

Boas práticas de projeto arquitetônico e recomendações bioclimáticas para o clima quente e úmido: O caso da Amazônia Amapaense

Good architectural practices and bioclimatic recommendations for the hot and humid climate: The case of the Amapá Amazon

Anneli Maricielo Cárdenas Celis, Doutoranda em arquitetura, Universidade de Lisboa
anneli.2792@gmail.com

Mirna Façanha Gomes, Arquiteta e Urbanista, Universidade Federal do Amapá
mirnafacanhagomes@gmail.com

Ana Karina Nascimento Silva Rodrigues, Doutoranda em arquitetura, Universidade de Lisboa
ana.karina.rodrigues.ap@gmail.com

José Walter Cárdenas Sotil, Professor do Curso de Ciências da Computação, Universidade Federal do Amapá
cardenas@unifap.br

Resumo

Na presente investigação busca-se demonstrar a importância de recomendações bioclimáticas ao clima quente e úmido amazônico. Nota-se que a arquitetura presente na região está cada vez mais sendo replicada de outros contextos climáticos, portanto, se faz necessário pensar a arquitetura a partir da natureza e na relação com os seus habitantes. Com isso, mediante a análise a partir de referenciais projetuais arquitetônicos adaptados ao clima quente e úmido, e preocupações com o ambiente e a paisagem. Com a metodologia utilizada a partir da análise de projeto, conseguiu-se demonstrar as principais recomendações bioclimáticas empregadas, evidenciando para as disciplinas de conforto ambiental e projeto arquitetônico da Universidade Federal do Amapá a importância da utilização de estratégias como o sombreamento, luz natural, ventilação, vegetação e os materiais utilizados, que devem ser empregadas para a concepção do projeto arquitetônico na Amazônia Amapaense, especialmente na fase do estudo preliminar.

Palavras-chave: Recomendações Bioclimáticas; Boa prática de projeto; Clima quente e úmido; Amazônia Amapaense.

Abstract

This research seeks to demonstrate the importance of bioclimatic recommendations for the hot and humid Amazonian climate. It is noted that the architecture present in the region is increasingly being replicated from other climatic contexts, therefore, it is necessary to think architecture from nature and the relationship with its inhabitants. With this, through the analysis from architectural projectual references adapted to the hot and humid climate, and concerns with the environment and the landscape. With the methodology used from the project analysis, it was possible to demonstrate the main bioclimatic recommendations employed, evidencing for the disciplines of environmental comfort and architectural design at the Federal University of Amapá the importance of using strategies such as shading, natural light, ventilation, vegetation and the materials used, which should be employed for the conception of the architectural project in the Amapaense Amazon, especially in the preliminary study phase.

Keywords: *Bioclimatic Recommendations; Architectural Project; Hot and humid climate; Amapá Amazon.*

1. Introdução

Clima é o conjunto de fatores e elementos climáticos que atuam juntos e interferem no clima local, e varia de acordo com a localização. O conhecimento das variáveis climáticas é de fundamental importância para se entender a relação entre o clima, o ser humano e o ambiente construído. Entende-se com essa afirmação a necessidade de se analisar e compreender estes dados para o processo projetual, a fim de obter um projeto arquitetônico adequado ao clima local.

De acordo com Romero (2000), o clima pode ser dividido em escalas climáticas que devem ser compreendidas e são totalmente indissociáveis. A primeira escala a ser analisada é o macroclima, definida pelas variáveis de radiação solar, latitude, longitude, altitude, ventos e massas de água e massas de terra. Em seguida a autora menciona os fatores climáticos (topografia, vegetação e superfície do solo) que determinam e dão origem a segunda escala, o microclima, que é restrito a um ponto seja na escala da cidade, bairro ou edifício.

Para Romero (2000) a Amazônia Brasileira apresenta características do clima quente e úmido, sendo eles: pequenas variações de temperatura durante o dia; dias quentes com umidade elevada; duas estações (verão e inverno) com pequena variação de temperatura entre elas. Para a autora o clima amazônico é influenciado durante todo ano pela Massa Equatorial Continental (Mec), o que ocorre devido à presença da floresta amazônica e dos rios caudalosos da região que em conjunto formam um sistema de evapotranspiração, o que gera umidade na região.

No caso da Amazônia Amapaense, que está localizada na região norte do Brasil, possui características únicas. Sua capital, a cidade de Macapá, é a única capital a ser banhada pelo rio Amazonas e cortada pela linha do equador, localizada na latitude 0° 02' 20" N e longitude 51° 03' 59" W (Figura 1).

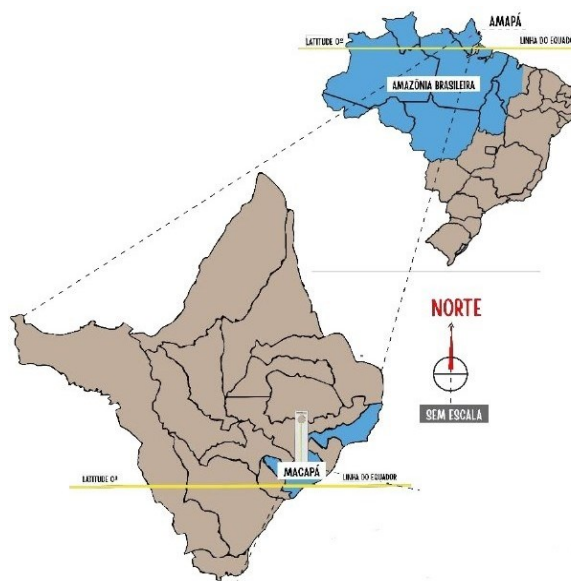


Figura 1: Localização da Amazônia Amapaense. Fonte: Gomes (2021).

Na cidade de Macapá, a maioria dos edifícios não possuem uma arquitetura que seja adequada ao clima local, em sua maioria são réplicas da arquitetura presente em outros contextos climáticos. De modo geral, são priorizados a utilização de fachadas totalmente envidraçadas, sem a utilização de recomendações bioclimáticas, ocasionando o empregamento de estratégias ativas, como o ar-condicionado, a maior parte do tempo.

Se faz necessário pensar portanto, a a arquitetura a partir da natureza e na relação com os seus habitantes, desse modo preservando e conservando o ecossistema, o que é denominado pela arquitetura bioclimática. Segundo Bogo *et al.* (2011), o bioclimatismo é o princípio de concepção em arquitetura que utiliza os elementos favoráveis do clima, com o objetivo de satisfazer as exigências de bem-estar higrotérmico, proporcionando ambientes que sejam compatíveis às condições locais e que assegurem a existência e o bem-estar dos usuários.

Barbosa e Lima (2010), comentam que se faz necessário adequar o projeto de arquitetura ao clima de um determinado local. A exemplo disso, atualmente existem diversos exemplos de arquitetura contemporânea na Amazônia que são mencionados no decorrer do artigo, demonstrando a sua capacidade de adequação ao clima, na preservação do ambiente e da paisagem local.

2. Objetivo

Recomendar diretrizes bioclimáticas para o clima quente e úmido mediante a caracterização do clima quente e úmido amazônico e a análise de referenciais projetuais aplicadas nas disciplinas de conforto ambiental e projeto arquitetônico na Universidade Federal do Amapá, auxiliando a comunidade acadêmica para a tomada de decisão na concepção de projetos arquitetônicos adaptados ao clima local.

3. Metodologia

A presente investigação discorre sobre as seguintes etapas metodológicas, sendo:

- Revisão de literatura sobre o clima quente e úmido e caracterização climática da cidade de Macapá;
- Utilização de referenciais projetuais adaptadas ao clima quente e úmido, e com a preocupação ao ambiente e com a paisagem;
- Caracterização das principais recomendações bioclimáticas (sombreamento, luz natural, ventilação, vegetação e materiais empregados) nos projetos selecionados;
- Discussão de resultados;

4. O clima quente e úmido e a caracterização climática da cidade de Macapá

O clima quente e úmido, de acordo com Romero (2000), abrange áreas entre os trópicos de câncer (23° 27'N) e Capricórnio (23° 27'S). No Brasil, 99 cidades possuem características desse clima, das quais são as seguintes capitais: Rio Branco (AC), Manaus (AM), Belém (PA), Macapá (AP), Maceió (AL), Salvador (BA), Fortaleza (CE), Vitória (ES), São Luís (MA), João Pessoa (PB), Recife (PE), Rio de Janeiro (RJ), Natal (RN), Porto Velho (RO), Boa Vista (RR) e Aracajú (SE). Este tipo climático caracteriza-se por apresentar temperaturas acima dos 20°C, com baixa amplitude térmica diurna (até 7°C) e umidade média anual entre 75% e 90%. Possui altas precipitações que variam entre 1.500 mm e 2.500 mm (ROMERO, 2000).

A cidade de Macapá, localiza-se na latitude 0°, sendo a única capital brasileira cortada pela linha do equador, diferenciando-a pela alta incidência de radiação solar durante o ano (Figura 2), devido ao cosseno do ângulo que o raio solar faz com a superfície terrestre, variando em aproximadamente 90° ao meio-dia, com médias mensais mínimas de 800 (Wh/m²) no mês de novembro e médias mensais máximas de 1050 (Wh/m²) no mês de março (TAVARES, 2014).

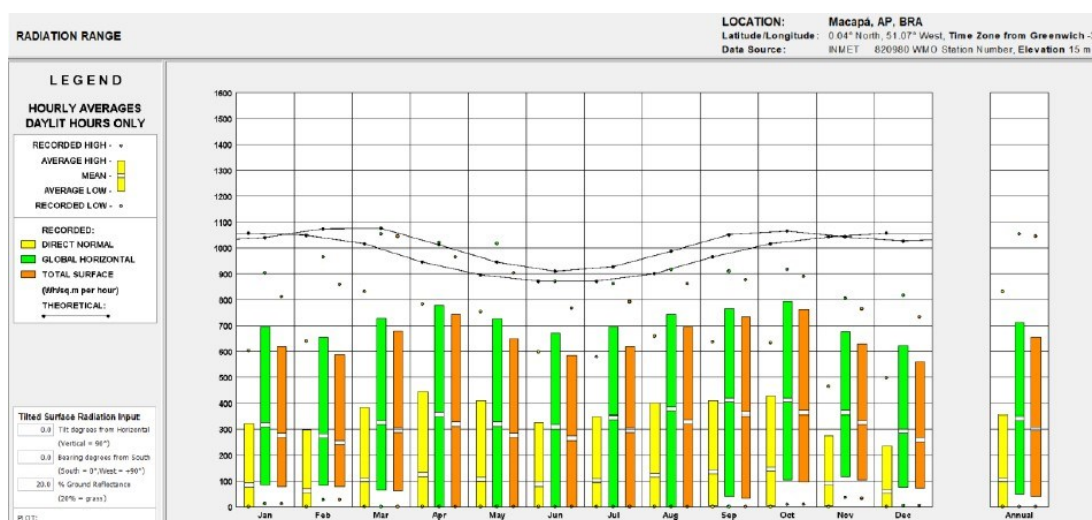


Figura 2: Dados de radiação Solar na cidade de Macapá. Fonte: Software Climate consultant.

A altitude é outro fator climático importante na cidade. De acordo com Tavares (2014), a cidade de Macapá apresenta altitude baixa, sendo de 14 metros nas áreas litorâneas da cidade, o que aumenta a sua temperatura devido à pressão atmosférica. Além disso, em virtude da intensa evapotranspiração das fontes de água contidas na cidade e os intensos raios solares recebidos sobre a superfície do globo terrestre, ocorre uma grande taxa de umidade com média mensal em torno de 90% (GOMES, 2021).

Nesta região há a confluência dos ventos alísios, onde a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) atua, o vento é calmo a moderado, vindo predominantemente do Nordeste (NE), com variantes leste-nordeste (ENE). A ZCIT é um sistema meteorológico de escala intra-sazonal, que funciona como reguladora de temperaturas, tem como característica a instabilidade atmosférica e a origem de nuvens grandiosas ao longo da linha do equador, ela é o principal sistema causal da formação de chuvas em abundância na Amazônia (HOREI *et al.*, 1989).

Macapá possui duas estações definidas, sendo que nos meses de janeiro a julho, período em que há taxas elevadas de umidade, onde as temperaturas são mais baixas, variando entre 25°C e 26°C. Durante o período mais quente e seco que ocorre de agosto a novembro, a temperatura pode chegar a 33°C, diminuindo a umidade, a nebulosidade e praticamente sem precipitações que varia em aproximadamente 435mm (TAVARES, 2014, p.146).

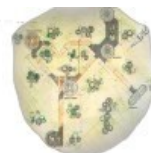
4.1. Recomendações bioclimática a partir da análise de referências projetuais ao clima quente e úmido

A utilização de estratégias bioclimática é um instrumento fundamental de projeto, possibilitando ao projetista uma orientação para a tomada de decisão para uma arquitetura adequada ao clima local. Para Celis, Pereira e Moreira (2020), se faz necessário pensar nas seguintes diretrizes para a concepção do projeto arquitetônico na fase do estudo preliminar:

- O estudo da orientação dos edifícios: a forma em que o edifício está disposto no terreno em relação ao sol o que influencia diretamente na adoção de estratégias de conforto;
- A criação de sombras: por meio da adoção de beirais; do estudo da trajetória solar, a fim de determinar a melhor orientação para determinar a fachada que receberá maior incidência solar, a direção e dimensão do sombreamento etc.;
- O uso da luz natural: por meio da utilização de esquadrias amplas, com objetivo de permitir entrada da luz solar, por exemplo a iluminação zenital em ambientes enclausurados;
- O uso da ventilação natural: por meio da locação da edificação de maneira correta e com os afastamentos necessários; grandes aberturas; espaços fluídos; e a aplicação de elementos vazados que controlem a incidência solar e permitam o fluxo de vento;
- O uso da vegetação: para auxílio da redução do calor; da redução da poluição; e por fator cultural devido a floresta Amazônica;

O primeiro referencial projetual escolhido, a Escola Bosque do Amapá, obra da arquiteta Dula Maria Bento de Lima, construída no ano de 1998 em Vila Progresso no Amapá, incorpora a questão climática da região amazônica, da cultura local e da utilização de materiais encontrado na região, como a madeira que se faz presente nas moradias tradicionais amazônicas. No quadro 1 a seguir demonstra-se a análise das principais recomendações bioclimáticas para a Amazônia Amapaense.

Projeto 01
Escola Bosque do Amapá
Ano: 1998
Arquiteta: Dula Maria Bento de Lima
Vila Progresso, Novo Paraíso, Macapá, Amapá – Brasil
-0°52'02.76"N -50°03'28.35"O



Estratégias	Descrição	Aplicação	Croqui esquemático
Sombreamento	Prolongamento da cobertura gerando assim beirais que funcionam como estratégia de sombreamento de toda a envoltória dos edifícios.		-
Luz natural	Aberturas centrais na edificação e esquadrias vazadas, permitem a passagem da iluminação natural.		-
Ventilação	Aberturas centrais na edificação e esquadrias vazadas, facilitam o fluxo da ventilação natural.		-
Vegetação	Preservação de toda vegetação possível; Canteiros de ervas medicinais, ervas aromáticas e espécies ornamentais.		-
Materiais/ Materialidade	Estrutura da edificação em madeira de Lei; Passarelas em madeira de lei; cobertura em palha; Esquadrias em treliça de madeira de Lei;		

Fonte de dados: Ecobrasil. Elaboração: a autora, 2021.

A Estrutura da escola é suspensa do solo 1,5m de altura devido à maré, segurança em relação a animais peçonhentos e pela tradição coletiva construtiva da região.

Quadro 1: Análise de Recomendações Bioclimáticas no projeto Escola Bosque no Amapá. Fonte: Gomes (2021).

O segundo referencial projetual (Quadro 2) é o *CDI el gradual*, projeto dos arquitetos Daniel Feldman e Iván Sanchez em Vila Rica, Cauca na Colômbia. A escolha do projeto é em função da aplicação de materiais locais e de materiais contemporâneos como o concreto e telhas termoacústicas.

Projeto 02
CDI El Gradual
Ano: 2013
Arquiteta: Daniel Feldman e Iván Sanchez
Villa Rica, Cauca – Colômbia
-3°10'40.49"N -76°28'05.59"O



Estratégias	Descrição	Aplicação	Croqui esquemático
Sombreamento	O sombreamento dos prédios é realizado através das coberturas nos corredores que são compostas por bambu.		-
Luz natural	Aproveitamento máximo da luz natural através de aberturas e elementos vazados.		-
Ventilação	Sistema passivo de ventilação através do efeito chaminé e ventilação cruzada ocasionados pela diferença de pé direito entre a cobertura e os corredores, as vedações e elementos vazados.		
Vegetação	Preservação da vegetação pré-existente; Criação de horta comunitária.		
Materiais/ Materialidade	Estrutura em concreto ocre, com paredes espessas e isolamento interno em poliestireno; Telhas termoacústicas; Bambu nas vedações e elementos vazados; Garrafas recicladas como pingadeira no muro.		-

Fonte de dados: Archdaily, 2015. Elaboração: a autora, 2021.

O projeto conta espaços públicos culturais, como a praça cívica, cinema ao ar livre etc. Além disso, também possui sistema de captação da água da chuva, que funciona através da inclinação da cobertura que coletada água por calhas ou sarjetas, passa por sumidouro e finalmente é armazenada no sistema de captação central da escola, a água reutilizada na manutenção do jardim e como elemento de lazer dos alunos.

Quadro 2: Análise de Recomendações Bioclimáticas no projeto CDI el Gradual na Colômbia. Fonte: Gomes (2021).

5. DISCUSSÃO DAS RECOMENDAÇÕES BIOCLIMÁTICAS

A pesquisa analisou projetos que valorizaram o aspecto da cultura local, a preocupação com o ambiente e a paisagem, além da utilização de materiais encontrados na região, facilmente replicáveis e que apresentam contribuições tecnológicas para a concepção do projeto arquitetônico, colocando-a em um contexto contemporâneo e valorizando o saber vernacular (Figura 3).



Figura 3: Representação da arquitetura vernacular. Fonte: Gomes (2021).

5.1. Sombreamento

Devido a incidência solar elevada, a estratégia de sombreamento é em um recurso fundamental para controle da radiação solar, a qual é importante para controlar a temperatura no ambiente interno, o que evita o seu aquecimento (GOMES, 2021). Além disso, o sombreamento da edificação nas horas de sol também evita o ganho de calor em superfícies de concreto e asfalto, pois estes emitem radiações de onda longa por serem muito mais impermeáveis que a vegetação (Figura 4).

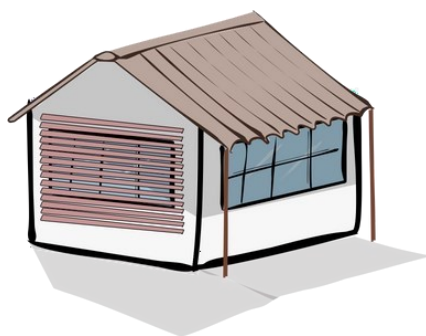


Figura 4: Representação da estratégia de sombreamento. Fonte: Elaborado pelos autores.

Outro aspecto é a adoção de largos beirais e elementos vazados para a arquitetura da região amazônica. A utilização de beirais, que são o prolongamento da cobertura da edificação, faz parte da arquitetura vernacular e está presente nas residências indígenas e ribeirinhas da região norte do Brasil (SEGAWA, 1997).

5.2. Luz Natural

Neste tópico, a análise realizada partiu do contexto de localização da cidade de Macapá, pois a radiação solar que incide na sua superfície do solo é maior do que nas demais capitais do país (Figura 5). Fato que tem relação com as altas temperaturas da capital, pois quanto maior o nível de radiação, maiores serão as temperaturas (TAVARES, 2014).

O sol é a fonte primária de energia, por isso possui grande importância direta ou indiretamente para os processos terrestres, tanto os meteorológicos, quanto os biológicos. Assim sendo, o estudo iluminação natural, para área de conforto térmico auxiliando para o bem-estar e na saúde dos ocupantes da edificação, além da economia de energia elétrica (LAMBERTS, 2014).

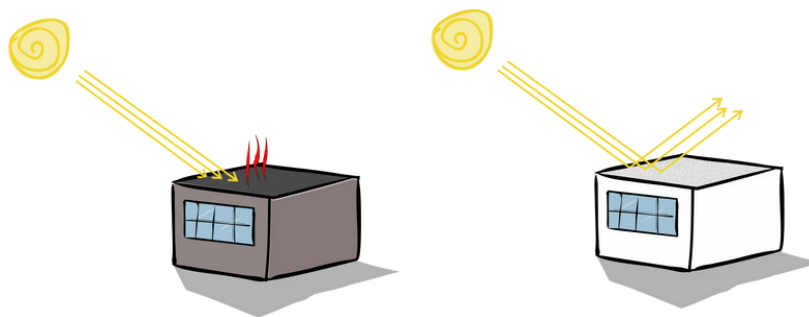


Figura 5: Representação da incidência solar. Fonte: Elaborado pelos autores.

5.3. Ventilação Natural

Em clima quente e úmido, durante os períodos mais quentes do ano, como é o caso de Macapá, é necessário a utilização de ar-condicionado e ventilação mecânica como forma de mitigar o desconforto ocasionado pelo calor, o que gera um elevado custo. Para propiciar a economia de gastos, conforto térmico e qualidade do ar, é necessário que também seja aplicada, de maneira inteligente, a ventilação natural, por meio de sistemas passivos de ventilação, ventilação cruzada, efeito chaminé, etc.

A ventilação (Figura 6) é uma importante estratégia para retirada do calor interno do ambiente devido ao movimento do ar no nível do ocupante, o que influencia diretamente na sensação de conforto dos usuários da edificação (NEGREIROS, 2010). Se faz necessário a adoção da captação da ventilação natural no projeto, sendo a ventilação cruzada uma das técnicas mais eficientes para um ambiente (LAMBERTS *et al.*, 2014).

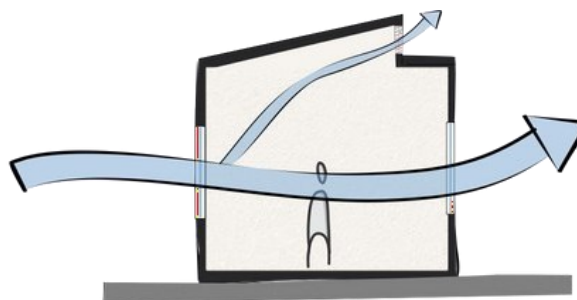


Figura 6: Representação da estratégia de ventilação. Fonte: Elaborado pelos autores.

5.4. Vegetação

A contribuição da vegetação (Figura 7) para o projeto arquitetônico vai além do paisagismo. Contribui para a qualidade da temperatura interna, porque as vegetações funcionam como um coletor de energia solar devido ao processo da fotossíntese, no qual, grande parte dessa energia é absorvida e utilizada pela vegetação, além disso, durante o verão, podem contribuir para o aumento das brisas (GOMES, 2021). Portanto, analisou-se o aproveitamento das características ambientais locais do entorno e a inserção do projeto a este meio.



Figura 7: Representação da estratégia da relação da arquitetura e vegetação. Fonte: Gomes (2021).

5.5. Materiais

Os materiais (Figura 8) utilizados na envoltória de uma edificação podem influenciar diretamente no conforto dos usuários, devido ao seu comportamento térmico, pois os revestimentos sofrem impacto direto da radiação e transmitem para o ambiente interno, uma vez que esses são a vedação e regularização da superfície da edificação, ou seja, eles impactam negativamente ou positivamente no conforto. Dessa maneira, as propriedades térmicas dos revestimentos contribuem para a sensação de conforto do indivíduo. Logo, é importante a escolha criteriosa de elementos que protejam e evitem, por exemplo, a penetração de grandes níveis de radiação.



Figura 8: Representação das estratégias na escolha dos materiais construtivos. Fonte: Gomes (2021).

6. Considerações Finais

A arquitetura demonstra diversos projetos aliados ao clima local, com a utilização de recomendações bioclimáticas que devem ser adotadas desde as primeiras concepções e ideias na etapa do estudo preliminar. Com isso, a presente investigação, demonstra a importância de possuir um repertório arquitetônico adequado que apresente ao projetista a correta aplicação de estratégias bioclimáticas adequadas ao contexto climático amazônico, servindo de partida inicial para projetos que valorizem a o meio ambiente e paisagem da Amazônia Amapaense.

Referências

BOGO, A et. al. Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico. 2011.

CELIS, A; PEREIRA, J; MOREIRA, M. Guia de estratégias bioclimáticas para projetos arquitetônicos no clima quente e úmido. VIII Encontro de Sustentabilidade em Projeto, 2020.

GOMES, M. O Estudo de estratégias bioclimáticas para o clima equatorial úmido aplicadas à creche pública na cidade de Macapá – AP. Monografia do Curso de Arquitetura da Universidade Federal do Amapá, 2021.

LAMBERTS, R; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. Eficiência energética na arquitetura. 3. Ed. 2014.

LAMBERTS, R. et al. Eficiência Energética na Arquitetura. 3ed. Rio de Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL, 2014 (<https://labeee.ufsc.br/publicacoes/livros>). Cap.7: Propriedades Térmicas dos Elementos Construtivos.

ROMERO, Marta. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. 2. Ed. São Paulo, 2000.

SEGAWA, H. Arquitetura no Brasil 1900-1900. 3º ed. São Paulo: Editora EDUSP, 2018. 224 p.

TAVARES, J. P. Características da Climatologia de Macapá- Ap. Caminhos da Geografia. Revista Caminhos de Geografia online do Instituto de Geografia, 2014. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/26031/14965>.

Acessado em: 30 nov.2021.