estudo de Caso 05

A Edificação 05 trata-se da residência de um casal que tem uma filha adulta que já não reside na propriedade. A principal atividade econômica da família é a produção de lenha (madeira de eucalipto) que é vendida para as indústrias da região. O serviço com a lenha é realizado pelo marido e a esposa trabalha fora, em uma padaria próxima à propriedade. Possuem pomar e outras culturas de subsistência no entorno da edificação.

A casa foi construída após a antiga residência da família ser destruída por um incêndio (PROMPT, 2012). Influenciada pelas experiências existentes na região, a família optou por reconstruir a casa utilizando a terra como principal material de construção. As fundações são do tipo sapata corrida e foram feitas com pedras retiradas do próprio terreno. As paredes externas são de terra ensacada, feitas com bobina contínua de ráfia. A cobertura é vegetada, piso de assoalho de madeira e divisórias internas também em madeira. Nas áreas molhadas as paredes internas são de blocos cerâmicos. A habitação é composta de varanda, garagem, sala e cozinha conjugadas, área de serviço, banheiros e três dormitórios, sendo um pensado inicialmente para ser de hóspedes.

Em relação aos materiais, parte da madeira e tábuas do assoalho da cobertura foram retiradas de um antigo paiol. As pedras foram retiradas da propriedade e a terra e parte da terra também, decorrentes dos serviços de terraplanagem.

A mão de obra foi exclusivamente familiar (com auxílio de parentes) e de agricultores da região com conhecimento das técnicas de construção com terra. Logo após o término da obra as paredes apresentaram elevada contração vertical, gerando problemas na abertura das esquadrias. A cobertura foi, então, escorada com pilares de madeira que permaneceram no local. Nos anos seguintes foi adicionada uma cisterna para captação da água coletada pela cobertura.

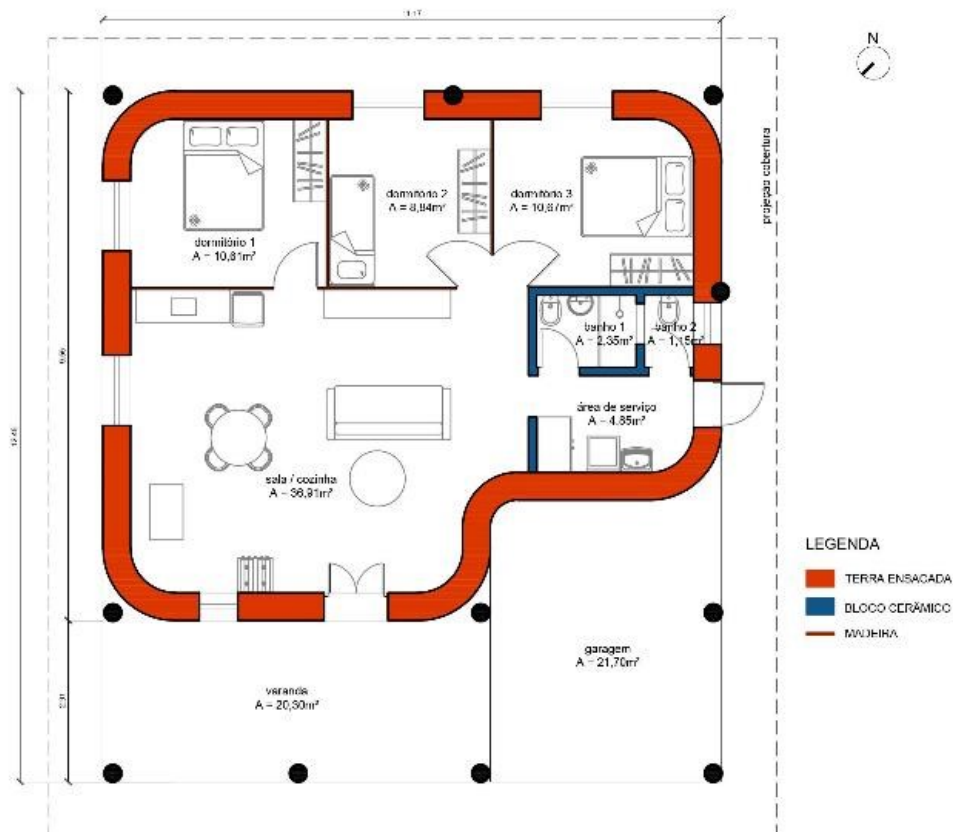



Figura 114: Planta baixa Edificação 05. Fonte: Autora

11.5.1 Avaliação da sustentabilidade

| Edificação 05: PRINCÍPIO 1 - Respeitar a natureza | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 1.1 Garantir a escolha apropriada do local | Local com insolação adequada e próximo a áreas produtivas. Usuário considera demasiado próximo à estrada, o que gera ruídos, poeira e reduz a privacidade. A varanda é voltada ao acesso principal da propriedade, entretanto a vista para o vale é pouco aproveitada. | 0,5 |
| 1.2 Minimizar o impacto das intervenções | Houve movimentação de terra, entretanto a mesma foi utilizada na obra. O local escolhido não continha vegetação de médio ou grande porte. Por tratar-se de uma propriedade de grandes dimensões não há impacto na vizinhança. | 1,0 |
| 1.3 Assegurar condições para a regeneração do local | Utilizado SMSA para o tratamento de efluentes. Uso da varanda para seleção e secagem de sementes. Telhado verde tem sistema de irrigação e possibilita sistema de plantio vinculado à edificação | 1,0 |
| 1.4 Integrar com a morfologia do ambiente | Edificação integrada por meio da cobertura verde no mesmo nível alcançado pelo aclave gerado com a movimentação de terra. Aproveitamento do desnível para construção da cisterna e do SMSA. | 1,0 |
| 1.5 Entender as características do local | Edificação visualmente bem integrada à topografia. Por estar próxima a um vale ocorre serração no período da manhã prejudicando a insolação nos dormitórios. A terra utilizada continha muitos pedregulhos o que acabou gerando dificuldade durante o processo de compactação das paredes. | 0,5 |
| Avaliação Princípio 1 | | 4,0 |
|  | | |
| <p>Figura 115: Vista geral da Edificação 05 com o aclave ao fundo, à direita (2020)</p> | | |

| Edificação 05: PRINCÍPIO 2 – Tirar benefícios dos recursos naturais e climáticos | | |
|--|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 2.1 Escolher a orientação apropriada para a edificação | Os dormitórios estão voltados ao sudeste e têm a insolação prejudicada pela serração. Banheiros e área de serviço a noroeste. A cobertura a noroeste propicia a instalação de placas solares. | 0,5 |
| 2.2 Considerar a hidrografia do local e manejar os recursos hídricos | Gestão da água inclui coleta e armazenamento de água da chuva que é utilizada no vaso sanitário e para lavação e limpeza. A água da chuva é bombeada para uma caixa d'água e antes de ser distribuída é usada para irrigar o telhado verde, e o excesso volta para a cisterna. A água do lavatório é proveniente do poço artesiano. | 1,0 |
| 2.3 Locar as edificações de modo a tirar proveito da forma da paisagem | Edificação em harmonia com a paisagem, em local de altitude intermediária. A proximidade com o barranco promove proteção térmica e a ventos. A vista para o vale é subaproveitada. | 0,5 |
| 2.4 Incorporar a energia solar no projeto de envoltória e adequar à zona bioclimática. | Não são adotadas estratégias de aquecimento solar passivo ou sombreamento. | 0 |
| 2.5 Tirar vantagem da inércia térmica do solo | Uso de paredes de terra com alta inércia térmica. Cobertura vegetada. Não há ambientes semienterrados. | 1,0 |
| | Avaliação Princípio 2 | 3,0 |



Figura 116: O terreno após terraplenagem. À esquerda a vista desde o canto norte. À direita leste, desde a parte alta do barranco. Fonte: autora. Fotos de 2008.







| Edificação 05: PRINCÍPIO 3 – Reduzir a poluição e evitar desperdício de materiais | | |
|---|---|--|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 3.1 Consumir materiais locais e disponíveis | Uso predominante de materiais da propriedade: terra, madeira na cobertura. Parte do assoalho foi adquirida em madeira da região. A impermeabilização das coberturas vegetadas foi feita com lona de polietileno de alta densidade adquirida em empresa de Chapecó –SC. |  1,0 |
| 3.2 Usar materiais reciclados e recicláveis | Materiais naturais que podem ser reincorporados à natureza. Cobertura vegetada. Esquadrias e elementos estruturais de madeira de demolição. |  1,0 |
| 3.3 Reduzir as perdas de energia térmica | Paredes externas e cobertura cumprem com requisitos básicos. Esquadrias adequadas, uso de forro de madeira nos beirais. |  1,0 |
| 3.4 Usar recursos energéticos disponíveis | Uso de lenha para a cozinha / aquecimento. Sem uso de energia solar. |  0,5 |
| 3.5 Planejar a manutenção e estender a durabilidade das edificações. | Manual de uso, operação e manutenção inexistente. Foram realizadas manutenções por parte do usuário. O assoalho está comprometido com cupins e o usuário relata a dificuldade para realização do tratamento pela proximidade do piso com o solo (os barrotes encontram-se a uma distância inferior a 60cm do nível natural do terreno). Princípio 14 atendido parcialmente. |  0,5 |
| Avaliação Princípio 3 | |  4,0 |



Figura 117: Edificação 05 em etapa de obra (2009).

Edificação 05: PRINCÍPIO 4 – Contribuir para a saúde e bem estar humanos







| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
|---|---|--|
| 4.1 Melhorar os níveis de temperatura e umidade internas com valores aceitáveis | Usuário relata que a edificação demora para esquentar no inverno com o uso do fogão a lenha. No verão as temperaturas são agradáveis com exceção das ocasiões nas quais é assado o pão. |  0,5 |
| 4.2 Assegurar ventilação natural adequada | Área de esquadrias para ventilação por ambiente insuficiente (APÊNDICE 6). |  0 |
| 4.3 Garantir luz natural e radiação solar adequadas | Área de esquadrias para iluminação por ambiente insuficiente (APÊNDICE 6). Necessidade de iluminação artificial durante o dia. |  0 |
| 4.4 Melhorar aquecimento solar passivo e natural. Adequar à zona bioclimática. | Uso de fogão a lenha que promove aquecimento. Sem estratégias de aquecimento solar passivo. |  0,5 |
| 4.5 Evitar materiais tóxicos | Livre de materiais tóxicos. |  1,0 |
| Avaliação Princípio 4 | |  2,0 |



Figura 109: A área insuficiente de esquadrias torna necessário o uso de luz artificial durante o dia.

| Edificação 05: PRINCÍPIO 5 – Reduzir o efeito dos desastres naturais | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 5.1 Proporcionar manual prático para antecipar e mitigar riscos | Inexistente. | ✘ 0 |
| 5.2 Desenvolver sistemas construtivos fortes e flexíveis | Paredes de terra com alta resistência e telhado vegetado. A cobertura promove proteção pela forma e sistema construtivo. | ▲ 1,0 |
| 5.3 Considerar características específicas dos riscos locais | Edificação bem localizada em relação a ventos fortes e rio. Em altitude intermediária no terreno, é protegida pelo aclive próximo. | ▲ 1,0 |
| 5.4 Integrar medidas técnicas e comportamentais para reduzir a vulnerabilidade | Vegetação preservada no entorno. Existência de cisterna para alimentação da edificação e irrigação. | ▲ 1,0 |
| 5.5 Incorporar estratégias de recuperação pós-desastre | Inexistente. | ✘ 0 |
| | Avaliação Princípio 5 | ● 3,0 |



Figura 118: Acesso de serviço pela lavanderia que dá acesso aos banheiros. É comum a presença de mais de uma máquina de lavar roupas, o que demanda maior área para este uso.







| Edificação 05: PRINCÍPIO 6 – Proteger a paisagem cultural | | |
|---|--|--|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 6.1 Compreender os valores e dinâmicas locais | Localização do banheiro próximo ao acesso externo. Espaço para freezer horizontal, caixa de lenha, fogão a lenha. |  1,0 |
| 6.2 Melhorar as técnicas de uso da terra que garantem e sustentam a diversidade biológica | Propriedade da agricultura familiar, com forte produção de subsistência. A principal atividade econômica é a extração de lenha, que apesar de ser um recurso renovável, não promove regeneração ambiental. |  0,5 |
| 6.3 Articular a organização espacial com as necessidades produtivas | A edificação está localizada em área próxima ao galpão e à área de produção de subsistência. |  1,0 |
| 6.4 Otimizar as características do solo e microclimas através de sistemas de produção sustentáveis e gerenciamento da terra | A principal atividade da família é o corte de lenha, fornecida às indústrias da região, considerada uma prática pouco sustentável. |  0 |
| 6.5 Regular as atividades produtivas pelas características ambientais e com os ciclos estacionais e econômicos | Produção de subsistência conforme ciclos estacionais. Produção de lenha conforme demanda do mercado, não sendo uma atividade que responda às características ambientais da região. |  0,5 |
| Avaliação Princípio 6 | |  3,0 |



Figura 119: Cobertura vegetada já foi utilizada para produção de alimentos.

| Edificação 05: PRINCÍPIO 7 – Transferir culturas construtivas | | |
|--|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 7.1 Permitir experiências construtivas práticas para facilitar conhecimento empírico | Usuário como construtor (autoconstrução). Não houveram atividades de capacitação durante o processo de obra. | ⊙ 0,5 |
| 7.2 Reconhecer o valor da maestria e memória construtiva | Preferência por madeira no assoalho e divisórias internas, uma vez que a casa anterior era de madeira. Uso da pedra para as fundações. | ▲ 1,0 |
| 7.3 Envolver novas gerações nos processos construtivos | Participação de toda a família nos processos de projeto e obra. | ▲ 1,0 |
| 7.4 Reconhecer o valor dos papéis em atividades e conhecimentos tradicionais | Acompanhamento técnico durante todo o processo. Não houve mão de obra contratada, mas o usuário tinha experiência prévia em construção com madeira. | ▲ 1,0 |
| 7.5 Facilitar a participação da comunidade local nos processos de tomada de decisão | Processo participativo entre familiares para a concepção do projeto. Obra aberta a experimentações e com realização de trocas com a rede de agricultores. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 7 | | ▲ 4,5 |



Figura 120: Filha do casal de agricultores envolvida no processo de obra (2009)

| Edificação 05: PRINCÍPIO 8 – Desenvolver soluções criativas e inovadoras | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 8.1 Desenvolver a inteligência coletiva | Experiência faz parte da difusão das técnicas de ACT na região. | ▲ 1,0 |
| 8.2 Encorajar a diversidade de soluções de sistemas construtivos | Uso de mais de uma técnica construtiva inovadora (terra ensacada e cobertura vegetada). Soluções inovadoras para abastecimento e tratamento de água. | ▲ 1,0 |
| 8.3 Integrar influências de outras culturas construtivas | Tecnologias inovadoras para a região com referência na permacultura. Uso de cisterna de fibra aponta para conciliação entre tecnologias de construção natural e atuais. | ▲ 1,0 |
| 8.4 Permitir experimentação em processos e técnicas construtivas | Necessidade de experimentação para resolução de detalhes construtivos. Sistema de coleta de água da chuva e irrigação da cobertura desenvolvido localmente pelo usuário. | ▲ 1,0 |
| 8.5 Envolver técnicas construtivas experimentais, através de processos de tentativa e erro. | Experimentação durante todo o processo de obra. Escoramento da estrutura do telhado realizado logo após a execução do mesmo. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 8 | | ▲ 5,0 |



Figura 113: Pilares para escoramento da cobertura adicionados após a execução da mesma (2020)

| Edificação 05: PRINCÍPIO 9 – Reconhecer valores intangíveis | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 9.1 Promover relações inter-geracionais | Processo de obra envolvendo toda a família. Edificação não atende à NBR 9050 (ABNT, 2004). | ▲ 1,0 |
| 9.2 Valorizar o bem estar coletivo | Ambientes confortáveis e funcionais. Falta de iluminação natural. O usuário percebe a casa muito grande. | ● 0,5 |
| 9.3 Melhorar o engajamento e participação comunitários | Por conta da situação de incêndio da moradia anterior houve grande engajamento da comunidade. | ▲ 1,0 |
| 9.4 Encorajar locais de encontro comunitário | Propriedade privada. | ✘ 0 |
| 9.5 Construir estruturas comuns / mercados | Apesar de se encontrar em propriedade privada, simbolicamente a experiência faz parte de um coletivo. Houve participação de outros agricultores na obra. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 9 | | ▲ 3,5 |



Figura 121: vista da área do fogão à lenha: ambientes amplos e confortáveis geram sensação de bem estar (foto de 2020)

| Edificação 05: PRINCÍPIO 10 – Encorajar a coesão social | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 10.1 Transmitir história e valores culturais | Uso abundante da madeira remete à arquitetura tradicional da região e faz referência à moradia anterior. Valorização da varanda. | ▲ 1,0 |
| 10.2 Incorporar rituais sociais | Algumas etapas da obra foram realizadas em regime de mutirão. Envolvimento de toda a família nos processos de projeto e obra. A Obra recebeu contribuições da comunidade uma vez que a casa anterior foi incendiada. | ▲ 1,0 |
| 10.3 Construir caráter comunitário e sensação de pertencimento | A Obra recebeu grande auxílio da comunidade uma vez que a casa anterior foi incendiada. | ▲ 1,0 |
| 10.4 Reconhecer expressões locais simbólicas | Equipamentos que permitem a reprodução cultural da família: fogão à lenha, caixa de lenha, área de serviço com freezer e duas máquinas de lavar. | ▲ 1,0 |
| 10.5 Impulsionar processos produtivos e construtivos com os valores culturais | Usuário manifesta a intenção de construir uma edificação para defumação e cura de linguiças em terra ensacada. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 10 | | ▲ 5,0 |



Figura 122: Parte da varanda com o cacho de bananas e os calçados de rua que ficam do lado de fora da casa (2020)

| Edificação 02: PRINCÍPIO 11 – Dar suporte à autonomia | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 11.1 Compartilhar recursos | Recursos técnicos e mão de obra compartilhados em diversas etapas da obra. | ▲ 1,0 |
| 11.2 Usar recursos e materiais locais e acessíveis | Maior parte dos materiais procedentes da propriedade. Mão de obra familiar. | ▲ 1,0 |
| 11.3 Promover artesanato local | Trabalho com a madeira de demolição tem destaque, impulsionando o saber fazer e trabalhos manuais. | ▲ 1,0 |
| 11.4 Encorajar a produção local | Forte produção de subsistência no entorno próximo à edificação. | ▲ 1,0 |
| 11.5 Promover o empoderamento comunitário | Fortalecimento da rede de agricultores que buscam incorporação de tecnologias sustentáveis na propriedade. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 11 | | ▲ 5,0 |



Figura 123: Uso de madeira de demolição. Estruturas e sistema de coleta de água da chuva executadas artesanalmente (foto de 2020)

| Edificação 05: PRINCÍPIO 12 – Promover atividades locais | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 12.1 Fortalecer agricultura urbana e produção local de alimentos | Edificação residencial em propriedade agrícola familiar, potencializando a permanência da família no campo. Produção de subsistência. | ▲ 1,0 |
| 12.2 Promover deslocamentos curtos e comércio local | Cotidiano familiar interno à propriedade. Produto vendido em locais próximos. | ▲ 1,0 |
| 12.3 Promover o uso coletivo de espaços | Propriedade privada. | ✘ 0 |
| 12.4 Incluir espaços para atividades produtivas em escala urbana e arquitetônica | Edificação integrada à produção agrícola. | ▲ 1,0 |
| 12.5 Desenvolver produtos manufaturados com materiais locais | A edificação em si utiliza majoritariamente materiais locais. Intenção de realizar nova obra com técnicas de ACT para defumação de salame. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 12 | | ▲ 4,0 |



Figura 124: Vista da varanda com pomar ao fundo (foto de 2020)

| Edificação 05: PRINCÍPIO 13 – Otimizar esforços construtivos | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 13.1 Otimizar o uso dos materiais | Sem quantidade expressiva de retrabalho. Paredes externas em terra ensacada e internas em madeira otimizam materiais e espaço interno da edificação. | ▲ 1,0 |
| 13.2 Assegurar a escala adequada da edificação e garantir a funcionalidade da edificação | Edificação grande para uso da família que só tem uma filha adulta que não reside mais na propriedade. Boa funcionalidade. | ● 0,5 |
| 13.3 Promover simplicidade técnica dos processos construtivos | Apesar das tecnologias serem simples, houve alguns equívocos como uso da terra com grande quantidade de pedregulhos. | ● 0,5 |
| 13.4 Reduzir esforços com transporte | A maior parte dos materiais foram retirados do terreno. | ▲ 1,0 |
| 13.5 Encorajar o uso de materiais pouco processados | Uso majoritário de técnicas de construção com terra e madeira sem tratamentos com insumos tóxicos. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 13 | | ▲ 4,0 |









Figura 125: Terraplanagem pronta, com a terra a ser utilizada ao fundo e as pedras utilizadas na fundação no centro do terreno (foto de 2009)

| Edificação 05: PRINCÍPIO 14 – Estender a vida útil da edificação | | |
|--|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 14.1 Prever substituição regular de componentes construtivos | Manual de uso e operação e manutenção inexistente. | ✘ 0 |
| 14.2 Prever a erosão de elementos construtivos | Base das paredes bem protegidas e beirais largos. Rodapés em todos os ambientes. | ▲ 1,0 |
| 14.3 Planejar a manutenção das edificações | Foram realizadas manutenções logo após a conclusão da obra. Percebem-se fissuras de reboco que não receberam manutenção, mas se encontram estáveis. | ▲ 1,0 |
| 14.4 Projetar edificações flexíveis à modificações e ampliações | Apesar das paredes externas em terra ensacada, os ambientes internos são flexíveis. Terreno admite ampliações. | ▲ 1,0 |
| 14.5 Projetar estruturas fortes e duráveis | Fundações e paredes resistentes e estabilizadas. Assoalho de madeira comprometido pela presença de cupins. | ● 0,5 |
| | Avaliação Princípio 14 | ▲ 3,5 |



Figura 126: Percebe-se a erosão do reboco externo em alguns pontos na base da parede (foto de 2020)

| Edificação 05: PRINCÍPIO 15 – Otimizar recursos | | |
|---|---|---|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 15.1 Utilizar materiais recicláveis / reaproveitados | Uso de materiais de demolição, terra e madeira. |  1,0 |
| 15.2 Promover edificações densificáveis e compactas | Edificação com formato compacto e sem áreas residuais, mas tamanho excessivo. |  0,5 |
| 15.3 Assegurar fornecimento de energia renovável | Fogão a lenha. Não existe aproveitamento de energia solar. |  0,5 |
| 15.4 Desenvolver sistemas construtivos adequados às condições locais | Uso da terra e outros materiais locais. Tecnologias que possibilitam autonomia. |  1,0 |
| 15.5 Melhorar sistemas naturais para ventilação, aquecimento e iluminação | Avaliação negativa nas estratégias 4.2 e 4.3. Atende parcialmente à estratégia 4.4. |  0 |
| Avaliação Princípio 15 | |  3,5 |
| | | |

11.5.2 Resultado Estudo de Caso 05



Figura 127: Resultado da avaliação da sustentabilidade para a Edificação 05

Para a edificação 05 todos os âmbitos foram avaliados de forma positiva. Em relação à avaliação dos princípios, somente no que se refere à sustentabilidade ambiental houve avaliações medianas, nos princípios 4 e 5.

11.6 ESTUDO DE CASO 06

Quadro 33: Características gerais Edificação 06

| EDIFICAÇÃO 01 | |
|-----------------------|-----------------------------|
| Data | 2017 |
| Área construída | 292 m ² |
| Uso | Residência |
| Técnicas empregadas | Taipa de mão |
| Regime da mão de obra | Contratada / Autoconstrução |

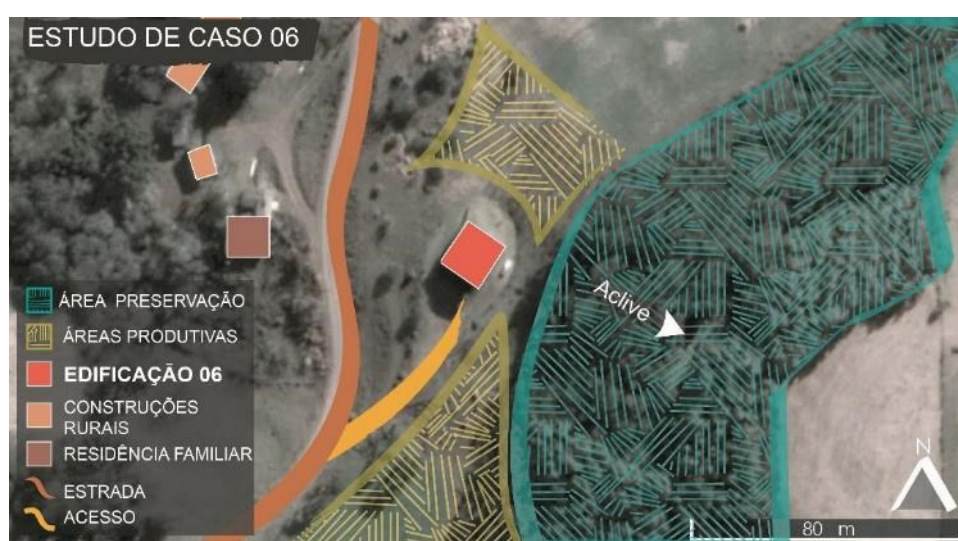


Figura 128: Mapa esquemático da propriedade do Estudo de Caso 06

A casa tem 292 m² e foi projetada por um arquiteto viabilizado pela Crediseara. A família, composta por um casal e duas filhas, produz uvas entre outras culturas e o agricultor é integrante da diretoria da Crediseara. Anteriormente residiam junto aos pais da agricultora, em residência familiar situada na mesma propriedade (Figura 120). O desejo pelas técnicas de construção com terra decorreu do conhecimento dos demais casos na região. O casal relata que visitou duas experiências na região (Edificações 04 e 05) e buscou ideias para a casa via internet.

A edificação tira partido da topografia do terreno e possui um porão feito de pedras semienterrado, o que foi uma das ideias iniciais da família uma vez que são descendentes de italiano, produzem uvas e desejavam construir uma adega. Acima do porão a edificação tem estrutura de madeira roliça retirada da propriedade; – as madeiras de maior diâmetro foram coletadas em uma propriedade vizinha uma vez que não havia disponível na propriedade da família). As esquadrias são de alumínio, com exceção das do porão que são de madeira, procedentes de demolição. Parte da cobertura é de telhas recicladas e parte consiste em um telhado verde. Os pisos intermediários são de madeira coletada na propriedade e beneficiada em uma madeireira da região. As paredes internas e

externas são de taipa de mão. A família relata que durante o desenvolvimento da obra, optaram por executar formas para a taipa de mão, o que permitiu o uso de uma massa um pouco mais líquida e otimizou o processo da execução bem como o dos revestimentos. Na cozinha e no banheiro parte das paredes recebeu revestimento cerâmico.

Para a execução da obra foi contratada a família do Estudo de Caso 03. No serviço da empreitada foram executadas as fundações e paredes de pedra, estrutura de madeira, parte das paredes de terra, cobertura, e parte dos revestimentos. A mão de obra contratada inicialmente não terminou o serviço e então a família assumiu.

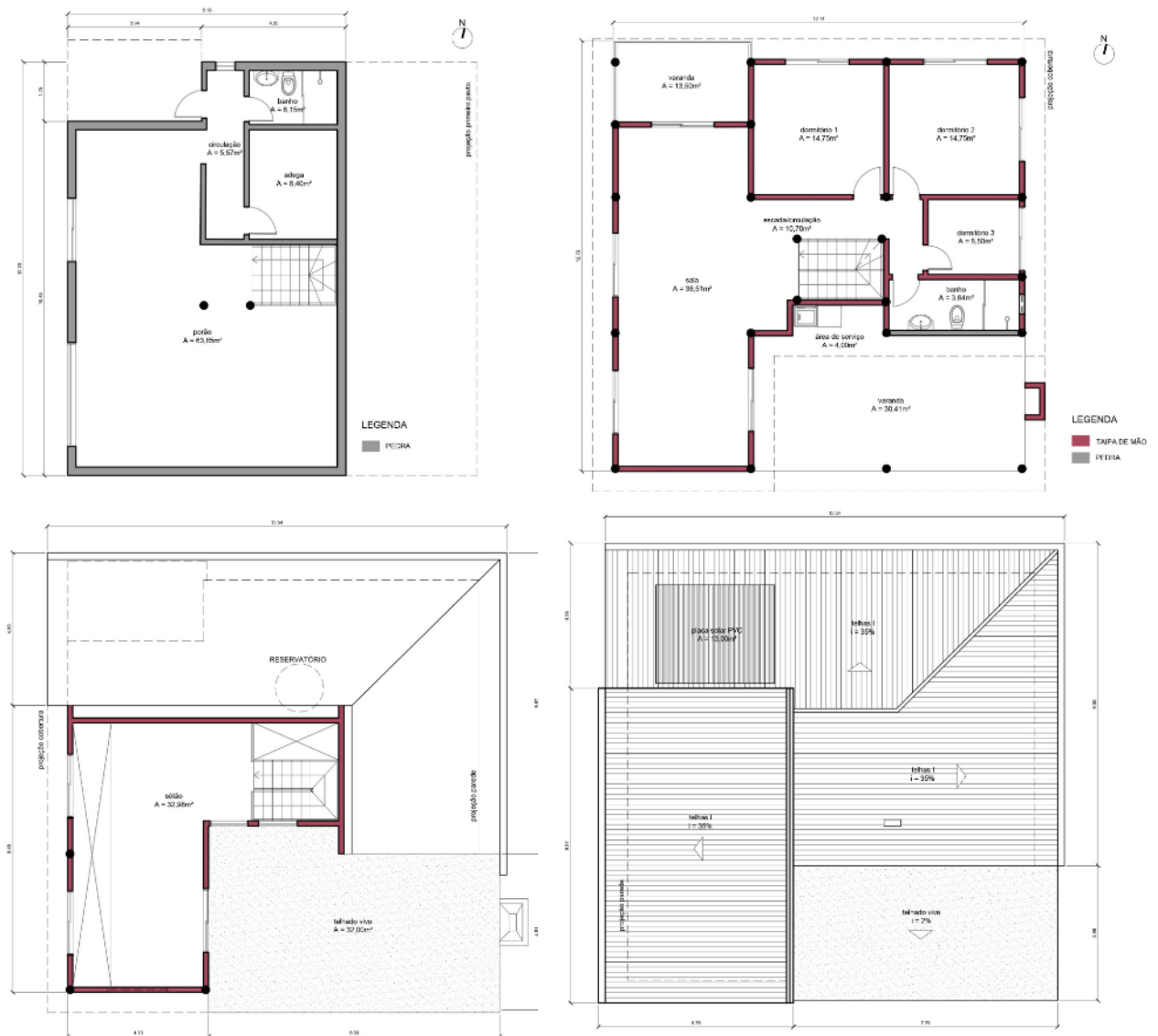


Figura 129: Plantas Baixas Edificação 06

11.6.1 Avaliação da sustentabilidade Edificação 06

| Edificação 06: PRINCÍPIO 1 - Respeitar a natureza | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 1.1 Garantir a escolha apropriada do local | Local próximo à estrada e com fácil acesso às áreas produtivas. Local com insolação e ventilação natural adequada. Apesar da varanda estar voltada aos fundos, as aberturas da sala e cozinha propiciam controle do acesso da propriedade. Vista privilegiada. | ▲ 1,0 |
| 1.2 Minimizar o impacto das intervenções | Houve movimentação de terra, entretanto a mesma foi utilizada na obra e propiciou a construção do porão. Considera-se que esta edificação tem um impacto positivo na paisagem. | ▲ 1,0 |
| 1.3 Assegurar condições para a regeneração do local | Foi incorporado um sistema para tratamento de efluentes com uso de biodigestor (entretanto o gás não é utilizado). Telhado verde propicia plantio vinculado à edificação. Planejamento de muro de arrimo com inserção de paisagismo. | ● 0,5 |
| 1.4 Integrar com a morfologia do ambiente | A edificação destaca-se na paisagem e demonstra harmonia com a mesma. Edificação em níveis tira proveito do desnível natural do terreno. O desnível foi também aproveitado para direcionamento das águas residuais. | ▲ 1,0 |
| 1.5 Entender as características do local | Localização adequada (princípio 1.1). A Família ocupa o local há gerações. Edificação próxima à residência anterior onde residem familiares. Tecnologias planejadas de acordo com os materiais disponíveis no terreno. | ▲ 1,0 |
| | Avaliação Princípio 1 | ▲ 4,5 |



Figura 130: Vista da fachada oeste da edificação. Foto de 2020.

| Edificação 06: PRINCÍPIO 2 – Tirar benefícios dos recursos naturais e climáticos | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 2.1 Escolher a orientação apropriada para a edificação | Dormitórios localizados a nordeste e noroeste recebem insolação em abundância. Cozinha e sala a sudoeste e com inserção de dispositivos de sombreamento. O projeto tem planejamento de placas solares voltadas a noroeste. | ▲ 1,0 |
| 2.2 Considerar a hidrografia do local e manejar os recursos hídricos | Posicionada de forma adequada em relação à cursos d'água. Não possui coleta de água da chuva. Não há reutilização de águas residuais. | ● 0,5 |
| 2.3 Locar as edificações de modo a tirar proveito da forma da paisagem | Edificação em harmonia com o relevo natural promove qualidade na paisagem desde a estrada. Valorização da paisagem desde a residência. | ▲ 1,0 |
| 2.4 Incorporar a energia solar no projeto da envoltória e adequar a zona bioclimática. | Não são adotadas estratégias de aquecimento solar passivo. Elementos para sombreamento na fachada oeste. | ● 0,5 |
| 2.5 Tirar vantagem da inércia térmica do solo | Porão semi-enterrado e cobertura vegetada. | ▲ 1,0 |
| | Avaliação Princípio 2 | ▲ 4,0 |



Figura 131: Elementos de sombreamento também auxiliam na proteção da fachada em relação a chuva direta, ainda que de forma insuficiente (foto de 2020)

| Edificação 02: PRINCÍPIO 3 – Reduzir a poluição e evitar desperdício de materiais | | |
|---|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 3.1 Consumir materiais locais e disponíveis | Uso predominante de materiais naturais da propriedade (terra, bambu, madeira). Telhas adquiridas na região Oeste. Assoalho foi retirado do terreno de um familiar e mandado beneficiar em madeireira. | ▲ 1,0 |
| 3.2 Usar materiais reciclados e recicláveis | Materiais naturais que podem ser reincorporados à natureza. Esquadrias de demolição no porão. As demais esquadrias são de alumínio, mas considera-se justificável, por conta da durabilidade, para uma avaliação positiva da estratégia. Telhas fabricadas com embalagens de tetrapack. | ▲ 1,0 |
| 3.3 Reduzir as perdas de energia térmica | Porão semi enterrado com paredes de grande espessura. Esquadrias de alumínio no segundo pavimento e no sótão apresentam vedações de qualidade. Paredes e cobertura cumprem com requisitos básicos. | ▲ 1,0 |
| 3.4 Usar recursos energéticos disponíveis | Uso de lenha para a cozinha / aquecimento. Sem uso de sistemas para captação de energia solar. | ● 0,5 |
| 3.5 Planejar a manutenção e estender a durabilidade das edificações. | Manual de uso, operação e manutenção inexistente. Necessidade de trocar o telhamento e diversos elementos estruturais em madeira de eucalipto (sem tratamento) apresentam fragilidade. Princípio 14 atende parcialmente. | ● 0,5 |
| Avaliação Princípio 3 | | ▲ 4,0 |



Figura 132: Diversos elementos estruturais feitos de madeira de eucalipto apresentam apodrecimento, especialmente nas fachadas mais expostas (foto de 2020 mostrando detalhe da fachada leste)

| Edificação 06: PRINCÍPIO 4 – Contribuir para a saúde e bem estar humanos | | |
|---|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 4.1 Melhorar os níveis de temperatura e umidade internas com valores aceitáveis | Edificação confortável durante todos os períodos do ano, sem necessidade de resfriamento artificial. Vedações eficientes. | ▲ 1,0 |
| 4.2 Assegurar ventilação natural adequada | A área de esquadrias para ventilação apresenta-se abaixo dos requisitos básicos (APÊNDICE 6); entretanto, na sala e na cozinha existe uma conexão com o terceiro pavimento, o que promove maior ventilação. Ressalta-se que no cálculo de área de esquadrias a porta principal não pode ser considerada, mas na prática a porta principal (conexão com a varanda) permanece aberta. Além do mais a edificação está em local muito exposto a ventos. | ● 0,5 |
| 4.3 Garantir luz natural e radiação solar adequadas | Iluminação natural adequada, cumpre com requisitos básicos (APÊNDICE 6). Forro da sala e cozinha em cor branca auxiliam na qualidade da iluminação. | ▲ 1,0 |
| 4.4 Melhorar aquecimento solar passivo e natural. Adequar à zona bioclimática. | Uso de fogão a lenha promove aquecimento natural. Elementos para sombreamento na fachada oeste. Sem estratégia de aquecimento solar passivo. | ● 0,5 |
| 4.5 Evitar materiais tóxicos | Livre de materiais tóxicos. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 4 | | ● 3,0 |



Figura 133: Paredes e forro com cor claras auxiliam na qualidade da iluminação da cozinha. Foto de 2020.

| Edificação 06: PRINCÍPIO 5 – Reduzir o efeito dos desastres naturais | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 5.1 Proporcionar manual prático para antecipar e mitigar riscos | Inexistente. | ✘ 0 |
| 5.2 Desenvolver sistemas construtivos fortes e flexíveis | Porão de pedras e com toras de madeira de grande espessura. Estrutura de madeira com diversos pontos de contraventamento. | ▲ 1,0 |
| 5.3 Considerar características específicas dos riscos locais | Apesar da exposição da fachada sudoeste, o ambiente semienterrado promove proteção. Ainda assim considera-se que a localização expõe a edificação a vendavais. | ● 0,5 |
| 5.4 Integrar medidas técnicas e comportamentais para reduzir a vulnerabilidade | Vegetação preservada no aclave próximo. Não possui reservatório de água. | ● 0,5 |
| 5.5 Incorporar estratégias de recuperação pós-desastre | Inexistente. | ✘ 0 |
| | Avaliação Princípio 5 | ● 2,0 |



Figura 134: No porão as paredes externas são estruturais e internamente a estrutura é de madeira (foto de 2020)

| Edificação 06: PRINCÍPIO 6 – Proteger a paisagem cultural | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 6.1 Compreender os valores e dinâmicas locais | Fogão à lenha na cozinha. Despensa, lavanderia e acesso de serviço localizado no porão. Banheiro também no porão com acesso direto ao exterior. Área de serviço próxima a cozinha. | ▲ 1,0 |
| 6.2 Melhorar as técnicas de uso da terra que garantem e sustentam a diversidade biológica | Agricultura familiar com produção de uvas e vinhos. Produção de subsistência. | ▲ 1,0 |
| 6.3 Articular a organização espacial com as necessidades produtivas | Edificação ao lado do parreiral. | ▲ 1,0 |
| 6.4 Otimizar as características do solo e microclimas através de sistemas de produção sustentáveis e gerenciamento da terra | Área de preservação conservada em zona de aclive no terreno. Áreas produtivas próximas. | ▲ 1,0 |
| 6.5 Regular as atividades produtivas pelas características ambientais e com os ciclos estacionais e econômicos | Propriedade da agricultura familiar com rotação de culturas conforme os ciclos estacionais e econômicos. Possui produção para subsistência. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 6 | | ▲ 5,0 |



Figura 135: Acesso de serviço localizado no porão, com o banheiro próximo. Na área externa encontram-se as botas e outros materiais de uso externo.

| Edificação 06: PRINCÍPIO 7 – Transferir culturas construtivas | | |
|--|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 7.1 Permitir experiências construtivas práticas para facilitar conhecimento empírico | Usuário como construtor em determinadas etapas da obra (obra em regime misto). | ▲ 1,0 |
| 7.2 Reconhecer o valor da maestria e memória construtiva | Uso do porão de pedras para valorização cultural e construção de adega / despensa. | ▲ 1,0 |
| 7.3 Envolver novas gerações nos processos construtivos | Participação de toda a família nos processos de projeto e acabamento das paredes. | ▲ 1,0 |
| 7.4 Reconhecer o valor dos papéis em atividades e conhecimentos tradicionais | Acompanhamento técnico durante todo o processo. Contratada mão de obra com experiência em tecnologias de construção com terra para boa parte da obra. | ▲ 1,0 |
| 7.5 Facilitar a participação da comunidade local nos processos de tomada de decisão | Processo de projeto desenvolvido participativamente com a família. Obra aberta a experimentações. Usuária relata que o tempo prolongado para a execução da obra permitiu a visita e muitas pessoas e desenvolvimento de ideias para os ambientes internos e mobiliário. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 7 | | ▲ 5,0 |



Figura 136: Adege no porão com armazenamento do vinho produzido pela família (foto de 2020)

| Edificação 06: PRINCÍPIO 8 – Desenvolver soluções criativas e inovadoras | | |
|---|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 8.1 Desenvolver a inteligência coletiva | Participação da família nos processos de projeto e obra, mão de obra da agricultura familiar. Diversos elementos em bambu, tecnologia também em desenvolvimento entre os agricultores. | ▲ 1,0 |
| 8.2 Encorajar a diversidade de soluções de sistemas construtivos | Porão com paredes de pedra autoportantes, estrutura em madeira. Uso do bambu em diversos elementos. Cobertura vegetada. | ▲ 1,0 |
| 8.3 Integrar influências de outras culturas construtivas | Tecnologias inovadoras para a região. Referência na permacultura. Uso de materiais industrializados para a cobertura e uso de janelas de alumínio. | ▲ 1,0 |
| 8.4 Permitir experimentação em processos e técnicas construtivas | Solução diferenciada para a execução da taipa de mão proposta por um construtor contratado. O longo processo de obra permitiu o surgimento de ideias inovadoras por parte de visitantes e participantes, incorporadas ao projeto. | ▲ 1,0 |
| 8.5 Envolver técnicas construtivas experimentais, através de processos de tentativa e erro. | Experimentação durante todo o processo de obra. Inovação na execução da taipa de mão com auxílio de formas, proposta de um dos construtores contratados experiente com o uso das técnicas de construção com terra. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 8 | | ▲ 5,0 |



Figura 137: Parede de pedras que divide o banheiro da varanda.

| Edificação 02: PRINCÍPIO 9 – Reconhecer valores intangíveis | | |
|---|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 9.1 Promover relações inter-geracionais | Processo de obra envolvendo diferentes faixas etárias. A edificação não atende à NBR 9050. Valorização de espaços de convivência familiar. | 0,5 |
| 9.2 Valorizar o bem estar coletivo | Tamanho adequado e ambientes privativos. Iluminação e ventilação naturais adequadas. Uso de tecnologias artesanais. | 1,0 |
| 9.3 Melhorar o engajamento e participação comunitários | Participação de diversos agricultores como mão de obra e auxílio em tecnologias com uso do bambu. | 1,0 |
| 9.4 Encorajar locais de encontro comunitário | Propriedade privada. A edificação já foi objeto de visitação em eventos relacionados à permacultura e construção ecológica. Edificação com propósito comunitário. | 0,5 |
| 9.5 Construir estruturas comuns / mercados | Apesar de se encontrar em propriedade privada, simbolicamente a experiência faz parte de um coletivo. Houve participação de outros agricultores na obra. Mobiliários e demais elementos no bambu impulsionam o uso do material na região. | 1,0 |
| Avaliação Princípio 9 | | 3,5 |



Figura 138: Uso do bambu em elementos construtivos, como no forro da varanda (foto de 2020)

| Edificação 06: PRINCÍPIO 10 – Encorajar a coesão social | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 10.1 Transmitir história e valores culturais | Valorização da varanda. Porão de pedras com adega, típico da cultura de imigrantes italianos. | ▲ 1,0 |
| 10.2 Incorporar rituais sociais | Participação de amigos e familiares em algumas etapas da obra. Família como protagonista do processo. | ▲ 1,0 |
| 10.3 Construir caráter comunitário e sensação de pertencimento | Família quis impulsionar a bioconstrução na região como exemplo de sustentabilidade para as propriedades rurais. Realização de eventos nos quais a casa foi objeto de visitação. | ▲ 1,0 |
| 10.4 Reconhecer expressões locais simbólicas | Valores simbólicos expressos em elementos decorativos e utilitários. Solu es de acabamento criativas e inovadoras. | ▲ 1,0 |
| 10.5 Impulsionar processos produtivos e construtivos com os valores culturais | Primeira residência pertencente a agricultores com uso abundante de bambu, valorizando a produ o de elementos decorativos e mobiliário com este material. | ▲ 1,0 |
| Avalia o Princípio 10 | | ▲ 5,0 |



Figura 139: Parede do corredor com aplica o de bambu e cola branca. Cria o da família (foto de 2020)

| Edificação 06: PRINCÍPIO 11 – Dar suporte a autonomia | | |
|---|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 11.1 Compartilhar recursos | Objetivo de edificação como exemplo de sustentabilidade. Parte da madeira foi retirada da propriedade dos pais do usuário. Recursos técnicos e conhecimento compartilhados. | ▲ 1,0 |
| 11.2 Usar recursos e materiais locais e acessíveis | Maior parte dos materiais procedentes da propriedade. Mão de obra de agricultores familiares. O reaproveitamento aparece nas esquadrias de demolição localizadas no porão. Assistência técnica local. | ▲ 1,0 |
| 11.3 Promover artesanato local | Influência do trabalho com bambu na região para a produção de mobiliário e elementos construtivos. | ▲ 1,0 |
| 11.4 Encorajar a produção local | Produção de subsistência no entorno imediato. Parreiral próximo à edificação. | ▲ 1,0 |
| 11.5 Promover o empoderamento comunitário | Fortalecimento da rede de agricultores que buscam incorporação de tecnologias sustentáveis na propriedade. Técnicas que potencializam a autoconstrução. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 11 | | ▲ 5,0 |



Figura 140: Edificação se destaca na paisagem com potencial de se tornar referência na região (foto de 2020)

| Edificação 06: PRINCÍPIO 12 – Promover atividades locais | | |
|--|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 12.1 Fortalecer agricultura urbana e produção local de alimentos | Edificação residencial em propriedade agrícola familiar, potencializando a permanência da família no campo. | ▲ 1,0 |
| 12.2 Promover deslocamentos curtos e comércio local | Cotidiano familiar interno à propriedade. Usuário trabalha na Crediseara e desloca-se frequentemente. | ● 0,5 |
| 12.3 Promover o uso coletivo de espaços | Propriedade privada ocupada por mais de um núcleo familiar. | ● 0,5 |
| 12.4 Incluir espaços para atividades produtivas em escala urbana e arquitetônica | Edificação integrada à produção agrícola. Muro de arrimo com planejamento para inserção de vegetação. Despensa no porão auxilia o desenvolvimento das atividades econômicas. | ▲ 1,0 |
| 12.5 Desenvolver produtos manufaturados com materiais locais | Produção de vinhos com as uvas produzidas ao lado da edificação. Uso de tecnologias de construção inovadoras e passíveis de reprodução na região. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 12 | | ▲ 4,0 |



Figura 141: Cobertura ajardinada e parreiral ao fundo (foto de 2020)

| Edificação 06: PRINCÍPIO 13 – Otimizar esforços construtivos | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 13.1 Otimizar o uso dos materiais | Boa parte das técnicas bem executadas, mas existe a necessidade de trocar as telhas e diversos elementos estruturais em madeira. | ✘ 0 |
| 13.2 Assegurar a escala adequada da edificação e garantir a funcionalidade. | Tamanho da edificação adequado para a família. Edificação funcional e de acordo com as necessidades da família. | ▲ 1,0 |
| 13.3 Promover simplicidade técnica dos processos construtivos | A experiência ocorre alguns anos após a primeira leva de edificações, o que levou a maior eficiência no momento da execução da obra. | ▲ 1,0 |
| 13.4 Reduzir esforços com transporte | Maior parte dos materiais retirados do terreno ou dos arredores. | ▲ 1,0 |
| 13.5 Encorajar o uso de materiais pouco processados | Uso majoritário de técnicas de construção natural. Assoalhos foram feitos com madeira de lei retirada do terreno e serrados em um município próximo. Revestimentos à base de terra e cobertura vegetada. | ▲ 1,0 |
| Avaliação Princípio 13 | | ▲ 4,0 |



Figura 142: Assoalho com madeira da propriedade beneficiada em serraria local. Uso do bambu no forro e no mobiliário (foto de 2020)

| Edificação 06: PRINCÍPIO 14 – Estender a vida útil da edificação | | |
|--|---|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 14.1 Prever substituição regular de componentes construtivos | Manual de uso e operação e manutenção inexistente. | ✘ 0 |
| 14.2 Prever a erosão de elementos construtivos | Problema de apodrecimento da estrutura de madeira, especialmente em fachadas mais expostas. A telha utilizada deverá ser trocada. Projeto demonstra preocupação com a proteção da fachada por meio de brise que tem função adicional de afastar a ação direta da água da chuva. Despedramento do reboco em diversos pontos da face externa das paredes. | ⊙ 0,5 |
| 14.3 Planejar a manutenção das edificações | Não existe planejamento para a manutenção. Sendo uma obra mais recente, não foram realizadas manutenções por parte do usuário. | ✘ 0 |
| 14.4 Projetar edificações flexíveis à modificações e ampliações | Paredes de vedação em taipa de mão permitem intervenção. Espaços amplos também propiciam modificações ou compartimentação. Localização no terreno permite ampliação. | ⊙ 1,0 |
| 14.5 Projetar estruturas fortes e duráveis | Porão de pedras com alta resistência. Elementos em madeira em estado de degradação. Problemas de degradação das telhas. | ⊙ 0,5 |
| | Avaliação Princípio 14 | ⊙ 2,0 |



Figura 143: Lado esquerdo da fachada oeste apresenta despedramento da pintura e apodrecimento de elementos de madeira (foto de 2020)

| Edificação 06: PRINCÍPIO 15 – Otimizar recursos | | |
|---|--|-----------|
| Estratégia | Justificativa | Avaliação |
| 15.1 Utilizar materiais recicláveis | Uso de materiais de demolição, terra e madeira. | ▲ 1,0 |
| 15.2 Promover edificações densificáveis e compactas | Formato compacto da edificação com tamanho adequado e sem áreas residuais. | ▲ 1,0 |
| 15.3 Assegurar fornecimento de energia renovável | Não foram incorporados sistemas de energia renovável. | ✘ 0 |
| 15.4 Desenvolver sistemas construtivos adequados às condições locais | Uso da terra e outros materiais locais, escolha acertada das técnicas. Tecnologias que possibilitam autonomia. | ▲ 1,0 |
| 15.5 Melhorar sistemas naturais para ventilação, aquecimento e iluminação | Atende parcialmente aos itens 4.2 e 4.4 e atende ao item 4.3. | ● 0,5 |
| Avaliação Princípio 15 | | ▲ 3,5 |



Figura 144: Sótão bem ventilado com esquadrias altas. Foto de 2020.

11.6.2 Resultado Estudo de Caso 06



Figura 145: Resultado da avaliação da sustentabilidade para a Edificação 06

A Edificação 06 foi avaliada positivamente nos três âmbitos da sustentabilidade. No âmbito da sustentabilidade ambiental, foram avaliados como atende parcialmente os princípios 4 e 5. No sociocultural todas as avaliações foram positivas, e no econômico, o princípio 14 foi avaliado como atende parcialmente. Não houve avaliações negativas em relação aos princípios.

12 DISCUSSÃO







Neste capítulo é discutido o resultado da avaliação de cada uma das estratégias. O objetivo é trazer uma reflexão a respeito das estratégias para o estudo de caso específico, mas colocando-os em uma perspectiva abrangente considerando que o método poderá ser aplicado em outros contextos. Para facilitar a compreensão, é exposto o enunciado e voltam a ser citados os indicadores e métodos e técnicas utilizados. São também associados a cada estratégia princípios de permacultura, uma vez que esta arquitetura – bioconstruída – tem uma relação direta com a filosofia permacultural. São também identificados fatores de influência para a avaliação de cada princípio, específicos para o conjunto de estudos de caso.

Princípio 01: Respeitar a natureza

Estratégia 1.1. Garantir a escolha apropriada do local

- *Indicadores:* Aproximar a edificação dos acessos e outras de atividades importantes; buscar local com insolação e ventilação naturais disponíveis; priorizar vistas para paisagem e controle do terreno desde a edificação
- *Técnicas:* entrevista, observação, análise de projeto

Quadro 34: Avaliação geral ESTRATÉGIA 1.1

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 1.1 |  |  |  |  |  |  |







Todas as edificações cumprem com uma escolha positiva do local de implantação das residências. Apesar da grande área de cada propriedade e, com isso, ampla gama de opções para a escolha do local de implantação, as famílias residem nas terras há gerações e possuem conhecimento profundo a respeito dos locais. As áreas de produção são pré-estabelecidas. Em alguns casos não existe destaque para a conexão com uma paisagem interessante, mas isso não prejudica a avaliação do princípio – apenas se destacou este fato nos casos onde isso ocorre. No caso 05 o usuário demonstra insatisfação decorrente da proximidade à estrada.

Princípios da permacultura relacionados: observe e interaja (1); pratique a autorregulação e aceite o feedback (4)

Estratégia 1.2. Minimizar o impacto das intervenções

- *Indicadores:* Minimizar a movimentação de terra, minimizar remoção da vegetação, minimizar o impacto na vizinhança
- *Técnicas:* Entrevista, observação, análise de projeto.

Quadro 35: Avaliação geral ESTRATÉGIA 1.2

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 1.2 |  |  |  |  |  |  |







Considerando-se que todos os casos avaliados são de ACT, a movimentação de terra é algo esperado. Mesmo em locais onde não foi necessária a terraplanagem para configuração dos níveis das casas, houve uma movimentação do volume de terra necessário para a execução das paredes. Considera-se também que a remoção da vegetação não configura um impacto prejudicial, uma vez que, de modo geral, as propriedades contém áreas de preservação. A região do Oeste Catarinense, de modo geral, tem relevo acidentado, e as atividades produtivas foram sendo adaptadas a este relevo. Locais muito íngremes ou acidentados tornam-se dispendiosos para atividades produtivas e, assim sendo, acabam sendo preservados como resultado das ações econômicas e culturais. Em contextos urbanos o indicador sobre o impacto na vizinhança é de suma importância, e na análise deste indicador podem ser consideradas, também, questões sociais e econômicas.

Princípios da permacultura relacionados: busque soluções pequenas e lentas (9); obtenha rendimento (3); use e valorize os recursos renováveis (5)

Estratégia 1.3. Assegurar condições para a regeneração do local

- **Indicadores:** Potencializar a biodiversidade no entorno imediato (lagos, paisagismo); reaproveitar as águas residuais; promover atividades na edificação ou entorno próximo que potencializam a regeneração da natureza
- **Técnicas:** Entrevista, observação, análise de projeto.

Quadro 36: Avaliação geral ESTRATÉGIA 1.3

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 1.3 |  |  |  |  |  |  |

A análise dessa estratégia abrange questões objetivas e subjetivas. Dentre as subjetivas destaca-se o fato de que a permanência das famílias no campo, especialmente as que optaram pela ACT é uma forma de resistência a sistemas agrícolas insustentáveis e de alto impacto ambiental. É comum nas residências a imagem de sementes secando nas varandas, o que é uma prática comum entre os agricultores. Destaca-se aqui a importância da varanda para o cotidiano das famílias, e ressalta-se que o uso da mesma não fica restrito ao descanso ou ao lazer. A inserção de corpos d'água aparece somente no Estudo de Caso 02, no qual houve um afloramento de águas subterrâneas e a mesma foi manejada criando um lago para criação de peixes. Foi considerada essa possibilidade no







entorno imediato da edificação, mas a existência de açudes mais afastados às casas é também uma prática comum na região (relatada no Estudo de Caso 05).

Princípios da permacultura relacionados: capte e armazene energia (2); use e valorize os recursos renováveis (5); não produza desperdícios (6)

Estratégia 1.4. Integrar com a morfologia do ambiente

- **Indicadores:** Aproveitar o desnível natural do terreno; volumetria em harmonia com a paisagem; localização dos sistemas de tratamento de efluente planejada de acordo com o desnível.
- **Técnicas:** Entrevista, observação, análise de projeto.

Quadro 37: Avaliação geral ESTRATÉGIA 1.4

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 1.4 |  |  |  |  |  |  |







O aproveitamento do desnível natural do terreno se dá nos casos 04 e 06, onde havia a intenção da família de construir uma edificação com mais pavimento e aproveitar a configuração do local para a construção de um ambiente semienterrado. Nas edificações de menor porte considera-se adequada a execução da terraplanagem, uma vez que poucos esforços construtivos e a área de ocupação é restrita. A integração à paisagem se dá pela forma e também pelos acabamentos das paredes. As cores que possam porventura destoar da paisagem natural são justificadas pelo fator cultural, uma vez que na região rural em questão são comuns casas com cores fortes e vibrantes.

Princípios da permacultura relacionados: observe e interaja (1); pratique a autorregulação e aceite o feedback (4); não produza desperdícios (6)

Estratégia 1.5. Entender as características do local

- **Indicadores:** Avaliação positiva da estratégia 1.1; realizar a leitura da paisagem em etapa de projeto; utilizar materiais disponíveis no terreno; compreender as características da terra enquanto material de construção
- **Técnicas:** Entrevista, observação

Quadro 38: Avaliação geral ESTRATÉGIA 1.5







| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 1.5 |  |  |  |  |  |  |

Nos estudos de caso apresentados às famílias ocupam os seus locais de moradia há gerações. São em geral propriedades familiares que abrigam sucessivamente as gerações, e, com exceção do Estudo de Caso 01 que não trata de uma residência, e do Estudo de Caso 05 cuja demanda veio do incêndio da moradia anterior, nos demais estudos de caso as famílias necessitavam a casa para abrigar

seu núcleo mais direto. Como trabalham diretamente com a questão da terra, o conhecimento do local é intrínseco e isso se reflete à avaliação positiva do princípio 1.1 que passa a ser um indicador deste. Assim sendo, não há registro de uma leitura de paisagem específica para o caso do projeto; entretanto, a leitura da paisagem como método de projeto sustentável, vinculado ou não à permacultura, deve ser adotada no início do processo. Ainda assim, o caso 02 e o 05 recebem avaliação mediana por questões relacionadas às características da terra como material de construção.

Princípios da permacultura relacionados: observe e interaja (1); use e valorize os recursos renováveis (5).

Quadro 39: Avaliação geral PRINCÍPIO 1

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|-------------|---|---|---|---|---|---|
| PRINCÍPIO 1 |  |  |  |  |  |  |







Em relação à avaliação geral do princípio 01, observa-se os seguintes fatores de influência: conhecimento profundo do local de intervenção por parte dos usuários; condições naturais do local favorecem a preservação do local (relevo acidentado com limitantes); movimentação de terra favorece a aplicação das técnicas; público que alinhado com conceitos de preservação da natureza; obstáculos em relação ao uso da terra devido à falta de padronização do material.

Princípio 2: Tirar benefícios dos recursos naturais e climáticos

Estratégia 2.1. Escolher a orientação apropriada para a edificação

- **Indicadores:** Priorizar a insolação em ambientes de maior permanência, preferencialmente com os dormitórios a leste ou nordeste; localizar ambientes de menor permanência a sul (banheiros, depósitos e áreas de serviço; prever coberturas orientadas para direções de maior incidência de radiação para incorporar sistemas de energia solar
- **Técnicas:** análise de projeto, entrevista

Quadro 40: Avaliação geral ESTRATÉGIA 2.1

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 2.1 |  |  |  |  |  |  |

Em relação a orientação da edificação, os estudos de caso 02, 03 e 05 atendem parcialmente. No caso 02 e 05 percebe-se a intenção do projeto para a qualificação da insolação dos dormitórios, entretanto a varanda em L do caso 02 acaba por ficar subutilizada – não somente pela orientação, mas também pela largura insuficiente, o que dificulta seu uso para serviço. Além do mais, não existe conexão dessa varanda com a área de serviço. No caso 05 houve uma alteração climática no entorno por conta da construção de uma barragem, o que prejudicou ainda mais a orientação que já não era a mais adequada. No caso 03 a orientação é prejudicada em decorrência da precariedade da edificação.

Princípios da permacultura relacionados: capte e armazene energia (2); use e valorize os recursos renováveis (5).

Estratégia 2.2. Considerar a hidrografia do local e manejar os recursos hídricos

- **Indicadores:** Respeitar distância mínima de 30m em relação a cursos d’água; reutilizar águas residuais; coletar e armazenar a água da chuva para uso na edificação.
- **Métodos e técnicas:** Observação, análise de projeto

Quadro 41: Avaliação geral ESTRATÉGIA 2.2

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Avaliação estratégia 2.2 | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ▲ | ⊙ |

Este item é cumprido parcialmente na maior parte dos casos. As propriedades de grandes áreas permitem que se opte pelo afastamento em relação aos cursos d’água. A gestão da água é elemento fundamental para uma edificação sustentável e, ainda assim, em relação ao uso de cisterna, somente ocorre na Edificação 05. Atribui-se ao fato de as propriedades terem acesso a água de poços artesianos, o que supre o fornecimento para as edificações. Ainda assim, são recorrentes os períodos de seca no Oeste Catarinense que geram muitos prejuízos aos agricultores, e o uso de cisternas pode auxiliar em questões de irrigação mesmo que somente no entorno das edificações.

Princípios da permacultura relacionados: não produza desperdícios (6); use e valorize os recursos renováveis (5).

Estratégia 2.3. Locar as edificações de modo a tirar proveito da paisagem

- **Indicadores:** Localizar as edificações em pontos-chave quando em locais inclinados e utilizar os desníveis naturais do terreno para otimizar circulações externas; harmonizar esteticamente a edificação com a paisagem
- **Métodos e técnicas:** observação, análise de projeto.

Quadro 42: Avaliação geral ESTRATÉGIA 2.3

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Avaliação estratégia 2.3 | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ⊙ | ▲ |

Todos os casos atendem esta estratégia, com exceção do caso 05. Nos casos 04 e 06, existe uma constatação adicional a respeito da vista privilegiada, e isto ocorre nas duas edificações com mais de um pavimento que tiveram como premissa inicial de projeto o aproveitamento da vista diferenciada. No caso 05, existe um potencial para aproveitamento da vista de um vale adjacente ao terreno que não é bem aproveitado, uma vez que priorizou-se voltar a varanda para o acesso principal

da propriedade. Os materiais e a forma das coberturas auxiliam na integração com a paisagem, e as edificações, em geral, apresentam harmonia com o meio também no aspecto cultural.

Princípios de permacultura relacionados: design partindo dos padrões para chegar aos detalhes (7); observe e interaja (1)

Estratégia 2.4. Incorporar a energia solar no projeto da envoltória e adequar a zona bioclimática

- **Indicadores:** Utilizar sistemas de aquecimento solar passivo direto ou indireto; definir sombreamento em aberturas que protejam de radiação direta em períodos de calor
- **Métodos e técnicas:** análise de projeto

Quadro 43: Avaliação geral ESTRATÉGIA 2.4

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Avaliação estratégia 2.4 | ✘ | ✘ | ✘ | ✘ | ✘ | ⊙ |

Esta estratégia foi adaptada com a finalidade de se adequar a diferentes contextos. A incorporação da energia solar no projeto da envoltória é possível de ser realizada com soluções simples. Entretanto a utilização de sistemas de aquecimento solar passivo não está presente nos casos. A ideia da incorporação da estufa para direcionar o calor de inverno para dentro da habitação está presente no Caso 04, entretanto não foi executada. O aquecimento através do fogão à lenha é recorrente, e estratégias de aquecimento solar passivo poderiam tornar este sistema mais eficiente. O sombreamento das fachadas aparece somente no Caso 06; verifica-se necessidade de sombrear a fachada norte da Edificação 02 o que proporcionaria maior conforto térmico em períodos quentes.

Princípios da permacultura relacionados: capte e armazene energia (1); use e valorize os serviços e recursos renováveis (5); design partindo dos padrões para chegar aos detalhes (7).

Estratégia 2.5. Tirar vantagem da inércia térmica do solo

- **Indicadores:** Fazer uso de porões e espaços semienterrados; utilizar coberturas ajardinadas ou paredes de terra com elevada inércia térmica.
- **Métodos e técnicas:** análise de projeto

Quadro 44: Avaliação geral ESTRATÉGIA 2.5

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Avaliação estratégia 2.5 | ⊙ | ⊙ | ⊙ | ▲ | ▲ | ▲ |

Neste item foi considerada a inércia térmica proporcionada pelos sistemas construtivos adotados (paredes de terra de grande espessura e coberturas vegetadas) e pela possibilidade de solução, em projeto, de ambientes semienterrados. Todos os casos estudados possuem alguma dessas

estratégias adotadas e, portanto, foram considerados como atendendo parcialmente ao item. Nos casos onde mais de uma das estratégias foi adotada (04, 05 e 06), avaliou-se de forma positiva. Considera-se que as tecnologias de ACT e da construção natural conferem esta vantagem à arquitetura, pelo potencial de ser uma característica derivada das técnicas e pelo resgate cultural presente nos projetos.

Princípios da permacultura relacionados: capte e armazene energia (2), use as bordas e valorize os elementos marginais (11)

Quadro 45: Avaliação geral PRINCÍPIO 2

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação Princípio 2 |  |  |  |  |  |  |







Em relação à avaliação geral do Princípio 02, observa-se os seguintes fatores de influência: falta de estudo mais detalhado para a análise da incidência solar na edificação; projetos de instalações inexistentes na maior parte dos casos e gestão da água considerada como secundária (provavelmente em decorrência da abundância de água no local); valorização das vistas e intenção plástica que evidencie as tecnologias; ausência de estratégias passivas que considerem a zona bioclimática; presença de porões decorrente da cultura local acaba incrementar o conforto por conta da inércia térmica.

Princípio 3: Reduzir a poluição e evitar desperdício de materiais

Estratégia 3.1. Consumir materiais locais e disponíveis

- **Indicadores:** Utilizar materiais naturais retirados do terreno; utilizar materiais naturais provenientes do entorno próximo; utilizar materiais industrializados da região
- **Métodos e técnicas:** observação, entrevista, análise de projeto

Quadro 46: Avaliação geral ESTRATÉGIA 3.1

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 3.1 |  |  |  |  |  |  |

Esta estratégia foi avaliada positivamente em todos os casos uma vez que predominam materiais retirados do próprio terreno. Em alguns casos foram adquiridas pedras da região em locais dentro do raio de 24km no qual estão inseridos os estudos de caso. Em muitos casos foi feito uso de telha cerâmica, considerado um material tradicional. Estas telhas, quando novas, foram adquiridas em lojas de materiais de construção, não sendo possível rastrear a procedência. Nos estudos de caso 04 e 06 foi utilizada uma telha feita com embalagens de Tetrapack recicladas, ambas adquiridas de uma fábrica localizada em Coronel Martins – SC. O lote das telhas da Edificação 04 é diferente do







adquirido para a Edificação 06 que se apresenta em estado de degradação. Segundo relato dos agricultores, a fábrica foi à falência.

Princípios da permacultura relacionados: use e valorize os serviços e recursos renováveis (5); não produza desperdícios (6)

Estratégia 3.2. Usar materiais reciclados e recicláveis

- **Indicadores:** Utilizar materiais provenientes de demolição (esquadrias, madeira); priorizar o uso de materiais naturais com o mínimo de adição; incorporar o uso do lixo na edificação
- **Métodos e técnicas:** observação

Quadro 47: Avaliação geral ESTRATÉGIA 3.2

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 3.2 |  |  |  |  |  |  |


Em relação a este item a maior parte dos casos atende. No Caso 03 existem algumas paredes executadas com ferrocimento, que gera um resíduo que não se decompõe, não pode ser reciclado e dificilmente pode ser reutilizado. O caso 03 se torna um exemplo da necessidade do uso de materiais recicláveis em uma obra, uma vez que a edificação existente está em estado precário e há planos de demolição para construção de uma nova edificação. Coloca-se como indicador a incorporação do lixo na edificação, prática recorrente em bioconstruções. Apesar de nos casos avaliados este item não ser atendido, o fator não contribuiu para uma análise negativa. Em contextos urbanos esta pode se tornar uma estratégia de maior impacto na análise, uma vez que contribui para a problemática que envolve o a produção de lixo.

Princípios da permacultura relacionados: não produza desperdícios (6); design partindo dos padrões para chegar aos detalhes (7)

Estratégia 3.3. Reduzir as perdas de energia térmica

- **Indicadores:** Utilizar esquadrias, paredes e cobertura com vedações eficientes; utilizar paredes, pisos e coberturas com isolamento térmico exigido pela NBR 15550; proteger a edificação dos ventos frios através de paredes com grande inércia térmica ou uso de quebra ventos
- **Métodos e técnicas:** observação, análise de projeto.

Quadro 48: Avaliação geral ESTRATÉGIA 3.3

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 3.3 |  |  |  |  |  |  |

Neste princípio as técnicas de construção com terra foram fortemente consideradas, uma vez que consistem em vedações de qualidade e cumprem com os requisitos da norma de desempenho







térmico, além das propriedades de elevada inércia térmica. Na maior parte dos casos as vedações de esquadrias foram consideradas positivas. Ainda que sejam, na maior parte dos casos, esquadrias simples e de padrão popular, são coerentes com a realidade local. Os casos avaliados como “atende parcialmente” foram o caso 02 e o caso 04, que apresentaram precariedade em determinados elementos de vedação.

Princípios da permacultura relacionados: capte e armazene energia (2); não produza desperdícios (6)

Estratégia 3.4. Usar recursos energéticos disponíveis

- **Indicadores:** Utilizar sistema para aquecimento solar de água; utilizar sistema de geração de energia renovável (solar fotovoltaica, energia eólica); utilizar sistemas de baixa escala com o uso de recursos renováveis para o preparo de alimentos (fogão à lenha, uso de gás proveniente de biodigestores, fogões solares)
- **Métodos e técnicas:** observação, entrevista, análise do projeto.

Quadro 49: Avaliação geral ESTRATÉGIA 3.4

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Avaliação estratégia 3.4 |  |  |  |  |  |  |







Neste item as edificações foram avaliadas todas como atende parcialmente, em decorrência do fator positivo do uso de fogão a lenha. A lenha é um recurso abundante nas propriedades rurais e o fogão para este fim está presente em todas as residências visitadas (não só para este estudo, mas também durante vivências anteriores da autora em propriedades rurais). Entretanto, outras soluções simples e de baixo custo como painéis solares para aquecimento de água, não foram realizadas em nenhum dos casos. Outras tecnologias como serpentinas para aquecimento de água e de ambientes proveniente do fogão à lenha tampouco são utilizadas, mas tem potencial para adequação ambiental e cultural.

Princípios da permacultura relacionados: capte e armazene energia (2); use e valorize os serviços e recursos renováveis (5)

Estratégia 3.5. Planejar a manutenção e estender a durabilidade das edificações

- **Indicadores:** Documentação de projeto com manual de uso, operação e manutenção; avaliação positiva do Princípio 14 – Estender a vida útil da edificação.
- **Métodos e técnicas:** entrevista, observação, análise do projeto






Quadro 50: Avaliação geral ESTRATÉGIA 3.5

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 3.5 |  |  |  |  |  |  |

Este é considerado um dos pontos fracos em relação aos casos estudados. Foram considerados para a avaliação da manutenção, dois fatores: a existência de um planejamento e a avaliação positiva do Princípio 14, uma vez que o mesmo trata deste tema de forma detalhada. Em nenhum dos casos existe um planejamento de manutenção vinculado ao projeto, e acredita-se que esta seja uma prática pouco comum no contexto brasileiro, especialmente quando se trata de uma arquitetura popular que muitas vezes não conta com um projeto arquitetônico feito por profissional habilitado. O uso da madeira de eucalipto sem tratamento também aparece e é considerado um fator de fragilidade dentro do uso de materiais naturais. Os elementos em terra apresentam, de forma geral, estabilidade e suas manifestações patológicas decorrem da etapa de execução de obra, havendo sido corrigidas e estabilizadas.

Princípios da permacultura relacionados: não produza desperdícios (6); design partindo dos padrões para chegar aos detalhes (7)

Quadro 51: Avaliação geral PRINCÍPIO 3

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação PRINCÍPIO 3 |  |  |  |  |  |  |







Em relação à avaliação geral do Princípio 03, observa-se os seguintes fatores de influência: o uso predominante de materiais retirados do próprio terreno é viável por se tratar de propriedades agrícolas; predominância de materiais de baixo impacto ambiental por conta da opção pela construção com terra; técnicas de construção com terra atendem à NBR 15550, propiciando avaliação positiva a respeito do desempenho das paredes; destaque para o uso do fogão à lenha, próprio da cultura local, como recurso energético disponível e renovável.

Princípio 4: Contribuir para a saúde e bem-estar humanos

4.1. Melhorar os níveis de temperatura e umidade internas com valores aceitáveis.

- ***Indicadores:*** Utilizar materiais que permitam a regulação dos níveis de umidade; verificar a sensação de conforto térmico por parte do usuário
- ***Métodos e técnicas:*** observação, entrevista

Quadro 52: Avaliação geral ESTRATÉGIA 4.1

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 4.1 |  |  |  |  |  |  |

Esta estratégia é avaliada positivamente somente nos casos 01 e 06. No caso 03 a avaliação foi feita com base no estado geral da edificação e pelo sistema de esquadrias eleito, com o uso de manilhas de concreto estruturantes, mas que requerem um acabamento refinado para o bom


funcionamento. Este sistema de manilhas de concreto para as esquadrias é uma referência direta de institutos de permacultura, que tem a vantagem de otimizar a execução da terra ensacada, mas vincular a bons resultados se torna pouco acessível. Este é um requisito de suma importância a ser avaliado criticamente, como uma forma de desmistificar as qualidades veiculadas a respeito da bioconstrução, que muitas vezes divulga que a tecnologia por si só é suficiente para obtenção de conforto ambiental.

Princípios da permacultura relacionados: pratique autorregulação e aceite o feedback (4)

Estratégia 4.2. Assegurar ventilação natural adequada

- **Indicadores:** Atender às diretrizes da NBR15.550; verificar a sensação de conforto térmico por parte do usuário; incorporar diferentes opções de aberturas para a ventilação natural
- **Métodos e técnicas:** análise de projeto, entrevista

Quadro 53: Avaliação geral ESTRATÉGIA 4.2

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 4.2 |  |  |  |  |  |  |







Esta estratégia foi avaliada positivamente nos casos 01 e 04 (sendo que o caso 01 tem um uso diferente dos demais). Nos casos 02 e 05 a área de esquadrias é inferior ao mínimo exigido pela norma. No caso 06, em alguns locais, também a área de esquadrias é inferior, mas foi considerado o projeto com suas peculiaridades. Ressalta-se que no caso 06 a edificação está em local mais exposto a ventos. Nos casos 02 e 05, as paredes são de terra ensacada e as janelas do tipo quatro folhas de correr. É importante o cuidado a respeito do modelo de janelas, especialmente quando em paredes de terra ensacada uma vez que este tipo de técnica apresenta uma limitação em relação aos vãos para aberturas, e esta limitação deve ser compensada com o uso de modelos com maior área proporcional de ventilação.

Princípios da permacultura relacionados: use e valorize os serviços e recursos renováveis (5)

Estratégia 4.3. Garantir luz natural e radiação solar adequadas

- **Indicadores:** Atendimento às diretrizes da NBR15.550; verificar a sensação de conforto lumínico por parte do usuário; utilizar sombreamento com vegetação para filtrar a radiação solar quando necessário
- **Métodos e técnicas:** entrevista, análise de projeto, observação.

Quadro 54: Avaliação geral ESTRATÉGIA 4.3

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 4.3 |  |  |  |  |  |  |







Esta estratégia tem avaliação similar à anterior, especialmente em relação aos casos 02 e 05. Em relação à iluminação natural, um fator a ser avaliado é a cor das superfícies internas. As paredes de terra possuem uma textura natural belíssima, e, dependendo da composição dos revestimentos, o apelo estético é bastante importante. Entretanto a coloração natural das paredes de terra, bem como paredes de madeira em seu estado natural, pode acabar prejudicando o conforto lumínico. Considera-se necessário balancear as soluções de revestimento para que seja possível manter o conforto e, ao mesmo tempo, as propriedades estéticas dos materiais. A cozinha do caso 06 é um exemplo positivo neste quesito: as paredes foram revestidas com cerâmica e o teto, em madeira, pintado de branco. O revestimento cerâmico tem a vantagem adicional de ser prático para a limpeza, possibilitando o uso de tecnologias de ACT em edificações voltadas a diversas atividades.

Princípios de permacultura relacionados: observe e interaja (1); use e valorize os serviços e recursos renováveis (5); design partindo dos padrões para chegar aos detalhes (7); use as bordas e valorize os elementos marginais (11).

Estratégia 4.4. Melhorar aquecimento solar passivo e natural. Adequar à zona bioclimática

- **Indicadores:** Utilizar uma ou mais estratégias para aquecimento solar passivo; utilizar sistema de aquecimento por fogão a lenha / lareira
- **Métodos e técnicas:** observação, análise de projeto.

Quadro 55: Avaliação geral ESTRATÉGIA 4.4

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 4.4 |  |  |  |  |  |  |

O enunciado desta estratégia foi adequado, adicionando-se ao aquecimento solar passivo e natural a adequação à zona bioclimática. Nos casos estudados, somente o 01 atende, uma vez que foi planejada para reproduzir um ambiente para armazenamento de alimentos, sem luz direta incidente e fresco. Nenhum dos demais casos atende completamente ao princípio, uma vez que nenhum deles incorpora estratégias de aquecimento solar passivo. O fogão à lenha é o grande aliado para a obtenção do conforto nos períodos frios, mas seu uso pode se tornar limitado para períodos quentes. Outra sugestão da norma é o sombreamento de abertura em períodos quentes. Esta é encontrada somente no caso 06. Estratégias de sombreamento e de aquecimento solar passivo podem ser incorporadas de forma artesanal, qualificando as edificações.

Princípios de permacultura relacionados: observe e interaja (1); use e valorize os serviços e recursos renováveis (5);

Estratégia 4.5. Evitar materiais tóxicos

- **Indicadores:** Incorporar materiais livres de contaminação como terra, fibras vegetais, pedra, revestimentos à base de terra e cal, pintura à base d’água, madeira, isolantes naturais, bambu; utilizar materiais livres de amianto, pisos vinílicos, formaldeído, clorofluorcarbonetos,

- Métodos e técnicas: observação, análise de projeto.

Quadro 56: Avaliação geral ESTRATÉGIA 4.5

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Avaliação estratégia 4.5 | | | | | | |

Esta é uma estratégia que é facilmente atendida quando predominam as técnicas de construção natural. Em todos os casos a maior parte dos materiais de construção é retirado do próprio terreno e, assim sendo, cumpre com o princípio. Em casos nos quais é utilizada madeira sem tratamento, torna-se uma vantagem em relação a este princípio, mas esta deve ser uma decisão avaliada com cuidado pois pode ter como consequência a baixa durabilidade, observada em alguns casos.

Princípios da permacultura relacionados: use e valorize os serviços e recursos renováveis (5)

Quadro 57: Avaliação geral PRINCÍPIO 4

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|
| Avaliação PRINCÍPIO 4 | | | | | | |

Em relação à avaliação geral do Princípio 04, observa-se os seguintes fatores de influência: não cumprimento de requisitos básicos da NBR 15550 em decorrência da etapa de projeto prejudicam o conforto ambiental, ainda que as técnicas de construção com terra contribuam positivamente para o mesmo; técnica da terra ensacada pode influenciar na limitação das aberturas em decorrência do processo de projeto; falta de adequação à zona bioclimática em decorrência do processo de projeto; uso da terra e outros materiais naturais contribuem para saúde e bem estar pela ausência de toxicidade.

Princípio 5: Reduzir efeitos de desastres naturais

5.1. Proporcionar manual prático para antecipar e mitigar riscos

Indicadores: Anexar de manual de prevenção a desastres naturais à documentação do projeto

Métodos e técnicas: análise documental

Quadro 58: Avaliação geral ESTRATÉGIA 5.1

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Avaliação estratégia 5.1 | | | | | | |

O indicador para a avaliação desta estratégia considera a existência ou não de um material prático que oriente a respeito de atitudes para minimizar o risco e o impacto de possíveis desastres

naturais. Nos casos estudados a documentação de projeto, de maneira geral, está limitada ao nível de anteprojeto. A orientação a respeito do risco a desastres poderia ser incorporada no material de uso, operação e manutenção. Considera-se necessária uma maior conscientização a respeito desse tema.

Princípios da permacultura relacionados: pratique autorregulação e aceite o feedback (4)

Estratégia 5.2. Desenvolver sistemas construtivos fortes e flexíveis.

- **Indicadores:** Utilizar coberturas bem amarradas ou cobertura vegetada; promover vedação eficiente na edificação; estruturas reforçadas e uso de contraventamentos
- **Métodos e técnicas:** observação, análise de projeto

Quadro 59: Avaliação geral ESTRATÉGIA 5.2

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Avaliação estratégia 5.2 | | | | | | |

Para esta estratégia foram considerados sistemas construtivos de paredes e cobertura, bem como a vedação da edificação, uma vez que a existência de aberturas pode provocar maiores estragos em casos de vendavais. Avalia-se a terra ensacada como de resistência elevada a ciclones e vendavais. As estruturas de madeira, quando aparecem (casos 04 e 06) são avaliadas positivamente considerando-se a qualidade das mesmas, que tiram partido da estética para incorporar contraventamentos, mãos francesas e travamentos, além de serem estruturas flexíveis. Considera-se vulnerável a falta de forro na varanda do caso 02, as janelas sem possibilidade de vedação do caso 01 e o caso 03 pela degradação atual da estrutura. A cobertura vegetada é também considerada de elevada resistência a vendavais.

Princípios da permacultura relacionados: observe e interaja (1); pratique a autorregulação e aceite o feedback (4).

Estratégia 5.3. Considerar características específicas dos riscos locais

- **Indicadores:** Evitar proximidade à corpos de água; evitar locais alagadiços; evitar construção em encostas que apresentem risco de deslizamento
- **Métodos e técnicas:** observação, análise de projeto

Quadro 60: Avaliação geral ESTRATÉGIA 5.3

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Avaliação estratégia 5.3 | | | | | | |

Considera-se, na avaliação dessa estratégia, a localização das edificações em cada propriedade. Não existe nenhum caso de proximidade à rios ou corpos d'água ou em altitudes baixas com risco de alagamentos, o que não oferece, portanto, risco de enchentes. Nos casos 01, 02, 03 e 05, as edificações foram localizadas em terrenos planos (com ou sem movimento de terra) e com o







entorno bem protegido, seja pelo próprio desnível natural do terreno ou pela vegetação do entorno. Nos casos 04 e 06, as edificações estão em terrenos com declive acentuado, mas a presença do porão semienterrado, nos dois casos, promove proteção. Acredita-se que no caso 06 haja uma exposição adicional a vendavais, por causa da altura da edificação em relação ao desnível natural do terreno. Este foi, portanto, avaliado como atende parcialmente. A avaliação desta estratégia em contextos urbanos onde há densificação pode apontar a fragilidade recorrente dos assentamentos humanos, sendo muito comuns a alta densificação em encostas com retirada da vegetação, as construções muito próximas à corpos d'água e a falta de permeabilidade dos terrenos.

Princípios da permacultura relacionados: observe e interaja (1); integre ao invés de segregar (12).

Estratégia 5.4. Integrar medidas técnicas e comportamentais para reduzir a vulnerabilidade

- **Indicadores:** Preservar a vegetação em encostas e matas ciliares; adotar quebra-ventos; drenagem no entorno; evitar árvores de grande porte próximas à edificação; reservatório de água
- **Métodos e técnicas:** observação, análise de projeto.

Quadro 61: Avaliação geral ESTRATÉGIA 5.4

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 5.4 |  |  |  |  |  |  |







Nesta estratégia verificou-se que, nos casos estudados, as vegetações no entorno são preservadas ou recuperadas e os terrenos têm elevado grau de drenagem. A seca é também considerada um desastre natural, e os reservatórios de água podem ser essenciais para o abastecimento da edificação e irrigação das hortas e pomares no entorno – tanto no caso de secas quanto em casos de corte de água decorrentes de outros tipos de desastre. Opta-se por considerar fator essencial para a análise desta estratégia, portanto, a presença ou não de reservatórios de água (cisterna), enfatizando-se a importância de uma gestão sustentável da água na edificação – só atendida no caso 05.

Princípios da permacultura relacionados: observe e interaja (1) integre ao invés de segregar (8).

Estratégia 5.5. Incorporar estratégias de recuperação pós-desastre

- **Indicadores:** acesso a estratégias de recuperação pós-desastre oferecidas por parte do poder público
- **Métodos e técnicas:** análise documental.







Quadro 62: Avaliação geral ESTRATÉGIA 5.5

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 5.5 |  |  |  |  |  |  |

Nas análises realizadas neste trabalho não foram consideradas as relações diretas com a administração dos municípios nos quais os casos estão inseridos. De qualquer forma, considera-se que culturalmente não existe uma ênfase no planejamento para casos de desastres naturais, nem tampouco sistemas eficientes de avisos para a prevenção.

Princípios de permacultura relacionados: pratique a autorregulação e aceite o feedback (12)

Quadro 63: Avaliação geral PRINCÍPIO 5

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação PRINCÍPIO 5 |  |  |  |  |  |  |







Em relação à avaliação geral do Princípio 05, observa-se os seguintes fatores de influência: não é próprio da cultura local a prevenção à desastres naturais; limitações econômicas acabam por gerar pontos de vulnerabilidade; o uso de paredes pesadas como a terra ensacada é resistente a intempéries mas deve ser aliado à outras estratégias; implantação adequada e protegida em decorrência do conhecimento profundo do local.

Princípio 6: Proteger a paisagem cultural

6.1. Compreender os valores e dinâmicas locais.

- Indicadores: Desenvolver projeto de acordo com a cultura e os hábitos locais; desenvolver projetos flexíveis para adaptação a gerações futuras
- Métodos e técnicas: entrevista, análise de projeto

Quadro 64: Avaliação geral ESTRATÉGIA 6.1

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 6.1 |  |  |  |  |  |  |

Nessa estratégia foram consideradas questões de funcionalidade específicas para o contexto estudado. Os equipamentos essenciais para a vida em uma residência rural estão presentes em todos os casos: freezer horizontal para armazenamento de alimentos, especialmente carne; o fogão à lenha e a caixa de lenha, localizada no ambiente da cozinha; a área de serviço ampla com acesso externo e, na maior parte dos casos, conectada ao banheiro; mais de uma máquina de lavar roupas na área de serviço, possibilitando a lavagem de roupas utilizadas no trato com animais ou na lavoura. Todos os

casos atenderam positivamente a este princípio. Em contextos urbanos ou em edificações com outros usos a funcionalidade pode abranger espaços de home office e automatização.

Princípios da permacultura relacionados: use e valorize a diversidade (11)

6.2. Melhorar as técnicas de uso da terra que garantem e sustentam a diversidade biológica

- Indicadores: Desenvolver sistemas produtivos orgânicos e agroecológicos; produzir compostagem
- Métodos e técnicas: análise documental, entrevista, observação.

Quadro 65: Avaliação geral ESTRATÉGIA 6.2

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 6.2 |  |  |  |  |  |  |







Neste princípio são consideradas as práticas relacionadas ao uso da terra como base para as atividades produtivas. De acordo com os limites encontrados nesta pesquisa, não foi objetivo um estudo a respeito das propriedades de forma integral, levando-se em consideração as atividades desenvolvidas no entorno. De forma geral as propriedades agrícolas familiares desenvolvem sistemas com rotação de cultura e em áreas limitadas, o que já torna as práticas agrícolas menos agressivas do que as praticadas em grandes propriedades de monocultura. Algumas práticas, entretanto, associadas ao uso de agrotóxicos (caso 02) e aviário (caso 03) podem reduzir o nível de sustentabilidade das propriedades. Ressalta-se que nesses locais as atividades produtivas são alteradas ao longo dos anos, de acordo com os ciclos econômicos.

Princípios da permacultura relacionados: pratique autorregulação e aceite o feedback (4); use soluções pequenas e lentas (9).

6.3. Articular a organização espacial com as necessidades produtivas.

- Indicadores: Incorporar paisagismo produtivo ao entorno da edificação; localizar a edificação de modo a facilitar as atividades diárias
- Métodos e técnicas: entrevista, observação, análise de projeto.

Quadro 66: Avaliação geral ESTRATÉGIA 6.2

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 6.3 |  |  |  |  |  |  |

Para esta estratégia foi considerada a localização da edificação em relação às construções rurais, acessos e atividades do entorno, bem como a associação da edificação com o paisagismo produtivo. Este princípio é atendido em todos os casos. Nos casos estudados a localização da edificação é feita pelos usuários, que habitam no local há gerações e conhecem suas próprias







dinâmicas. A proximidade às construções rurais, às produções de subsistência ou comerciais e aos acessos facilitam as atividades diárias.

Princípios de permacultura associados: observe e interaja (1); obtenha rendimento (3); integre ao invés de segregar (8)

6.4. Otimizar as características do solo e microclimas através de sistemas de produção sustentáveis e gerenciamento da terra

- Indicadores: Limitar o espaço das áreas produtivas e realizar rotação de culturas; evitar uso de agrotóxicos; manter áreas de proteção ambiental conservadas.
- Métodos e técnicas: entrevista, observação, análise documental.

Quadro 67: Avaliação geral ESTRATÉGIA 6.4

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 6.4 |  |  |  |  |  |  |







Conforme já citado, na região dos estudos de caso há um relevo complexo com locais de muita declividade nos quais as atividades agrícolas tornam-se difíceis e pouco produtivas, o que se torna um fator positivo para a preservação de áreas de proteção ambiental. A rotação de culturas também é prática comum em propriedades agrícolas familiares, uma vez que não possuem grandes extensões de terra, muitas vezes, organizam sua produção conforme demanda do mercado. Em alguns casos há o uso de agrotóxicos, e, particularmente no Caso 05, a principal atividade econômica é o extrativismo de lenha, prática que, a longo prazo, empobrece o solo. Esta estratégia em contextos urbanos pode incluir como indicadores a presença ou não de alguma prática produtiva no terreno ou no entorno próximo ou a existência de telhados vegetados.

Princípios da permacultura relacionados: obtenha rendimento (3); use e valorize a diversidade (10).

6.5. Regular as atividades produtivas pelas características ambientais e com os ciclos estacionais e econômicos

- Indicadores: Desenvolver sistemas agroflorestais (SAF) para a produção de alimentos; diferentes sistemas produtivos para alternância ao longo das estações do ano; produzir para subsistência.
- Métodos e técnicas: entrevista, análise documental







Quadro 68: Avaliação geral ESTRATÉGIA 6.5

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 6.5 |  |  |  |  |  |  |

Esta estratégia tem similaridades com a estratégia 6.4, pois trata de boas práticas para o uso da terra. A produção de subsistência aparece em todos os casos, e o fator mais relevante para a avaliação de cada caso é o tipo de produção realizada na propriedade. Nos casos 03 e 05, as propriedades têm maior dependência de fatores externos pelo fato de a rotação das culturas ser limitada. O trabalho do aviário, no caso 03, acaba limitando as demais atividades, bem como a produção de lenha do caso 06. As famílias, entretanto, possuem produção de subsistência. Em casos de outros tipos de cultura como o fumo, por exemplo, a dependência pode ser ainda maior, bem como o desgaste tanto da terra quanto das pessoas por causa da atividade.

Princípios da permacultura relacionados: pratique autorregulação e aceite o feedback (4) e obtenha rendimento (3).

Quadro 69: Avaliação geral PRINCÍPIO 6

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação PRINCÍPIO 6 |  |  |  |  |  |  |






Em relação à avaliação geral do Princípio 06, observa-se os seguintes fatores de influência: cultura local forte; práticas agrícolas diferenciadas entre cada família; localização das edificações considera atividades produtivas; características naturais da região propiciam a proteção ambiental; forte produção de subsistência. A avaliação deste princípio tem muita relação com a produção agrícola e pouca com as tecnologias empregadas nas edificações.

7. Transferir culturas construtivas

7.1. Permitir experiências construtivas práticas para facilitar conhecimento empírico

- Indicadores: Realizar atividades de ensino e capacitação junto ao processo de obra; promover a participação do usuário de forma prática no processo da obra – autoconstrução.
- Métodos e técnicas: entrevista, análise documental

Quadro 70: Avaliação geral ESTRATÉGIA 7.1

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 7.1 |  |  |  |  |  |  |

Todos os casos estudados têm forte relação com esta estratégia, uma vez que as tecnologias são experimentais e que em todos predominou a autoconstrução. Entretanto, em alguns casos o processo de obra foi mais aberto que em outros, e esse constitui o diferencial para a avaliação. Destaca-se aqui as diferenças entre o caso 02 e o caso 03. No caso 02 o processo já foi pensado desde o início para ser acompanhado de atividades de capacitação de mão de obra. Já no caso 03 o usuário







relata sensação de abandono por parte de outros agricultores envolvidos no movimento. Considera-se importante a abertura da obra para processos de ensino desde que bem amparados tecnicamente.

Princípios de permacultura relacionados: observe e interaja (1); integre ao invés de segregar (8).

7.2. Reconhecer o valor da maestria e memória construtiva

- Indicadores: Trazer referências da arquitetura tradicional e de tecnologias da região; resgatar tecnologias ancestrais; aplicar novos conhecimentos adquiridos.
- Métodos e técnicas: observação, análise de projeto, análise documental

Quadro 71: Avaliação geral ESTRATEGIA 7.2

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 7.2 |  |  |  |  |  |  |







Para essa estratégia são consideradas referências tanto da arquitetura tradicional da região quanto da memória construtiva dos antepassados. Em relação às tecnologias, destaca-se o uso da pedra para as fundações (em detrimento de outros sistemas construtivos como o concreto armado) e para paredes semi-enterradas (casos 04 e 06) e o uso da madeira nos mais diversos elementos (casos 04 e 05). Outros dois fatores de destaque são a alusão ao enxaimel na residência de uma família descendente de imigrantes alemães (caso 04) e o uso do porão com objetivo de abrigar uma adega, demonstrado no caso 06 cuja residência pertence a descendentes de italianos. A memória construtiva pode ser relacionada, portanto, às tecnologias e ao uso da edificação, que reflete uma cultura e sua evolução ao longo do tempo. Em relação às tecnologias de ACT, considera-se uma contribuição a esta estratégia, uma vez que consiste em conhecimentos adquiridos e aplicados na propriedade, em harmonia a elementos tradicionais. Assim sendo, mesmo a ACT não sendo tradicional na região, existe o respeito e a alusão à ancestralidade, preservando a história e valorizando as pessoas.

Princípios de permacultura relacionados: integre ao invés de segregar (8), use criativamente e responda às mudanças (12)

7.3. Envolver novas gerações nos processos construtivos

- Indicadores: Promover participação de todos os integrantes da família ao longo do processo de projeto e obra; promover a participação de crianças em determinadas etapas da obra.
- Métodos e técnicas: entrevista, análise documental

Quadro 72: Avaliação geral ESTRATEGIA 7.3

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 7.3 |  |  |  |  |  |  |







A avaliação desse item considera os processos de obra no contexto familiar. Nos casos estudados existe a cultura de forte integração familiar tradicional e é comum as crianças ajudarem nas tarefas domésticas e econômicas. Os projetos são pensados especificamente por e/ou para cada família, então é natural a discussão a respeito do mesmo. Em outros contextos, como por exemplo em obras comunitárias, podem ser desenvolvidos processos participativos e projetos educacionais. Estes podem ser desenvolvidos especificamente para crianças, envolvendo diversos campos de conhecimento através de atividades específicas para cada faixa-etária. Os processos educativos podem ter inúmeros objetivos e abranger um público diverso.

Princípios da permacultura relacionados: pratique a auto regulação e aceite o feedback (4), integre ao invés de segregar (8), use e valorize a diversidade (10)

7.4. Reconhecer o valor dos papéis em atividades e conhecimentos tradicionais

- Indicadores: Utilizar mão de obra especializada em determinadas etapas de obra; garantir acompanhamento técnico ao longo de todo o processo
- Métodos e técnicas: entrevista, análise documental

Quadro 73: Avaliação geral ESTRATÉGIA 7.4

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 7.4 |  |  |  |  |  |  |



Nesta estratégia busca-se a valorização do acompanhamento técnico em todas as etapas do processo e a mão de obra de qualidade, bem como do conhecimento adquirido em outros locais e aplicado na obra. Em relação ao acompanhamento técnico, somente no caso 01 não houve projeto arquitetônico elaborado por profissional habilitado. Já no caso 03, o usuário relata as dificuldades encontradas no decorrer da obra devido à falta de acompanhamento técnico. A valorização da mão de obra especializada aparece em todos os casos, seja de forma pontual como na estrutura da cobertura (casos 01 e 02), na execução de uma parede de pedras (caso 03) ou, como no caso 06, na contratação de boa parte da obra. No caso 05 a maestria da mão de obra em madeira é dominada pelo próprio usuário.

Princípios de permacultura relacionados: observe e interaja (1), obtenha rendimento (3); integre ao invés de segregar (8).

7.5. Facilitar a participação da comunidade local nos processos de tomada de decisão

- Indicadores: Promover processos participativos com os integrantes da família ou da comunidade local; promover atividades de mutirão ou de capacitação de mão de obra durante a obra, permitindo a discussão de soluções entre os participantes; estabelecer redes de troca entre pessoas com mesmo interesse.
- Métodos e técnicas: entrevista, análise documental







Quadro 74: Avaliação geral ESTRATÉGIA 7.5

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 7.5 |  |  |  |  |  |  |

Por se tratar de propriedades privadas, é restrita a participação comunitária nos processos de projeto; ainda assim, valoriza-se neste item a participação familiar já citada na avaliação da estratégia 7.3. Entretanto detecta-se uma abertura a processos de tomada de decisão em obra a partir do momento em que as obras são consideradas abertas à comunidade. Está claro que nos casos estudados existem grandes diferenças em relação à intensidade de participação comunitária, mas todas partem do princípio de uma obra aberta à mutirões. Em alguns casos houve, inclusive, visitas posteriores à obra construída. Evidentemente em obras comunitárias esta estratégia pode adquirir maiores dimensões.

Princípios da permacultura relacionados: integre ao invés de segregar (8); use e valorize a diversidade (10).

Quadro 75: Avaliação geral PRINCÍPIO 7

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação PRINCÍPIO 7 |  |  |  |  |  |  |







Em relação à avaliação geral do Princípio 7, observa-se os seguintes fatores de influência: tecnologias experimentais e autoconstrução; uso de pedra e madeira (materiais da propriedade, com os quais a terra é compatível) tem como consequência a referência cultural da arquitetura da região; envolvimento de toda a família nas atividades relacionadas à projeto e obra tem relação com as dinâmicas socioculturais; acompanhamento técnico; profissionais envolvidos estimulam processos de projeto participativos.

8. Desenvolver soluções criativas e inovadoras

8.1. Desenvolver a inteligência coletiva

- Indicadores: Realizar processo de projeto participativo; desenvolver e realização pessoal dos participantes do projeto; permitir a solução de problemas por parte de todos os integrantes da equipe de obra
- Métodos e técnicas: entrevista, análise documental

Quadro 76: Avaliação geral ESTRATÉGIA 8.1

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 8.1 |  |  |  |  |  |  |







Este princípio é plenamente atendido em todos os casos, uma vez que se trata de um desenvolvimento coletivo das tecnologias, ou seja, cada experiência está vinculada com todas as demais. Em muitos dos casos houve visita de outros agricultores nas obras, com o intuito de auxiliar na aplicação das técnicas. No caso 04 observa-se a arte em diversos elementos construtivos, o que demonstra a expressão da família na arquitetura. No caso 03 a família trouxe para si as técnicas como atividade econômica.

Princípios da permacultura relacionados: observe e interaja (1); pratique a autorregulação e aceite o feedback (4).

8.2. Encorajar a diversidade de soluções de sistemas construtivos

- Indicadores: Incorporar mais de uma técnica construtiva; diversificar o uso de materiais de construção.
- Métodos e Técnicas: observação, análise de projeto

Quadro 77: Avaliação geral ESTRATÉGIA 8.2.

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Avaliação estratégia 8.2 |  |  |  |  |  |  |







Esta estratégia é propiciada na arquitetura e construção com terra, uma vez obtém-se uma diversidade de soluções a partir do mesmo material. Está claro que determinadas tecnologias são mais favoráveis a determinados locais, considerando-se todos os fatores e, mais especificamente, o tipo de terra do local. Esta afirmação nos remete ao Caso 02, cuja obra iniciou com a execução de paredes de taipa de pilão, técnica que se mostrou inviável por causa do tipo de solo. A adoção da terra ensacada, embora possa manifestar problemas quando a terra utilizada está muito úmida, é possível de ser executada com diferentes tipos de solo e foi muito difundida nos casos estudados. Outras soluções com a taipa de mão ou o *cordwood*, usadas em paredes de vedação em muitos casos, resultam simples e de fácil reprodução. A avaliação desta estratégia incluiu tecnologias com o uso de outros materiais, especialmente a madeira, presente em todos os casos.

Princípios da permacultura relacionados: use e valorize os serviços e recursos renováveis (5); não produza desperdícios (6); use e valorize a diversidade (10); use criativamente e responda às mudanças (12).

8.3. Integrar influências de outras culturas construtivas

- Indicadores: Buscar referências em outras experiências; aliar as técnicas de construção tradicionais a tecnologias disponibilizadas pela indústria
- Métodos e técnicas: observação, análise de projeto

Quadro 78: Avaliação geral ESTRATÉGIA 8.3

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 8.3 |  |  |  |  |  |  |







Quando analisada esta estratégia assume-se como ponto de partida o fato de as técnicas de construção com terra não serem tradicionais da região. Estas são, portanto, incorporadas nas edificações e aliadas a outras que de fato o são, como a pedra e, principalmente, a madeira. A referência construtiva para todos os casos tem influência da bioconstrução no contexto da permacultura, ainda que nos casos 04 e 06 as referências dos antepassados são mais evidentes que a estética relacionada à permacultura. O que se percebe ao analisar este item é a característica de todas as edificações de usarem muito pouco material industrializado. Telhas cerâmicas ou feitas de material reciclado, o forro de PVC no Caso 01 e as janelas de alumínio do Caso 06 têm destaque, mas o estudo demonstra o quanto é viável o uso majoritário de materiais naturais e locais neste contexto.

Princípios de permacultura relacionados: use e valorize os serviços e recursos renováveis (5).

Estratégia 8.4. Permitir experimentação em processos e técnicas construtivas

- **Indicadores:** permitir aos participantes do processo que compartilhem suas experiências; adotar sistemas desenvolvidos localmente / artesanais
- **Métodos e técnicas:** entrevista, análise documental

Quadro 79: Avaliação geral ESTRATÉGIA 8.4

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 8.4 |  |  |  |  |  |  |







Para a avaliação desta estratégia assume-se que, de saída, todas as edificações utilizam tecnologias experimentais. A avaliação de cada caso foi feita a partir de suas nuances. Nos casos 01 e 03, os agricultores se propuseram a realizar as obras em decorrência de processos de formação em permacultura. No caso 02 a experimentação e a solução de problemas no local permeiam todo o processo de obra. No caso 04 a diversidade de tecnologias experimentais, especialmente a partir do uso da madeira, é evidenciada pela estética. A grande cobertura ajardinada com sistema de irrigação do caso 05 é também um caso particular. No caso 06, a família optou por incorporar fôrmas durante a execução das paredes de taipa de mão. As tecnologias de construção com terra têm sempre um grau de experimentação, uma vez que o solo local deve ser testado nos ambientes específicos.

Princípios da permacultura relacionados: observe e interaja (1); pratique a autorregulação e aceite o feedback (4)

8.5. Envolver técnicas construtivas experimentais, através de processos de tentativa e erro

- Indicadores: desenvolver e aprimorar as técnicas ao longo do processo de obra; observar o desempenho da edificação de modo a aprimorar as tecnologias adotadas
- Métodos e técnicas: entrevista, análise documental







Quadro 80: Avaliação geral ESTRATÉGIA 8.5

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 8.5 |  |  |  |  |  |  |

Esta estratégia está fortemente relacionada à anterior, portanto parte-se novamente do princípio de que em todos os casos as tecnologias são experimentais. Acredita-se que esta consciência inicial esteja presente somente nos casos 01, 03 e 04 – sendo que no caso 04 esta experimentação se dá fortemente no uso da madeira. O caso 02 é o que mais foi realizado por meio de tentativa e erro, e no Caso 05 destacam-se os problemas gerados pelo peso da cobertura sobre as paredes de terra ensacada, sendo que a cobertura teve que ser escorada posteriormente. É muito provável que erros de maior porte como nestes dois últimos casos citados tenham gerado sensação de insegurança aos usuários, entre outros prejuízos psicológicos, emocionais e mesmo econômicos. Os processos de tentativa e erro devem ser assumidos de forma consciente pelos usuários e incorporados ao planejamento da obra.

Princípios de permacultura relacionados: observe e interaja (1); use criativamente e responda às mudanças (12).

Quadro 81: Avaliação geral PRINCÍPIO 8

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação PRINCÍPIO 8 |  |  |  |  |  |  |

Em relação à avaliação geral do Princípio 8, observa-se os seguintes fatores de influência: desenvolvimento das tecnologias tem caráter e participação comunitária; ACT permite aplicação de diferentes tecnologias a partir do mesmo material; influência da permacultura; experimentação intrínseca à tecnologia; processos de tentativa e erro.

9. Reconhecer valores intangíveis

9.1. Promover relações inter-geracionais

- Indicadores: Atender à NBR9050 e promover espaços coletivos com acessibilidade; promover atividades em obra com participação familiar ou comunitária de diferentes faixa-etárias; promover espaços que propiciem o encontro familiar (em residências unifamiliares) ou comunitário (em espaços públicos)
- Métodos e técnicas: análise de projeto, entrevista

Quadro 82: Avaliação geral ESTRATÉGIA 9.1

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 9.1 |  |  |  |  |  |  |







Para esta estratégia foi incluído o indicador referente ao atendimento às normas de acessibilidade em edificações, item que não é contemplado claramente no Projeto Versus mas que considera-se fator essencial para a sustentabilidade. Nos casos estudados o envolvimento das famílias - que naturalmente incluem diferentes faixas etárias - foi também um indicador, considerando-se a peculiaridade de serem propriedades unifamiliares. Em locais públicos ou comunitários, um indicador pode ser a adição de processos de ensino envolvendo crianças, adolescentes e jovens. Outro indicador diz respeito ao uso da edificação e a constatação de espaços que propiciem o encontro. As avaliações com resultado “atende parcialmente” são as que não incorporam espaços acessíveis, uma vez que em todos os casos houve envolvimento familiar e todos os locais possuem qualidades voltadas ao convívio familiar.

Princípios da permacultura relacionados: integrar ao invés de segregar (8)

9.2. Valorizar o bem-estar coletivo

- Indicadores: ambientes funcionais e que valorizem a liberdade individual dos usuários; tamanho adequado da edificação, espaços que gerem bem-estar aos usuários, com iluminação e ventilação natural adequadas; eger uso de materiais procedentes de processos socialmente justos
- Métodos e técnicas: observação, análise de projeto

Quadro 83: Avaliação geral ESTRATÉGIA 9.2

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 9.2 |  |  |  |  |  |  |

Os indicadores para esta estratégia abrangem do individual ao macro, considerando-se desde a funcionalidade e tamanho dos ambientes internos até a preocupação necessária com os processos de fabricação dos elementos construtivos. Entre os casos avaliados, existem diferenças importantes relacionadas à qualidade das edificações, que interferem diretamente no bem-estar dos usuários. Nos casos 02 e 03, o estado das edificações interfere no cotidiano das famílias, em questões práticas como a limpeza do dia a dia e também em questões mais subjetivas que podem envolver sensações negativas diante da degradação física do espaço. Ainda que nos dois casos foram utilizadas tecnologias artesanais, e que no caso 02 existam espaços de convivência e também privativos, considera-se os demais fatores graves o suficiente para uma avaliação negativa. A avaliação média do caso 04 decorre de problemas de infiltração e na impossibilidade de uso do banheiro do segundo pavimento. No caso







01, avalia-se positivamente uma vez que a edificação abriga atividades econômicas e tem um importante significado para a família.

Princípios da permacultura relacionados: use criativamente e responda às mudanças (12)

9.3. Melhorar o engajamento e participação comunitários

- Indicadores: Utilizar mão de obra local; promover atividades de capacitação durante o processo de obra ou a partir dos conhecimentos adquiridos.
- Métodos: entrevista, análise documental.

Quadro 84: Avaliação geral ESTRATÉGIA 9.3

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 9.3 |  |  |  |  |  |  |

Dentre os casos analisados, há dois exemplos onde esta estratégia mais se destaca. O caso 01, apesar de não envolver processos de capacitação estruturados durante a obra, propiciou o desenvolvimento da tecnologia pelo agricultor, que difundiu e estimulou a construção com terra na região e participou em diversas obras. Já no caso 02, houve um planejamento, desde a concepção do projeto, para que fossem desenvolvidos processos de capacitação nas diferentes etapas da obra. A partir desse projeto as experiências em bioconstrução se difundiram – não somente nos municípios contemplados por esta tese, mas em diversas outras localidades do Oeste Catarinense (Prompt, 2012). No caso 04 e 06 os processos de obra também foram abertos²³, mas não houve uma estruturação para a capacitação. No caso 05 houve uma participação comunitária importante, decorrente da tragédia do incêndio da residência anterior da família. No caso 03, por um lado destaca-se o fato de a família haver participado, como mão de obra contratada, em outras obras com técnicas de construção com terra; por outro, atribui-se a falta de participação comunitária o insucesso da experiência. Projetos e obras de arquitetura e construção com terra podem impulsionar diversas novas experiências. É ideal a inclusão dos processos de capacitação já a partir do planejamento da obra.







Princípios de permacultura relacionados: integre ao invés de segregar (8); design partindo dos padrões para chegar aos detalhes (7).

9.4. Encorajar locais de encontro comunitário

- Indicadores: Propiciar visitação às edificações com tecnologias inovadoras, de modo a que possam servir de exemplo à comunidade.
- Métodos: entrevista, análise documental.

²³ Por processos de obra abertos entende-se que amigos, conhecidos e o público em geral com interesse nas tecnologias sejam bem-vindos a participar como mão de obra ou visitante.

Quadro 85: Avaliação geral ESTRATÉGIA 9.4

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 9.4 |  |  |  |  |  |  |







Os indicadores para esta estratégia consideram que todos os casos estão localizados em propriedades privadas e com finalidade residencial ou para desenvolvimento de uma atividade econômica familiar (caso 01). Destacam-se, então, as visitas realizadas durante a obra ou posteriores à obra finalizada. Novamente, por se tratarem de propriedades privadas, a visita não é pública, mas se dá a partir de um contato prévio com os agricultores. Sendo a cooperativa Crediseara a principal promotora das tecnologias na região, é a partir dela que as pessoas tomam conhecimento. Nos casos 01 e 06 foi relatado que um dos propósitos da edificação foi servir de exemplo à comunidade – ambos agricultores são lideranças comunitárias e ocupam ou já ocuparam cargos na diretoria da Crediseara. O caso 02, como já citado, serviu para impulsionar diversas outras experiências. Apesar dos casos citados terem destaque, em todos eles as obras são aptas à visita e contribuem para a difusão das tecnologias.

Princípios da permacultura relacionados: integre ao invés de segregar (8)

9.5. Construir estruturas comuns / mercados

- **Indicadores:** Eleger o uso de materiais locais; eleger o uso de mão de obra local; constituir rede de trocas.
- **Métodos e técnicas:** entrevista, observação e análise documental.

Quadro 86: Avaliação geral ESTRATÉGIA 9.5

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 9.5 |  |  |  |  |  |  |

Um dos fatores considerados para a análise desta estratégia foi o fato de que todas as experiências, apesar de estarem em propriedades privadas, constituem um coletivo. Em muitos dos casos foram constituídas trocas de dias e de conhecimento entre os agricultores participantes. Em todas elas foram utilizados materiais e mão de obra local, impulsionando a economia da região. Destaca-se aqui o uso do bambu no caso 06, tecnologia que vem sendo estimulada na região.

Princípios da permacultura relacionados: capte e armazene energia (2); integre ao invés de segregar (8)

Quadro 87: Avaliação geral PRINCÍPIO 9

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação PRINCÍPIO 9 |  |  |  |  |  |  |







Em relação à avaliação geral do Princípio 9, observa-se os seguintes fatores de influência: participação da família nos processos de projeto e obra; espaços sem acessibilidade; manifestações patológicas interferem no bem-estar dos usuários; autoconstrução; atividades planejadas de capacitação de mão de obra; edificações com propósito de servir de exemplo à comunidade; experiências individuais como parte de um coletivo.

10. Encorajar a coesão social

10.1. Transmitir história e valores culturais

- Indicadores: Resgatar a arquitetura tradicional da região; incorporar valores culturais na arquitetura
- Métodos e técnicas: observação, análise de projeto

Quadro 88: Avaliação geral ESTRATÉGIA 10.1

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 10.1 |  |  |  |  |  |  |







Nesta estratégia valoriza-se a presença da varanda como ambiente fundamental para o desenvolvimento da cultura local. Sua importância é evidente, sendo o local para receber visitas, tomar o chimarrão e de convívio familiar. A varanda em muitos casos é o local de onde se tem o controle visual dos acessos da propriedade. Considera-se também para a análise as referências à arquitetura tradicional em sua expressão estética. O caso 03 é avaliado como atende parcialmente pelo fato de a arquitetura trazer mais referências da permacultura do que da arquitetura vernácula – planta em forma de flor com a obtenção de ambientes curvos – ainda que o resultado estético seja harmônico com o ambiente. No caso 04, os usuários comentam que a varanda é muito pequena, pois é ocupada também pela área de serviço e isso prejudica a permanência para momentos de lazer e descanso.

Princípios da permacultura relacionados: use e valorize a diversidade (10); use criativamente e responda às mudanças (12).

10.2. Incorporar rituais sociais

- Indicadores: Promover dinâmicas associadas aos processos de projeto e obra para integração familiar ou comunitária; realizar atividades de mutirão ou de discussão do tema.
- Métodos e técnicas: Entrevista, análise documental.

Quadro 89: Avaliação geral ESTRATÉGIA 10.2

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 10.2 |  |  |  |  |  |  |







Esta estratégia traz uma similaridade entre todos os casos estudados relacionada ao envolvimento da família nas etapas de projeto e obra. Não somente são consultados todos os membros como a obra e suas tecnologias inovadoras para a região viram assunto do cotidiano. Também se considera na análise a existência ou não de participação de pessoas externas à família, sobretudo em atividades de mutirão. Novamente o caso 03 difere dos demais pois obtém-se o relato de que houve pouca participação comunitária durante o processo. A participação da comunidade valoriza a família e valida a aplicação das técnicas, uma vez que o conhecimento extrapola o núcleo familiar.

Princípios da permacultura relacionados: integre ao invés de segregar (8); use e valorize a diversidade (10)

10.3. Construir caráter comunitário e sensação de pertencimento

- Indicadores: Conhecer experiências locais similares; promover discussão em rede a respeito de tecnologias inovadoras; valorizar o usuário a partir da experiência / satisfação geral dos usuários.
- Métodos e técnicas: entrevista, análise documental.

Quadro 90: Avaliação geral ESTRATÉGIA 10.3

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 10.3 |  |  |  |  |  |  |







O caráter comunitário e a sensação de pertencimento são intrínsecos a todos os casos avaliados, uma vez que se trata de uma experiência onde todos os casos individuais pertencem a um coletivo. Mais uma vez o caso 03 se destaca dos demais o usuário relata ter se sentido isolado das demais experiências. Ainda assim, em todos os casos houveram visitas a outras obras de arquitetura e construção com terra, o que teve caráter decisivo para a realização das obras. Destaca-se aqui o caso 06 que já serviu de cenário para a realização de eventos técnicos na área da bioconstrução, bem como os casos 04 e 06, que já receberam visitas de alunos universitários. A adoção de tecnologias inovadoras não poderia ser realizada sem uma sensação de pertencimento, ao menos em parte do processo, e estas redes podem ser simbólicas ou virtuais.

Princípios da permacultura relacionados: integre ao invés de segregar (8)

10.4. Reconhecer expressões locais simbólicas

- Indicadores: Considerar a dinâmica cultural cotidiana para planejamento dos espaços; permitir a expressividade e criatividade por parte da mão de obra; incorporar referências à cultura local em equipamentos, objetos utilitários ou decorativos.
- Métodos e técnicas: entrevista, análise documental, observação, análise de projeto.

Quadro 91: Avaliação geral ESTRATÉGIA 10.4

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 10.4 |  |  |  |  |  |  |







Esta estratégia trata de valores mais subjetivos que envolvem o cotidiano das famílias. Destacam-se os equipamentos que permitem a reprodução da cultura local de forma cotidiana. Presentes em todos os casos, o fogão à lenha, a caixa de lenha e o freezer horizontal, dentro da cozinha, são equipamentos indispensáveis. A lavanderia com mais de uma máquina de lavar roupas também é exemplo recorrente, pois facilita a lavagem de roupas com sujeira pesada. Na planta baixa, o banheiro próximo à saída permite que os usuários façam a higiene após o trabalho externo, antes de ingressar na casa. Outras experiências em arquitetura e construção com terra podem expressar valores muito diferentes dependendo do contexto onde estão inseridas.

Princípios da permacultura relacionados: use soluções pequenas e lentas (9); use e valorize a diversidade (10)

10.5. Impulsionar processos produtivos e construtivos com os valores culturais

- Indicadores: Promover o uso de tecnologias artesanais; estimular o uso de tecnologias que incorporem valores condizentes à busca pela sustentabilidade
- Métodos e técnicas: observação, análise de projeto

Quadro 92: Avaliação geral ESTRATÉGIA 10.5

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 10.5 |  |  |  |  |  |  |

Nesta estratégia todos os casos receberam avaliação positiva, e a mesma se manifesta de diversas formas. A promoção de tecnologias artesanais é óbvia em todos os casos, uma vez que a simples experiência, em rede, já é fator positivo para que a arquitetura e construção com terra se desenvolva na região. Relatos dos usuários com projeções futuras para realização de novas edificações feitas de terra nas propriedades é um indicador interessante, pois traz subentendida a satisfação dos usuários em relação ao uso das tecnologias. No caso 04, o caráter artesanal da obra impulsionou a criatividade da família, expressa nos elementos de madeira. No caso 06 abunda o uso do bambu, em elementos decorativos, mobiliários bem como em forros ou divisórias, manifestando a tendência deste uso de material na região. O saber fazer que o usuário descobre ao construir uma casa com terra é empoderador e pode desencadear outros processos criativos.

Princípios da permacultura relacionados: use soluções pequenas e lentas (9); use e valorize a diversidade (10)

Quadro 93: Avaliação geral PRINCÍPIO 10

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação PRINCÍPIO 10 |  |  |  |  |  |  |







Em relação à avaliação geral do Princípio 10, observa-se os seguintes fatores de influência: ambientes propiciam a reprodução sociocultural; ocorrência de mutirões; ocorrência de visitas; objetos utilitários refletem a cultura local; ACT como tecnologia artesanal e que visa a sustentabilidade.

11. Dar suporte à autonomia

11.1. Compartilhar recursos

- Indicadores: compartilhar conhecimento a respeito das tecnologias; realizar trocas de mão de obra.
- Métodos e técnicas: análise documental, entrevistas.

Quadro 94: Avaliação geral ESTRATÉGIA 11.1

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 11.1 |  |  |  |  |  |  |

Para esta estratégia o principal indicador para os casos estudados é o compartilhamento de conhecimento (recursos técnicos) e de mão de obra. Este indicador está presente em todos os casos que são, portanto, avaliados positivamente. Em experiências que não estejam em propriedades privadas isoladas, o compartilhamento de sistemas, serviços e fontes de energia podem ser um indicador para esta estratégia. Em casos que não sejam de autoconstrução, a remuneração justa à equipe de obra é fundamental para cumprimento desta estratégia.







Princípios da permacultura relacionados: Integre ao invés de segregar (8); use soluções pequenas e lentas (9)

11.2. Usar recursos e materiais locais e acessíveis

- Indicadores: incorporar profissionais locais para assistência técnica; utilizar materiais extraídos do próprio terreno, reciclados ou reaproveitados; utilizar mão de obra local.
- Métodos e técnicas: observação, análise documental, entrevista.

Quadro 95: Avaliação geral ESTRATÉGIA 11.2

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|------------|----|----|----|----|----|----|
|------------|----|----|----|----|----|----|







| | | | | | | |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 11.2 |  |  |  |  |  |  |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|

Para a avaliação desta estratégia foi considerada a facilidade de acesso aos recursos técnicos e materiais. O uso de materiais retirados do terreno ou acessíveis economicamente é intrínseco a todos os casos, bem como a mão de obra familiar, em sua maioria. O que difere os casos que foram avaliados como atende parcialmente (casos 02 e 03) está relacionado à assistência técnica. O início da obra do caso 02 foi desenvolvido com uma assistência técnica que não residia na região e, apesar de ter viabilizado o processo todo, não teve condições de permanecer para um acompanhamento prolongado, o que gerou a necessidade de um replanejamento do processo todo e atrasos na obra. No caso 03 a situação foi similar, o arquiteto que projetou a casa não residia na região, gerando na família uma sensação de abandono. Reforça-se aqui a necessidade do acompanhamento técnico mesmo e especialmente em experiências de autoconstrução, uma vez que um suporte diante de desafios e peculiaridades presentes em uma obra artesanal é de fundamental importância.

Princípios da permacultura relacionados: observe e interaja (1); design partindo dos padrões para chegar aos detalhes (7); use e valorize a diversidade (10)

11.3. Promover artesanato local

- Indicadores: Eleger técnicas construtivas de caráter artesanal; prever o uso de elementos de arquitetura de interiores de procedência artesanal local; permitir expressões artísticas durante o processo de obra
- Métodos e técnicas: observação, análise documental, entrevistas.

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 11.3 |  |  |  |  |  |  |







Nessa estratégia todos os casos são avaliados positivamente, uma vez que o uso de tecnologias artesanais é por si só um impulsionador do saber fazer artesanal. As expressões artísticas incorporadas à edificação estão presentes em todos os casos. A construção natural coloca os usuários em contato com as suas próprias capacidades artísticas, inclinando sua visão de mundo para além das coisas dadas como prontas ou fabricadas, mas aprofundando o saber fazer e a criatividade. No âmbito da agricultura familiar isto talvez seja mais óbvio, mas em contextos urbanos, por exemplo, as técnicas de construção com terra e os processos por elas impulsionados tem o potencial de romper com um modo de pensar e abrir os horizontes para capacidades e talentos individuais.

Princípios da permacultura relacionados: obtenha rendimento (3)

11.4. Encorajar a produção local

- **Indicadores:** Agregar sistemas de produção de alimentos no entorno da edificação; garantir a permanência das famílias no campo.
- **Métodos e técnicas:** observação, entrevista.

Quadro 96: Avaliação geral ESTRATÉGIA 11.4

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 11.4 |  |  |  |  |  |  |







Para a análise dessa estratégia foram propostos indicadores relacionados à produção agrícola. Ainda que a produção local possa estar relacionada às edificações, acredita-se que este item esteja contemplado em outras estratégias dentro deste mesmo princípio. Assim sendo, todos os casos em um certo nível cumprem com esta estratégia, uma vez que as residências permitem a permanência das famílias no campo. Foi analisada então a proximidade da produção de subsistência e a principal atividade econômica atual das famílias, ou seja, como se dá o uso da terra. Dos casos analisados, no 03 e o 05 a principal atividade econômica das famílias tem dependência direta das grandes indústrias alimentícias da região. Nos demais casos a avaliação é positiva, pois todos eles possuem produção de subsistência no entorno próximo.

Princípios da permacultura relacionados: capte e armazene energia (2); obtenha rendimento (3)

11.5. Promover o empoderamento comunitário

- **Indicadores:** Promover atividades de ensino e capacitação vinculadas à construção; encorajar a autoconstrução.
- **Métodos e técnicas:** entrevista, análise documental




Quadro 97: Avaliação geral ESTRATÉGIA 11.5

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 11.5 |  |  |  |  |  |  |

Nesta estratégia todas as avaliações foram positivas. Ainda que em alguns casos as atividades de capacitação tenham sido mais intensas, elas existiram em todos, uma vez que os próprios usuários tomaram conhecimento das técnicas. Considera-se também que as técnicas de construção com terra são favoráveis à autoconstrução, sendo este um fator positivo adicional nesta análise.

Princípios da permacultura relacionados: observe e interaja (1); pratique a autorregulação e aceite o feedback (4)

Quadro 98: Avaliação geral PRINCÍPIO 11

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação PRINCÍPIO 11 |  |  |  |  |  |  |







Em relação à avaliação geral do Princípio 11, observa-se os seguintes fatores de influência: compartilhamento de conhecimento e mão de obra como consequência da ACT; uso de materiais da propriedade; ausência de acompanhamento técnico da região em determinadas etapas ou casos; uso da terra e outros materiais naturais permite expressões artísticas; saber fazer próprio da cultura local; habitação como fator de permanência das famílias no campo; produção de alimentos vinculada às edificações é próprio do contexto.

Princípio 12. Promover atividades locais

Estratégia 12.1. Fortalecer agricultura urbana e produção local de alimentos

- Indicadores: propiciar a produção agrícola.
- Métodos e técnicas: entrevista, análise documental, análise de projeto

Quadro 99: Avaliação geral ESTRATÉGIA 12.1

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 12.1 |  |  |  |  |  |  |







Nessa estratégia novamente entra o conceito de que as edificações potencializam a permanência das famílias no campo. A questão da permanência no campo não está restrita aos casos estudados, mas à comunidade rural como um todo. O interesse pela permacultura e pela arquitetura e construção com terra é crescente no meio acadêmico e entre uma população urbana que deseja estreitar o contato com a natureza. A valorização das tecnologias artesanais proporciona uma valorização do estilo de vida rural, e pode, como consequência, incentivar a permanência das gerações futuras no campo. Em contextos urbanos poderiam ser incluídos como indicadores para esta estratégia a presença de hortas em pequenos espaços, compostagem e hortas comunitárias.

Princípios da permacultura relacionados: design partindo dos padrões para chegar aos detalhes (7); integre ao invés de segregar (8).

Estratégia 12.2. Promover deslocamentos curtos e comércio local

- Minimizar as atividades externas, priorizando home office / comércio ou serviços junto à residência / produção de alimentos para subsistência
- Métodos e técnicas: entrevista, análise documental, análise de projeto

Quadro 100: Avaliação geral ESTRATÉGIA 12.2

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 12.2 |  |  |  |  |  |  |







Nos casos analisados a maior parte dos agricultores tem as atividades agrícolas como prioritárias, e, assim sendo, a vida se desenvolve na propriedade. É comum eventualmente algum membro da família estabelecer um vínculo de trabalho fora da propriedade durante determinados períodos de tempo, como foi verificado nos casos 05 e 06 no momento dessa pesquisa. Em contextos urbanos os indicadores para esta estratégia poderiam incluir a proximidade de estabelecimentos comerciais, institucionais e de serviço, bem como as facilidades de transporte público.

Princípios da permacultura relacionados: capte e armazene energia (2); integre ao invés de segregar (8)

Estratégia 12.3. Promover o uso coletivo de espaços

- Indicadores: Oferecer espaços ou serviços para uso comunitário; compartilhar espaços de atividades cotidianas; intensificar a ocupação residencial por diversos núcleos familiares
- Métodos e técnicas: análise do projeto

Quadro 101: Avaliação geral ESTRATÉGIA 12.3

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 12.3 |  |  |  |  |  |  |




Nessa estratégia a maior parte dos casos obteve avaliação mediana (atende parcialmente), uma vez que se tratam de propriedades privadas e não existe em nenhuma delas um espaço para uso comunitário. Nas comunidades rurais geralmente existe um espaço para encontro da comunidade, que atende à demanda. Foram considerados como fator de análise, também, a ocupação de uma mesma propriedade por mais de um núcleo familiar, o que ocorre nos casos 03, 04 e 05. No caso 04 a família possui um galpão que é alugado para atividades de marcenaria. Esta estratégia, noutros contextos, pode remeter a ocupações comunitárias, como ecovilas e condomínios nos quais existe conceito de compartilhamento de espaços como lavanderias, áreas de lazer e espaços de coworking.

Princípios da permacultura relacionados: integre ao invés de segregar (2).

12.4. Incluir espaços para atividades produtivas em escala urbana e arquitetônica

- Indicadores: Integrar a produção de alimentos à edificação; incluir locais para manufatura e armazenamento de produtos agrícolas
- Métodos e técnicas: observação, análise de projeto.

Quadro 102: Avaliação geral ESTRATÉGIA 12.4

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 12.4 |  |  |  |  |  |  |







Esta estratégia trata tanto da produção de alimentos integrada a edificação (em elementos arquitetônicos como pérgolas ou no entorno imediato) quanto da estrutura da casa para propiciar um melhor desenvolvimento das atividades agrícolas, como despensas, porões ou cômodos destinados ao processamento de alimentos. Destacam-se os casos 01 e 06, nos quais houve um planejamento específico para armazenamento de alimentos. Nos demais casos não existe um ambiente planejado para esta finalidade, mas percebe-se esta necessidade especialmente no caso 02, onde um dos dormitórios cumpre função de depósito e há um excesso de objetos nos ambientes. No caso 03 o espaço é restrito e precário. Nos demais casos, ainda que não haja um espaço específico para isso, as dimensões dos ambientes propiciam o cumprimento desta função. Obviamente, mesmo em meio rural, nem todas as famílias têm a mesma necessidade de espaço para armazenamento de alimentos, uma vez que isso tem relação com o modo de vida e mesmo com o tamanho da família. Entretanto, o planejamento desses espaços pode vir a fomentar mais atividades econômicas locais e evitar que um modo de vida tradicionalmente autônomo se torne muito dependente de produtos externos. Cabe destacar que as técnicas de construção com terra têm o potencial de configurar ambientes com umidade e temperatura controladas, como foi o propósito da Casa de Sementes (caso 01). Em contextos urbanos poderiam ser indicadores a presença de sacadas ensolaradas, pequenos jardins produtivos e hortas coletivas em bairros e condomínios.

Princípios da permacultura relacionados: obtenha rendimento (3); use as bordas e valorize os elementos marginais (11)

12.5. Desenvolver produtos manufaturados com materiais locais

- Indicadores: encorajar a produção de artesanato local; encorajar a execução de sistemas construtivos que possam ser reproduzidos na região; realizar beneficiamento de produtos produzidos na região.
- Métodos e técnicas: observação, entrevista.

Quadro 103: Avaliação geral ESTRATÉGIA 12.5

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 12.5 |  |  |  |  |  |  |

Nesta estratégia novamente os materiais naturais tem destaque, e todas as edificações utilizam tecnologias passíveis de serem reproduzidas na região – como o caso, de forma geral, evidencia.

Destacam-se, portanto, as produções específicas de cada família, como os medicamentos no caso 01, os artefatos de bambu no caso 02, a mão de obra profissional no caso 03, as esquadrias e forros feitas com madeira de refugo no caso 04, o salame no caso 05 e o vinho no caso 06. Percebe-se aqui a diversidade de habilidades encontradas nessas famílias, que tem, por constituição cultural, a afinidade com a manufatura. Em outros contextos o ideal é que, por meio da experiência arquitetônica, exista o estímulo ao desenvolvimento de habilidades. Este pode se dar através das técnicas artesanais e artísticas e da constituição de espaços voltados ao ensino e capacitação nos mais diversos temas.

Princípios da permacultura relacionados: obtenha rendimento (3); design partido dos padrões para chegar aos detalhes (7)

Quadro 104: Avaliação geral PRINCÍPIO 12

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Avaliação PRINCÍPIO 12 | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ |

Em relação à avaliação geral do Princípio 12, observa-se os seguintes fatores de influência: produção agrícola como atividade econômica das famílias; atividade econômica desenvolvida na propriedade; espaços privados, sem uso comunitário; projeto prevê ambientes de apoio à atividade econômica; desenvolvimento de outros produtos manufaturados em bambu tem relação direta com o a ACT.

13. Otimizar esforços construtivos

13.1. Otimizar o uso dos materiais

- Indicadores: Prever sistemas construtivos autoportantes que dispensem sistemas estruturais de pilares e vigas; prever tecnologias leves; evitar retrabalho; escolher materiais duráveis.
- Métodos e técnicas: observação, entrevista, análise de projeto.

Quadro 105: Avaliação geral ESTRATÉGIA 13.1

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Avaliação estratégia 13.1 | ▲ | ✘ | ✘ | ▲ | ▲ | ✘ |

Nesta estratégia são analisadas as peculiaridades de cada caso, e a palavra constante é o retrabalho. Esta talvez seja uma desvantagem desnecessária na aplicação das técnicas de construção com terra em que o contexto é experimental. No caso 01 considera-se a escolha da técnica adequada, uma vez que a terra ensacada para uma edificação deste porte pode ser bastante otimizada, mas houve retrabalho na etapa de revestimentos. No caso 02 a escolha inicial da técnica demandou grande esforço e fabricação de fôrmas para a taipa de pilão, e numa segunda etapa a substituição pela terra ensacada propiciou o desenvolvimento da obra. Ainda houve retrabalho em etapa de revestimento e







atualmente se torna necessário refazer boa parte do mesmo. No caso 03 atribui-se boa parte dos problemas ao tamanho da casa, que exige excessivo esforço construtivo para a família que não tem a mão de obra necessária para executar uma edificação de tal porte em terra ensacada. No caso 04 não há relatos de retrabalho e é destacado justamente a otimização de materiais na confecção de elementos de madeira. No caso 05 percebe-se a adequação da técnica ao projeto, e não há quantidade expressiva de retrabalho. No caso 06 as técnicas de construção com terra foram bem aplicadas, mas a escolha da madeira gera uma demanda importante de retrabalho para a substituição de elementos construtivos de madeira. O caráter experimental é positivo em muitos aspectos que foram avaliados, mas é necessário que o cronograma físico-financeiro da obra inclua etapas de testes com previsão do material necessário para tal. A escolha das técnicas deve estar relacionada não somente ao tipo de solo, mas também ao tamanho da edificação, para que se faça uma avaliação comparativa da demanda de trabalho.

Princípios da permacultura relacionados: observe e interaja (1); não produza desperdícios (6); use soluções pequenas e lentas (9).

13.2. Assegurar a escala adequada da edificação e garantir a funcionalidade da edificação

- Indicadores: Projetar o espaço de modo a ser suficiente e confortável para o desenvolvimento das atividades.
- Métodos e técnicas: observação, análise de projeto, entrevista.

Quadro 106: Avaliação geral ESTRATÉGIA 13.2

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 13.2 |  |  |  |  |  |  |






Nesta estratégia é avaliado o quanto o espaço construído propicia um bom desenvolvimento das atividades. No caso 01 percebe-se que a mudança de uso do espaço acarretou na necessidade de ampliação. No caso 02 a má distribuição das varandas gera a mesma demanda. No caso 03 discute-se novamente o tamanho, e avalia-se que a forma da edificação prejudica a funcionalidade da mesma. No caso 04, ainda que a edificação seja grande, relata-se falta de espaço na varanda e houve a adição de um espaço de churrasqueira não previsto em etapa de projeto. No caso 05, apesar de a funcionalidade ser boa, o usuário relata que a casa é grande para a família, tornando a limpeza tarefa difícil. No caso 06 há uma avaliação positiva em relação a escala e funcionalidade.

Princípios da permacultura relacionados: não produza desperdícios (6); design partindo dos padrões para chegar aos detalhes (7).

13.3. Promover simplicidade técnica dos processos construtivos

- **Indicadores:** Eleger técnicas e sistemas construtivos de fácil apropriação; eleger técnicas de domínio da comunidade local; escolher técnicas e sistemas construtivos compatíveis com os materiais disponíveis no terreno
- **Métodos e técnicas:** observação, entrevista, análise de projeto, análise documental.

Quadro 107: Avaliação geral ESTRATÉGIA 13.3







| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 13.3 |  |  |  |  |  |  |

Considera-se que as tecnologias de construção com terra tenham como característica a simplicidade, uma vez que o material não precisa ser beneficiado em locais externos e seu ciclo de vida é extremamente simples. Entretanto, as tecnologias não são tradicionalmente de domínio da comunidade local, tendo sido necessário um caminho de persistência na entre o primeiro caso e o mais recente. Ressalta-se o caso 04, no qual o projeto foi desenvolvido de acordo com a capacidade técnica da família, priorizando o uso da madeira para a estrutura. Percebe-se uma maior facilidade no caso 06, que é o mais recente, sendo este sucesso decorrente das experiências anteriores. O caso 03 mostra que uma técnica supostamente simples pode tornar o processo extremamente complexo em decorrência de condições específicas. Já no caso 05, a simplicidade da técnica, coerente com o projeto, foi prejudicada pela falta de experiência uma vez que se utilizou terra com muitos pedregulhos, prejudicando a compactação. Este problema teria sido evitado facilmente se a terra tivesse sido extraída de outro local próximo ou peneirada, ou seja, a falta de experiência acabou tornando complexo este processo inicialmente simples.

Princípios da permacultura relacionados: observe e interaja (1); design partindo dos padrões para chegar aos detalhes (7)

13.4. Reduzir esforços com transporte

- **Indicadores:** Eleger materiais do terreno; eleger materiais disponíveis localmente.
- **Métodos e técnicas:** Entrevista, observação, análise do projeto, análise documental

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 13.4 |  |  |  |  |  |  |

Nesta estratégia, verifica-se que em todos os casos a maior parte dos materiais é retirada do próprio terreno ou dos arredores (no caso 06, parte da madeira foi retirada de uma propriedade próxima, e no caso 04 ocorreu o mesmo com as pedras do porão). Ainda que em todos os casos existam materiais industrializados, o uso é mínimo em relação ao todo. Optou-se por uma análise simplificada, uma vez que não é objetivo deste trabalho avaliar a procedência de materiais industrializados e não haveria informação suficiente para rastrear a origem dos materiais de







construção utilizados nas obras. Para análises em outros contextos, e onde predominam materiais industrializados, é necessária a avaliação do ciclo de vida com base nas informações fornecidas pela indústria. E ainda, em etapa de projeto, prever o máximo de uso de materiais provenientes de indústrias locais. Em qualquer contexto a terra pode ser facilmente analisada em relação a sua procedência: mesmo em casos que a terra propícia para a construção tenha que ser transportada até o terreno, o ciclo se limita a extração e transporte da matéria prima até o local da obra, onde a mesma será beneficiada.

Princípios da permacultura relacionados: obtenha rendimento (3); use e valorize os serviços e recursos renováveis (5).

13.5. Encorajar o uso de materiais pouco processados

- Indicadores: Priorizar o uso de materiais naturais; fabricar tintas à base de elementos naturais; realizar tratamento para madeira ou bambu localmente; adotar coberturas ajardinadas.
- Métodos e técnicas: observação, análise de projeto, entrevistas.





Quadro 108: Avaliação geral ESTRATÉGIA 13.5

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Avaliação estratégia 13.5 |  |  |  |  |  |  |

Em relação a esta estratégia, nos casos analisados é priorizado o uso de materiais naturais e coletados do próprio terreno, ou seja, pouco processados. Assim sendo, todos os casos recebem avaliação positiva. Foram propostos como indicadores algumas possibilidades para materiais pouco processados, mas muitos outros poderiam ser adicionados à lista. A cobertura ajardinada, apesar de necessitar o uso de uma camada impermeabilizante muitas vezes de origem fóssil, tem a vantagem de utilizar a terra e a vegetação locais. Este item pode ser considerado em qualquer tipo de obra, considerando a crescente oferta de produtos de menor impacto ambiental como por exemplo impermeabilizantes de origem vegetal e tintas à base de terra.

Princípios da permacultura relacionados: use e valorize os serviços e recursos renováveis (5)

Quadro 109: Avaliação geral PRINCÍPIO 13

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação PRINCÍPIO 13 |  |  |  |  |  |  |

Em relação à avaliação geral do Princípio 13, observa-se os seguintes fatores de influência: retrabalho e decorrência da má aplicação das tecnologias, devido ao desconhecimento das mesmas; má escolha da técnica decorrente do desconhecimento do tipo de terra; uso de madeira frágil e sem tratamento como causadora de manifestações patológicas; dimensões e funcionalidade dos espaços,







decorrentes da etapa de projeto, apresentam desvantagens; a ACT por ser inovadora para a região apresenta desafios; predominância de materiais do terreno (pouco processados) reduz esforços com o transporte.

14. Estender a vida útil da edificação

14.1. Prever substituição regular de componentes construtivos

- Indicadores: Planejar a substituição de elementos por meio de um manual de uso, operação e manutenção.
- Métodos e técnicas: análise documental, análise de projeto.

Quadro 110: Avaliação geral ESTRATÉGIA 14.1

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 14.1 |  |  |  |  |  |  |







Esta estratégia foi avaliada de forma simplificada, uma vez que os projetos analisados não estavam acompanhados de um manual de uso, operação e manutenção. Em nenhum dos casos há um planejamento consolidado para a manutenção das edificações, e em nenhum dos casos as obras foram executadas com o objetivo de os elementos serem substituídos em algum momento. A consolidação de um manual de uso, operação e manutenção deve ser parte constituinte da documentação do projeto. Entretanto, sabe-se que na maior parte dos casos estudados não existem os projetos complementares, devido à escassez de recursos; uma documentação mais detalhada deveria ser viabilizada a partir da valorização dos serviços de arquitetura e engenharia.

Princípios da permacultura relacionados: use soluções pequenas e lentas (9); use criativamente e responda às mudanças (12).

14.2. Prever a erosão de elementos construtivos

- Indicadores: Utilizar beirais largos para proteger fachadas; utilizar quebra-ventos para a proteção de fachadas mais expostas; utilizar fundações com altura suficiente para proteger a base das paredes; inserir faixas com cerâmica ou rodapés em paredes de terra; utilizar revestimentos adequados para os sistemas de vedação.
- Métodos e técnicas: observação, análise de projeto.

Quadro 111: Avaliação geral ESTRATÉGIA 14.2

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 14.2 |  |  |  |  |  |  |

Para análise desta estratégia foi atribuída uma série de indicadores que consistem em elementos para a proteção das edificações. De modo geral os casos apresentam problemas de erosão







nos mais diversos tipos de elementos construtivos. No caso 01 destaca-se a ausência de fundações, da qual decorrem problemas de umidade, ainda que não tenha sido detectado despegamento de reboco. No caso 02 aparecem diversas manifestações de erosão dos sistemas construtivos, com destaque para situações de atrito gerado por uso e manuseio de mobiliário e despegamento de reboco pela má aplicação da técnica. No caso 03 o estado de abandono e degradação é evidente, como foi constatado na análise de outras estratégias. No caso 06 também ocorrem situações de degradação de elementos que resultam complexas de serem substituídas. É evidente o contraste do estado de conservação das fachadas mais expostas em relação às fachadas protegidas. O único caso avaliado positivamente (atende) é o 05, que apresenta algumas rachaduras decorrentes da execução, mas que não mostraram evolução ou maior degradação ao longo dos anos.

Princípios da permacultura relacionados: não produza desperdícios (6); design partindo dos padrões para chegar aos detalhes (7).

14.3. Planejar a manutenção das edificações

- Indicadores: Produzir um manual para a manutenção da edificação; realizar manutenções periódicas
- Métodos e técnicas: entrevista, observação

Quadro 112: Avaliação geral ESTRATÉGIA 14.3

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 14.3 |  |  |  |  |  |  |

Para esta estratégia, além de ser considerada a existência ou não de um manual de uso, operação e manutenção, considera-se as manutenções realizadas espontaneamente pelos usuários, conforme detecção de demanda. Manutenções foram realizadas nos casos 01, 04 e 05 – sendo que neste último, somente em rachaduras que surgiram poucos meses após o término da obra. As edificações 02 e 03 não receberam nenhum tipo de manutenção, bem como a 06 – esta, provavelmente, por se tratar de uma edificação mais recente. De qualquer forma, detecta-se que a maior parte das degradações detectadas decorrem de uma má aplicação das técnicas, e não da ação do tempo.

Princípios da permacultura relacionados: não produza desperdícios (6); design partindo dos padrões para chegar aos detalhes (7)

14.4. Projetar edificações flexíveis à modificações e ampliações

- Indicadores: utilizar divisórias internas leves que possam ser facilmente removidas; planejar espaços para usos múltiplos; escolher técnicas que facilitem obras de reforma.
- Métodos e técnicas: análise de projeto.

Quadro 113: Avaliação geral ESTRATÉGIA 14.4

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Avaliação estratégia 14.4 | | | | | | |

Para avaliação desta estratégia foram considerados a localização no terreno e os sistemas construtivos. Em todos os casos está presente um ponto positivo que tem relação com a localização, pois trata-se de propriedades com grandes dimensões. Em relação aos sistemas construtivos, a terra ensacada é, em geral bastante rígida quando se trata de alterações nas paredes. A configuração do projeto tem, geralmente, intenção estrutural, com amarrações ou mesmo formas curvas que auxiliam na estruturação. O BTC também é constituído através de um sistema estrutural, e as alterações como aberturas de vãos ou reformas demandam esforços construtivos. Nos casos 04 e 05, apesar de as paredes externas serem parcialmente em terra ensacada, as internas são divisórias que podem ser reconfiguradas facilmente. Mesmo com o uso de técnicas rígidas como a terra ensacada, é possível um planejamento para futuras ampliações a partir do uso de elementos estruturantes.

Princípios da permacultura relacionados: use e valorize os serviços e recursos renováveis (5)

14.5. *Projetar estruturas fortes e duráveis*

- Indicadores: Utilizar fundações com materiais resistentes; utilizar madeira de qualidade ou tratada para o sistema estrutural; utilizar materiais industrializados de boa qualidade
- Métodos e técnicas: observação, análise de projeto







Quadro 114: Avaliação geral ESTRATÉGIA 14.5

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Avaliação estratégia 14.5 | | | | | | |

A avaliação dessa estratégia estendeu-se para além dos sistemas estruturais, incluindo todos os elementos das edificações. A ausência de fundações é destacada no caso 01, por ocasionar a ascendência de umidade ainda que não prejudique a estrutura das paredes e cobertura. No caso 02 são observados diversos locais com erosão dos BTC e também dos revestimentos das paredes de terra. Destaca-se nos casos 01, 03, 05 e 06 a fragilidade dos elementos de madeira: no caso 03 danificada pela exposição inadequada dos elementos; nos casos 01, 03 e 05 a presença de cupins; e no caso 06 a excessiva exposição da fachada que provocou danos a elementos de madeira sem tratamento. Percebe-se que na maior parte dos casos os elementos de terra apresentam estabilidade, desde que aliados a estratégias de proteção por desenho.

Princípios da permacultura relacionados: não produza desperdícios (6)

Quadro 115: Avaliação geral PRINCÍPIO 14

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação PRINCÍPIO 14 |  |  |  |  |  |  |







Em relação à avaliação geral do Princípio 14, observa-se os seguintes fatores de influência: inexistência de manual de uso, operação e manutenção; degradação de elementos construtivos por má aplicação das técnicas ou abandono; ausência de manutenções periódicas; técnicas rígidas como a terra ensacada e o BTC dificultam ampliações e modificações; presença de materiais industrializados de baixa qualidade; uso de madeira frágil e sem tratamento.

15. Otimizar recursos

15.1. Utilizar materiais recicláveis

- Indicadores: Incorporar o lixo na edificação; utilizar materiais naturais sem adição de cimento
- Métodos e técnicas: observação, entrevista.

Quadro 116: Avaliação geral ESTRATÉGIA 15.1

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 15.1 |  |  |  |  |  |  |







Nesta estratégia entra novamente a questão dos materiais, favorecendo a análise em todos os casos. Apesar de não haver exemplos do uso de lixo incorporado à edificação – prática comum em edificações experimentais vinculadas à permacultura -, em todas elas há uso de materiais reaproveitados. Na construção com terra é necessário considerar os traços utilizados em todos os elementos visando a reciclabilidade da edificação, que é uma vantagem importante da tecnologia. Conforme citado anteriormente, não foi possível levantar informações a respeito de traços de rebocos, uma vez que os usuários não tinham clareza nesta informação. De qualquer forma, se opta por avaliar positivamente todos os casos para este quesito.

Princípios da permacultura relacionados: não produza desperdícios (6); design partindo dos padrões para chegar aos detalhes (7).

15.2. Promover edificações densificáveis e compactas

- Indicadores: Projetar espaços com dimensões suficientes para realização das tarefas, sem área excessiva que possa ficar subutilizada ao longo da vida útil da edificação; formato compacto; ausência de espaços residuais.
- Métodos e técnicas: observação, análise de projeto, entrevista.

Quadro 117: Avaliação geral ESTRATÉGIA 15.2

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 15.2 |  |  |  |  |  |  |




Para esta estratégia receberam avaliação positiva os casos 01, 02 e 06. O caso 06, apesar de se tratar de uma edificação mais ampla que as demais, tem formato compacto e espaços bem utilizados, sem áreas residuais. No caso 03 o tamanho excessivo e a área residual acarretam em uma avaliação negativa (não atende). No caso 04 os recortes na volumetria de um pavimento para o outro resultam em uma má qualidade ambiental no sótão e em problemas de infiltração – como a edificação é parcialmente compacta, avaliou-se como atende parcialmente. Já no caso 05 a casa é compacta, mas apresenta tamanho excessivo. Os indicadores dessa estratégia quando atendidos podem auxiliar no conforto térmico, em economia na obra e na praticidade da edificação. Em relação à densificação, não se aplica ao caso das propriedades agrícolas familiares. Este item deve ser considerado para propriedades multifamiliares ou assentamentos urbanos.

Princípios da permacultura relacionados: capte e armazene energia (2); integre ao invés de segregar (8)

15.3. Assegurar fornecimento de energia renovável

- Indicadores: Utilizar sistema para aquecimento solar de água; utilizar fornecimento de energia solar fotovoltaica ou eólica; utilizar fogão ou sistemas de aquecimento à base de lenha
- Métodos e técnicas: observação, análise de projeto.

Quadro 118: Avaliação geral ESTRATÉGIA 15.3

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 15.3 |  |  |  |  |  |  |






Esta estratégia é avaliada como não atende em todos os casos, uma vez que nenhum deles utiliza os sistemas citados nos indicadores. Atribui-se a uma falta de estímulo por parte do próprio movimento que se constituiu, que objetivou a difusão dos materiais até o momento da escrita desta tese. Reconhece-se que é utilizado o fogão a lenha em todos os casos, que é de fonte renovável e acessível para os agricultores, mas optou-se por desconsiderá-lo na análise desse item para assim ressaltar a importância de sistemas que permitam maior autonomia energética às edificações, uma vez que se considera fator essencial para a boa avaliação da sustentabilidade como um todo.

Princípios da permacultura relacionados: capte e armazene energia (2); obtenha rendimento (3)

15.4. Desenvolver sistemas construtivos adequados às condições locais

- Indicadores: Eleger a técnica de construção com terra de acordo com o solo local; priorizar sistemas com processos de obra condizentes com os períodos de chuva na região; propiciar tecnologias acessíveis.
- Métodos e técnicas: análise documental, observação, análise de projeto.

Quadro 119: Avaliação geral ESTRATÉGIA 15.4

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 15.4 |  |  |  |  |  |  |



Esta estratégia traz conceitos de adequação tecnológica ao contexto local. Em todos os casos as tecnologias eleitas são consideradas acessíveis e possíveis de gerar autonomia. Cabe destacar que na região sul não existe um período de chuvas específico, e que técnicas de paredes portantes como a terra ensacada devem considerar a imprevisibilidade climática durante o andamento da obra, promovendo proteção às paredes. Longos períodos de chuva podem dificultar a obtenção do grau ideal de umidade da terra e prejudicar estruturas já executadas. Destaca-se novamente a má escolha da técnica no início do processo da execução da edificação 02 e o tamanho da edificação 03 como fatores que influenciam na análise desta estratégia. Esta, em qualquer contexto, deve considerar as condições ambientais, mas também as sociais e econômicas dos futuros usuários.

Princípios da permacultura relacionados: não produza desperdícios (6)

15.5. Melhorar sistemas naturais para ventilação, aquecimento e iluminação

- Indicadores: Assegurar cumprimento de diretrizes mínimas para conforto ambiental nas edificações
- Métodos e técnicas: análise documental, análise de projeto.







Quadro 120: Avaliação geral ESTRATÉGIA 15.5

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação estratégia 15.5 |  |  |  |  |  |  |

Para análise dessa estratégia foram consideradas as avaliações das estratégias contidas no princípio 4, que está dentro do âmbito da sustentabilidade ambiental. Isso demonstra o cruzamento entre os diferentes âmbitos, uma vez que conceitos de ventilação e iluminação naturais influenciam na economia de energia, bem-estar e saúde do ambiente.



















Princípios da permacultura relacionados: capte e armazene energia (2); use e valorize os recursos renováveis (5).

Quadro 121: Avaliação geral PRINCÍPIO 15

| Edificação | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Avaliação PRINCÍPIO 15 |  |  |  |  |  |  |

Em relação à avaliação geral do Princípio 15, observa-se os seguintes fatores de influência: presença de materiais reaproveitados ou de demolição; formas orgânicas geram espaços residuais; espaços de tamanho excessivo podem gerar desconforto e reduzem a funcionalidade; sistemas de instalações não utilizados (ausência de projetos complementares na maior parte dos casos); desconhecimento ou má escolha do solo local; sistemas de ventilação e iluminação natural ineficientes.

Quadro 122: Resultado da avaliação da sustentabilidade nas seis edificações.

| | AMBIENTAL | SOCIOCULTURAL | SOCIOECONÔMICO |
|---------------|---|---|---|
| Edificação 01 |  |  |  |
| Edificação 02 |  |  |  |
| Edificação 03 |  |  |  |
| Edificação 04 |  |  |  |
| Edificação 05 |  |  |  |
| Edificação 06 |  |  |  |

Apreciando-se os resultados das avaliações, é possível afirmar que, de forma geral, todas as edificações atendem aos requisitos de sustentabilidade. O âmbito sociocultural tem avaliação positiva em todas as edificações, o que traz o seguinte questionamento: o fato de estas edificações serem avaliadas como sustentáveis tem relação com a ACT ou com o contexto na qual estão inseridas? Para responder a este questionamento, os fatores de influência foram classificados como decorrentes da ACT ou do contexto local, da seguinte forma:

Quadro 123: Fatores de influência positivos intrínsecos ao uso da terra

| Sustentabilidade ambiental | Sustentabilidade sociocultural | Sustentabilidade socioeconômica |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Movimentação de terra favorece a aplicação das técnicas, justificando o impacto. ● Predominância de materiais de baixo impacto ambiental. ● As técnicas de construção com terra atendem à NBR 15550, propiciando avaliação positiva a respeito do desempenho das paredes. ● O uso de paredes pesadas como a terra ensacada é resistente a intempéries mas deve ser aliado à outras estratégias. | <ul style="list-style-type: none"> ● O uso da terra e outros materiais naturais contribuem para saúde e bem-estar pela ausência de toxicidade. ● Tecnologias experimentais que podem levar a um desenvolvimento a nível comunitário. ● Tecnologias que propiciam a autoconstrução. ● Técnicas que propiciam a solução criativa de problemas. ● O uso da terra e outros materiais naturais permite expressões artísticas. | <ul style="list-style-type: none"> ● ACT como tecnologia artesanal estimula a produção local. ● Impulsiona compartilhamento de conhecimento por ser uma tecnologia em desenvolvimento. ● Impulsiona o compartilhamento da mão de obra em contextos onde isso é propício. ● Retirada do material do terreno reduz esforços com o transporte. |

Quadro 124: Fatores de influência negativos intrínsecos ao uso da terra

| Sustentabilidade ambiental | Sustentabilidade sociocultural | Sustentabilidade socioeconômica |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Obstáculos em relação ao uso da terra devido à falta de padronização do material. ● Técnica da terra ensacada pode influenciar na limitação das aberturas. ● Dificuldades na identificação do tipo de solo podem gerar prejuízos. | <ul style="list-style-type: none"> ● Ausência de acompanhamento técnico especializado pode gerar situações de vulnerabilidade quando se trata da aplicação das técnicas de ACT. | <ul style="list-style-type: none"> ● Retrabalho é decorrência da má aplicação das técnicas. ● A má aplicação das técnicas pode reduzir a durabilidade das edificações. |

Quadro 125: Fatores de influência positivos intrínsecos à realidade local²⁴

| Sustentabilidade ambiental | Sustentabilidade sociocultural | Sustentabilidade socioeconômica |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Conhecimento profundo do local de intervenção por parte dos usuários. ● A presença de porões é decorrente da cultura local e acaba incrementando o conforto por conta da inércia térmica. | <ul style="list-style-type: none"> ● Ocorrência de mutirões; ocorrência de visitas. ● Práticas agrícolas com rotação de culturas. ● Localização das edificações considera atividades produtivas. | <ul style="list-style-type: none"> ● Saber fazer próprio da cultura local (ainda que não especificamente na área da construção civil). ● Habitação como fator de permanência das famílias no campo. ● A produção de alimentos vinculada às edificações é próprio do contexto. |

²⁴ Como fator negativo intrínseco à realidade local foi constatado somente que não é próprio da cultura local a prevenção aos desastres naturais.

| | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • O uso predominante de materiais retirados do próprio terreno é viável por se tratar de propriedades agrícolas. • O uso do fogão à lenha, próprio da cultura local, como recurso energético disponível e renovável | <ul style="list-style-type: none"> • Forte produção de subsistência. • Uso de pedra e madeira (materiais da propriedade, com os quais a terra é compatível) tem como consequência a referência cultural da arquitetura da região. • Envolvimento de toda a família nas atividades relacionadas à projeto e obra tem relação com as dinâmicas socioculturais. • Troca de conhecimento e mão de obra decorrem e ao mesmo tempo estimulam a coesão social. | <ul style="list-style-type: none"> • Produção agrícola como atividade econômica das famílias. • A atividade econômica desenvolvida na propriedade reduz deslocamentos. |
|--|---|--|

Um dos fatores de importância no âmbito sociocultural é o respeito à cultura construtiva local. É importante destacar que a ACT não é uma tecnologia tradicionalmente usada na região, e que a ideia de se trazer uma tecnologia nova e experimental poderia não ter logrado êxito se não fosse nesse contexto específico. A respeito dessa reflexão, considera-se que a Casa de Sementes – Edificação 01 - tem um destaque neste estudo por haver sido a primeira edificação construída com terra na região. A expansão dos exemplos demonstrou o quanto uma experiência privada inovadora é capaz de trazer um impacto em uma comunidade, uma vez tendo sido planejada com o intuito de servir de exemplo. O contexto da agricultura familiar favoreceu, uma vez que a rede de relações entre as diversas famílias da região é bastante forte. A forte liderança do agricultor também foi fator fundamental para a expansão dos exemplos, e a persistência ao longo dos anos foi fundamental para os resultados positivos.

Ainda em relação à identificação de fatores que influenciam na avaliação positiva ou negativa das estratégias, identificou-se uma série de itens que prejudicaram as avaliações e que são decorrentes da etapa de projeto. Destaca-se:

- Falta de estudo detalhado para a análise da incidência solar na edificação.
- Projetos de instalações inexistentes na maior parte dos casos e gestão da água considerada como secundária (este, provavelmente em decorrência da abundância de água no local).
- Ausência de estratégias passivas que considerem a zona bioclimática
- Não cumprimento de requisitos básicos para iluminação e ventilação naturais sugeridos pela NBR 15550
- Más decisões referentes às dimensões com espaços de tamanho excessivo podem gerar desconforto térmico (dificuldade em aquecer a edificação) e prejudicar a funcionalidade dos espaços.
- Falta de adequação à zona bioclimática.

- Desconhecimento do solo local provoca escolha inadequada da técnica de ACT.
- Inexistência de manual de uso, operação e manutenção.
- Formas orgânicas podem gerar espaços residuais e prejudicar a funcionalidade.

13 CONCLUSÕES

Considera-se que a pergunta de pesquisa formulada - as construções com terra na atualidade, em Santa Catarina, atendem satisfatoriamente a requisitos de sustentabilidade nas edificações? – Foi respondida de forma positiva.

Os objetivos da tese também foram alcançados. O primeiro objetivo específico 01 - mapear e registrar o momento atual da produção de ACT em uso no estado de Santa Catarina – foi o primeiro resultado alcançado. A pesquisa exploratória resultou no mapeamento de 52 edificações construídas com terra no estado. Com o mapeamento foi possível estabelecer o perfil da produção da ACT em SC, com definição de dados relacionados ao uso da edificação, tipo de mão de obra, ano da construção e técnicas de construção com terra. Constatou-se uma predominância de ACT nas regiões litorânea e do Oeste Catarinense.

O segundo objetivo - estabelecer um método específico, ou verificar o método que melhor se adequa, para a avaliação da sustentabilidade em ACT em Santa Catarina, que possa ser expandido ao contexto brasileiro – foi cumprido a partir do referencial teórico. Neste foram desenvolvidos dois temas: A sustentabilidade na arquitetura tratou dos conceitos gerais, com ênfase na permacultura e bioconstrução, bem como dos métodos para a avaliação da sustentabilidade. No tema da arquitetura e construção com terra foram demonstradas suas características, peculiaridades e relações com a arquitetura vernácula. A partir do cruzamento entre estes dois temas foi eleito o Projeto VerSus para adaptação à realidade brasileira com o foco na avaliação da sustentabilidade em ACT.

O terceiro objetivo - validar o uso do método de avaliação da sustentabilidade em um estudo de caso piloto e, se necessário, realizar adaptações ao mesmo - também foi cumprido. A partir do mapeamento foi eleito o estudo de caso piloto, localizado em Camboriú. Neste foi aplicado o método desenvolvido a partir dos princípios e estratégias do Projeto VerSus. A partir da avaliação dessas edificações foi possível encontrar fatores que comprometem a sustentabilidade das mesmas. Foram constatadas lacunas no método que possibilitaram a melhoria do mesmo. Os indicadores para a avaliação de cada estratégia foram desenvolvidos a partir do estudo de caso piloto.

O quarto objetivo - estabelecido um método final, avaliar a sustentabilidade da ACT em um espaço amostral – foi alcançado e consistiu na avaliação da sustentabilidade em seis edificações localizadas no Oeste Catarinense. Optou-se por avaliar cinco edificações anteriormente analisadas em Prompt (2012), considerando-se a pré-existência de dados a respeito das edificações e a proximidade geográfica entre os estudos de caso – o que também levou a inserção de uma sexta

edificação ao estudo. Para cada edificação foram avaliadas as 75 estratégias a partir dos dados coletados em campo, possibilitando a avaliação de cada um dos 15 princípios e de cada um dos três âmbitos.

Assim sendo, o objetivo principal - avaliar a sustentabilidade de edificações construídas com terra no estado de Santa Catarina – foi alcançado. Considera-se que os objetivos específicos foram um caminho eficaz para o cumprimento do objetivo geral proposto.

Em relação ao referencial teórico, foi possível aprofundar as temáticas da sustentabilidade na arquitetura e da ACT. A temática da sustentabilidade na arquitetura é abrangente e contextualizada, e considera-se importante o direcionamento dos conceitos para que se obtenha respostas específicas para a realidade estudada, tanto em teoria quanto na prática profissional, visando a busca da solução de problemas e a contribuição para redução do déficit habitacional. No caso da ACT em SC, alguns conceitos chave foram a relação com a permacultura e as características da arquitetura vernácula que podem ser atribuídas às edificações. Destaca-se a autoconstrução, o uso predominante de materiais locais e o profundo conhecimento do local de implantação da edificação.

Ainda em relação ao método Versus, ficam alguns questionamentos. Devido às suas peculiaridades, até que ponto é possível a sua reprodução? Seus conceitos, que dependem tanto da intensidade das relações humanas solidárias em muitos de seus princípios, são adaptáveis a uma esfera comercial? E se as edificações deste estudo de caso fossem avaliadas a partir de outro método, qual seria o resultado dessas avaliações?

Estes questionamentos podem ser desenvolvidos a partir de novos estudos e pesquisas. A aplicação do método em outros tipos de edificação poderia resultar em uma análise comparativa deste com estudos futuros. Outra sugestão é a inserção dos princípios e estratégias do VerSus em etapa de projeto e planejamento da obra, conforme os objetivos do próprio Projeto VerSus. Considera-se também como importante sugestão para trabalhos futuros a elaboração de um material didático que seja acessível para além do ambiente acadêmico e que possa servir de suporte à produção popular da ACT e à profissionais da área, que englobe os princípios e estratégias do VerSus, bem como os indicadores aqui propostos, e que possa ser utilizado no contexto brasileiro. Sugere-se também a atualização do mapeamento das ACT no estado de SC, trabalho este que poderá ser expandido ao território nacional e disponibilizado através de uma plataforma na internet, configurando uma rede.

Finalmente, considera-se que a hipótese deste trabalho - avaliar a sustentabilidade da ACT permite a identificação de aspectos a serem corrigidos nos processos de projetos e obras construídos com terra – foi comprovada, uma vez que foi possível identificar as debilidades da ACT no contexto trabalhado.

REFERÊNCIAS

- AEDO, Wilfredo Carazas. Porqué construir con tierra? Universalidad y sostenibilidad. In: 14º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra (SIACOT). Anais. San Salvador, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (ASBEA). Guia para Arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho NBR 15575/2013. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9050. Norma Brasileira de Acessibilidade de Pessoas Portadoras de Deficiência às Edificações, Espaço Mobiliário e Equipamentos Urbanos. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15220: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. 2005. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 15.575-1: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 15.575-2: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 2: Requisitos para os Sistemas Estruturais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 15.575-3: 2013, Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 3: Requisitos para os Sistemas de Pisos. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 15.575-4: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os Sistemas de Vedações Verticais internas e externas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 15.575-5: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 5: Requisitos para os Sistemas de Coberturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 15.575-6: Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 5: Requisitos para os Sistemas Hidrossanitários. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- Baixo Impacto Arquitetura. Projetos. Disponível em www.baixoimpacto.com.br. Acesso em: 10 de setembro de 2018.
- BARBOSA, Normando P.; TIMÓTEO, Soênia M.; MATTONE, Roberto; PASERO, Gloria. Avaliação pós-ocupação de construções de blocos de terra comprimida tipo Mattone In: VII Seminário Ibero-americano de Construção com Terra e III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil TERRA BRASIL 2008. Anais. São Luís, MA: Rede PROTERRA / UEM, 2008. CD- ROM. p. 1-10.
- BARRETO, Mauricio Guillermo Corba. Por que duas casas ficam em pé e uma cai? Estudo multicaso do processo construtivo de três habitações sociais em adobe nos assentamentos rurais Pirituba II e Sepé Tiaraju - SP - Brasil. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

BRASIL – Ministério do Meio Ambiente. Agenda 21 Global. 1992. Disponível em <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html>. Acesso em 14 de setembro de 2018

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (2010). Selo Casa Azul. Caixa, Brasília Disponível em <http://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_casa_azul/Selo_Casa_Azul.pdf>. Acesso em 24 de outubro de 2018.

CARVALHO, Maria Cecília M (org.). Metodologia Científica Fundamentos e Técnicas. Campinas: Papirus, 2002.

CARVALHO, M. T. M. Metodologia para Avaliação da Sustentabilidade de Habitações de Interesse Social com Foco no Projeto. Tese de Doutorado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.TD-003A/09, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009.

CARVALHO, M.T. M e SPOSTO, R.M. Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto. In: Ambiente Construído, v. 12, n. 1, p. 207-225. Porto Alegre, 2012

CAU – Conselho de Arquitetura e Urbanismo (2015). Pesquisa CAU/BR Datafolha. Conselho de Arquitetura e Urbanismo. Disponível em <http://www.caubr.gov.br/pesquisa2015/>.

CID J., MAZARRÓN F.R., CAÑAS I.; Las normativas de construcción con tierra en el mundo; Informes de la Construcción, 2011, 63:159-169

CONCEIÇÃO, Milton Luz. La arquitectura absorbida en la isla de Santa Catarina, Brasil. In: Apuntes: Vol. 25, núm.2. P.200-209, 2012.

CORREIA VerSus: Contributo do Património Vernáculo para a Arquitetura Sustentável

CORREIA, Mariana; GÓMES, Filipa; CARLOS, Gilberto D.; CORREIA, João. Reflexões do projeto versus contributo do património vernáculo para a arquitetura contemporânea sustentável. In: 14º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, SIACOT. Anais. San Salvador, El Salvador, Centroamerica, 2014. CD-ROM. p. 80-87.

CORREIA, Mariana, DIPASQUALE, Letizia, MECCA, Saverio (ed.). VERSUS: HERITAGE FOR TOMORROW: vernacular Knowledge for Sustainable Architecture. Firenze: Firenze University Press, 2015.

CRATERRE. Galeria de imagens, Geografia, (201-). Disponível em <http://craterre.org/accueil:galerie-des-images/default/gallery/38/gallery_view/Gallery> . Acesso em 31 de outubro de 2021.

CUNHA, José Celso. A história das construções – Volume 1 – Da pedra lascada às pirâmides de Dahchur. Belo Horizonte: Autentica Editora, 2009.

Diário Catarinense. Santa Catarina é o terceiro Estado do país que mais sofreu com desastres naturais em 20 anos. Disponível em

<<http://dc.clicrbs.com.br/sc/noticias/noticia/2017/02/santa-catarina-e-o-terceiro-estado-do-pais-que-mais-sofreu-com-desastres-naturais-em-20-anos-9713248.html>> Acesso em 17 de outubro de 2018.

D'AVILA, Luísa Nunes. Gente Construtora: As Casas de Bugre do Sul do Brasil. Revista Historiar , v. v.2, p. 1, 2009.

DETHIER, Jean. Arquitetura de Terra ou o Futuro de uma tradição Milenar. Catálogo de exposição. Rio de Janeiro : Avenir, 1982.

ELALI, G. A.; PINHEIRO, J. Q. Analisando a experiência do habitar: algumas estratégias metodológicas. In: VILLA, S.B; ORNSTEIN, S. W. (Orgs.). Qualidade Ambiental na Habitação: Avaliação Pós-Ocupação. São Paulo: Oficina de textos, 2013. p. 15-35. ISBN: 978-85-7975-076-2

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Casa de terra ensacada é sustentável e econômica. In: Revista agropecuária catarinense. v.25, n.3, nov. 2012

FARAH, Ana Paula e CACHIONI, Marcelo. Catedral de Campinas: O emprego da taipa de pilão em construções de grande porte no século XIX. In: III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. Anais. Campo Grande, 2010.

FASTOFSKI, Daniela Chiarello, GONZÁLES, Marco Aurélio Stumpf, KERN, Andrea Parisi . Sustainability analysis of housing developments through the Brazilian environmental rating system Selo Casa Azul. In: Habitat International 67, p; 44 – 53, 2017.

FATHY, Hassan: Arquitetura para os pobres. Uma experiência no Egito rural. Lisboa: Argumentum e Dinalivro, 2009. Edição original: 1973.

FERREIRA, Thiago Lopes. Arquiteturas vernáculas e processos contemporâneos de produção: Formação, experimentação e construção em um assentamento rural. Tese de Doutorado em Arquitetura. Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble / Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Grenoble, 2014.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Déficit Habitacional no Brasil – 2015. Estatística & Informações. Belo Horizonte, 2018.

FUNDAÇÃO VANZOLINI (2015). Disponível em <<https://vanzolini.org.br/>>. Acesso em 24 de outubro de 2018.

GARZÓN, L. E. (2011). Técnicas Mistas. In: Neves, C.; Faria, O. B. (Org). Técnicas de construcción con tierra. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA. p. 72-77. Disponível em <http://www.redproterra.org>

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Ed. Atlas, 2002. 175p

GBC Braisl – Green Building Conciul Brasil, 2014. Disponível em <<http://www.gbcbrazil.org.br/sobre-certificado.php#prettyPhoto>>. Acesso em 24 de outubro de 2018.

GUÉGEN, A e LOPES, T. CASA SUINDARA. Canteiro-Escola de reforma agrária. CRATerre Editions / Cadernos Habis, 2016.

GUILLAUD, H. Defining vernacular architecture. In: VERSUS: HERITAGE FOR TOMORROW: vernacular Knowledge for Sustainable Architecture / CORREIA, Mariana, DIPASQUALE, Letizia, MECCA, Saverio (ed.). Firenze: Firenze University Press, 2014. P. 32.

GUILLAUD, Hubert; MORISET, S.; SANCHES MUÑOZ, N.; SEVILLANO Gutiérrez, E. (eds) 2014. Booklet - VerSus: Lessons from vernacular heritage to sustainable architecture. Grenoble: CRATerre & Escola Superior Gallaecia.

ONU-HABITAT III: Nova agenda urbana. 2019. Disponível em [<http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Portuguese->

Brazil.pdf?fbclid=IwAR2koIM7MtgBh6i57G4fxWeWpbK52Jr7sXIrGdBbJF81bF2GSzY527FWdAY]. Acesso em 19 de junho de 2018

HEATHCOTE, K. The thermal performance of earth buildings. In: Informes de la Construcción, Vol. 63, 523, 117-126: 2011.

HOFFMAN, Aniara Bellina. Avaliação da Sustentabilidade em Habitações de Interesse Social do Programa Minha Casa Minha Vida em Rancho Queimado – SC. Dissertação de Mestrado defendida pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina – POSARQ, UFSC. Florianópolis: 2012.

HOLANDA, Márcio. (2016). Refúgio na Mata: vernáculo contemporâneo. TerraBrasil 2016: Anais. Bauru: Rede TerraBrasil; UNESP.

HOLMGREN, David. Os fundamentos da permacultura. Victoria, Australia: Holmgren Design Service. 2013.

HOUBEN, Hugo e GUILLAUD, Hubert. Earth Construction: a comprehensive guide. Marseille: Edición Parenthèse, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Censo 2010. Disponível em <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em 17 de outubro de 2018.

iisBE Portugal - INTERNATIONAL INITIATIVE FOR A SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT PORTUGAL . Home. 2011. Disponível em: <http://www.iisbeportugal.org/portugues/portugues.html>>. Acesso em outubro de 2018.

ILLANKOON, I.M.C.S; TAM, V.W.Y; LE, N.K. Environmental, Economic, and Social Parameters in International Green Building Rating Tools. In: Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice. V. 143, 2017.

Ivy Porã. Disponível em: <https://yvypora.wordpress.com/category/espaco-waikayu/>. Acesso em: 10 de setembro de 2018.

JOAQUIM, Bianca dos Santos. Terra e Trabalho: O lugar do trabalhador nos canteiros de produção da Arquitetura e Construção com Terra. Dissertação de Mestrado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia – Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015

KANAN, Isabel. Researching the traditional building culture of Costa da Lagoa, Santa Catarina, Brazil. In: Vernacular Heritage and Earthen Architecture: Contributions for Sustainable Development – Correia, Carlos & Rocha (Eds). 2014

KANAN, Maria Isabel. Os materiais de terra nos sistemas construtivos da arquitetura da imigração na região da antiga colônia de Blumenau em Santa Catarina. In: II Terra Brasil –Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. Anais. São Luis, 2008.

KANAN, Maria Isabel e POLLI, Juliana. Tipologias arquitetônicas tradicionais no Vale do Itajaí, Santa Catarina, Brasil: Diretrizes para futuros projetos de preservação das técnicas construtivas em terra crua. In: I Terra Brasil – Primeiro Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. Anais. Ouro Preto, 2006.

KANSARA, T and Ridley, H. Arafat, R. Reynolds, 2012, Post occupancy evaluation of buildings in a zero carbon city. In: Global Conference on Renewables and Energy Efficiency for Desert Regions, vol. 5, no. 1, pp. 23-25.

- KERN, Andrea Parisi, ANTONIOLLI, Cibele Bossa, WANDER, Paulo Roberto, MANCIO, Maurício, GONZALES, Marco Aurélio Stumpf González. Energy and water consumption during the post-occupancy phase and the users' perception of a commercial building certified by Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). In: *Journal of Cleaner Production*. V 133, p 826-834, 2016.
- KEELER, Marian e BURKE, Bill. Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- KOWALTOWSKI, Doris C.C. K et al. Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico. *Ambiente Construído*, v. 6, n. 2, p. 07-19. Porto Alegre, 2006.
- LENGEN, Johan Van. *Arquitetura dos índios da Amazônia*. São Paulo: B4 Editora, 2013.
- LENGEN, Johan Van. *Manual do Arquiteto Descalço*. Rio de Janeiro: Casa do Sonho, 2002.
- LI, Peixian, FROESEB, Thomas M., BRAGER, Gail. Post-occupancy evaluation: State-of-the-art analysis and state-of-the-practice review. In: *Building and Environment*. V 133, p. 187-202. 2018.
- LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. Modelo para avaliação da sustentabilidade na construção civil nas dimensões econômica, social e ambiental (ESA): Aplicação no setor de edificações. Tese defendida junto ao Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.
- LIBRELOTTO, Lisiane Ilha et al. Avaliação da Sustentabilidade do Edifício na Escala Urbana: Modelo ESA Edificações. In: *V Encontro de Sustentabilidade em Projeto. V ENSUS. Anais: Florianópolis*, 2017.
- LIMA, F. X. R. F. Blocos de Terra Compactada de Solo-cimento com Resíduo de Argamassa de Assentamento e Revestimento: Caracterização para Uso em Edificações. Tese defendida junto ao Programa de Pesquisa e Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Brasília, 2013.
- LINCZUK, Vinícius Cesar Cadena. Estratégias para melhorar o comportamento térmico de edificações residenciais em clima temperado no sul do Brasil. Dissertação de Mestrado defendida pelo Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina – POSARQ, UFSC. Florianópolis: 2016.
- LÓPEZ C. D; CARPIO, M; MARTÍN MORALES, M. ZAMORANO, M. A comparative analysis of sustainable building assessment methods. *Sustainable Cities and Society*, V. 49, 2019.
- LUIZZI, S., HALL, M.R., STEFANIZZI, P., CASEY, S.P. Hygrothermal behaviour and relative humidity buffering of unfired and hydrated lime-stabilised clay composites in a Mediterranean climate. *Building and Environment*, v. 61, p. 82-92, 2013.
- MAIA, Leonardo Ribeiro. Contribuição às construções em terra comprimida e compactada e influências no conforto. Dissertação de Mestrado em Arquitetura – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016.
- MARCELINO, Emerson Vieira, NUNES, Luci Hidalgo, KOBAYAMA, Masato. Mapeamento de risco de desastres naturais no estado de Santa Catarina. In: *Caminhos de Geografia* 8 (17) 72 - 84, 2006.
- MARS, Ross. *O Design Básico em Permacultura*. Via Sapiens: Porto Alegre, 2008.

MATTONI, B, GUATARRI, C, EVANGELISTI, L, BISEGNAA, F, GORIB, P, ASDRUBALI, F. Critical review and methodological approach to evaluate the differences among international green building rating tools. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews. V. 82, p. 950 – 960, 2018.

MECD - MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE (Ed.) Proyecto COREMANS: Criterios de intervención en la arquitectura de tierra. 2017.

MORGADO, Rachel Beckman e COSTA, Fernando Campos. Análise dos ranchos de torrão de Aceguá / RS. In: IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano sobre edificações e comunidades sustentáveis. Anais. Campo Grande, 2007

MORROW, Rosemary. Permacultura passo a passo. Pirenópolis: Ecocentro IPEC, 2010.

MINKE, Gernot. Manual de construcción com tierra. Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad, 2001

NEVES, Célia; FARIA, Obede Borges (Org.). Técnicas de construção com terra. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA, 2011. Disponível em <http://www.redproterra.org>

NIROUMAND, Hamed, KIBERDT, Charles J., BARCELOB, Juan Antonio, SAALY, Maryam. Contribution of national guidelines in industry growth of earth architecture and earth buildings as a vernacular architecture. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews. V.74, Pg. 1108-1118. 2017.

OLIVER, Paul. Dwellings. Nova Iorque: Phaidon, 2003.

ONO, Rosaria; ORNSTEIN, Sheila Walbe; VILLA, Simone Barbosa; FRANÇA, Ana Judite Galbiatti Limongi. Avaliação pós-ocupação na arquitetura, no urbanismo e no design: da teoria à prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

OSMAN, Ahmed Zachi. This week in 1900: Architect Hassan Fathy is born. Disponível em <https://egyptindependent.com/week-1900-architect-hassan-fathy-born/>, acesso em 12 de julho de 2020.

PALERMO, Carolina. A sustentabilidade social do habitat. Florianópolis: Ed. da Autora, 2009.

PORTALTRI. Tornado em Xanxerê completa quatro anos. Portaltri, 2019. Disponível em <https://www.portaltri.com.br/1/noticias/4/geral/97458/tornado-em-xanxere-completa-quatro-anos> acesso em 06 de julho de 2020

PROJETEEE. http://projeteee.mma.gov.br/dados-climaticos/?cidade=SC+-Xanxer%C3%AA&id_cidade=bra_sc_xanxere.869400_inmet. Acesso em 09 de março de 2020.

PROMPT, C. H. Arquitetura de Terra em Unidades Agrícolas Familiares: Estudo de Caso no Oeste Catarinense. Dissertação de Mestrado defendida pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina – POSARQ, UFSC. Florianópolis: 2012.

PROMPT, C. H. Projetos de Arquitetura de Terra em Florianópolis. In: IV Encontro de Sustentabilidade em Projeto. IV ENSUS. Anais: Florianópolis, 2016.

PROMPT, Cecília Heidrich; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. Arquitetura e Construção com Terra em Santa Catarina. In: Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 7, Rio de Janeiro, 2018.

PROMPT, C. H; LIBRELOTTO, L. I. Avaliação da Sustentabilidade em Arquitetura e Construção com Terra. Adaptação do Método Versus em Santa Catarina. ANAIS 2º SEMINÁRIO ARQUITETURA VERNÁCULA. Anais: Belo Horizonte (MG) Escola de Arquitetura da UFMG - Belo Horizonte - Minas Gerais - Brasil, 2019

PONTE, M. M. C. C. Arquitetura de Terra: O Desenho Para a Durabilidade das Construções. Dissertação para a obtenção de grau de Mestre em Arquitetura. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2012.

ROAF, Sue, FUENTES, Manuel, THOMAS, Stephanie. A casa ambientalmente sustentável. Porto Alegre: Bookman, 2006.

ROGGE, J.H. e BEBER, M.V. Arqueologia das estruturas subterrâneas no sul do Brasil. Revista Tempos Acadêmicos, Dossiê de Arqueologia Pré-Histórica. Curitiba, 2013.

RUDOLFSKY, Bernard. Architecture without Architects. New York: Doubleday, 1964.

SALMAR, Eduardo; NEGREIROS, Ana; TOGNON, Marcos. Patologias da arquitetura de terra: avaliação pós 10 anos de uso de uma residência construída em solo-cimento monolítico. In: IV Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra, SIACOT e III Seminário Arquitectura de Terra em Portugal. Anais. Monsaraz, Portugal: PROTERRA / Escola Superior Gallaecia, 2005. CD-ROM. p.1-11.

SILVA, Vanessa Gomes, SILVA, Maristela Gomes, AGOPYAN, Vahan. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade. In: Ambiente Construído, v. 3, n. 3, p. 7-18. Porto Alegre, 2003.

SILVA, Vanessa Gomes. Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica. Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Engenharia junto ao Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2003.

SANTOS, C. A. Construção com Terra no Brasil: Panorama, Normatização e Prototipagem com Terra Ensacada. Dissertação de Mestrado defendida pelo Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina – POSARQ, UFSC. Florianópolis: 2015.

Serrano, S., de Gracia, A., Cabeza, Luisa F. Adaptation of rammed earth to modern construction systems: Comparative study of thermal behavior under summer conditions. Applied Energy, V.175, p. 180-188, 2016.

SILVA, J. C. e SIRGADO, J. Arquitetura Vernácula, Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética. In. Seminário ReVer: Contributos da arquitetura vernácula portuguesa para a sustentabilidade no ambiente construído. Porto, 2015.

SILVEIRA, W. J. C e PROMPT, C.H. Base de Apoio da Reserva Biológica do Lago Piratuba: Edificação com critérios de sustentabilidade no estado do Amapá. In: XI Encontro Brasileiro sobre Comunidades Sustentáveis. Anais. 2011.

Sítio Çarakura. Oficina Bioconstrução 2012 com Javier Bonifaz. Disponível em: <https://get.google.com/albumarchive/114224841667906469834/album/AF1QipPrnIEeUmikMXupY1KBBgLu1V9JCKx5F5ChVe8i>. Acesso em 10 de setembro de 2018

TEIXEIRA, Anelizabeth Alves. Desempenho de painéis de bambu argamassados para habitações econômicas: Aplicação na arquitetura e ensaios de durabilidade. Tese de doutorado em Arquitetura e Urbanismo. Área de Tecnologia, Universidade de Brasília, 2013.

TORGAL, F. Pacheco, EIRES, Rute M. G., JALALI, Said. Construção com Terra. Universidade do Minho: Guimarães, 2009.

TV Unisul: Casa vira referência em bioconstrução. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ObD_jgsQLaw. Acesso em: 10 de setembro de 2010.

VASCONCELOS, Silvia de Lima. Ferramentas de análise de grau de sustentabilidade no ambiente construído: Avaliação de materiais de construção no ato do projeto de arquitetura. Tese de doutorado em Arquitetura – Teoria e prática do projeto. Universidade de Lisboa, 2014.

VEGAS et al. Defining Sustainable Architecture. In: VERSUS: HERITAGE FOR TOMORROW: vernacular Knowledge for Sustainable Architecture / edited by Mariana Correia, Letizia Dipasquale, Saverio Mecca. Firenze: Firenze University Press, 2014. P 35 – 39.

VENDRAMI, Julia May. Análise da resistência à compressão do adobe à partir da caracterização do solo. Trabalho de conclusão de curso de graduação em engenharia civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2018.

VILLA, Simone Barbosa; ORNSTEIN, Sheila Walbe. (Org.) Qualidade ambiental na habitação. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

VILLA, Simone Barbosa et al. Inovação tecnológica na avaliação pós-ocupação: Ferramentas digitais e interativas. XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Anais. São Paulo, 2016.

WEIMER, G. Arquitetura Popular Brasileira. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2005.

WEIMER, G. Algumas Considerações Sobre a Arquitetura Popular Brasileira. ANAIS 2º SEMINÁRIO ARQUITETURA VERNÁCULA. Anais: Belo Horizonte (MG) Escola de Arquitetura da UFMG - Belo Horizonte - Minas Gerais - Brasil, 2019

ZANONI, Raí *et al.* Levantamento e caracterização técnica de construções em terra crua no estado de Mato Grosso do Sul. In: III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. Anais. Campo Grande, 2010.

APÊNDICE 1: Artigo Prompt e Librelotto, 2018

ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA EM SANTA CATARINA

Cecília Heidrich Prompt¹; Lisiane Ilha Librelotto²

Universidade Federal de Santa Catarina

¹arquiteturamargem@gmail.com; ²lisiane.librelotto@gmail.com

Palavras-chave: arquitetura contemporânea em terra, inventário, técnicas de construção com terra.

Resumo

Atualmente a temática da arquitetura e construção com terra vem crescendo, tanto no que diz respeito à pesquisa acadêmica, quanto em relação a edificações executadas com as mais diversas técnicas. Este artigo tem como objetivo mapear as edificações construídas com terra no estado de Santa Catarina. Como método, foi utilizado um questionário compartilhado em redes sociais, no qual foi solicitando dados sobre edificações como uso, técnicas utilizadas e localização. Através desse questionário, estabeleceu-se contato direto com usuários e técnicos responsáveis pelas edificações, de modo a comprovar-se a ocorrência de técnicas de construção com terra nos exemplos citados. Foram mapeadas 52 edificações, caracterizadas por seu uso e as tecnologias empregadas. Acredita-se que a consolidação desse inventário possa servir como objeto para diversas pesquisas na área, bem como uma forma de valorizar as edificações existentes aproximando as experiências empíricas das pesquisas acadêmicas.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Neves (2011), o termo Arquitetura e Construção com Terra faz referência à toda produção arquitetônica que faz uso do solo como principal material de construção. Adota-se neste trabalho o termo “terra” para designar o solo apropriado para a construção (NEVES, 2011).

Segundo Jalali (2009), o uso da terra como material de construção surge entre 12.000 a.C. e 7.000 a.C e persiste até os dias atuais. A arquitetura e construção com terra na atualidade vem se desenvolvendo a partir de dois âmbitos: experiências empíricas e pesquisas acadêmicas. A difusão de algumas tecnologias de construção natural vinculadas à movimentos ambientalistas trouxe vantagens e desvantagens: de um lado a vantagem de divulgar alternativas viáveis e de baixo impacto ambiental para a construção civil, entre elas as técnicas de construção com terra. De outro, a ocorrência de manifestações patológicas em edificações executadas por mão de obra não capacitada ou pela falta de acompanhamento técnico adequado.

A atual conjuntura da arquitetura e construção com terra no Brasil apresenta diversas experiências sendo realizadas mesmo sem respaldo de normativas técnicas. Estas experiências vêm ocorrendo em diferentes contextos e nas condições mais diversas. Existem, por exemplo, casos de construções com terra vinculados à universidades que tem como objetivo não somente o desenvolvimento das tecnologias, mas também a realização de trabalhos sociais que visam a melhoria da qualidade de vida nos mais diversos âmbitos, como por exemplo o caso da Casa Suindara (Perrin; Lopes, 2015). Essas experiências são favoráveis uma vez que se tem acompanhamento de alto nível técnico e recursos disponíveis para um bom desenvolvimento dos trabalhos. Além do mais, existem as obras privadas, feitas com ou sem participação de profissionais habilitados, bem como inúmeros casos de obras executadas em locais voltados ao ensino e à divulgação de tecnologias para a sustentabilidade, vinculados à agroecologia e à permacultura.

A execução de obras realizadas sem acompanhamento técnico de profissional habilitado na área da arquitetura e construção com terra é um reflexo da construção civil como um todo no Brasil, onde, a maior parte da população constrói ou reforma seus imóveis sem a contratação de profissionais habilitados (CAU, 2015). Na arquitetura e construção com terra temos o agravante de que se tratam de tecnologias em desenvolvimento e com menos mão de obra especializada disponível, se compararmos com a construção com materiais industrializados.

Sabe-se que a pesquisa na área da arquitetura e construção com terra também é um campo em desenvolvimento; é de suma importância estreitar o diálogo entre o âmbito empírico e o científico, de forma a valorizar ambos e fortalecer o tema em seus aspectos técnicos e ideológicos. Considera-se importante inventariar as edificações existentes de forma a demonstrar a viabilidade da aplicação de diversas técnicas de construção com terra, estejam elas ou não em vias de normatização no Brasil. O inventário também fornecerá um quadro geral da arquitetura e

construção com terra, e servirá como ponto de partida para novas investigações sobre o tema, que possam ter como objeto as edificações documentadas.

Este trabalho parte de um estudo realizado entre os anos de 2010 e 2012, que mapeou e analisou nove edificações construídas com terra na região oeste de Santa Catarina (PROMPT, 2012). Visando um desenvolvimento com maior abrangência desse estudo, o mesmo foi delimitado ao estado de Santa Catarina. Em relação ao recorte temporal, ainda pelo fato de partir de uma pesquisa já publicada, optou-se inventariar as edificações construídas a partir de 2008, ou seja, nos últimos 10 anos – com exceção de um exemplo datado de 2002, que foi o precursor no caso do Oeste Catarinense.

2. OBJETIVO GERAL

Registrar a ocorrência de edificações construídas com terra no estado de Santa Catarina.

3. METODOLOGIA

Com a finalidade de alcançar o objetivo proposto nesta pesquisa, foram realizados diferentes procedimentos técnicos. Primeiramente buscou-se através do portal Periódicos Capes diferentes combinações de palavras-chave: rammed earth + Santa Catarina; terra ensacada + Santa Catarina; earth bags + Santa Catarina. A busca foi configurada para buscar a palavra-chave exata no assunto da publicação. Nenhuma das combinações apresentou resultados positivos.

Em seguida, considerando-se que o estudo parte da pesquisa realizada no Oeste Catarinense (PROMPT, 2012), foram contatadas as lideranças do movimento da agricultura familiar dos municípios de Seara e Chapecó que, de acordo com Prompt (2012) foram as sedes da cooperativa através da qual as construções já mapeadas se difundiram. Esta investigação foi feita de modo a verificar-se a expansão dos casos no âmbito da agricultura familiar, visto ser esta a primeira experiência Catarinense documentada como dissertação de mestrado.

Na sequência, realizou-se uma pesquisa exploratória via internet a respeito de grupos, associações e pessoas que trabalhem com arquitetura e construção com terra. Esta foi realizada com o uso da ferramenta de busca do Google através dos seguintes termos: “arquitetura de terra” + “Santa Catarina”; “construção com terra” + “Santa Catarina”; “bioconstrução” + “Santa Catarina”. Os mesmos termos foram buscados na rede social Facebook.

Finalmente foi desenvolvido um questionário através da ferramenta Formulários Google. Este questionário foi repassado primeiramente aos contatos da Rede Terra Brasil. Em seguida, foi repassado diretamente à arquitetos atuantes na área, encontrados na busca prévia; por último o questionário foi compartilhado livremente através dos contatos das autoras e das redes sociais existentes. A participação foi espontânea pela divulgação e compartilhamento dos questionários, sem finalidade de amostragem estatística ou requisitos quantitativos. O questionário indagou a respeito do conhecimento ou não de edificações construídas com terra; quantidade de edificações conhecidas; localização das edificações; contato dos proprietários ou técnicos responsáveis; uso das edificações; técnicas de construção empregadas; ano da obra; tipo de mão de obra empregada (autoconstrução, contratada ou regimes mistos).

Os dados do questionário foram transcritos em formato de planilha com a utilização do software Microsoft Excel. A partir da planilha, as informações foram contabilizadas e os gráficos ilustrativos foram gerados.

4. ANTECEDENTES

4.1 Pesquisa

Faria, Beltrame e Alonge (2016) realizaram um levantamento das pesquisas na área da arquitetura e construção com terra (ACT) em cada estado brasileiro nos últimos anos. Neste trabalho apresentou-se apenas uma pesquisa realizada em Santa Catarina; entretanto, percebe-se um crescimento dos trabalhos nesse âmbito nos últimos cinco anos. Ainda que a maior parte esteja em andamento, o Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina (PósARQ – UFSC), especialmente através do Virtuhab mas também através do Laboratório de Conforto Ambiental (Labcon), vem expandindo as pesquisas na área²⁵, conforme tabela 1:

Quadro 1: Pesquisas concluídas ou em andamento no estado de Santa Catarina

| Nível | Título / Assunto | Estado da pesquisa | Grupo de pesquisa |
|----------|--|--------------------|-------------------|
| Mestrado | Arquitetura de terra em unidades agrícolas familiares: estudo de caso no Oeste catarinense | Concluída (2012) | Virtuhab |

²⁵ As pesquisas em andamento foram levantadas através de contato direto das autoras com os alunos regularmente matriculados no PósARQ - UFSC.

| | | | |
|-----------|--|------------------|----------|
| Mestrado | Construção com terra no Brasil: panorama, normatização e prototipagem com terra ensacada | Concluída (2015) | Virtuhab |
| Mestrado | O uso da taipa de mão em Santa Catarina | Em andamento | Virtuhab |
| Mestrado | Desempenho térmico em adobes | Em andamento | Labcon |
| Doutorado | Avaliação pós-ocupação em construções com terra em Santa Catarina | Em andamento | Virtuhab |
| Graduação | Desempenho estrutural de construção com terra: alvenaria em adobe | Em andamento | Virtuhab |

4.2 Obras

Prompt (2012), em sua dissertação de mestrado, descreve nove edificações residenciais localizadas na região oeste de Santa Catarina, distribuídas em sete municípios, conforme apontado na figura 1.

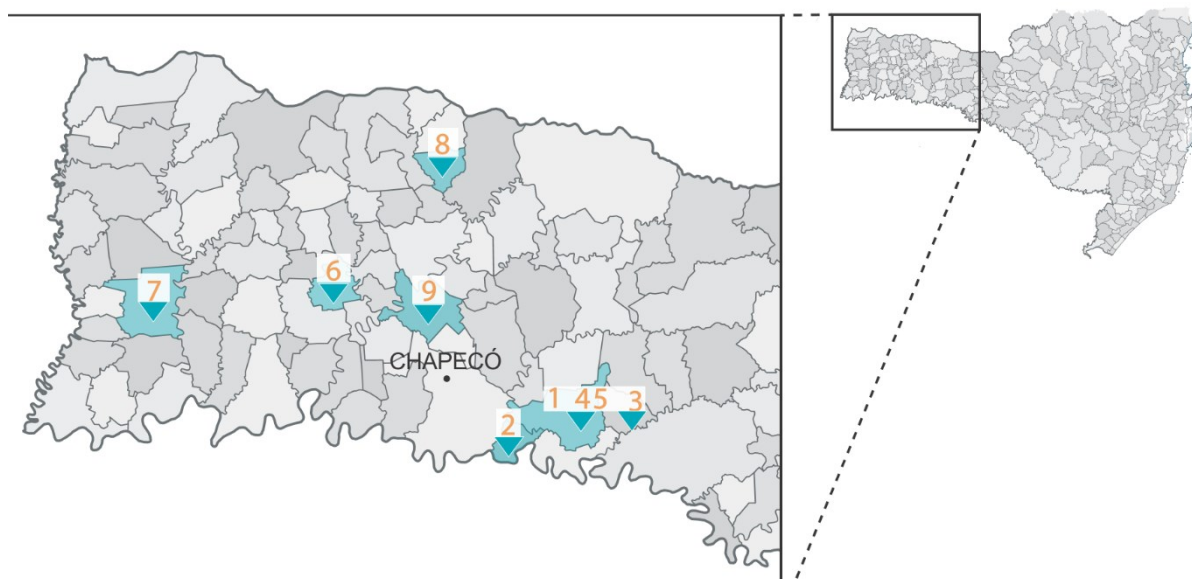


Figura 1: Mapeamento de construções com terra realizado em 2012 (Prompt, 2012).

O trabalho consistiu na análise das edificações identificando os processos da construção desde a etapa de projeto, passando pelas técnicas aplicadas e manifestações patológicas encontradas. Analisou-se também a adequação das residências ao modo de vida das famílias, com foco na funcionalidade das mesmas e adequação cultural. Algumas das edificações estudadas estavam ainda em obras; outras haviam sido concluídas há no máximo um ano. As edificações analisadas são todas privadas, localizadas em propriedades rurais pertencentes a uma única família.

O processo de disseminação das técnicas de construção com terra na região também foi analisado no trabalho. O mesmo ocorreu entre famílias vinculadas a uma cooperativa de crédito para a agricultura familiar que obtiveram financiamento para a construção de suas casas pelo extinto Programa Social de Habitação (PSH). O recurso era disponibilizado através da cooperativa, que admitia o uso de técnicas de construção com terra e outros materiais naturais. A ideia da construção com terra foi proposta por um grupo de agricultores vinculados à práticas agroecológicas e permaculturais, ou seja, dentro de um contexto de busca pela sustentabilidade nas propriedades rurais. Assim sendo, para a construção da primeira casa financiada pelo PSH, foi proposto um ciclo de oficinas cujo objetivo era divulgar as técnicas de construção com terra. Consistiam em oficinas práticas onde foram construídas paredes de terra ensacada, fabricados e assentados blocos de terra compactada (BTC) e realizados revestimentos à base de terra. A partir desses eventos, outras famílias se mostraram interessadas em reproduzir as técnicas para a construção de suas moradias e outras experiências foram se consolidando. A figura 2 mostra uma visão geral das edificações mapeadas e estudadas:



Figura 2: Edificações mapeadas no Oeste Catarinense (PROMPT, 2012)

Através desse estudo verificou-se a adequação das tecnologias empregadas ao seu contexto. Um fator interessante foi o da mão de obra empregada. A maior parte dos casos foi de autoconstrução, em que a família foi a principal mão de obra, sendo que foram contratados trabalhadores externos à propriedade em situações pontuais como, por exemplo, a estruturação das coberturas ou a execução de uma parede de pedras. A autoconstrução é considerada coerente dentro do contexto da agricultura familiar, uma vez que é cultural o trabalho voltado à melhoria das propriedades. Além do mais, as famílias se apropriaram das tecnologias, sendo capazes de trazer soluções diante de obstáculos encontrados. Um fator determinante, entretanto, foi a rede de relações constituídas entre as famílias, que propiciou troca de conhecimentos técnicos e de mão de obra.

Passados seis anos da publicação deste trabalho, sabe-se, através de contatos das autoras com agricultores do Oeste Catarinense, que existem novas habitações rurais feitas em terra na região. Entretanto, os exemplos não estão limitados à região oeste de Santa Catarina, nem tampouco à propriedades agrícolas familiares. Há também construções com terra em centros de permacultura e propriedades rurais privadas não relacionadas à agricultura familiar, espalhados e diferentes regiões do estado. Além do mais, percebe-se um movimento de disseminação das técnicas na região litorânea, impulsionadas por escritórios de arquitetura e profissionais da área que realizam projetos e obras com terra. Holanda (2016) documentou a experiência de uma edificação em adobe no município de Paulo Lopes; entretanto, sabe-se de obras não documentadas até o momento.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização da região

O Estado de Santa Catarina está localizado na região sul do Brasil, fazendo fronteira com o Rio Grande do Sul, o Paraná e com a Argentina. Tem uma população estimada de aproximadamente 7 milhões. O Estado tem um total de 295 municípios espalhados em oito regiões: Litoral, Nordeste, Planalto Norte, Vale do Itajaí, Planalto Serrano, Sul, Meio-Oeste e Oeste.

5.2 Dados obtidos

O questionário compartilhado teve a participação de 65 pessoas. Dessas, 57 (90,8%) relataram conhecer alguma edificação construída com terra. Compreende-se que as pessoas que responderam o questionário optaram por fazê-lo devido a uma afinidade com o tema.

Solicitou-se também aos participantes uma referência de localização das edificações ou contato para esclarecimentos. A partir dessas respostas, algumas edificações puderam ser mapeadas diretamente; em alguns

casos, realizou-se pesquisa exploratória via internet afim de verificar a existência das construções; em outros, fez-se contato com os participantes ou contatos indicados pelos mesmos afim de obter-se informações mais precisas.

Dentre todas as respostas obtidas, somente foram incluídas no mapeamento as edificações que puderam ser confirmadas como arquitetura e construção com terra. Em alguns casos, os participantes citaram edificações rústicas feitas de pedra; uso de tecnologias artesanais como o ferrocimento; edificações com formas orgânicas construídas com tijolos cozidos. Esses exemplos não foram incluídos no mapeamento. Além do mais, foram citadas edificações históricas construídas com terra, bem como edificações indígenas que utilizam tradicionalmente técnicas mistas. Optou-se por, num primeiro momento, não incluir estes exemplos no mapeamento, delimitando-se a edificações construídas nos últimos 10 anos. Vale ressaltar a existência de exemplos citados dos quais não se obteve informações mais precisas; estes dados não serão descartados e espera-se adicionar mais exemplos confirmados em um desenvolvimento dessa pesquisa. O resultado do mapeamento está na figura 3. No total foram mapeadas 52 edificações todo o estado²⁶. Percebe-se uma concentração das edificações na região oeste e na região litorânea.

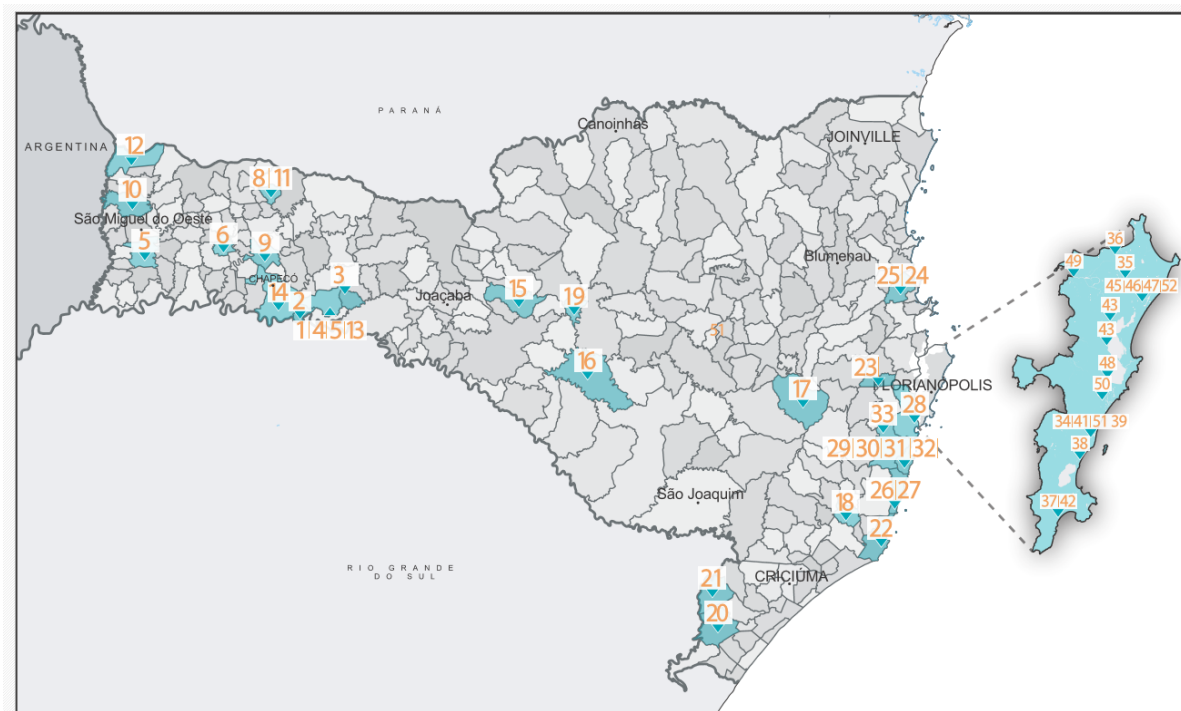


Figura 3: Distribuição das edificações construídas com terra em todo o estado

²⁶ Existem mais exemplos levantados no questionário a respeito dos quais não foi possível levantar informações adicionais.

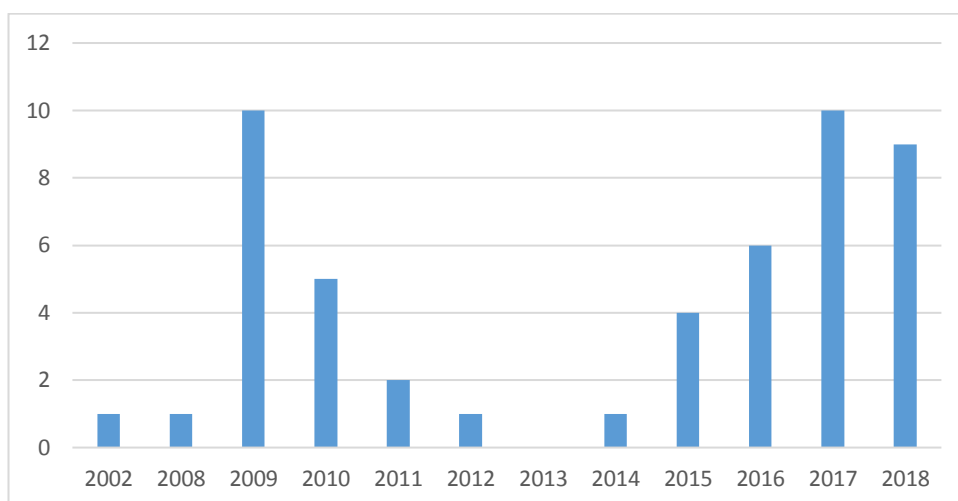


Figura 4: Quantidade de edificações mapeadas de acordo com o ano da obra

As categorias, foram analisados a localização, o uso, as técnicas construtivas, o tipo de mão de obra e a data da construção. Em relação à data, percebe-se na Figura 1 que o ano de 2009 e o ano de 2018 foram os de maior produção. Sabe-se que a ocorrência em 2009 se deu pela difusão entre propriedades agrícolas familiares. Logo há uma diminuição da produção, que volta a aumentar a partir de 2015.

Quanto ao uso, as edificações foram divididas em três grupos: edificações residenciais, edificações comerciais ou de serviço e (3) espaços de permacultura / ecovilas. Optou-se por uma categoria denominada “permacultura / ecovilas” que consiste em locais de práticas de permacultura, agroecologia e construção natural, uma vez que esses têm um caráter de divulgação e ensino das tecnologias de construção com terra. Além do mais sabe-se que é comum nesses casos a prática de construção por mutirões e vinculadas a cursos e vivência, o que traz um caráter diferenciado a essas edificações. Alguns desses espaços possuem mais de uma edificação, mas foram mapeados somente uma vez, podendo corresponder a um conjunto de edificações. Assim sendo, do total de casos mapeados, 60% são de uso residencial, 19% dos casos pertencentes a locais de permacultura / ecovilas e 21% comércio ou serviços. Em relação ao tipo de mão de obra, prevalecem os casos de autoconstrução com 48% do total. Estes dados podem ser visualizados no gráfico na Figura 5.

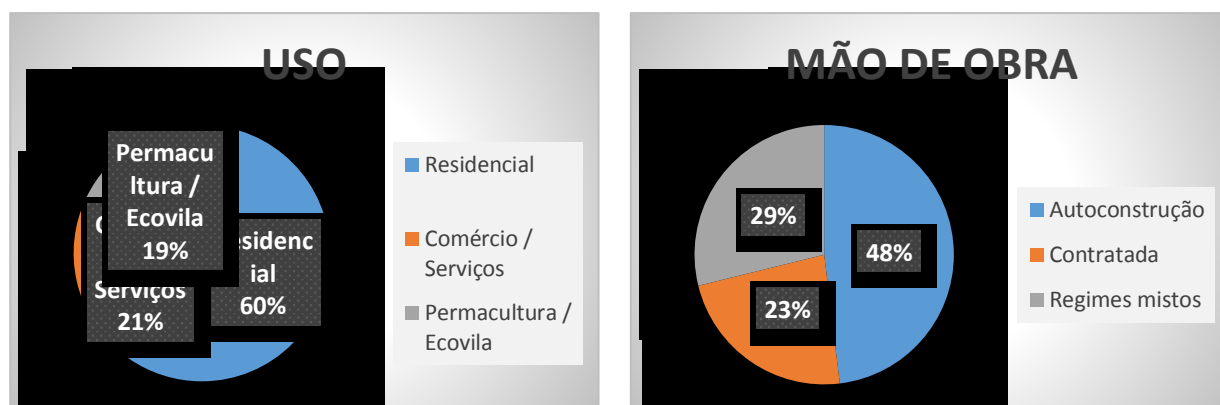


Figura 5: Gráficos representativos dos usos e tipo de mão de obra

Em resposta às técnicas de construção com terra utilizadas foram citadas²⁷: adobe, taipa de pilão, terra ensacada, taipa de mão, *cordwood*, calfitece e telhado verde. O termo técnicas mistas, definido por Garzón (2011) como aquelas que utilizam vários materiais em sua aplicação, não foi mencionado. A autora afirma que as técnicas mistas são sistemas construtivos de grande diversidade e que podem usar materiais naturais e industrializados. Compreende-se, então, que pertencem a esse grupo as técnicas taipa de mão, *cordwood*, calfitece e telhados verdes. Para compreender a ocorrência das técnicas, considerou-se o número de vezes em que a mesma foi utilizada, e para

²⁷ Os participantes citaram as tecnologias os nomes pau a pique, superadobe e hiperadobe, porém utiliza-se no presente artigo a nomenclatura determinada pela organização do evento. Entre as técnicas mistas optou-se por diferenciar as tecnologias.

isso foram eleitas as categorias: adobe; taipa de pilão; taipa de mão; BTC²⁸; terra ensacada; cordwood e calfitice. Houben e Gillaud (2008) consideram o telhado verde como uma técnica de construção com terra; entretanto, optou-se por excluir o telhado verde da sistematização dos resultados, delimitando-os aos casos de edificações que utilizam paredes de terra. Assim sendo, a técnica do adobe foi encontrada em 9 casos; a taipa de pilão em três casos; o BTC em três casos; a taipa de mão em 32 casos; cordwood em sete casos; terra ensacada em 18 casos e calfitice em apenas um caso.

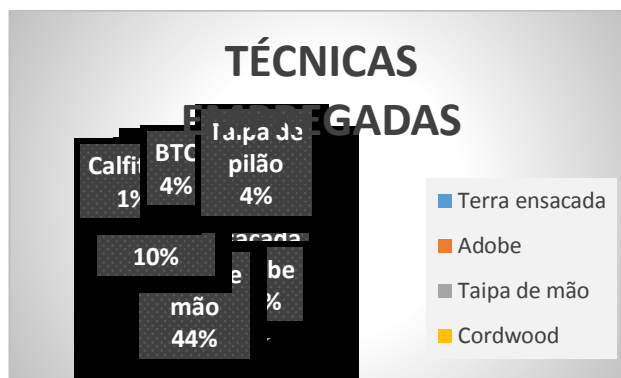


Figura 6: Gráficos representativos dos usos e tecnologias aplicadas.

6. CONCLUSÕES

Este estudo, realizado por meio de pesquisa exploratória e da divulgação espontânea de um questionário simples, possibilitou uma visão geral da produção atual da arquitetura e construção com terra no estado de Santa Catarina. Percebe-se uma tendência ao aumento do uso de técnicas de construção com terra nos últimos três anos, com predominância da taipa de mão.

Ficam algumas questões em aberto no presente estudo. Seria interessante uma visualização do mapa com destaque para as técnicas utilizadas, de modo a se verificar se existe uma disseminação regional de cada técnica. Os processos de projeto, construtivos e de difusão das técnicas, temas já estudados em algumas edificações no oeste, poderiam abranger mais edificações em diferentes regiões, de modo a se compreender o que motiva as pessoas a adotar técnicas de construção com terra em suas edificações. Outro campo fértil para a pesquisa é a avaliação de desempenho das edificações, que poderia considerar condições de conforto, habitabilidade, desempenho estrutural entre outros temas. Finalmente, a análise dos processos de ensino em locais voltados a essa finalidade poderia ser mais bem analisado de modo a difundir práticas e metodologias que promovam oportunidade e conhecimento a pessoas com as mais diversas condições de vida.

Ainda assim, espera-se com esse estudo contribuir com a pesquisa na área, valorizar as edificações existentes e promover uma aproximação desses casos com a área acadêmica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAU (2015). Pesquisa CAU/BR Datafolha. Conselho de Arquitetura e Urbanismo. Disponível em <http://www.caubr.gov.br/pesquisa2015/>.

Baixo Impacto Arquitetura. Projetos. Disponível em www.baixoimpacto.com.br. Acesso em: 10 de setembro de 2018.

Faria, O. B.; Beltrame, A. S. D.; Alonge, F. A. (2016). Breve panorama do ensino e pesquisa sobre arquitetura e construção com terra no Brasil. TerraBrasil 2016: Anais. Bauru: Rede TerraBrasil; UNESP.

Garzon, L. E. (2011). Técnicas Mistas. In: Neves, C.; Faria, O. B. (Org). Técnicas de construcción con tierra. Bauru: FEB-UNESP/PROTERRA. p. 72-77. Disponível em <http://www.redproterra.org>

Holanda, M. (2016). Refúgio na Mata: vernáculo contemporâneo. TerraBrasil 2016: Anais. Bauru: Rede TerraBrasil; UNESP.

Houben, H. e Guillaud, H. (2008). Earth construction: a comprehensive guide. Marseille: Edición Parenthèse

Ivy Porã. Disponível em: <https://yvypora.wordpress.com/category/espaco-waikayu/>. Acesso em: 10 de setembro de 2018.

²⁸ A categoria BTC foi criada a partir dos antecedentes da pesquisa que já haviam documentado esta tecnologia.

Perrin, A. G.; Ferreira, T. L. (2015). Casa Suindara: canteiro escolar em um assentamento rural da reforma agrária. CRAterre Editions/Cadernos Habis. Disponível em <https://casasuindara.files.wordpress.com/2016/04/casa-suindara2.pdf>

Prompt, C. (2012). Arquitetura de terra em unidades agrícolas familiares: estudo de caso no Oeste Catarinense. Dissertação de mestrado. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina Casa de terra ensacada é sustentável e econômica. In: Revista agropecuária catarinense. v.25, n.3, nov. 2012

TV Unisul: Casa vira referência em bioconstrução. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ObD_jgsQLaw. Acesso em: 10 de setembro de 2010.

Sítio Çarakura. Oficina Bioconstrução 2012 com Javier Bonifaz. Disponível em: <https://get.google.com/albumarchive/114224841667906469834/album/AF1QipPrnIEeUmikMXupY1KBBgLu1V9JCKx5F5ChVe8i>. Acesso em 10 de setembro de 2018

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a todas as pessoas que responderam ao questionário e disponibilizaram maiores informações a respeito das edificações mapeadas.

AUTORAS

Cecília Heidrich Prompt é doutoranda em arquitetura e urbanismo (2016-atual) e mestra em arquitetura e urbanismo (PosARQ – UFSC, 2012); arquiteta e urbanismo (Uniritter, 2003). Fundadora do escritório Margem Arquitetura em Florianópolis (www.margemarquitetura.com.br), atua com projetos e obras de arquitetura e construção natural, ministra cursos e realiza capacitação de mão de obra na área da arquitetura e construção com terra. Currículo completo em <http://lattes.cnpq.br/0973229643638211>

Lisiane Ilha Librelotto possui graduação em Engenharia Civil pela UFSM (1995), especialização em Gestão da Qualidade pela UFSM (1997), mestrado e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999, 2005). É professora adjunta da UFSC, no curso de Arquitetura e Urbanismo. Suas atividades englobam as áreas de Tecnologia, Sistemas Construtivos, Gestão, Sustentabilidade e Inovações. É editora do Periódico Mix Sustentável, líder do Grupo de Pesquisa VIRTUHAB e supervisora do Laboratório de Restauro, Materiais e Técnicas Construtivas Atuais e Retrospectivas - LABRESTAURO/MATEC. Currículo completo em <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4701511A5>

APÊNDICE 01: Lista das edificações mapeadas

| EDIFICAÇÃO | LOCALIDADE | USO | TÉCNICAS | ANO | MÃO DE OBRA |
|------------|-----------------|-------------|---|------|----------------|
| 1 | Seara | Residencial | Terra ensacada, taipa de pilão | 2002 | Autoconstrução |
| 2 | Paial | Residencial | Terra ensacada, BTC | 2008 | Autoconstrução |
| 3 | Arabutã | Residencial | Terra ensacada, taipa de mão, cordwood | 2009 | Autoconstrução |
| 4 | Seara | Residencial | Terra ensacada, taipa de mão, telhado verde | 2009 | Autoconstrução |
| 5 | Seara | Residencial | Terra ensacada, telhado verde | 2009 | Autoconstrução |
| 6 | Pinhalzinho | Residencial | Terra ensacada | 2009 | Contratada |
| 7 | Descanso | Residencial | Terra ensacada, taipa de mão, cordwood, telhado verde | 2009 | Autoconstrução |
| 8 | Coronel Martins | Residencial | BTC | 2009 | Contratada |
| 9 | Coronel Freitas | Residencial | Terra ensacada | 2009 | Autoconstrução |
| 10 | Guaraciaba | Residencial | Taipa de mão | 2016 | Autoconstrução |

| | | | | | |
|----|------------------------|------------------------|--|------|----------------|
| 11 | Coronel Martins | Residencial | Terra ensacada, taipa de mão, telhado verde | 2012 | Autoconstrução |
| 12 | Dionísio Cerqueira | Residencial | terra ensacada, taipa de pilão | 2009 | Autoconstrução |
| 13 | Seara | Residencial | Terra ensacada, taipa de mão, cordwood, telhado verde | 2016 | Regimes mistos |
| 14 | Chapecó | Comércio / Serviços | Taipa de mão | 2018 | Regimes mistos |
| 15 | Tangará | Permacultura / Ecovila | Taipa de mão | 2015 | Autoconstrução |
| 16 | São José do Cerrito | Permacultura / Ecovila | Taipa de mão, cordwood | 2016 | Autoconstrução |
| 17 | Alfredo Wagner | Permacultura / Ecovila | Taipa de mão | 2017 | Autoconstrução |
| 18 | Gravatal | Residencial | Terra ensacada, adobe, telhado verde | 2010 | Autoconstrução |
| 19 | Frei Rogério | Residencial | Terra ensacada | 2012 | Autoconstrução |
| 20 | Jacinto Machado | Comércio / Serviços | Taipa de mão, telhado verde | 2014 | Autoconstrução |
| 21 | Timbé do Sul | Comércio / Serviços | Taipa de mão, telhado verde | 2018 | Autoconstrução |
| 22 | Laguna | Permacultura / Ecovila | Taipa de mão | 2010 | Autoconstrução |
| 23 | São Pedro de Alcântara | Permacultura / Ecovila | Taipa de mão, taipa de pilão | 2009 | Autoconstrução |
| 24 | Camboriú | Permacultura / Ecovila | Taipa de mão, cordwood | 2015 | Autoconstrução |
| 25 | Camboriú | Permacultura / Ecovila | Taipa de mão, cordwood, adobe, taipa de pilão, telhado verde, terra ensacada | 2015 | Autoconstrução |
| 26 | Imbituba | Permacultura / Ecovila | Terra ensacada, taipa de mão | 2009 | Autoconstrução |
| 27 | Imbituba | Permacultura / Ecovila | Taipa de mão | 2018 | Regimes mistos |
| 28 | Enseada do Brito | Residencial | Taipa de mão | 2018 | Autoconstrução |
| 29 | Garopaba | Residencial | Adobe, telhado verde | 2017 | Regimes mistos |
| 30 | Garopaba | Residencial | Taipa e mão | 2018 | Contratada |
| 31 | Garopaba | Residencial | Taipa de mão | 2017 | Regimes mistos |
| 32 | Garopaba | Residencial | Taipa de mão | 2018 | Regimes mistos |
| 33 | Paulo Lopes | Residencial | Adobe, telhado verde | 2015 | Contratada |
| 34 | Florianópolis | Residencial | Taipa de mão | 2018 | Contratada |
| 35 | Florianópolis | Residencial | Adobe | 2016 | Contratada |
| 36 | Florianópolis | Comércio / Serviços | Terra ensacada, telhado verde | 2016 | Contratada |
| 37 | Florianópolis | Comércio / Serviços | Taipa de mão | 2017 | Regimes mistos |
| 38 | Florianópolis | Residencial | Adobe | 2017 | Regimes mistos |
| 39 | Florianópolis | Comércio / Serviços | Adobe, taipa de mão, cordwood | 2016 | Regimes mistos |
| 40 | Florianópolis | Residencial | Taipa de mão / COB | 2011 | Contratada |

| | | | | | |
|----|---------------|------------------------|---|------|----------------|
| 41 | Florianópolis | Comércio / Serviços | Adobe | 2017 | Regimes mistos |
| 42 | Florianópolis | Residencial | Taipa de mão | 2011 | Contratada |
| 43 | Florianópolis | Permacultura / Ecovila | Calfitice | 2010 | Autoconstrução |
| 44 | Florianópolis | Residencial | Taipa de mão, telhado verde, BTC | 2012 | Regimes mistos |
| 45 | Florianópolis | Residencial | Taipa de mão | 2010 | Contratada |
| 46 | Florianópolis | Residencial | Terra ensacada, taipa de mão, telhado verde | 2017 | Regimes mistos |
| 47 | Florianópolis | Comércio / Serviços | Taipa de mão | 2017 | Regimes mistos |
| 48 | Florianópolis | Comércio / Serviços | Taipa de mão, telhado verde | 2017 | Regimes mistos |
| 49 | Florianópolis | Comércio / Serviços | Taipa de mão | 2017 | Contratada |
| 50 | Florianópolis | Residencial | Taipa de mão | 2010 | Contratada |
| 51 | Florianópolis | Comércio / Serviços | Adobe | 2012 | Regimes mistos |
| 52 | Florianópolis | Residencial | Terra ensacada | 2018 | Autoconstrução |

**ARQUITETURA VERNÁCULA E SUSTENTABILIDADE
AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM ARQUITETURA E
CONSTRUÇÃO COM TERRA: Adaptação do Método VerSus em Santa
Catarina**

PROMPT, CECÍLIA. (1); LIBRELOTTO, LISIANE. (2)

1. Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Arquitetura e Urbanismo / Programa de Pós-Graduação e Arquitetura e Urbanismo (PósARQ).
R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, 662 - Carvoeira, Florianópolis - SC ceciprompt@gmail.com
2. Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Arquitetura e Urbanismo / Programa de Pós-Graduação e Arquitetura e Urbanismo (PósARQ).
R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, 662 - Carvoeira, Florianópolis - SC
lisiane.librelotto@gmail.com

RESUMO

A arquitetura e construção com terra é toda aquela que utiliza o solo como principal material de construção. Originária dos primórdios da civilização, esta tecnologia ocorre historicamente em todos os continentes. Desenvolvida no Brasil a partir de origens africanas, lusitanas e indígenas, ressurgiu como uma opção para a arquitetura contemporânea sustentável, sendo divulgada especialmente a partir de experiências vinculadas à permacultura. Sabe-se que existem muitas vantagens no uso da terra como material de construção, mas também se constatam experiências nas quais a falta de domínio da técnica compromete a sustentabilidade das edificações. Este fato aponta para a necessidade de maior estruturação do conhecimento. Assim sendo, objetiva-se explorar um método para a avaliação da sustentabilidade de edificações construídas com terra, no contexto brasileiro. Para atingir-se o objetivo, realizou-se um estudo de caso piloto utilizando-se o método proposto pelo Projeto Versus. O resultado do estudo de caso aponta a adequação do método selecionado para avaliação deste tipo de construção e revela que o mesmo pode orientar decisões acerca da sustentabilidade em etapa de projeto.

Palavras-chave: Arquitetura e Construção com Terra; Avaliação da Sustentabilidade; Projeto Versus

1 Introdução

A Arquitetura e Construção com Terra (ACT) é toda aquela que usa o solo como principal material de construção (NEVES E FARIA, 2011). A existência da ACT acompanha a história da humanidade, tendo sido produzida em todos os continentes desde as primeiras civilizações (PONTES, 2011). As técnicas de construção com terra são universais, mas foram desenvolvidas regionalmente, de acordo com as necessidades e com os recursos disponíveis. De acordo com Minke (2001) um terço da população vive, ainda hoje, em habitações feitas de terra.

As técnicas de construção com terra passam a ser negligenciadas com o advento da indústria da construção civil, que trouxe ao mercado novos materiais e técnicas (DETHIER, 1982). Junto às novas tecnologias, a industrialização trouxe problemas ambientais como a extinção das espécies, a degradação dos solos, a contaminação das águas, a desertificação, a destruição da camada de ozônio e as mudanças climáticas globais. Surge, em contraponto, uma consciência ambiental que traz consigo o movimento das edificações sustentáveis. A sustentabilidade das edificações torna-se um desafio, uma vez que as mesmas têm uma parcela importante no que diz respeito ao consumo dos recursos naturais (TEIXEIRA, 2013).

Atualmente, como uma das formas obter-se sustentabilidade nas edificações, cresce o uso de materiais naturais na concepção dos projetos. A terra apresenta-se como uma possibilidade para a construção de edificações de baixo impacto ambiental (NIROUMAND et al, 2017, NEVES E FARIA, 2011).

No Brasil, a ACT desenvolve-se a partir de dois âmbitos: de um lado pela consolidação de pesquisas acadêmicas e, de outro, pela concretização de experimentos empíricos, dentre os quais uma das vertentes está vinculada a movimentos ambientalistas, em especial à permacultura²⁹ (LÉLIS E HEISE, 2016). A difusão por este meio trouxe a vantagem de divulgar a tecnologia, mas, em contraponto, evidenciou a ocorrência de experiências em obras que acabam por gerar prejuízos econômicos, sociais e ambientais. O trabalho de Prompt (2012) avaliou habitações rurais construídas com terra na região oeste de Santa Catarina e apontou a necessidade da evolução tecnológica para que a ACT seja realmente uma solução eficaz.

No Brasil, onde são poucas as normas técnicas vigentes que tratem do tema da ACT, é precário o respaldo para emprego das técnicas. Apesar da característica milenar desta tecnologia, com diversos exemplos de edificações históricas presentes na atualidade, o domínio da técnica, as demandas dos usuários e as exigências de durabilidade passaram por processos de transformação e pedem maior estruturação do conhecimento.

De modo a contribuir para a compreensão do quadro atual da ACT no Brasil, esta pesquisa propõe lançar um olhar para as edificações em uso localizadas em Santa Catarina, a partir da aplicação de um método para a avaliação da sustentabilidade compatível com as peculiaridades destas construções. Adota-se como conceito o fato da ACT ter similaridades com a arquitetura vernácula, uma vez que prioriza a aplicação de materiais locais com o objetivo de atender às necessidades locais (NIROUMAND et al, 2017). Elege-se, então, o método desenvolvido pelo Projeto Versus, que avalia a sustentabilidade de forma igualitária entre os âmbitos ambiental, sociocultural e socioeconômico. Sendo a proposta a avaliação de edificações em uso, utiliza-se técnicas usadas em Avaliação Pós-ocupação (APO) para coleta e análise de dados. Este artigo relata a aplicação e adaptação do método em um estudo de caso piloto realizado com o objetivo de testar a eficácia da proposta de pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.2 Arquitetura e Construção com Terra

De acordo com Torgal, Eiles e Jalali (2009), o uso da terra como material de construção surge entre 12.000 a.C. e 7.000 a.C e persiste até os dias atuais. Houben e Guillaud (2008) afirmam que as primeiras construções com terra foram desenvolvidas de forma independente nos vales dos rios

²⁹ Sistema para planejamento consciente de assentamentos humanos inspirado nos padrões da natureza e que permita atender às necessidades locais de forma perene (HOLMGREM, 2013).

Tigre e Eufrates, no crescente fértil do Nilo e nos vales do Rio Amarelo e do Rio Indo, regiões férteis que propiciaram o assentamento de grupos humanos.

Nas Américas, as civilizações pré-colombianas já construíam com terra desde 800 a.C., e o uso do adobe data de 500 a.C. No Brasil, os exemplos mais antigos registrados de construções com terra são os abrigos indígenas escavados, encontrados desde o norte do Rio Grande do Sul até o sul de Minas Gerais (WEIMER, 2004; D'ÁVILA, 2009). Sabe-se que partir do período colonial são edificadas diversas arquiteturas de terra no Brasil, sendo aplicadas as técnicas do adobe, taipa de pilão e taipa de mão. Deste período são encontrados exemplos que ainda cumprem com suas funções originais. Estas técnicas foram trazidas pelos portugueses e pelos povos africanos, e sua aplicação também sofreu influência dos povos indígenas (CONCEIÇÃO, 2012; KANAN, 2014).

No século XX a arquitetura e construção com terra ressurgem como uma solução contemporânea, marcada pelo trabalho de Hassan Fathy, em Nova Gorna, que traz em sua essência a valorização da arquitetura vernácula (FATHY, 2009).

Em 1981, a exposição *Arquitetura de Terra e o Futuro de uma Tradição Milenar*, coordenada por Jean Dethier e realizada no museu George Pompidou, em Paris, torna-se um marco para a divulgação da ACT, evidenciando suas características e vantagens. Também em 1981, a Universidade de Grenoble lança a primeira formação em ACT à nível universitário. Atualmente, a arquitetura e construção com terra é uma possibilidade para a construção sustentável, considerando-se as vantagens ambientais da mesma como abundância do material, o baixo impacto ambiental das técnicas entre outras.

Ressalta-se que algumas características da ACT estão relacionadas à conceitos atribuídos, por determinados autores, à arquitetura vernácula, tais como: (1) prioriza o uso de materiais locais para atender necessidades e condições específicas de cada contexto (NIROUMAND et al., 2017); (2) ocupação do território por um grupo com condições socioculturais similares, permanência no local a longo prazo e evolução dos sistemas construtivos (FERREIRA, 2014); (3) simplicidade, adaptabilidade, caráter criativo e intenção plástica como resultado da técnica e do material empregado (WEIMER, 2005).

2.1.2 Arquitetura e construção com terra em Santa Catarina

Em 2012, no estado de Santa Catarina, foram mapeadas e avaliadas nove habitações rurais construídas com terra em fase de uso. O estudo relatou a disseminação das técnicas na região e verificou uma adequação das mesmas ao seu contexto, demonstrando diversas vantagens no uso da terra como material de construção. Detectou-se a capacidade das famílias rurais em desenvolverem as tecnologias de maneira adequada à sua própria realidade e de encontrarem as soluções diante de obstáculos. Além do mais, grande parte dos materiais de construção foram retirados das propriedades familiares. Outro fator interessante foi a ocorrência de troca de mão-de-

obra e de conhecimentos entre as famílias envolvidas, o que gerou a apropriação das tecnologias e a evolução das mesmas a nível regional (PROMPT, 2012).

Entretanto, foram encontrados fatores que causaram impactos negativos no desempenho das edificações, comprometendo questões relativas à sustentabilidade. Dentre estes, destacam-se: manifestações patológicas, longos períodos necessários para a execução das obras, escolha inadequada de técnicas construtivas, retrabalho com desperdício de material e sensações de insegurança por parte dos usuários.

Considerou-se estes fatores como graves pois, além dos prejuízos causados diretamente aos usuários, poderiam comprometer o desenvolvimento da ACT como um todo. A partir desta constatação, propôs-se um desenvolvimento desta pesquisa, com abrangência para todo o estado de Santa Catarina.

Assim sendo, foram mapeadas no estado 52 edificações construídas entre 2008 e 2018. Este mapeamento foi analisado de acordo com as categorias uso, técnicas empregadas e tipo de mão de obra (PROMPT E LIBRELOTTO, 2018). Detectou-se um crescimento na quantidade de edificações construídas com terra no estado, com ocorrência maior nas regiões do Oeste Catarinense e na região litorânea.

2.1 Sustentabilidade na Arquitetura

A produção da arquitetura sempre teve relação com o meio ambiente, uma vez que a função primordial da mesma é o abrigo e a proteção às intempéries. O conceito de sustentabilidade na arquitetura se desenvolve paralelamente ao movimento ambientalista. Zambrano (2008) estabeleceu uma historicidade que mostra a evolução do conceito a partir da arquitetura solar (1970). A partir do final da década de 1990, o conceito evolui para a arquitetura sustentável, que considera a sustentabilidade relacionada às edificações de forma mais ampla, atingindo os âmbitos ambiental, social e econômico. Entende-se, portanto, que para alcançar a sustentabilidade em uma edificação, é necessário haver um equilíbrio entre estes três âmbitos (LIBRELOTTO e FERROLI, 2012; CARVALHO, 2009; SILVA, 2003).

As edificações analisadas nesta pesquisa relacionam-se ao conceito de bioconstrução, que traz a ideia da edificação como uma unidade biológica que interage com o ambiente natural e também com o seu entorno social, cultural e econômico. É recorrente o uso de formas orgânicas nos projetos. Este tipo de arquitetura está fortemente vinculado à permacultura, com seu conceito de design sistêmico, que trata a edificação como o centro no projeto de design e afirma que o espaço construído deve estar em harmonia com o meio ambiente. A casa deve ser projetada de forma que admita ganho solar passivo por meio de materiais que permitam a captação, armazenamento e transmissão de energia. A bioconstrução prioriza o uso de materiais naturais (entre eles a terra), locais, reciclados ou pouco processados (VEGAS et al, 2014; MARS, 2008; MORROW, 2010).

2.1.1 Métodos para avaliação da sustentabilidade

O desempenho relativo à sustentabilidade das edificações pode ser avaliado com o uso de métodos. Os primeiros métodos surgiram na década de 1990 nos EUA, Canadá e em países europeus. Baseados no conceito de análise do ciclo de vida, contemplavam somente a dimensão ambiental da sustentabilidade, uma vez que seus países de origem já haviam conquistado níveis aceitáveis de qualidade de vida, igualdade social e distribuição de riquezas – a custo da degradação ambiental (SILVA, SILVA E AGOPYAN, 2003).

Illakoon *et al* (2017) realizaram uma análise comparando diversos métodos para a avaliação da sustentabilidade em edificações. A abordagem foi detectar quais os âmbitos da sustentabilidade – ambiental, social e econômico - contemplados pelos métodos e o peso de cada um. Estes autores detectaram a predominância do âmbito ambiental. O âmbito social vem em segundo lugar e o econômico em último, não sendo contemplado na maior parte dos métodos existentes.

A partir do estudo de alguns métodos para a avaliação da sustentabilidade nas edificações³⁰, opta-se por adaptar o desenvolvido pelo Projeto Versus para a realidade de Santa Catarina. Esta decisão foi embasada a partir de um cruzamento das características do método com as características da ACT da forma em que ela se desenvolve no Brasil, ou seja: como uma alternativa para a sustentabilidade nas edificações e com um forte vínculo com a permacultura.

2.1.2 Projeto Versus

O Projeto Versus – Conhecimento Vernáculo para a Arquitetura Sustentável - foi desenvolvido de forma cooperativa entre quatro universidades europeias. Liderado pela Escola Superior de *Gallaecia* (Portugal) em parceria com a *École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble* (França), *Universitat Politècnica de València* (Espanha) *Università degli Studi de Firenze* (Itália), e *Università degli Studi de Cagliari* (Itália).

Nesse método, utiliza-se princípios da arquitetura vernácula para constituir estratégias para a sustentabilidade nas edificações. Tem dois objetivos principais: (1) reconhecer o patrimônio vernáculo, seus valores e qualidades, focando no seu valor histórico, o que pode contribuir para a sustentabilidade nas edificações contemporâneas e (2) disseminar princípios, estratégias e técnicas que possam ser adaptadas afim de responder às necessidades atuais em termos de cultura, identidade, qualidade e meio ambiente (CORREIA, DIPASQUALE e MECCA, 2015).

Também é intenção do Projeto Versus apresentar um método de fácil interpretação e simples aplicação que possa ser utilizado de forma autônoma e com diversas possibilidades de implementação. Adota-se um conceito de sustentabilidade holístico, transversal e multidisciplinar. Trata-se a sustentabilidade dentro dos âmbitos ambiental, sociocultural e socioeconômico. Para

³⁰ Os métodos para avaliação da sustentabilidade estudados nesta pesquisa foram: AQUA, BREEAM, CASBEE, GBC, LEED, SUSTENTAX, ASUS, STAR, MASP-HIS, GB Tool, Modelo ESA, MAEN- 6F, FEAP-SUS, Procel Edifica, Selo Casa Azul, VerSus

cada um dos três âmbitos foram identificados quinze princípios distribuídos de forma igualitária entre os âmbitos ambiental, sociocultural e socioeconômico, conforme a Figura 6. Cada princípio é composto por cinco estratégias identificadas a partir da arquitetura vernácula e aplicáveis ao projeto arquitetônico contemporâneo. No total são 75 estratégias distribuídas de forma igualitária entre os três âmbitos.

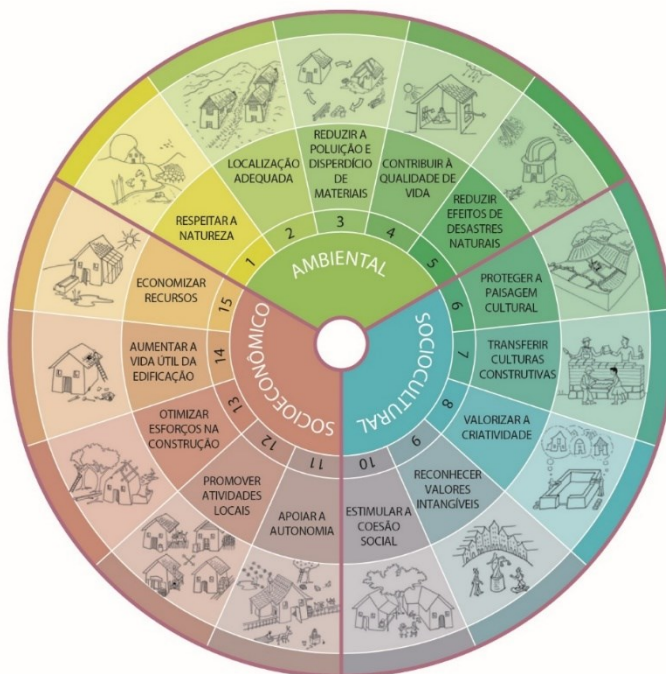


Figura 6 – Princípios e estratégias para a sustentabilidade na arquitetura de acordo com o Projeto Versus. Fonte: Adaptado de GUILLAUD *et al*, 2014. Tradução das autoras.

Dentre as características do projeto Versus que o tornam adequado para este estudo de caso, destacam-se: o desenvolvimento do método a partir da compreensão da arquitetura vernácula; a inserção de valores subjetivos para a avaliação da sustentabilidade (como apoiar a autonomia ou a transmissão de culturas construtivas); o âmbito socioeconômico que é trabalhado para além da questão financeira, considerando o desenvolvimento das pessoas envolvidas; a conexão da edificação com a produção de alimentos; a incorporação de métodos de prevenção contra desastres naturais, planejando a resiliência da edificação a longo prazo; o desenvolvimento das tecnologias localmente ao longo do tempo.

2.3 Avaliação pós-ocupação

Avaliação Pós-Ocupação (APO) consiste em “um conjunto de métodos e técnicas com potencial de aplicação nos ambientes em uso” (GALVÃO, ORNSTEIN E ONO, 2013). A APO é utilizada em diversos estudos de caso com o objetivo de melhorar a qualidade do projeto, da construção e do uso no ambiente construído.

Os temas avaliados através da APO abrangem o desempenho das edificações, satisfação e bem-estar dos usuários, qualidade do ambiente interno, produtividade entre outros (LI, FROSE e

BRAGER, 2018). Elali e Pinheiro (2013), ao explicar sobre a avaliação em edificações habitacionais, afirmam que a avaliação não pode estar restrita aos aspectos construtivos, mas deve abranger aspectos relativos ao modo de vida do usuário e de suas relações com o ambiente.

Outra temática que vem sendo desenvolvida através da APO é a avaliação de edificações que receberam atestados de sustentabilidade previamente à etapa de uso (KERN et al, 2016), ou em edificações projetadas prevendo baixo consumo energético (KENSARA et al, 2012), com o objetivo de verificar-se a eficácia de edificações atestadas considerando-se o comportamento do usuário.

3 Método

Esta é uma pesquisa de caráter quali-quantitativo, do tipo exploratória, com base em um estudo de caso. O estudo de caso é caracterizado pela análise de um ou poucos objetos, de modo ao conhecê-lo detalhadamente (GIL, 2008). A pesquisa ocorreu em três etapas: pesquisa bibliográfica (nas temáticas arquitetura e construção com terra, sustentabilidade na arquitetura e avaliação pós-ocupação), levantamento de dados em campo e avaliação da sustentabilidade.

Sendo o objeto de estudo um conjunto de edificações em fase de uso, opta-se pelo uso de técnicas empregadas em APO. Assim sendo, foram utilizadas as seguintes técnicas: observação assistemática, levantamento arquitetônico, questionários e entrevista não estruturada.

Realizou-se observação assistemática para inspecionar as edificações de modo a detectar manifestações patológicas, alterações construtivas e de uso (KOWALTOWSKI *et al.*, 2013). Foi realizado levantamento arquitetônico no conjunto de três edificações avaliadas, uma vez que até a data prévia a esta pesquisa, inexistia documentação referente à projeto arquitetônico.

O questionário visou coletar a percepção dos usuários a respeito das edificações. Foi aplicado a um grupo de 20 pessoas, entre elas a proprietária do local e um grupo de participantes de um curso de bioconstrução que ocorria na ocasião do levantamento de dados. Foram elaboradas 24 perguntas objetivas divididas em dois itens principais, sendo o primeiro referente ao espaço físico e o segundo referente à vivência de participar do curso. Em relação ao espaço físico foram questionadas a percepção dos usuários a respeito da integração das edificações com a paisagem, o uso dos materiais de construção, aparência, iluminação natural, conforto térmico, qualidade do ar, tamanho, sensação de bem-estar, segurança, funcionalidade e manutenção. Em relação à vivência de participar do curso, foram questionadas as percepções a respeito do entendimento dos propósitos do local, dos processos de ensino e aprendizagem, sensação de pertencimento ao grupo, diversidade do grupo, bem-estar coletivo, potencial para estabelecimento de redes de contato e possibilidade de configuração de redes de apoio. Estas questões foram respondidas com base em uma escala de valores equilibrada em cinco respostas: ótimo, bom, regular, ruim e péssimo.

Finalmente, realizou-se uma entrevista não estruturada com a proprietária do sítio, solicitando-a que descrevesse o processo de construção das edificações, desde a concepção do projeto até as condições atuais de uso.

3.2 Avaliação da sustentabilidade

Para a avaliação da sustentabilidade foi elaborado um checklist com as 75 estratégias do projeto Versus. A avaliação de cada uma das estratégias foi realizada com os dados coletados em campo, sendo a procedência deste dado de uma ou mais técnicas de levantamento. Toma-se como exemplo para este procedimento metodológico o Princípio 1, pertencente ao âmbito da sustentabilidade ambiental, com suas cinco estratégias (Quadro 1).

Quadro 1: Exemplo de origem dos dados para avaliação de cada estratégia

| PRINCÍPIO | ESTRATÉGIA | FONTE DE DADOS |
|---|---|--|
| Princípio 1: Respeitar a paisagem e o contexto natural | 1.1 Garantir a escolha apropriada do local | Entrevista, observação, análise de projeto |
| | 1.2 Minimizar o impacto das intervenções | Entrevista |
| | 1.3 Assegurar condições para a regeneração do local | Entrevista |
| | 1.4 Integrar com a morfologia do ambiente | Observação, análise do projeto |
| | 1.5 Entender as características do local | Entrevista |

A partir da análise de cada uma das estratégias, foi atribuída uma avaliação e, para cada avaliação, foram atribuídas uma simbologia e uma pontuação, de acordo com o quadro 2.

Quadro 2: Simbologia e pontuação para avaliação de cada estratégia

| Avaliação | Símbolo | Pontuação |
|---------------------|---------|-----------|
| Atende | V | 1 |
| Atende parcialmente | ± | 0,5 |
| Não atende | X | 0 |

A fim de verificar se o princípio foi atendido, foi somada a pontuação atribuída à a cada estratégia conforme simulação apresentada no Quadro 3:

Quadro 3: Simulação do cálculo da avaliação de cada um dos 15 princípios

| <u>PRINCÍPIO</u> | <u>ESTRATÉGIAS</u> | <u>PONTUAÇÃO</u> |
|--------------------------|-----------------------|------------------|
| <u>PRINCÍPIO 1</u> | <u>ESTRATÉGIA 1.1</u> | <u>1</u> |
| | <u>ESTRATÉGIA 1.2</u> | <u>1</u> |
| | <u>ESTRATÉGIA 1.3</u> | <u>1</u> |
| | <u>ESTRATÉGIA 1.4</u> | <u>1</u> |
| | <u>ESTRATÉGIA 1.5</u> | <u>1</u> |
| <u>TOTAL PRINCÍPIO 1</u> | | <u>5</u> |

Os princípios são avaliados de acordo com uma escala de valores à qual é atribuída, então, a mesma simbologia. Esta escala de valores, representada no Quadro 4, foi utilizada também para a avaliação de cada um dos âmbitos da sustentabilidade: ambiental, sociocultural e socioeconômico.

Quadro 4: Escala de valores para atribuição de simbologia a cada princípio e a cada âmbito

| <u>PONTUAÇÃO</u> | <u>AVALIAÇÃO</u> | <u>SÍMBOLO</u> |
|------------------|----------------------------|----------------|
| <u>0 – 1,6</u> | <u>NÃO ATENDE</u> | <u>✓</u> |
| <u>1,7 – 3,4</u> | <u>ATENDE PARCIALMENTE</u> | <u>±</u> |
| <u>3,5 - 5</u> | <u>ATENDE</u> | <u>✗</u> |

4 Resultados e discussão

Para a realização do estudo de caso piloto, escolheu-se um sítio de permacultura localizado no município de Camboriú. A escolha do objeto deu-se por uma relação pré-existente das autoras com a proprietária do local. Esta relação permitiu livre acesso ao espaço e às informações a respeito do histórico, bem como a liberdade para a aplicação dos métodos *in loco*.

A estação de permacultura que é objeto deste estudo de caso abriga um projeto educativo cujas edificações vêm sendo construídas gradualmente desde 2014. Está inserida em uma propriedade familiar em meio a uma área de mata atlântica preservada. O acesso se dá através de uma área urbanizada de baixa renda do município.

4.1 Descrição das edificações

Atualmente existem três edificações em uso – cozinha, alojamento (dormitórios e banheiros) e galpão. A Figura 2 representa esquematicamente a localização das edificações, bem como o acesso ao sítio, a zona de camping e os corpos d'água (rio e lago).

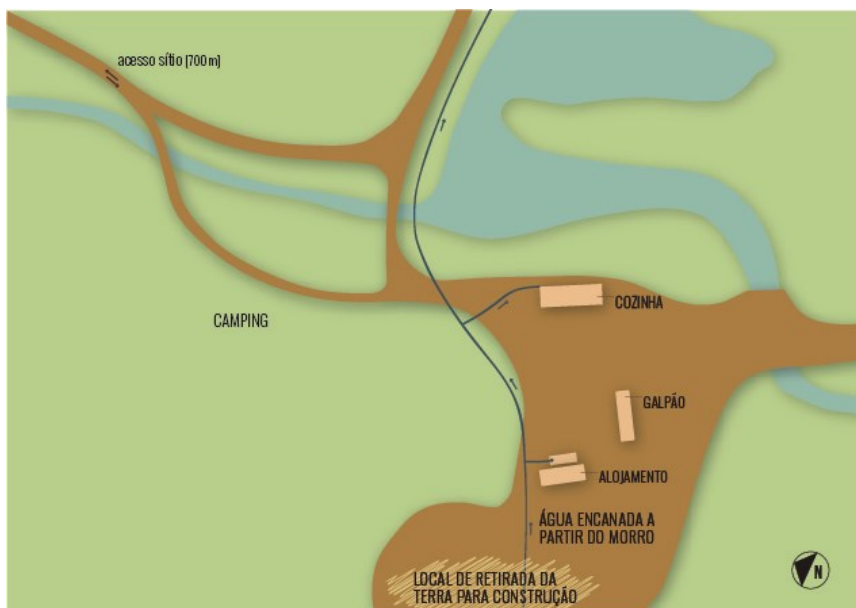


Figura 2: Localização das edificações em relação aos corpos d'água e zonas de circulação. Fonte: Autoras.

4.1.1 Materiais e técnicas construtivas

As edificações foram construídas predominantemente com materiais retirados do próprio terreno ou reaproveitados. A estrutura das edificações foi construída com madeira de pinus retirada do próprio local. A terra, material usado na maior parte das paredes, também foi retirada no terreno, conforme ilustra a Figura 2. Com este material foram aplicadas diversas técnicas como taipa de mão (preenchida em trama de bambu colhido no terreno), adobe, cob e revestimentos naturais. Entre os materiais reaproveitados estão madeiras de demolição, telhas e esquadrias. Além do mais é utilizado, em alguns locais, o lixo para auxiliar no preenchimento das paredes, quando aplicada a técnica da taipa de mão.

4.1.2 Mão de obra

Em relação à mão de obra, todos os trabalhos de concretagem de fundações e pilares, montagem das estruturas principais e coberturas foram realizados com mão de obra contratada. A única parte da estrutura de madeira feita em momentos de vivência foram os pilares que estruturam o telhado verde da edificação 1. A alvenaria dos banheiros, bem como sua instalação hidrossanitária, também foi executada por mão de obra contratada. As demais etapas da obra (paredes, piso do alojamento, montagem do telhado verde, revestimentos) foram realizadas em processo de mutirão pelos participantes de cursos e vivências.

4.2 Resultado da avaliação

A partir do checklist foram avaliadas as 75 estratégias propostas pelo Projeto Versus. O quadro 5 apresenta os resultados relativos ao Princípio 2.

Quadro 5: Simbologia e pontuação para avaliação de cada estratégia

| Princípio 2: Tirar benefícios dos recursos naturais e climáticos | Item | Estratégia | Avaliação | Justificativa |
|--|------|--|-----------|---|
| | 2.1 | Escolher a orientação adequada para a edificação | ± | Dormitórios com pouca insolação; sistema de tratamento determinante para a locação das edificações. |
| | 2.2 | Considerar a hidrografia do local e manejar os recursos hídricos | ✓ | Abundância de recursos hídricos justifica a ausência de sistemas de armazenamento de água da chuva; reutilização da água dos efluentes. |
| | 2.3 | Locar as edificações de modo a tirar proveito da forma da paisagem | ± | Locação delimitando a área de ocupação. Pouca relação com o rio. |
| | 2.4 | Incorporar a energia solar no projeto da envoltória | X | Estratégia não adotada |
| | 2.5 | Tirar vantagem da inércia térmica do solo | X | Estratégia não adotada |



Figura 3: Exemplo da estratégia 2.2 atendida: o sistema de tratamento de efluentes promove a irrigação de um jardim produtivo; entretanto, a insolação privilegiada para o bom funcionamento deste sistema prejudicou a incidência solar nos dormitórios.

A aplicação do método no estudo de caso permitiu que todos os itens sugeridos pelo Método Versus fossem avaliados. Assim sendo, a pontuação foi contabilizada e possibilitou uma visualização de quais os âmbitos da sustentabilidade foram mais ou menos contemplados. Para obter-se uma visualização dos resultados, propõe-se expressar graficamente com uso da mandala com os princípios do projeto Versus.

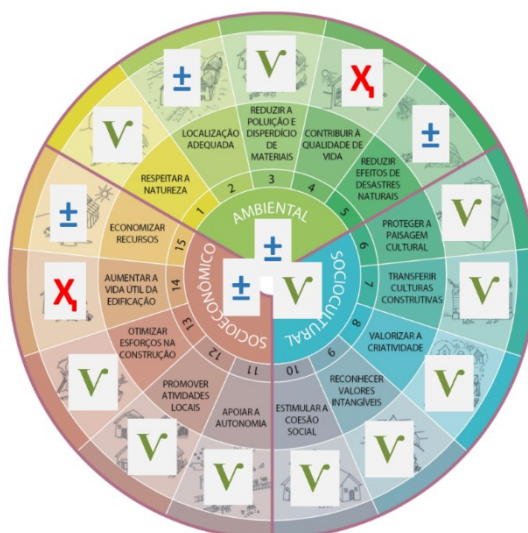


Figura 4: Resultado da avaliação no estudo de caso

Como resultado obtém-se avaliação positiva na dimensão sociocultural e mediana nas dimensões socioeconômica e ambiental. Os maiores desafios em relação ao âmbito ambiental estão relacionados à falta de cumprimento de requisitos básicos à norma de desempenho térmico em edificações bem como à falta de um desenho bioclimático que faça uso eficiente das energias disponíveis no terreno. Estratégias de aquecimento solar passivo não são utilizadas, e quesitos como iluminação natural e ventilação adequada nos ambientes não são cumpridos. Outra estratégia que não é bem atendida é a redução de riscos relacionados a desastres naturais (Princípio 5). Atribui-se o fato a uma questão cultural, uma vez que não se prioriza a prevenção a respeito de riscos de vendavais, inundações ou deslizamentos. Apesar de o local não se apresentar vulnerável a deslizamentos, a localização das edificações ao nível do rio pode representar um risco relacionado a inundações. Está claro que num contexto onde a vegetação está preservada são menores os riscos de desastres naturais; ainda assim, acredita-se na necessidade de planejamento a maior prazo, considerando-se a possibilidade de uma mudança na paisagem do entorno. O princípio 14 (aumentar a vida útil da edificação) também foi avaliado com desempenho insatisfatório. Neste princípio a maior parte das estratégias está relacionada ao projeto, de forma a prever a degradação de elementos construtivos. Ainda que se compreenda que a manutenção deva ser prevista em etapa de projeto, entende-se que neste caso predominam técnicas experimentais e com mão de obra aprendiz, de modo que o desempenho das técnicas pode não ser como o previsto.

5 Considerações finais

5.1 Considerações a respeito do estudo de caso

Os fatores negligenciados em relação à sustentabilidade ambiental demonstram que o uso da terra e de outros materiais naturais ou reciclados resulta insuficiente para um bom resultado ambiental. No presente estudo de caso, a sustentabilidade sociocultural é facilitada por ser um local que visa o encontro e a educação ambiental, ou seja, está diretamente ligada aos princípios de

sustentabilidade. Nesta dimensão, as edificações cumprem a maior parte dos requisitos, especialmente pelo seu papel em impulsionar a autonomia e o empoderamento pessoal dos participantes das atividades. A capacidade de construir com as próprias mãos e com o uso de materiais disponíveis na natureza impulsiona a capacidade criativa e pode influenciar na visão de mundo e na atuação social dos participantes.

Apesar de a avaliação da sustentabilidade considerar o processo construtivo e de concepção do espaço, o que neste caso traz diversos benefícios em relação à sustentabilidade, os resultados desse processo também são analisados. Fatores como esquadrias com vedações frágeis, por exemplo, podem ser decorrentes do uso de materiais reaproveitados, o que reduz o a quantidade de energia para a fabricação de materiais. Ainda assim, geram perdas térmicas, o que diminui a sustentabilidade na dimensão ambiental. Sabe-se também que no caso estudado existe escassez de recursos financeiros, o que traz limitações para a construção. Este fator não impediu uma análise crítica dos resultados.

5.2 Considerações a respeito do método de avaliação da sustentabilidade

Em relação ao método, considera-se que, de forma geral, seja adequado para a avaliação da sustentabilidade em ACT. Algumas estratégias repetem-se nos diferentes âmbitos, como por exemplo o uso de sistemas naturais de ventilação, aquecimento e ventilação ou a adoção de materiais de baixo impacto ambiental. A repetição ocorre pelo fato de que uma mesma estratégia pode proporcionar incremento da sustentabilidade em mais de um âmbito – o mesmo material que gera economia financeira pode também diminuir a energia incorporada na edificação.

Observam-se algumas lacunas referentes aos princípios e estratégias do Versus. A primeira diz respeito aos aspectos funcionais da edificação. Em nenhum momento os aspectos referentes à adequação dos ambientes internos às atividades que ali ocorrem são questionados. Questões de acessibilidade tampouco são contempladas. Na análise citou-se a acessibilidade na estratégia 13.2 como uma forma de assinalar uma fragilidade observada in loco.

Sugere-se que estes aspectos possam ser adicionados em uma adequação do método para que seja possível uma compreensão mais completa das edificações. Além do mais, acredita-se que seja fundamental uma análise mais direcionada às especificidades da terra como material de construção. Este tema deve avaliar a adequação da escolha das técnicas a cada situação, o tipo de solo indicado e o procedimento de seleção do solo por testes expeditos no próprio campo.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, M. T. M. **Metodologia para Avaliação da Sustentabilidade de Habitações de Interesse Social com Foco no Projeto**. Tese de Doutorado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.TD-003A/09, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009.

- CONCEIÇÃO, M. L. **La arquitectura absorbida en la isla de Santa Catarina, Brasil.** In: Apuntes: Vol. 25, núm.2. P.200-209, 2012.
- CORREIA, M, DIPASQUALE, L, MECCA, S (ed.). **VERSUS: HERITAGE FOR TOMORROW: Vernacular Knowledge for Sustainable Architecture.** Firenze: Firenze University Press, 2015.
- D'AVILA, L. N. **Gente Construtora: As Casas de Bugre do Sul do Brasil.** Revista Historiar, v. v.2, p. 1, 2009.
- DETHIER, J. **Arquitetura de Terra ou o Futuro de uma tradição Milenar.** Catálogo de exposição. Rio de Janeiro: Avenir, 1982.
- FATHY, H. **Arquitetura para os pobres. Uma experiência no Egito rural.** Lisboa: Argumentum e Dinalivro, 2009. Edição original: 1973.
- ONO, R; et al. **Avaliação pós-ocupação na arquitetura, no urbanismo e no design: da teoria à prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2018.
- GALVÃO, Walter José Ferreira; ORNSTEIN, Sheila Walbe; ONO, Rosária. **A avaliação pós-ocupação em empreendimentos habitacionais no Brasil: da reabilitação aos novos edifícios.** In: Qualidade ambiental na habitação: avaliação pós-ocupação[S.l: s.n.], 2013.
- GUILLAUD, H. *et al.* (eds) 2014. **Booklet - VerSus: Lessons from vernacular heritage to sustainable architecture.** Grenoble: CRAterre & Escola Superior Gallaecia.
- HOLMGREN, D. **Os fundamentos da permacultura.** Victoria, Australia: Holmgren Design Service. 2013.
- FERREIRA, T. L. **Arquiteturas vernáculas e processos contemporâneos de produção: Formação, experimentação e construção em um assentamento rural.** Tese de Doutorado em Arquitetura. Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble / Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Grenoble, 2014.
- FERROLI, P. C. M.; LIBRELOTTO, L. I. **Ferramentas de Sustentabilidade ESA-MOD e FEM Aplicadas em Modelo Funcional.** In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2012, São Luiz. X P&D. São Luis - MA: UFMA, 2012.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas em pesquisa social.** São Paulo: Ed. Atlas, 2008.
- ILLAKOON, I.M.C.S; TAM, V.W.Y; LE, N.K. **Environmental, Economic, and Social Parameters in International Green Building Rating Tools.** In: Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice. V. 143, 2017.
- KANAN, I. **Researching the traditional building culture of Costa da Lagoa, Santa Catarina, Brazil.** In: Vernacular Heritage and Earthen Architecture: Contributions for Sustainable Development – Correia, Carlos & Rocha (Eds). 2014

KANSARA, T. *et al.* **Post occupancy evaluation of buildings in a zero carbon city.** In: Global Conference on Renewables and Energy Efficiency for Desert Regions, vol. 5, no. 1, pp. 23-25, 2012.

KERN, A. P. *et al.* **Energy and water consumption during the post-occupancy phase and the users' perception of a commercial building certified by Leadership in Energy and Environmental Design (LEED).** In: Journal of Cleaner Production. V 133, p 826-834, 2016.

KOWALTOWSKI, D. C.C. K *et al.* **Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico.** Ambiente Construído, v. 6, n. 2, p. 07-19. Porto Alegre, 2006.

LÉLIS, N; HEISE, A. **Arquitetura contemporânea no Brasil.** In: **Arquitetura de Tierra em América Latina.** Lisboa: Argumentum Edições, 2016.

LI, P.; FROESEB, T. M.; BRAGER, G. **Post-occupancy evaluation: State-of-the-art analysis and state-of-the-practice review.** In: Building and Environment. V 133, p. 187-202. 2018.

MARS, Ross. **O Design básico em permacultura.** Via Sapiens: Porto Alegre, 2008.

MORROW, Rosemary. **Permacultura passo a passo.** Pirenópolis: Ecocentro IPEC, 2010.

MINKE, G. **Manual de construcción com tierra.** Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad, 2001

NEVES, Célia; FARIA, Obede Borges (Org.). **Técnicas de construção com terra.** Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA, 2011. Disponível em <http://www.redproterra.org>

NIROUMAND, H. *et al.* **Contribution of national guidelines in industry growth of earth architecture and earth buildings as a vernacular architecture.** In: Renewable and Sustainable Energy Reviews. V.74, Pg. 1108-1118. 2017.

PROMPT, C. H. e LIBRELOTTO, L. I. **Arquitetura e Construção com Terra em Santa Catarina.** In: Anais do VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra do Brasil – Terra Brasil. Rio de Janeiro: 2018.

PROMPT, C. H. **Arquitetura de Terra em Unidades Agrícolas Familiares: Estudo de Caso no Oeste Catarinense.** Dissertação de Mestrado defendida pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina – POSARQ, UFSC. Florianópolis: 2012.

PONTE, M. M. C. C. **Arquitetura de Terra: O Desenho Para a Durabilidade das Construções.** Dissertação para a obtenção de grau de Mestre em Arquitetura. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2012.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica.** Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Engenharia junto ao Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2003.

SILVA, V. G.; SILVA, M. G.; AGOPYAN, V. **Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade**. In: Ambiente Construído, v. 3, n. 3, p. 7-18. Porto Alegre, 2003.

TEIXEIRA, A. A. **Desempenho de painéis de bambu argamassados para habitações econômicas: Aplicação na arquitetura e ensaios de durabilidade**. Tese de doutorado em Arquitetura e Urbanismo. Área de Tecnologia, Universidade de Brasília, 2013.

TORGAL, F. P.; EIRES, R. M. G.; JALALI, S. **Construção com Terra**. Universidade do Minho: Guimarães, 2009.

VASCONCELOS, S. L. **Ferramentas de análise de grau de sustentabilidade no ambiente construído: Avaliação de materiais de construção no ato do projeto de arquitetura**. Tese de doutorado em Arquitetura – Teoria e prática do projeto. Universidade de Lisboa, 2014.

VEGAS *et al.* Defining Sustainable Architecture. In: **VERSUS: HERITAGE FOR TOMORROW: vernacular Knowledge for Sustainable Architecture** / edited by Mariana Correia, Letizia Dipasquale, Saverio Mecca. Firenze: Firenze University Press, 2014. P 35 – 39.

WEIMER, G. **Arquitetura Popular Brasileira**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2005.

ZAMBRANO, L. M. A. **Integração dos princípios da sustentabilidade ao projeto de arquitetura**. 2008. Tese de Doutorado.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES pela bolsa de estudos concedida para desenvolvimento de pesquisa a nível de doutorado, ao PósARQ pelo auxílio para a participação no evento e à Mildred Gustack Dalambre por disponibilizar seu espaço para a realização do estudo de caso.

APÊNDICE 3: Questionário aplicado no estudo de caso piloto

Parte um: O ESPAÇO FÍSICO

1. **COMO VOCÊ AVALIA A INTEGRAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES COM A PAISAGEM DA NOVA OIKOS?**

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

2. **COMO VOCÊ AVALIA A RELAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES COM O RIO?**

Ótimo Bom Regular Ruim
 Péssimo

3. **COMO VOCÊ AVALIA A DISTÂNCIA ENTRE CADA UMA DAS EDIFICAÇÕES (ALOJAMENTO, COZINHA E GALPÃO?)**

Ótimo Bom Regular Ruim
 Péssimo

4. **EM RELAÇÃO AOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO, COMO VOCÊ AVALIA:**

O uso da terra como material de construção nas edificações da Nova Oikos?

Ótimo Bom Regular Ruim
 Péssimo

O uso do lixo como material de construção nas edificações da Nova Oikos?

Ótimo Bom Regular Ruim
 Péssimo

O uso da madeira como material de construção nas edificações da Nova Oikos?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

5. **COMO VOCÊ AVALIA A RELAÇÃO DA EDIFICAÇÃO COM AS ÁREAS PRODUTIVAS?**

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

6. **COMO VOCÊ AVALIA A APARÊNCIA DE CADA UMA DAS EDIFICAÇÕES?**

Alojamento (dormitórios)?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Banheiros?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Cozinha?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Galpão / Sala de aula?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

7. **COMO VOCÊ AVALIA A ILUMINAÇÃO NATURAL DE CADA UMA DAS EDIFICAÇÕES?**

Alojamento (dormitórios)?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Banheiros?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Cozinha?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Galpão / Sala de aula?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

8. COMO VOCÊ AVALIA O CONFORTO TÉRMICO DE CADA UMA DAS EDIFICAÇÕES?

Alojamento (dormitórios)?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Banheiros?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Cozinha?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Galpão / Sala de aula?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

9. COMO VOCÊ AVALIA A QUALIDADE DO AR EM CADA UMA DAS EDIFICAÇÕES?

Alojamento (dormitórios)?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Banheiros?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Cozinha?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Galpão / Sala de aula?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

10. COMO VOCÊ AVALIA O TAMANHO DE CADA UMA DAS EDIFICAÇÕES?

Alojamento (dormitórios)?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Banheiros?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Cozinha?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Galpão / Sala de aula?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

11. COMO É SUA SENSAÇÃO DE BEM ESTAR DE CADA UMA DAS EDIFICAÇÕES?

Alojamento (dormitórios)?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Banheiros?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Cozinha?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Galpão / Sala de aula?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

12. COMO VOCÊ SE SENTE EM RELAÇÃO À SEGURANÇA EM CADA UMA DAS EDIFICAÇÕES?

Alojamento (dormitórios)?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Banheiros?

Ótimo Bom Regular Ruim
 Péssimo

Cozinha?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Galpão / Sala de aula?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

13. COMO VOCÊ AVALIA A FUNCIONALIDADE DE CADA UMA DAS EDIFICAÇÕES?

Alojamento (dormitórios)?

Ótimo Bom Regular Ruim
 Péssimo

Banheiros?

Ótimo Bom Regular Ruim
 Péssimo

Cozinha?

Ótimo Bom Regular Ruim
 Péssimo

Galpão / Sala de aula?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

14. COMO VOCÊ AVALIA A MANUTENÇÃO DE CADA UMA DAS EDIFICAÇÕES?

Alojamento (dormitórios)?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

Banheiros?

Ótimo Bom Regular Ruim
 Péssimo

Cozinha?

Ótimo Bom Regular Ruim
 Péssimo

Galpão / Sala de aula?

Ótimo Bom Regular Ruim
 Péssimo

Parte DOIS: A VIVÊNCIA

15. COMO VOCÊ AVALIA SEU PRÓPRIO ENTENDIMENTO EM RELAÇÃO AOS PROPÓSITOS E OBJETIVOS DA NOVA OIKOS?

Ótimo Bom Regular Ruim
 Péssimo

16. COMO VOCÊ AVALIA A DIVERSIDADE DO GRUPO?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

17. COMO VOCÊ AVALIA OS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

18. COMO VOCÊ AVALIA OS PROCESSOS E DINÂMICAS VOLTADAS À INTEGRAÇÃO DO GRUPO?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

19. COMO VOCÊ AVALIA O POTENCIAL PARA DESENVOLVIMENTO DE INTELIGÊNCIA COLETIVA PROPORCIONADO PELA NOVA OIKOS?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

20. COMO VOCÊ AVALIA A LIBERDADE PARA A EXPERIMENTAÇÃO E COMPARTILHAMENTO DE SOLUÇÕES DURANTE AS PRÁTICAS CONSTRUTIVAS?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

21. COMO VOCÊ AVALIA SUA PRÓPRIA SENSÇÃO DE PERTENCIMENTO AO LOCAL E AO GRUPO?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

22. COMO VOCÊ AVALIA AS ESTRATÉGIAS PRO BEM ESTAR COLETIVO?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

23. COMO VOCÊ AVALIA O POTENCIAL PARA ESTABELECEER CONTATOS A PARTIR DA VIVÊNCIA?

Ótimo Bom Regular Ruim Péssimo

24. COMO VOCÊ AVALIA A POSSIBILIDADE PARA CONFIGURAÇÃO DE REDES DE TROCA / APOIO A PARTIR DESTA VIVÊNCIA?

Ótimo

Bom

Regular

Ruim

Péssimo

25. DE QUE FORMA ESTA VIVÊNCIA PODE CONTRIBUIR COM SEU CRESCIMENTO PESSOAL?

26. NA SUA OPINIÃO, ESTE TIPO DE VIVÊNCIA PODE GERAR UM IMPACTO SOCIAL POSITIVO? PORQUE?

APÊNDICE 4: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Aceito pelo comitê de ética mediante CAAE 16103819.0.0000.0121

O TCLE respeita as resoluções 466/2012

Sr(a) foi selecionado(a) e está sendo convidado(a) para participar da pesquisa intitulada **Arquitetura e Construção com Terra em Santa Catarina: Avaliação Pós-Ocupação sob a Ótica da Sustentabilidade**, que tem como objetivos: **avaliar edificações construídas com terra**, com a justificativa de **contribuir com o desenvolvimento da arquitetura de terra no Brasil**.

A pesquisa, iniciada em 2016, é integrada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PósARQ), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e terá duração total de 4 anos, com o término previsto para 5/2020.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em responder as perguntas a serem realizadas sob a forma de entrevista. A entrevista será gravada para posterior transcrição – que será guardado por dois (02) anos e será posteriormente eliminada.

Sr(a) não terá nenhum custo ou quaisquer compensações financeiras. Salientamos que suas respostas serão tratadas de forma anônima e confidencial, isto é, em nenhum momento será divulgado o seu nome ou qualquer uma das empresas que seja mencionado, em qualquer fase do estudo. O benefício relacionado à sua participação será de aumentar o conhecimento científico para a área de Ciências Sociais Aplicadas.

O possível risco e desconforto que a pesquisa poderá trazer a(o) Sr(a) é o constrangimento de ser entrevistado ou . A fim de evitar ou reduzir efeitos e condições adversas, os pesquisadores garantem que suas opiniões e pontos de vista não serão expostos publicamente. As informações coletadas ficarão de posse dos pesquisadores responsáveis e sua identidade será mantida no mais rigoroso sigilo. Serão omitidas todas as informações que permitam identificá-lo. Em caso de eventuais danos decorrentes da pesquisa será garantido seu direito de indenização ou ressarcimento via a depósito bancário.

Os dados coletados serão utilizados apenas NESTA pesquisa e os resultados serão divulgados em eventos e/ou revistas científicas. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar desse estudo. A qualquer momento você pode se recusar a responder qualquer pergunta ou interromper a participação e retirar seu consentimento, sem penalização alguma. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador.

Sr(a) receberá uma via deste termo onde consta o contato/e-mail do pesquisador responsável, e demais membros da equipe, podendo tirar as suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento. Os pesquisadores responsáveis se comprometem a cumprir todas as exigências contidas nas Resoluções CNS 466/2012.

ENDEREÇO FÍSICO DO PESQUISADOR: Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PósARQ). Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa

Catarina (UFSC), Centro Tecnológico (CTC), Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, Florianópolis – SC, Caixa Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil.

ENDEREÇO DE CONTATO DO COMITÊ DE ÉTICA: Prédio Reitoria II (Edifício Santa Clara), R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401, Trindade, Florianópolis-SC, CEP 88.040-400. E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br. Telefone +55 (48)3721-6094. CEPSES-SC cepses@saude.sc.gov.br. Telefone (48) 3212-1644 / 3212-1660.

Desde já agradecemos sua colaboração!

Profª. Lisiane Ilha Librelotto

Pesquisador Responsável
mail: lisiane.librelotto@gmail.com

Tel.: (48) 3721-2540

Cecília Heidrich Prompt

Pesquisadora
E-mail: arquiteturamargem@gmail.com

Tel.: (48) 99660-7803

E-

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PósARQ)
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Florianópolis, ____ de _____ de 2018.

Declaro estar ciente do inteiro teor deste TERMO DE CONSENTIMENTO e estou de acordo em participar do estudo proposto, sabendo que dele poderei desistir a qualquer momento, sem sofrer qualquer punição ou constrangimento.

Participante da Pesquisa: _____

Documento de Identidade: _____

(Assinatura)

APÊNDICE 5: Autorização para avaliação da edificação

Eu, _____, autorizo a pesquisadora Cecília Heidrich Prompt a avaliar a edificação _____, localizada em _____ como parte da pesquisa de doutorado intitulada Avaliação da Sustentabilidade em Arquitetura e Construção com Terra.

Estou ciente que a pesquisadora se compromete a manter minha identidade em sigilo e os nomes dos usuários não serão mencionados no trabalho de pesquisa.

Autorizo, ademais, a pesquisadora a fotografar a residência, uma vez que a captura de imagens consiste numa técnica de levantamento de dados, bem como a publicar as imagens em sua tese.

APÊNDICE 4: Requisitos para iluminação e ventilação naturais

ESTUDO DE CASO 02

Tabela 1 Esquadrias Edificação 02

| Esquadria | Descrição | Área total | Área para ventilação | Área para iluminação |
|-----------|---|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| J1-02 | Janela deslizante de duas folhas 1,40X1,00m | 1,40 m ² | 45% 0,48m ² | 80% 0,84m ² |

Tabela 2: Cálculo para ventilação e iluminação naturais Edificação 02

| Ambiente | Área útil | Área total esquadrias | Área para ventilação | Ventilação Atende/ não atende | Área para iluminação | Iluminação Atende/ não atende |
|---------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Sala/Cozinha (J1-02 –2un) | 23,61 m ² | 2,80 m ² | 0,97 m ² | 4,10% não atende | 1,68 m ² | 7,11% não atende |
| Dormitórios 01 e 03 | 8,70 m ² | 1,40 m ² | 0,48 m ² | 5,51% não atende | 0,84 m ² | 9,65% atende |
| Dormitório 02 | 8,55 m ² | 1,40 m ² | 0,48 m ² | 5,61% não atende | 0,84 m ² | 9,82% atende |

ESTUDO DE CASO 04

Tabela 3: Esquadrias Edificação 04

| Esquadria | Descrição | Área total | Área para ventilação | Área para iluminação |
|-----------|--|---------------------|------------------------------|----------------------------|
| J1-04 | Janela deslizante de 4 folhas (duas fixas e duas móveis) 1,60X1,00m | 1,92 m ² | 40% 0,76 m ² | 70% 1,34 m ² |
| J2-04 | Maxim-ar 0,5X0,4m | 0,2 m ² | 80% 0,16 m ² | 80% 0,16 m ² |
| J3-04 | Janela deslizante de duas folhas 1,60X1,20 | 1,92 m ² | 0,45% 0,86 m ² | 80% 1,53 m ² |
| J4-04 | Janela deslizante de duas folhas 1,20X1,20 | 1,44 m ² | 0,45% 0,65 m ² | 80% 1,15 m ² |
| J5-04 | Janela deslizante de quatro folhas (duas fixas e duas móveis) 0,80X1,20m | 0,96 m ² | 0,40% 0,38 m ² | 70% 0,67 m ² |

| | | | | |
|-------|--|--------------------|------------------------------|----------------------------|
| J6-04 | Janela deslizante de quatro folhas (duas fixas e duas móveis) 1,00X2,50m | 2,5 m ² | 0,40% 1,00 m ² | 70% 1,75 m ² |
|-------|--|--------------------|------------------------------|----------------------------|

Tabela 4: Cálculo para ventilação e iluminação naturais Edificação 04

| Ambiente | Área útil | Área total esquadrias | Área para ventilação | Ventilação Atende/ não atende | Área para iluminação | Iluminação Atende/ não atende |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Sala/Cozinha (J1-04 –2un – J2-04) | | | | | | |
| Dormitório 01 (J3-03-2un) | 10,68 m ² | 3,84 m ² | 1,72 m ² | 16,10% atende | 3,07 m ² | 28,74% atende |
| Dormitório 02 (J4-04-2un) | 10,56 m ² | 2,88 m ² | 1,29 m ² | 12,21% não atende | 2,30 m ² | 21,81% atende |
| Dormitório 03 (J3-05 e J3-06) | 12,48 m ² | 3,46 m ² | 1,38 m ² | 11,05% não atende | 2,42 m ² | 19,39% atende |

ESTUDO DE CASO 05

Tabela 5: Esquadrias Edificação 05

| Esquadria | Descrição | Área total | Área para ventilação | Área para iluminação |
|-----------|---|---------------------|----------------------------|----------------------------|
| J1-05 | Janela deslizante de 4 folhas (duas fixas e duas móveis) 1,20X1,00m | 1,20 m ² | 40% 0,48m ² | 70% 0,84m ² |
| J2-05 | Janela deslizante de duas folhas 0,6X0,4m | 0,24 m ² | 45% 0,11 m ² | 80% 0,19 m ² |

Tabela 6: Cálculo para ventilação e iluminação naturais Edificação 05

| Ambiente | Área útil | Área total esquadrias | Área para ventilação | Ventilação Atende/ não atende | Área para iluminação | Iluminação Atende/ não atende |
|------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Sala/Cozinha (J1-05 e J2-05) | 36,91 m ² | 1,44 m ² | 0,59 m ² | 1,59% não atende | 1,03 m ² | 2,79% não atende |
| Dormitório 01 (J1-05) | 10,61 m ² | 1,20 m ² | 0,48 m ² | 4,49% não atende | 0,84m ² | 7,91% não atende |

| | | | | | | |
|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| Dormitório 02 (J1-05) | 8,84 m ² | 1,20 m ² | 0,48 m ² | 5,42 % não atende | 0,84m ² | 9,50% atende |
| Dormitório 03 (J1-05) | 10,67 m ² | 1,20 m ² | 0,48 m ² | 4,49% não atende | 0,84m ² | 7,87% não atende |

ESTUDO DE CASO 06

Tabela 7: Esquadrias Edificação 06

| Esquadria | Descrição | Área total | Área para ventilação | Área para iluminação |
|-----------|---|---------------------|----------------------------|----------------------------|
| J1-06 | Janela deslizante de 4 folhas (duas fixas e duas móveis) 1,80X1,20m | 2,16 m ² | 40% 0,86 m ² | 70% 1,51 m ² |
| P1 | Porta deslizante de duas folhas 1,80X1,20m | 3,78 m ² | 45% 1,70 m ² | 80% 3,02 m ² |

Tabela 8: Cálculo para iluminação e ventilação naturais Edificação 06

| Ambiente | Área útil | Área total esquadrias | % ventilação | Ventilação Atende/ não atende | % iluminação | Iluminação Atende/ não atende |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| Cozinha (J1-06-2un e P1-06) | 38,51 m ² | 5,94 m ² | 3,42 m ² | 8,88% não atende | 6,04 m ² | 15,68% atende |
| Dormitório 01 (J1-06) | 14,75 m ² | 2,16 m ² | 0,86 m ² | 5,83% não atende | 1,51 m ² | 10,23% atende |
| Dormitório 02 (J1 – 2x) | 14,75 m ² | 4,32 m ² | 1,72 m ² | 11,66% não atende | 3,02 m ² | 20,47% atende |
| Dormitório 03 (J1) | 8,50 m ² | 2,16 m ² | 0,86 m ² | 10,11% não atende | 1,51 m ² | 17,76% atende |