

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS E TECNOLÓGICAS PARA EDIFICAÇÕES
ESCOLARES EM ÁREAS DE INUNDAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DE ANAMÃ E
IRANDUBA NO ESTADO DO AMAZONAS

DIANA SOARES COSTA

MANAUS

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

DIANA SOARES COSTA

ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS E TECNOLÓGICAS PARA EDIFICAÇÕES
ESCOLARES EM ÁREAS DE INUNDAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DE ANAMÃ E
IRANDUBA NO ESTADO DO AMAZONAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração materiais e componentes de construção.

ORIENTADOR: DR. RAIMUNDO PEREIRA DE VASCONCELOS
COORIENTADORA: DRA. VALDETE SANTOS DE ARAÚJO

MANAUS - AM

2019

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pela autora.

C837e Costa, Diana
Estratégias bioclimáticas e tecnológicas para edificações escolares em áreas de inundação nos municípios de Anamá e Iranduba no estado do Amazonas / Diana Costa. 2019
89 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Raimundo Pereira de Vasconcelos
Coorientadora: Valdete Santos de Araújo
Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Amazonas. 2. Edificação escolar. 3. Bioclimatismo. 4. Áreas de inundação. 5. Tecnologia. I. Vasconcelos, Raimundo Pereira de II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

DIANA SOARES COSTA

ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS E TECNOLÓGICAS PARA EDIFICAÇÕES
ESCOLARES EM ÁREAS DE INUNDAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DE ANAMÃ E
IRANDUBA NO ESTADO DO AMAZONAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração materiais e componentes de construção, linha de pesquisa de materiais regionais e não convencionais aplicados a estruturas e pavimentos.

Aprovado em 12 de junho de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Professor Doutor Raimundo Pereira de Vasconcelos, presidente
Universidade Federal do Amazonas – UFAM - Presidente

Professor Doutor, Ruy Alexandre de Sá Ribeiro, membro
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA - Membro

Professor Doutor Thiago Henrique Omena, membro
Universidade Federal de Tocantins – UFT - Membro

À minha mamãe Gê.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, por pela minha vida e a Nossa Senhora, mãe de Jesus, que sempre intercede por mim.

À minha família, em especial a minha mamãe, que nunca mediu esforços para me oferecer condições para estudar.

Aos arquitetos Roger Pamponet, Tibério Mitidieri e Andreza Pimentão que fizeram contribuições valiosas para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao meu orientador Dr. Raimundo Vasconcelos por acreditar no meu trabalho e pelo seu empenho para finalização da dissertação, bem como a minha coorientadora, Dra. Valdete Santos de Araújo, por ter aceitado a parceria neste projeto, por toda amizade, palavras de encorajamentos e contribuições contínuas. Sou muito grata por nossa parceria.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da UFAM, em especial ao Dr. Lizandro Manzato e Dr. João Almeida, por estarem sempre dispostos a ajudar, por todo conhecimento e experiências adquiridas.

À professora Dra. Maria de Jesus de Britto Leite, que repentinamente entrou na minha vida, trazendo amizade e conhecimentos valiosos que tenho certeza que me levarão ao doutorado.

Aos membros da banca de qualificação, Dr Ruy Alexandre de Sá Ribeiro e Dr. Tibério Mitidieri pela disposição em participar e pelas valiosas contribuições para o aprimoramento da dissertação.

Aos membros da banca de defesa da dissertação, Dr Ruy Alexandre de Sá Ribeiro e Dr. Thiago Henrique Omena.

Ao professor Dr. Rocha pelas observações durante o desenvolvimento da primeira parte do trabalho.

À Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e a Universidade do Estado do Amazonas (UEA) pelo apoio nas atividades de pesquisa.

Ao meu amigo Ricardo Marcilio pela paciência e pelo cuidado na elaboração dos mapas.

A CAPES, pelo auxílio financeiro.

RESUMO

No estado do Amazonas, as inundações sazonais que fazem parte do regime hidrológico causam grandes impactos às infraestruturas das edificações, em especial as das escolas, comprometendo o ano letivo dos alunos e conseqüentemente o desenvolvimento pedagógico. Nessas áreas é necessário que os sistemas construtivos apresentem soluções para essas situações de inundação e seca. Diante disso, opta-se para a tipologia arquitetônica de palafitas, que erguidas no entorno dos rios, lagos e igarapés, são habitações tradicionais da cultura ribeirinha cuja arquitetura pressupõe um diálogo com o ciclo das águas. Assim, o presente trabalho propõe um projeto que repensa as construções educacionais em áreas de inundações periódicas no Amazonas, considerando a questão da arquitetura bioclimática através do resgate do partido arquitetônico palafita e da inclusão de soluções tecnológicas e materiais construtivos integrados ao meio ambiente, consolidando o compromisso entre a arquitetura, educação e meio ambiente. A metodologia adotada estrutura-se a partir de pesquisa bibliográfica, bem como de levantamentos de campo para reconhecimento da área, identificação e registro das características locais e do entorno das áreas selecionadas no município de Anamã e na Vila de Paricatuba, no estado do Amazonas. Ambas as áreas, possuem similaridades quanto aos dados bioclimáticos sobre temperatura, precipitação, umidade e nível do rio, porém Iranduba encontra-se sob maior impacto antrópico por estar localizado na região metropolitana, e Anamã, apresenta grandes níveis de alagações anuais no período das cheias que ocasionam a inundação de todo município. A partir da obtenção dos dados climáticos das regiões é possível sugerir um conjunto de estratégias bioclimáticas a serem inseridas na elaboração do projeto como: estudos sobre a iluminação natural reduzindo a exposição luminosa direta, através de estratégias como a utilização e brises, esquadrias e sombreamento e a aplicação da iluminação artificial de forma eficiente e bem planejada; a ventilação natural e cruzada abrangendo toda a edificação em conjunto com um processo de resfriamento evaporativo como o uso de áreas arborizadas e/ou gramadas próximas à edificação; telhados e paredes verdes; a energia solar fotovoltaica; o reaproveitamento da água da chuva; a separação/destinação dos resíduos sólidos; a fossa biodigestora elevada; os materiais como as vigas e lajes de madeira-concreto; as madeiras certificadas; e telha cimentícia reforçadas com tecido de fibras. Diante do exposto, foi elaborado o estudo arquitetônico com foco em estratégias bioclimáticas, tecnologias e inserção de materiais que são caminhos para a criação de edificações mais sustentáveis adaptadas às especificidades do estado do Amazonas. É grande a perspectiva de que a tipologia arquitetônica de palafitas pode ser aprimorada para uso em novos projetos de edificações escolares, no entanto é necessário que os órgãos governamentais tenham uma visão ampla de sua importância e a reconheçam como sendo patrimônio material e imaterial da região do Amazonas.

Palavras-chave: Amazonas; edificação escolar; bioclimatismo; áreas de inundação; tecnologia

ABSTRACT

In the state of Amazonas, seasonal floods that are part of the hydrological regime cause major impacts on building infrastructures, especially those in schools, affecting the students' school year and consequently the pedagogical development. In these areas, building systems need to provide solutions for these flood and drought situations. Given this, one opts for the architectural typology of stilts, which erected around the rivers, lakes and streams, are traditional dwellings of riverside culture whose architecture presupposes a dialogue with the water cycle. Thus, the present work proposes a project that rethinks educational constructions in periodic flooding areas in the Amazon, considering the issue of bioclimatic architecture through the rescue of the stilt architectural party and the inclusion of technological solutions and building materials integrated with the environment, consolidating the compromise between architecture, education and environment. The adopted methodology is based on bibliographic research, as well as field surveys to recognize the area, identify and record the local characteristics and surrounding areas selected in the municipality of Anamã and Vila de Paricatuba, in the state of Amazonas. Both areas have similarities in bioclimatic data on temperature, precipitation, humidity and river level, but Iranubá is under greater anthropic impact because it is located in the metropolitan region, and Anamã has high levels of annual flooding during the flood period. that cause the flooding of every municipality. From obtaining the climatic data of the regions it is possible to suggest a set of bioclimatic strategies to be inserted in the project elaboration such as: studies on natural lighting reducing direct light exposure, through strategies such as use and brises, frames and shading and the application of artificial lighting efficiently and well planned; natural and cross ventilation covering the entire building together with an evaporative cooling process such as the use of wooded areas and / or lawns near the building; green roofs and walls; photovoltaic solar energy; the reuse of rainwater; the separation / disposal of solid waste; the elevated biodigester pit; materials such as wood-concrete beams and slabs; certified woods; and cementitious tile reinforced with fiber fabric. Given the above, the architectural study was elaborated focusing on bioclimatic strategies, technologies and insertion of materials that are ways for the creation of more sustainable buildings adapted to the specificities of the state of Amazonas. The perspective is that architectural stilt typology can be improved for use in new school building projects, but it is necessary for government agencies to have a broad view of its importance and to recognize it as a material and immaterial heritage of the region from the Amazon.

Key words: Amazonas; school building; bioclimatism; flood areas; technology

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Impressão 3D do <i>layout</i> da Escola Tipo Palafita	20
Figura 2. Mapas de zoneamento bioclimático, com ênfase na Zona Bioclimática 8	24
Figura 3. Palafitas em Manaus, igarapé do São Raimundo.	30
Figura 4. Palafita no Amazonas, Iranduba, Brasil	30
Figura 5. Palafita no Amazonas, Anamã, Brasil	30
Figura 6. Edificação institucional em construção localizada em área inundável, Amazonas	35
Figura 7. Escola Municipal Santa Luzia construída de madeira na várzea em Iranduba/AM	36
Figura 8. Resíduos sólidos da escola armazenados de forma. inadequada	36
Figura 9. Fossa séptica da escola sujeita a inundações em Iranduba/AM	36
Figura 10. Foto interna da escola com destaque para a biblioteca	36
Figura 11. Fachada principal da escola em Iranduba/AM	37
Figura 12. Infraestrutura de uma escola tipo palafita em Iranduba/AM (banheiro, caixa d'água, área de serviço)	37
Figura 13. Sala de aula 1 da escola em Iranduba, Amazonas	38
Figura 14. Sala de aula 2 da escola em Iranduba, Amazonas	38
Figura 15. Demonstração da implantação dos projetos arquitetônicos do FNDE no estado do Amazonas (Parintins, Humaitá, Amaturá e Boca do Acre)	40
Figura 16. Estrutura do telhado de madeira na escola de Iranduba/AM	42
Figura 17. Paredes, esquadrias e assoalho de madeira na escola de Iranduba/AM	42
Figura 18. Mapa de localização da área de estudo 1 – Vila de Paricatuba- Iranduba/AM	44
Figura 19. Variação da média mensal da temperatura (°C) no período de 2010 a 2018 em Manaus, AM	46
Figura 20. Variação da média mensal da precipitação (mm) no período de 2010 a 2018 em Manaus, AM	47
Figura 21. Variação da média mensal da umidade relativa (%) no período de 2010 a 2018 em Manaus, AM	48
Figura 22. Variação da média mensal da flutuação do nível d'água do Rio Negro no período de 2010 a 2018 em Manaus, AM	49
Figura 23. Ruínas históricas da vila de Paricatuba, Iranduba/AM	50

Figura 24. Edificações vernaculares residenciais e comerciais da Vila de Paricatuba	50
Figura 25. Mapa de localização da área de estudo 2 – Anamã/AM	51
Figura 26. Variação da média mensal da temperatura (°C) no período de 2010 a 2018 em Codajás, AM	53
Figura 27. Variação da média mensal da precipitação (mm) no período de 2010 a 2018 em Codajás, AM	54
Figura 28. Variação da média mensal da umidade relativa (%) no período de 2010 a 2018 em Codajás, AM	55
Figura 29. Variação da média mensal da flutuação do nível d'água do Rio Solimões no período de 2010 a 2018 em Manacapuru	56
Figura 30. Localização das escolas estaduais e municipais no município de Anamã/AM	57
Figura 31. Caracterização do entorno da Vila de Paricatuba demonstrando as vias locais e sinalizando as principais edificações	61
Figura 32. Ruínas históricas de Paricatuba	62
Figura 33. Escola Estadual Prof. Cícero Monteiro	62
Figura 34. Quadra de esportes inacabada	62
Figura 35. Escola Municipal Prof. Cícero Monteiro e sua relação de proximidade e contraste arquitetônico com as ruínas históricas	63
Figura 36. Localização da área de implantação da escola com descrições do entorno imediato, Anamã/AM	63
Figura 37. Padrão arquitetônico das edificações, localizada em Anamã/AM	64
Figura 38. Planta baixa humanizada da Escola Tipo Palafita com proposta para um bloco de sala de aulas	68
Figura 39. Fachadas da Escola Tipo Palafita	69
Figura 40. Estudo escolar demonstrando as salas de aula dispostas na fachada norte	71
Figura 41. Estudo escolar demonstrando as salas de aula dispostas na fachada leste	71
Figura 42. Estudo escolar demonstrando a ventilação cruzada, telhado ventilado e sistema de saída do ar quente em vista e perspectiva	71
Figura 43. Estudo escolar demonstrando a composição e especificações da cobertura e parede verdes na fachada norte	72
Figura 44. Estudo escolar demonstrando a localização das células fotovoltaicas	73
Figura 45. Estudo escolar demonstrando o reservatório de água incluindo o de água da chuva	74

Figura 46. Estudo escolar demonstrando a fossa biodigestora e a horta horizontal	76
Figura 47. Estudo escolar demonstrando o depósito de resíduos sólidos e as composteiras	77
Figura 48. Amostra da composição da telha cimentícia reforçada com fibras naturais	77
Figura 49. Escola tipo Palafita com detalhes em madeira	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estrutura da pesquisa bibliográfica dos dados climáticos, infra estruturais, populacionais e de educação	19
Tabela 2. Escolas públicas do município de Anamá/AM	56

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	15
1.1 Introdução	16
1.2 Justificativa	17
1.3 Objetivos	18
1.3.1 Objetivo geral	18
1.3.2 Objetivos específicos	18
1.4 Materiais e métodos	18
CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 Arquitetura bioclimática	22
2.2 Tipologia habitacional vernacular tipo palafita	28
2.3 A relação entre a tipologia habitacional tipo palafita e a população tradicional no Amazonas	30
2.4 Edificação escolar	33
2.4.1 Escolas inundáveis no Amazonas	34
2.4.2 Escolas padronizadas conforme as normas do FNDE implantadas no Amazonas	38
2.4.3 Escolas de madeira no Amazonas	41
CAPÍTULO 3 – ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS, TECNOLOGIAS E MATERIAIS CONSTRUTIVOS	43
3.1 Levantamento das estratégias bioclimáticas (ZB8) para a edificação escolar para o projeto da Escola Tipo Palafita	44
3.1.1 Vila de Paricatuba, patrimônio cultural e histórico localizado no município de Iranduba-Amazonas	44
3.1.2 Anamã, a cidade alagada do Amazonas	51
3.2. Seleção das estratégias bioclimáticas, tecnologias e materiais construtivos a serem empregados para a edificação Escola Tipo Palafita	58
CAPÍTULO 4 - ESTUDO DO PROJETO ESCOLA TIPO PALAFITA	60
4.1 Estudos de locação e implantação da Escola Tipo Palafita	61
4.1.1 Vila de Paricatuba/Iranduba e Anamã	61
4.2 Projeto arquitetônico da Escola tipo palafita	64
4.3 Estratégias bioclimáticas para o projeto Escola Tipo Palafita	70

4.3.1 Iluminação	70
4.3.2 Ventilação	71
4.3.3 Vegetação como barreira solar	71
4.4 Estratégias tecnológicas para o projeto Tipo Palafita	72
4.4.1 Energia solar fotovoltaica	72
4.4.2 Reaproveitamento da água da chuva	73
4.4.3 Fossa séptica elevada biodigestora	74
4.5 Outras estratégias	76
4.5.1 Separação/destinação dos resíduos sólidos	76
4.6 Materiais construtivos para o projeto Tipo Palafita	77
4.6.1 Telhas cimentícias reforçadas os com tecido de fibras naturais vegetais da Amazônia	77
4.6.2 Viga e laje de madeira-concreto	77
4.6.3 Madeira certificada	78
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

Na Amazônia, a população tradicional que mora nas proximidades dos rios, lagos, igarapés¹ e sobrevive da pesca artesanal, da caça, do roçado e do extrativismo, é localmente denominada de ribeirinha (OLIVEIRA JUNIOR, 2009). É na área inundada que está concentrada a maior parte dessa população, com mais de 600.000 km² ao longo dos grandes rios Amazônicos, dos quais, cerca de 400.000 km² corresponde a várzea e 200.000 km² de igapó² (JUNK, 1980).

Nessas áreas, é grande a flutuação do nível das águas dos rios, em média de 4 a 10 m, resultando em grandes inundações ao longo de suas margens, o que geram períodos bem definidos de cheias e secas (JUNK, 1980). A elevação do nível da água do rio, além da cota média normal, faz com que as comunidades ribeirinhas estejam permanentemente sujeitas a alagações que afetam as edificações, os eventos sociais, nas ações do cotidiano, a agricultura e a criação de animais da região. É importante destacar os fatores capazes de intensificar o fenômeno da enchente como o impacto antrópico, desmatamento, uso inadequado do solo e queimadas (NOBRE et al., 2007).

Por causa dessa situação, é comum que as habitações e escolas estejam fixadas às margens dos rios por serem a principal via de locomoção, com fácil acesso, por exemplo, às embarcações. No interior do Amazonas, as escolas construídas às margens dos rios, em geral, ficam sujeitas às inundações sazonais, trazendo prejuízos para as prefeituras, comunidades e alunos (HERMES, 2014). A construção de escolas baseadas na tipologia arquitetônica de palafitas é uma alternativa para reduzir a problemática das inundações (MENEZES; PERDIGÃO, 2013; MENEZES et al., 2015).

Nesse contexto, o presente projeto propõe resgatar a arquitetura vernacular ribeirinha a partir da proposta de inserção de estratégias bioclimáticas e tecnológicas para edificações escolares tipo palafita localizadas em áreas sujeitas à inundação dos municípios de Anamá e Iranduba do estado do Amazonas.

¹ Denominação dada aos pequenos rios, na Região Norte (Amazônia). Igarapé é um termo indígena que significa “caminho de canoa” (de igara – canoa, e pé – trilha, caminho) (GUERRA; GUERRA, 2005 p. 348).

² Denominação regional da Amazônia para os terrenos que ficam alagados por ocasião do transbordamento dos rios, e onde existe cobertura vegetal (GUERRA; GUERRA, 2005 p. 348).

1.2 JUSTIFICATIVA

Na Amazônia, o sistema construtivo que utiliza palafitas dialoga com o ambiente físico, os aspectos culturais e a vivência cotidiana dos ribeirinhos, que constroem essa habitação às margens de igarapés, paranás³, lagos, rios e furos⁴, fazendo com que esse tipo tradicional de construção evidencie as características do modo de vida dessa população (MENEZES et al., 2015). No entanto, a urbanização da cidade com a alteração da paisagem, especificamente o impacto antrópico, tem provocado o desaparecimento das palafitas da cidade de Manaus. São exemplos as ações realizadas nos igarapés de Educados e São Raimundo em Manaus, estado do Amazonas. Esse tipo de ação também ocorre nas comunidades onde ações de melhoria nas edificações têm sido direcionadas cada vez mais para a introdução de habitações fora dos padrões habituais, esquecendo de manter as relações com a cultura local (ALENCAR; SOUSA, 2016).

As habitações de moradores das comunidades ribeirinhas e em Manaus, ainda são construídas de madeira, com base na tipologia arquitetônica de palafitas, porém, durante sua pesquisa no interior do Amazonas, Nascimento (2017) relata que a edificação escolar construída é padronizada de acordo com a decisão do poder público e não conforme os padrões culturais locais das comunidades. Diante disso, o interesse pelo tema desta pesquisa surgiu durante os trabalhos desenvolvidos na SEDUC⁵ na área de planejamento e elaboração de projetos arquitetônicos, onde foi possível perceber que a realidade existente para a construção de escolas no interior do estado, era através da implantação de projetos padronizados para todo o país onde nota-se a necessidade de considerar as peculiaridades regionais, como por exemplo, a tipologia arquitetônica e os materiais locais.

Deste modo, a construção de escolas por meio do resgate de tipologia regional, baseado em padrões culturais locais, é um processo relevante às comunidades interioranas, ainda mais se podem ser associadas à utilização de estratégias bioclimáticas e tecnológicas nas áreas de arquitetura e engenharia. Por consequência, este trabalho justifica-se pela necessidade de pesquisas orientadas por projetos que visem solucionar e/ou amenizar os efeitos das inundações,

³ Terminologia amazônica de origem indígena e que significa o braço de um grande rio, formando uma grande ilha. Quando de menores proporções, é chamado *paraná-mirim*. Os primeiros são sempre navegáveis, enquanto os paranás-mirins nem sempre permitem, por ocasião das vazantes, a livre circulação das embarcações (GUERRA; GUERRA, 2005 p. 463).

⁴ Denominação regional amazônica para os braços d'água que ligam um curso d'água a outro ou a um lago ou, ainda, pelo montante da foz ao curso d'água em que deságua (GUERRA; GUERRA, 2005 p. 290).

⁵ SEDUC – Secretaria de Estado de Educação e Qualidade de Ensino do Amazonas

mesclando assim, técnicas populares e o conhecimento acadêmico, a fim de incorporar as interações entre as pessoas e o ambiente construído, durante o percurso pedagógico dos alunos que buscam ensino e qualidade de vida.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Propor estratégias bioclimáticas e tecnológicas para resgatar a arquitetura vernacular ribeirinha tipo palafita para edificações escolares, nos municípios de Anamã e Iranduba do Amazonas.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Efetuar o levantamento de estratégias bioclimáticas (ZB8) para a edificação escolar tipo palafita;
- ✓ Selecionar tecnologias a serem empregadas para a edificação escolar tipo palafita;
- ✓ Compreender a arquitetura vernacular do tipo palafita a fim de gerar informações para embasar o estudo preliminar da edificação escolar para áreas inundáveis dos municípios de Anamã e Iranduba no Amazonas.

1.4 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa estrutura-se em 4 etapas:

A 1ª etapa consiste em pesquisa bibliográfica às bases de dados as bases de dados SCIELO - *Scientific Electronic Library Online*, Google Acadêmico e Periódicos CAPES para elaboração da revisão bibliográfica. As palavras chaves utilizadas na pesquisa foram: tipologia habitacional regional, palafitas na Amazônia, várzea, áreas inundáveis, arquitetura bioclimática, cidades pequenas;

A 2ª etapa consiste em uma pesquisa bibliográfica para obter uma base de dados bioclimáticos que compõe-se de médias mensais de precipitação (mm) e temperatura (°C) nos anos de 2010 a 2018 das cidades de Iranduba (Vila de Paricatuba) e Anamã no INMET – Instituto de Meteorologia (disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/>), onde foram escolhidas as estações meteorológicas mais próximas como Codajás para Anamã e Manaus para Iranduba em virtude da ausência de estações nas cidades que são os objetos de estudo; os níveis das águas dos Rios Negro e Solimões (m), coletados na Agência Nacional de Águas - ANA (disponível em <http://www.ana.gov.br>) que realiza o monitoramento hidro meteorológico. A estação fluviométrica escolhida para a obtenção de dados para Vila de Paricatuba/Iranduba foi a de Manaus e para Anamã a estação de Manacapuru. Para isso, foram elaboradas planilhas e

todos os cálculos de média e soma foram realizados no Excel, que também foi a ferramenta utilizada na elaboração das tabelas e gráficos (Tabela 1).

Quanto à infraestrutura e informações sobre as cidades, foram coletados dados sobre o abastecimento de água, esgotamento sanitário, serviços de coleta de resíduos domiciliares ou públicos, coleta dos resíduos dos serviços de saúde, operações de aterro sanitário etc, no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (disponível em <http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/#>); os dados sobre a população, trabalho e rendimento, economia, saúde, território e meio ambiente pesquisados no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE 2018 (censo de 2010) (disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/iranduba/panorama> e <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/anama/panorama>) identificação e quantificação das escolas públicas do município de Anamã/AM e Iranduba no site do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - IDEB (disponíveis em <http://idebescola.inep.gov.br/ideb/consulta-publica>). Em seguida, foi realizada a tabulação dos dados e elaboração de gráficos por meio de planilhas eletrônicas empregando o programa Excel. Os mapas elaborados para identificar a localização das áreas de estudo foram elaborados a partir dos sistemas de coordenadas geográficas e DATUM SAD69 (Tabela 1).

Tabela 1. Estrutura da pesquisa bibliográfica dos dados climáticos, infra estruturais, populacionais e de educação

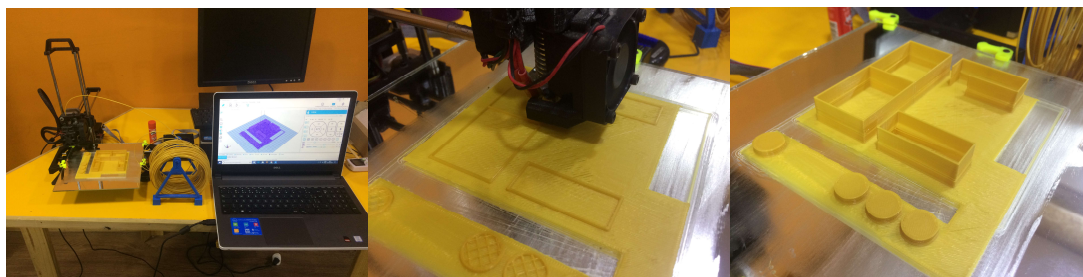
Estrutura da pesquisa para a base de dados				
Dados climáticos	INMET Instituto de Meteorologia	- de	-Temperatura (°C) -Precipitação (mm) -Umidade (%)	Tabulação de dados para elaboração de gráficos por meio de planilhas eletrônicas no EXCEL
	Agência nacional de águas-ANA		-Nível da água do rio negro e do Rio Solimões (m)	
Serviços básicos de infraestrutura	Sistema nacional de informações sobre saneamento - SNIS		-Abastecimento de água -Esgotamento sanitário -Serviços de coleta de resíduos domiciliares ou públicos	
Dados populacionais	Instituto Brasileiro de Geografia e estatística – IBGE 2018 (censo de 2010)		-População -Trabalho e rendimento -Economia -Saúde -Território e meio ambiente	Tabulação de dados para elaboração de planilhas eletrônicas no EXCEL e elaboração de mapas a partir dos sistemas de coordenadas
Educação	Índice de desenvolvimento da educação básica - IDEB		Escolas públicas	geográficas e DATUM SAD69

Fonte: Autora.

A 3ª etapa consiste em levantamento e observações de campo para reconhecimento das áreas de estudo, Vila de Paricatuba-Iranduba e Anamá, a fim de identificar e registrar as características locais e do entorno imediato referentes às informações consideradas importantes para as decisões de projeto como a análise tipológica das edificações, análise da infraestrutura urbana, disponibilidade dos materiais construtivos na área, análise da necessidade das tecnologias: solar fotovoltaica, reaproveitamento da água da chuva, energia sustentável (iluminação natural e artificial), automação e de serviços básicos como separação/destinação dos resíduos sólidos, abastecimento de água, energia e tratamento de esgoto. Realizou-se “*in loco*” medições das marcas que identificam o nível da água atingido na última cheia no município de Anamá, na nas edificações do entorno. Para tanto, foram utilizadas trenas manuais e eletrônicas, bem como registro fotográfico.

A 4ª etapa cruza as informações da pesquisa bibliográfica com os levantamentos de campo para definir estudos arquitetônicos e de engenharia do estudo preliminar. O desenvolvimento do estudo do projeto arquitetônico foi orientado pelas recomendações projetuais para a Zona Bioclimática 8, sendo realizado conforme aplicações das normas vigentes relacionadas à arquitetura e a engenharia. O projeto foi elaborado com o uso do programa REVIT 2018. A fim de visualizar a forma e o *layout* da edificação adaptada às estratégias bioclimáticas definidas foi realizada uma impressão 3D, que foi realizada a partir do arquivo do software REVIT 2018 que foi salvo na extensão *stl* para ser aberto no software HEPETIERHOST e encaminhado para a impressora 3D. Para a impressão, foi utilizado o laboratório de fabricação digital FABLAB Manaus, respeitando os conceitos da cultura *Maker*.

Figura 1. Impressão 3D do *layout* da Escola Tipo Palafita



Fonte: Autora.

CAPÍTULO 2

REFERENCIAL TEÓRICO

Foram realizados levantamentos de pesquisas relacionadas ao bioclimatismo e as tecnologias existentes para servir de base para o desenvolvimento desta dissertação. Os elementos e fatores do clima e os conceitos de boa habitabilidade dão continuidade à uma teoria do estudo da tipologia arquitetônica de palafitas, chegando a especificidade de sua implantação no estado do Amazonas em que está diretamente relacionada com o modo de viver-habitar da população tradicional, chamada ribeirinha, a partir disso, ainda no contexto das cidades inundáveis do Amazonas, foram estudadas as cidades de Anamã e Iranduba. Por fim, observadas e analisadas as edificações escolares padronizadas, inundáveis e de madeira a fim de inserir o objeto de estudo no contexto regional.

Ainda nesse capítulo, é fundamentado os conceitos de bioclimatismo e os aplica na arquitetura com ênfase no “projeto bioclimático”. A arquitetura bioclimática já praticada pelos ribeirinhos e resgatada pelo arquiteto Severiano Porto tem sido desconsiderada na contemporaneidade. Com foco na edificação escolar no Amazonas, discute-se a importância do resgate dos conceitos bioclimáticos e sustentáveis que trilham o mesmo caminho da melhoria da habitabilidade nas edificações escolares, que são fundamentais, para o desenvolvimento pedagógico dos alunos.

2.1 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

Clima, do grego “klima”, significa inclinação, refere-se à inclinação do sol no horizonte. O bioclimatismo é um conjunto de recursos teóricos que buscam subsídios para o planejamento da edificação aproveitando os elementos do clima para satisfazer exigências de conforto térmico. A bioclimatologia é uma ciência antiga, baseada em estratégias projetuais, para vencer as adversidades climáticas (VILLELA, 2007).

Romero (2000) relata que o estudo do clima, que compreende tanto a formação resultante de diversos fatores geomorfológicos e espaciais, quanto sua caracterização definida por seus elementos, torna-se importante para a compreensão dos princípios e para o entendimento do que deve ser controlado no ambiente a fim de se obter os resultados esperados durante o projeto. O clima e seus fatores e elementos são amplamente analisados na literatura, embora tenham sido tratados de forma distinta conforme ressaltado por vários autores como por exemplo GIVONI, 1976; OLGAY, 1963; LYNCH, 1980.

Givoni (1976) relata que o clima de uma dada região é determinado pelo padrão das variações dos inúmeros elementos e suas combinações, destacando que os principais elementos climáticos que devem ser considerados no desenho dos edifícios e no conforto humano são: radiação solar, comprimento de onda da radiação, temperatura do ar, umidade, ventos e

precipitações. As descrições feitas pelo autor tratam indistintamente os elementos como fatores quando esclarece que: *“The purpose of the first chapter is to provide the reader with a general understanding of the nature of the factors which affect climatic conditions over the earth”* (1976, p. 01). Também, em *“Man, climate and architecture”* o autor cita que o clima de uma dada região é determinado pelo padrão das variações dos vários elementos e suas combinações, destacando que os principais elementos climáticos. Na carta bioclimática, é delimitada a zona de conforto e limites dentro dos quais algumas estratégias de projeto poderiam garantir conforto, além de apresentar informações a respeito do comportamento climático do entorno. A partir dela, é possível indicar algumas estratégias a serem empregadas no projeto da edificação, que dentre as mais comuns são: ventilação, resfriamento evaporativo e umidificação, inércia térmica, aquecimento solar passivo, ar-condicionado, aquecimento artificial.

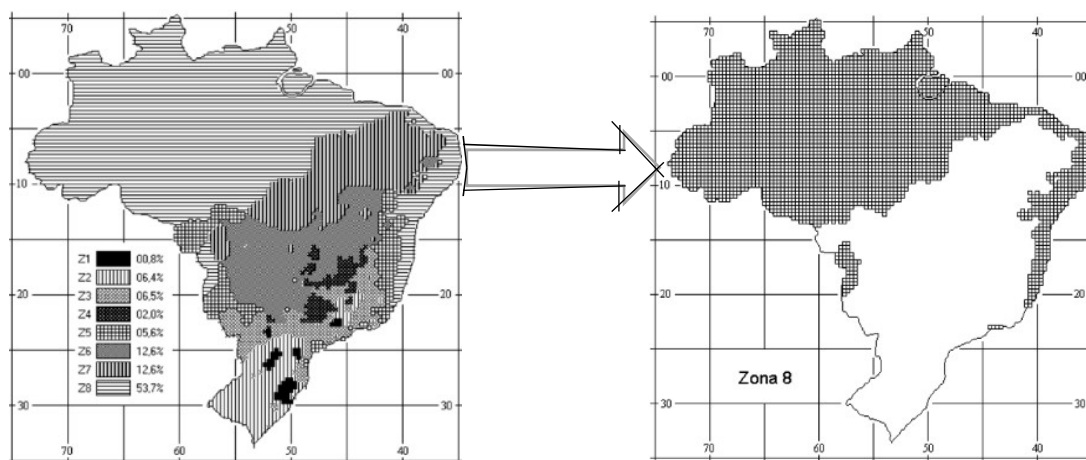
Lynch (1980) aponta a temperatura, umidade, precipitação, nebulosidade, velocidade e direção dos ventos e insolação como os condicionantes externos do clima geral com os quais o planejador deve operar. Destaca as modificações do clima geral (microclima) impostas pela forma especial das pequenas superfícies: topografia, cobertura, superfície do solo e formas criadas pelo homem (ROMERO, 2000). Segundo Lynch (1980), *“Los efectos del microclima le darán las pistas para cambiar el clima general de forma favorable”* faz uma diferenciação entre elementos meteorológicos ou climáticos e fatores climáticos, atribuindo aos primeiros a função de definir o clima e aos segundos a função de dar-lhes origem ou determiná-los. Os fatores climáticos seriam: radiação solar, circulação atmosférica, repartição das terras e dos mares, relevo do solo, correntes marítimas, revestimento do solo. Os elementos do clima seriam: temperatura do ar, regime dos ventos, umidade do ar, nebulosidade e precipitações atmosféricas (ROMERO, 2000).

Para Olgay (1963) o tempo é um conjunto de todas as variáveis meteorológicas, em um dado momento e que os elementos aparecem em combinação (ROMERO, 2000). Tem sido comum, não considerar as condições ambientais na prática da arquitetura, colocando em segundo plano as características locais, porém, os irmãos Victor e Aladar Olgay, arquitetos húngaros, desde os meados da década de 1960, iniciaram discussões sobre a importância da arquitetura em trabalhar de forma harmônica com a natureza, sendo assim, os precursores das primeiras referências do assunto (*“Design with Climate”* e *“Architecture and Climate”*) quando criaram o termo *“bioclimatism”* (NEVES, 2006, p. 21). Para o autor, a sequência de interação das variáveis bioclimáticas são: dados climáticos, avaliação biológica (baseada nas sensações

humanas), soluções tecnológicas, e então, no estágio final, essas soluções deveriam ser combinadas de acordo com a sua importância para poder ser aplicada na arquitetura.

De acordo com o zoneamento bioclimático, o Brasil pode ser dividido em oito zonas homogêneas quanto ao clima. A ABNT adotou o zoneamento apresentado em 1999 na composição da NBR 15220-3 de 2005, estabelecendo um conjunto de recomendações técnico construtivas para cada zona. Cabe salientar que o estado do Amazonas está inserido na Zona Bioclimática 8 (Figura 2).

Figura 2 - Mapas de zoneamento bioclimático, com ênfase na Zona Bioclimática 8



Fonte: NBR 15220-3/2005

A NBR 15220-3/2005 definem algumas diretrizes a serem utilizadas para a Zona Bioclimática 8 onde pode-se destacar a ventilação natural e cruzada a partir de grandes aberturas e a sua orientação para os ventos predominantes considerando o impacto do entorno; a relação entre a ventilação e a umidade através da desumidificação renovando o ar interno por ar externo através da ventilação; o resfriamento artificial, item necessário para amenizar a sensação de desconforto térmico por calor; a orientação solar para controle de incidências de radiação solar nas fachadas; e a utilização de brises para uso do controle da radiação solar nas fachadas permitindo a entrada da ventilação.

Entendendo a relação entre a arquitetura bioclimática e a sustentável, destaca-se os autores Corbella e Yannas (2003, p. 17):

A arquitetura sustentável é a continuidade mais natural da bioclimática, considerando também a integração do edifício à totalidade do meio ambiente, de forma a torná-lo parte de um conjunto maior. É a arquitetura que quer criar prédios objetivando o aumento da qualidade de vida do ser humano no ambiente construído e no seu entorno, integrando as características da vida e do clima locais, consumindo a menor quantidade de energia compatível com o conforto ambiental, para levar um mundo menos poluído para as próximas gerações (CORBELLA; YANNAS, 2003, p. 17).

A ONU, desde 1983, adota o conceito de desenvolvimento sustentável, como “aquele que atende as necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”. Atualmente, a base da sustentabilidade na construção civil é apoiada no *Triple Bottom Line* ou “3BL”. Esse conceito foi criado a partir do estudo realizado por Elkington (1994), conhecido por 3P (*People, Planet e Profit*), ou PPL (Pessoas, Planeta e Lucro). Analisando separadamente, temos a dimensão econômica com o objetivo de criar empreendimentos viáveis e atraentes para os investidores, a dimensão ambiental que analisa a interação de processos com o meio ambiente, sem provocar danos permanentes e a dimensão social, que se preocupa com o estabelecimento de ações justas para trabalhadores, parceiros e sociedade.

Juntos, esses pilares se relacionam de tal forma que, a interseção entre dois pilares resulta em viável, justo e vivível, e dos três, resultaria no alcance da sustentabilidade (OLIVEIRA et al. 2012; MOTTA et al. 2009). Vollenbroek (2002), por sua vez, resume desenvolvimento sustentável como o equilíbrio entre tecnologias disponíveis, estratégias de inovação e políticas dos governos.

Guimarães e Feichas (2009) ressaltam o alto potencial educativo da Pegada Ecológica. Seu índice explicita a relação da sociedade com o meio ambiente, como também indica a intensidade do efeito de suas escolhas sobre os sistemas ambientais. No nível de uma comunidade ou país, o índice pode subsidiar uma reflexão sobre os processos produtivos, a tecnologia utilizada, o padrão de consumo, a busca de fontes alternativas de energia, o uso racional de recursos naturais, políticas públicas de transporte, produção e comercialização de alimentos, por exemplo.

A nível global, a produção para exportação poderia se agregar os custos relativos aos serviços ambientais presentes no processo produtivo de bens e serviços, tais como solo, água, energia solar e florestas. A incorporação desses custos sem dúvida provocaria mudanças nas relações comerciais entre regiões em desenvolvimento e desenvolvidas. A pegada ecológica se mostra uma ferramenta com potencial para promover mudanças estruturais no *modus operandi* de produção, comercialização, consumo e distribuição de renda, imprimindo mudanças de paradigmas. (GUIMARÃES; FEICHAS, 2009)

Diante disso, o uso dos conceitos de sustentabilidade relacionados à concepção arquitetônica, deve ser investigado sob a visão de diferentes correntes de pensamento, e posteriormente selecionar os critérios mais adequados a dimensão local (ALVAREZ, 2003). Alguns critérios podem ser relatados tais como: a escolha dos materiais, priorizando os locais, renováveis, reciclados ou recicláveis; o conforto ambiental com a adoção de tipologias

adequadas ao clima, o aproveitamento das condições do lugar, como insolação, ventilação, inércia térmica do solo etc; a eficiência energética, obtendo energia de fontes renováveis e/ou racionalização energética a partir de sistemas e equipamentos eficientes; a eficiência no consumo de água, incentivando o baixo consumo e aproveitamento de águas de chuvas; o tratamento de resíduos, separação, reaproveitamento e/ou reciclagem; a coerência com a paisagem, ao inserir o objeto construído de forma harmônica com o ambiente e com a cultura estabelecida.

Cereto (2016), em seus relatos sobre a Amazônia, afirma que na implantação das vilas, vilarejos e cidades pela corte ocorreu nos quatro séculos com a adequação climática. A adoção de beirais, muxarabis e amplas ventilações representaram a preocupação com o clima nas cidades.

No entanto, no Amazonas, tem sido comum não considerar as condições ambientais na prática projetual, colocando em segundo plano as características locais e a identidade cultural. Conceitos bioclimáticos eram/são praticados pela população tradicional amazônica há muitos anos, assim como pelo arquiteto Severiano Mário de Magalhães Porto, “o arquiteto da floresta”, em suas obras no Amazonas.

Severiano Porto nasceu em Uberlândia-MG em 1930 e em 1956 graduou-se em Arquitetura pela Universidade do Brasil (atual UFRJ). Veio para Manaus em 1965, inicialmente a convite do interventor do estado do Amazonas Arthur Reis e com seu trabalho na Amazônia, integra o grupo de arquitetos que propagou pelo território brasileiro uma arquitetura de feição regionalizada (NEVES, 2006). O Estádio Vivaldo Lima, restaurante Chapéu de Palha, edifício-sede da SUFRAMA (Superintendência da Zona Franca de Manaus), reservatórios da COSAMA (Companhia de Saneamento do Amazonas), pousada de Silves, Centro de Proteção Ambiental em Balbina e o Campus da Universidade do Amazonas (atual Universidade Federal do Amazonas) são exemplos de algumas das suas obras no Amazonas.

Entre as lições relevantes a serem consideradas pelos mestres modernos, tais como o próprio Severiano, destaca-se o uso da madeira, utilizada na arquitetura colonial brasileira que foi incorporada pelo modernismo. O trabalho dos arquitetos Severiano Porto e Mário Emílio Ribeiro, iniciado na Amazônia na década de 1960, foi reconhecido e divulgado, como uma produção brasileira de forte caráter regional e grande valor arquitetônico. O arquiteto em questão, juntamente com Milton Monte e João Castro Filho, poderiam enquadrar-se no discurso do regionalismo crítico. A própria região, por suas riquezas ambientais, seu relativo isolamento das grandes capitais e população tradicional, já favorecia um tipo de construção regionalista.

Severiano Porto utilizou a madeira com maestria e produziu uma arquitetura moderna diante dos materiais construtivos e mão-de-obra disponíveis da sua época, não foi o primeiro a utilizar a madeira, mas juntamente com Zanine Caldas, arquiteto autodidata, que por seu talento incomum foi reconhecido como “Mestre da Madeira”, são referências no assunto.

Quando escolheu trabalhar em Manaus, desenvolveu uma arquitetura própria, ao mesmo tempo moderna, regional e contemporânea (ALMEIDA; LINS FILHO, 2011; CERETO, 2016). Embora não descartasse o concreto, aço e alvenaria, difundiu o uso da madeira pois notou a riqueza desse recurso na região, optando por soluções construtivas já adotadas pela arquitetura autóctone.

Sua arquitetura pertence à tradição brasileira de adaptação de elementos modernos ao sítio físico, clima, materiais e a relação do caboclo com os materiais da região. Há 50 anos, quando a palavra “*bioclimatismo*” ainda não fazia parte do repertório da produção arquitetônica amazonense, Severiano Porto já desenvolvia projetos alinhados conforme a realidade local, procurando adequações ao clima, utilizando os materiais disponíveis sem esquecer as características do lugar (NEVES, 2006; ALMEIDA; LINS FILHO, 2011; CERETO, 2016). Ao longo do tempo é evidente nos seus projetos a inserção harmônica na paisagem circundante e a adequação ao clima. Isso é uma preocupação dominante em suas obras, o que tem levado ao uso de estratégias projetuais para obter conforto ambiental aos usuários, especialmente sobre o uso da ventilação natural (NEVES, 2006; NEVES et al., 2008).

Nesse sentido, o arquiteto Severiano Porto projetou escolas de madeira pré-fabricadas, baseado na potencialidade da mão-de-obra por sua habilidade no manejo da madeira, que em partes não eram valorizadas, pois estavam utilizando outras soluções oriundas de culturas que não eram compatíveis com a região (ALMEIDA; LINS FILHO, 2011), conforme pode-se destacar no relatado em entrevista com Neves (2006, p. 205):

Quando eu cheguei em Manaus, que eu comecei a fazer a minha primeira casinha, eu fiz bem simples. Porque eu tinha feito umas escolas pré-fabricadas, que o governo não construiu nenhuma. Eu doeii, logo no início, em 65, para o governo. Foi publicado na revista do IAB de pré-fabricação, e eles não construíram. Passou um mês, dois meses, seis meses, e eu perguntei – Poxa, seu secretário, por quê? Ele disse – É que o secretário do planejamento disse que vão dizer que a revolução está construindo barracos. Então eu fiz a minha casa assim (NEVES, 2006, p. 205).

É importante destacar que ao utilizar a madeira acabou auxiliando na redução do preconceito e na inserção do material em outros contextos e o próprio autor relata que precisou quebrar muitos tabus e resistências para que a sua interpretação da cultura regional fosse levada em consideração (NEVES, 2006; ALMEIDA; LINS FILHO, 2011; CERETO, 2016).

Atualmente, as obras de Severiano Porto formam ao lado daquelas produzidas por Niemeyer, um conjunto de projetos mais conhecido de um arquiteto brasileiro contemporâneo na América Latina e Europa.

2.2 TIPOLOGIA HABITACIONAL VERNACULAR TIPO PALAFITA

As palafitas são sistemas construtivos em que uma edificação é sustentada através de uma grelha de pilares (ou colunas) em seu pavimento térreo. Pilotis é uma palavra de origem francesa e eventualmente aportuguesada como *piloti*, a qual pode se referir tanto ao pilar em si, quanto ao sistema como um todo. Em francês, *pilotis* significa palafita, mas em português o termo foi adotado apenas para as estruturas arquitetônicas modernas, distinguindo-as das tradicionais palafitas de madeira de habitações lacustres (SANTOS, 2010).

As habitações do tipo palafita ou habitação lacustre de madeira, elevada sobre pilotis ancorados no fundo dos locais de construção estão presentes em todo o continente, com registros desde o período neolítico (IPS, 2012; LOURENÇO; BRANCO, 2012; ALMEIDA, 2015). Em geral, são construções sobre estacas de madeira, muito utilizadas perto de lagos, rios, riachos ou mesmo praias.

Na pré-história, as povoações palafíticas lacustres eram comuns na Europa. Há registros no Neolítico (7.000 a.C. - 1.700 a.C.), a Idade do Bronze (1.700 a.C. - 600 a.C.) e a Idade do Ferro (1.200 a.C. - 200 a.C.), existem também palafitas na Itália, França, Alemanha, Áustria, Polónia, Dinamarca, Suécia, Bélgica, Espanha, Eslovênia, Grécia, Inglaterra, República Checa, Lituânia, Irlanda e Escócia, dentre outros (ALMEIDA, 2015). Nos Alpes, foram identificados 111 lugares, classificados como Patrimônio Mundial da UNESCO, com vários tipos de palafitas (ALMEIDA, 2015). Um exemplo a ser destacado são as cabanas *tchanqué*, na França, construídas no final do século XIX (Îleaux Oiseaux) (ALMEIDA, 2015). Essas palafitas de madeira típicas da Bacia de Arcachon permitiam a vigia dos bancos de ostras, para evitar os possíveis roubos.

Em Portugal, as palafitas têm sido utilizadas como habitação, armazém ou ancoradouro e foram amplamente utilizadas na costa ocidental portuguesa, as aldeias Avieiras do Tejo. São assentamentos resultantes da fixação, desde o final do século XIX, ao longo das margens do rio de uma comunidade de pescadores - os avieiros - vinda da zona de Vieira da Leiria. Os palheiros erguidos nas praias tinham o soalho elevado, o que garantia a proteção contra o vento e evitava o assoreamento pela migração da areia (ALMEIDA, 2015).

As palafitas também podem ser encontradas na África e na Ásia (Indonésia, Sumatra, Kalimantan, Sulawesi e Vietname entre outros países). Na África, os assentamentos palafíticos

surtem nas regiões dos rios pantanosos, lagos ou florestas virgens. Destaca-se a cidade palafítica de Ganviéno, lago Nokoué, no Sul do Benim, datada do século XVIII como refúgio de escravagistas. Com cerca de 2.5000 habitantes, mantém as características semelhantes às palafitas originais, com estacas e paredes de madeira, cobertura de palha, transformando em atração turística. Na Indonésia as casas sobre palafitas mais conhecidas são, que fazem parte da cultura dos habitantes primitivos do Bornéu, os dayak. Outro exemplo bem conhecido é o assentamento de Kampung Ayer na Malásia (ALMEIDA, 2015).

As palafitas também ocorrem na Costa Rica e nas margens do lago Maracaibo na Venezuela, onde pode ser observado um conjunto de 20 casas, com telhado de duas águas, paredes cobertas de junco, apoiado em estacas que sustentam plataformas em madeira, unidas por pontes. As povoações palafíticas na Colômbia (Buenavista e Nueva Venecia), de meados do século XIX, do pântano de Ciénaga Grande de Santa Marta, são compostas por estacas que erguem a plataforma sobre a qual é implantada a habitação. No Chile as palafitas de Castro e Ancud, na Ilha Grande de Chiloé, têm sido alvo de preservação desde a década de 1970 (ALMEIDA, 2015).

No Brasil, as palafitas têm presença marcante na paisagem do mangue e de suas comunidades, em Vitória/Espírito Santo. Silva et al. (2003) propuseram um modelo de habitação popular para essas áreas, trabalhado sob um novo enfoque tecnológico, utilizando bambu.

Existem vários núcleos de palafitas pelo país, no entanto, a sua presença é mais comum na Amazônia (PALHETA; RODRIGUES, 2012, ROBACHER, 2013; ARAÚJO; SOUSA, 2016, PERDIGÃO, 2016, MENEZES et al., 2015, NOGUEIRA, 2016; MEDEIROS et al., 2017).

Ainda no mesmo contexto Pereira et al. (2011) exploram a relevância das palafitas motivadas pela diminuição dessas habitações em Manaus como resultado das ações do poder público para revitalizar as áreas invadidas dos igarapés. Apesar da remoção das palafitas do espaço urbano desde a década de 1960 com a Cidade Flutuante e recentemente nas áreas ocupadas dos igarapés através das ações do Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus (PROSAMIM), ela ainda está presente e faz parte da paisagem rural e urbana, mostrando a sua relevância no contexto da cultura amazônica (SILVA, 2008; PEREIRA et al., 2011). Como por exemplo o igarapé do São Raimundo que faz parte da segunda e terceira fase do PROSAMIM (Figura 3).

Figura 3. Palafitas em Manaus, igarapé do São Raimundo.



Fonte: Autora, 2010.

Na mesma linha, é o exemplo da Vila Gutierrez no Careiro da Várzea/AM, às margens do Paraná do Careiro onde os moradores mesmo diante da precariedade das condições socioambientais resistem na convivência pacífica com o regime das águas (ARAÚJO; SOUSA, 2016). Assim como no Paraná do Careiro, na maioria dos municípios do interior do estado do Amazonas a tipologia vernacular é presente como pode ser observado em Iranduba e Anamã nas figuras 4 e 5.

Figura 4. Palafita no Amazonas, Iranduba, Brasil



Fonte: Autora, 2015.

Figura 5. Palafita no Amazonas, Anamã, Brasil



Fonte: Autora, 2015.

2.3 A RELAÇÃO ENTRE A TIPOLOGIA HABITACIONAL PALAFITA E A POPULAÇÃO TRADICIONAL NO AMAZONAS

Oliveira (2004), relata que a Amazônia não é só natureza, ela também tem uma face urbana com especificidades locais e os seus núcleos urbanos estão ligados aos rios e florestas. É nesse cenário que registramos a presença da população tradicional ou ribeirinha, que ocupa as áreas inundadas ao longo dos grandes rios (JUNK, 1980). O aumento do nível da água dos

rios para além da cota média normal, faz com que as edificações construídas às suas margens estejam sujeitas a inundações causando perdas para a população. Essa mudança radical de meio de vida determinada pelos períodos de cheia e vazante, faz com que essa população tenha que se adaptar à realidade sistêmica da floresta (OLIVEIRA JUNIOR, 2009).

A partir disso, pode-se dizer que há uma atmosfera que é própria do lugar (NORBERG-SCHULZ, 1971) e da qual fazem parte tanto as alternativas construtivas quanto os modos de conviver com a realidade ribeirinha, de se relacionar com as margens, com as adversidades da natureza e um senso de fazer parte, que caracteriza o povo e seu habitat.

O habitar nas margens dos rios segue padrões estabelecidos pela própria natureza, condições climáticas, relação com o rio e seu ciclo, a floresta, bem como toda a constituição cultural e a visão de mundo do homem ribeirinho (OLIVEIRA JUNIOR, 2009 p. 137).

Fraxe (2000) entre os anos 1992 e 1996 lista a partir do regime das águas os hábitos dos moradores da várzea amazônica. Na enchente as dificuldades são as chuvas intensas e elevados índices de doenças tropicais, os fatores facilitadores são as facilidades em navegar e as “terras molhadas” que ainda não estão submersas.

Na cheia os fatores dificultadores são as chuvas intensas e temporais, possíveis migrações para terra firme, dificuldade de locomoção estando dependentes do uso da canoa, as facilidades são relacionadas aos canais e furos terem profundidade suficientes para passagem de barcos de grande porte e a possibilidade de recorrer a atalhos pelos furos, áreas de terra que ligam diferentes rios.

Na vazante as dificuldades estão relacionadas com as árvores e troncos arrancados pela força da água da cheia podendo causar acidentes com embarcações e a presença de muitas doenças, insetos e pragas, os fatores facilitadores são as chuvas sazonais em menor intensidade, muito sol em julho, a locomoção com caminhos secos entre as comunidades e finalmente chega a época de plantio.

Na seca existe a dificuldade de navegação em determinadas áreas pela existência de bancos de areia sendo necessário para a navegação a procura do canal do rio, as facilidades resumem-se em muito sol e os beirados recebem um colorido diferente, o amarelo e o branco de milhares de borboletas fazem parte do cenário. Assim, as populações ribeirinhas do Amazonas ocupam uma estrutura espacial ligada diretamente à relação do tempo.

A fim de conviver com o ciclo hidrológico, é comum que os ribeirinhos utilizem sistemas construtivos vernaculares baseados na tipologia arquitetônica de palafitas (ALENCAR; SOUSA, 2016). A palafita dialoga não somente com o ambiente físico, mas com

os aspectos culturais e a vivência cotidiana dos ribeirinhos, fazendo com que esse tipo tradicional de construção, evidencie as características do modo de vida dessas populações (MENEZES; PERDIGÃO, 2013). Os autores ainda destacam que as características culturais do povo podem ser mantidas para que não se perca o significado do lugar.

As palafitas estão presentes nas margens de paranás, igarapés, rios e furos, indicando a resistência de uma cultura de adaptação ao ciclo das águas, a uma floresta densa e ao clima úmido com chuvas frequentes, firmando-se como comunidades tradicionais em palafitas ao optarem por casas elevadas do chão (PEREIRA et al., 2011; MENEZES; PERDIGÃO, 2013; HERMES, 2014; MENEZES et al., 2015).

Na Amazônia essas habitações tradicionais, representam uma arquitetura vernacular ao ser entendida como uma arquitetura anônima, sem interferência do arquiteto e do engenheiro, exprimindo através de uma rede de interações aspectos simbólicos do ambiente em que está inserido que determinam o caráter regional e as aspirações pessoais e coletivas de determinadas populações (MENEZES; PERDIGÃO, 2013).

A arquitetura vernacular também pode ser vista de acordo com Labaki e Kowaltowski (1998, p. 63):

Vernacular architecture can be described as building new structures with old techniques, repeating dwelling types based on an old model with few technological changes. The vernacular includes attributes of tradition which are process and product distinct. A culture and place specific model is repeated, gaining variety and complexity over time. The model similarity consists of specific elements of massing and volume, fenestration and use of building materials. The vernacular is also said to show efficient use of resources with distinct preoccupation as to climate responsive design (LABAKI; KOWALTOWSKI, 1998, p. 63).

Recentemente, Menezes (et al., 2015) descrevem e caracterizam o tipo palafita, bem como a sua importância no ato de projetar as habitações sociais, dentro da tradição das populações ribeirinhas da Amazônia. O trabalho foi realizado em áreas modificadas no processo de reassentamento habitacional por intervenção governamental denominado Vila da Barca, na cidade de Belém (PA). Os resultados confirmam a forte identificação dos moradores com a construção, evidenciando as relações com o espaço que é habitado pelos ribeirinhos. A cidade de Afuá (PA), localizada ao norte da ilha do Marajó é condicionada ao regime de flutuação do nível das águas sendo totalmente adaptável ao seu meio ambiente, a cidade inteira é construída sobre palafitas. (PALHETA; RODRIGUES, 2012).

De acordo com Palheta e Rodrigues (2012, p. 181):

A casa afuaense se apresenta, como uma expressão material e simbólica da identidade de seus moradores, ribeirinhos, amazônidas, brasileiros, caboclos.

Além de contribuir para a manutenção de um estilo arquitetônico local, importante e atual, os habitantes da cidade ajudam a desconstruir a imagem, sempre recorrente, da pobreza material e representacional – da casa e da vida ribeirinha (PALHETA; RODRIGUES, 2012, p. 181).

Segundo Almeida (2005 pg. 56) a proximidade da água e da floresta transformou o morador de palafita em um ser “anfíbio”. Diante disso, podemos observar a forte as relações materiais e imateriais entre a palafita, o ribeirinho e o seu entorno.

Essa relação entre o ribeirinho+palafita+entorno pode ser considerada o principal suporte na elaboração de projetos para a região, uma vez que pode ser articulado a outros na busca de respostas da proposta arquitetônica (ALMEIDA, 2005). Então, no desenvolvimento de novas propostas direcionadas para a construção de edificações em áreas alagadas, a relação com o meio ambiente (regime das águas ou condições climáticas) deve ser priorizada de forma a promover o aumento e a melhoria da arquitetura ribeirinha na região.

2.4 EDIFICAÇÃO ESCOLAR

O processo de criação de projetos escolares públicos é administrado pelo poder executivo estadual e/ou municipal. No Amazonas, a Secretaria de Estado de Educação e Qualidade do Ensino do Amazonas – SEDUC é responsável pela infraestrutura das escolas estaduais, onde é necessário seguir um processo para a construção.

O procedimento padrão para seu desenvolvimento é conforme o que determina a Resolução nº 27 de 25/10/2012 que dispõe sobre o controle interno relativo a obras e serviços de engenharia a serem adotados pela administração direta e indireta estadual, do município de Manaus e dos municípios do interior do Estado. Igualmente, conforme a Lei 8666 de 21/06/1993 que regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, que institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências e demais normas vigentes.

Quanto a qualidade do ensino, está relacionado ao Plano Nacional de Educação (PNE), que foi sancionado em 2014 pelo Congresso Federal para direcionar esforços e investimentos voltados para a melhoria da qualidade da educação no país. Com força de lei, o PNE estabelece 20 metas a serem atingidas nos próximos 10 anos, dentre as quais, tem destaque a erradicação do analfabetismo, a valorização dos profissionais da educação e as melhorias na qualidade de ensino. Entre as metas do PNE também merece destaque a meta que determina fomentar a qualidade da educação básica em todas as etapas e modalidades, com melhoria do fluxo escolar e da aprendizagem de modo a atingir as médias nacionais dos indicadores de desempenho.

No Amazonas, Plano Estadual de Educação (PEE) consubstancia-se nas exigências legais, dispostas no artigo nº 214 da Constituição Federal, artigo nº 203 da Constituição Estadual, na Emenda Constitucional nº 59/2009 na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBE) nº 9394/1996, na Lei 13.005/2014 que aprovou e instituiu o Plano Nacional de Educação (PNE). E tem como premissa básica, a educação para todos, determinando estratégias que devem ser implantadas na educação infantil, ensino fundamental, ensino médio, educação especial, educação de jovens e adultos, ensino profissionalizante, ensino superior, valorização e qualificação dos profissionais e educação indígena. Dados estatísticos apontam que 90,3% da população em idade escolar, que compreende o período entre 4 e 17 anos, está sendo atendida (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2017; BRASIL, 2018). Assim como, a taxa de abandono do estado vem diminuindo gradativamente ao longo dos anos, esta taxa nos anos iniciais do ensino fundamental era de 10.5% em 2006, tornando-se 2.4% em 2015. Esta taxa nos anos finais do ensino fundamental era 17.1% em 2006 e 5.8% em 2015. No Ensino Médio, em 2006 a taxa de abandono era de 21.4%, diminuindo para 11.2% em 2015.

A taxa de distorção idade-série, por sua vez, não segue o mesmo caminho, nos anos finais e iniciais do ensino fundamental, e no ensino médio estão acima da média nacional, sendo 39.3% esta taxa para os anos finais, 23.4% nos anos iniciais e 45.3% no ensino médio, todos em 2014 (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2017; BRASIL, 2018). Além disso, ainda são poucos os que completam os estudos até o fim do ciclo. Apenas 51.1% dos jovens com 19 anos concluíram o ensino médio em 2015 e 60.6% dos jovens com 16 anos concluíram o ensino fundamental neste mesmo ano. Então, além do ensino regular, apenas 9% das escolas também oferecem a educação de jovens e adultos (EJA).

Na realidade rural amazonense, a EJA tem papel especial, pois permite que as gerações mais antigas tenham oportunidade de concluir a formação na educação básica (FAS; UNICEF, 2017). Apesar da melhora nos índices da educação, o estado ainda precisa avançar para alcançar a média ideal (BRASIL, 2018), destacando aquela que se refere a Educação de Jovens e Adultos (EJA). Belizário (2015) aponta a ausência de expressivo investimento, em especial nos mecanismos que asseguram o direito à educação, configurando-se numa restrita ampliação da oferta de cursos, principalmente para a demanda de ensino médio. Essa população deve ser reincorporada à escola regular e precisa ser atingida pelos programas de educação de jovens e adultos.

2.4.1 Escolas inundáveis

No Amazonas, incluindo a cidade de Manaus, existem atualmente cerca de 600 escolas de ensino fundamental localizadas nos 62 municípios do Amazonas (NASCIMENTO, 2017). Dados da Secretaria Municipal de Educação do Amazonas (SEMED) comprovam a existência de 53 escolas construídas as margens dos rios, localmente denominadas como escolas ribeirinhas, sendo 4 delas indígenas/ribeirinhas.

Há um total de 125.485 alunos (censo escolar de educação básica de 2017), com alta taxa de analfabetismo e de distorção idade-série (MARTINS, 2016). Para as autoridades essas escolas têm custos elevados e periódicos, pois há investimento na construção ou na manutenção de obras que rapidamente são degradadas pelas águas. A grande extensão territorial, o transporte predominantemente fluvial realizado por canoas e barcos escola, alto custo logístico de viagens para a entrega de materiais escolares entre outros, além de fenômenos naturais como seca e cheia dos rios fazem do ensino rural no Amazonas mais difícil para a educação no estado.

Diante disso, ressalta-se a importância que os conhecimentos técnicos arquitetônicos e de engenharia exerçam maior presença integrados à tipologia vernacular das escolas ribeirinhas em áreas de inundação. Observa-se na Figura 6, que a edificação institucional em construção está elevada na mesma altura da marca d'água da edificação ao lado, ocasionando sua inundação na época da cheia.

Figura 6. Edificação institucional em construção localizada em área inundável, Amazonas



Fonte: Autora, 2015.

Na várzea, destaca-se a Escola Municipal Santa Luzia, localizada em Iranduba de base suspensa de concreto e madeira, construída pela comunidade com recursos próprios no ano de 2003. A escola possui 4 salas de aula e um programa arquitetônico compatível com as necessidades básicas de uma escola, como por exemplo, diretoria, secretaria, sala dos professores com banheiro, biblioteca, refeitório/auditório, cantina com despensa e área de estudos ao ar livre. No entanto, as escolas ribeirinhas sobrevivem há anos com a falta de manutenção, dificuldade com a logística (relacionada aos materiais escolares, transporte de

alunos, materiais de construção, e outros), acessibilidade universal, bem como de adequações às cozinhas e cantinas aos padrões da ANVISA⁶, então, projetos que contemplem suas especificidades e as normas técnicas, elaborados por profissionais qualificados.

Dentro desse contexto, a escola supracitada está localizada na região metropolitana de Manaus, onde se imagina que as condições de infraestrutura deveriam ser melhores. Porém, é possível destacar a necessidade de inclusão de acessibilidade, melhorias na cobertura da edificação com ênfase no sistema elétrico externo e de uma estrutura adequada para a caixa d'água (Figura 7), a ausência de um depósito para armazenamento dos resíduos sólidos para a sua coleta e destinação (Figura 8), quanto aos sistemas de esgotamento sanitário onde a fossa séptica está sujeita a alagação, a estrutura interna do telhado está danificada (Figura 9), bem como a falta de um depósito de materiais didáticos (Figura 10).

Figura 7. Escola Municipal Santa Luzia construída de madeira na várzea em Iranduba/AM



Fonte: Autora, 2015.

Figura 8. Resíduos sólidos da escola armazenados de forma inadequada



Fonte: Autora, 2015.

Figura 9. Fossa séptica da escola sujeita a inundações em Iranduba/AM



Fonte: Autora, 2015.

Figura 10. Foto interna da escola com destaque para a biblioteca



Fonte: Autora, 2015.

⁶ Agência Nacional de Vigilância Sanitária

Grande parte dessas distorções e analfabetismo está relacionada com a época em que as chuvas enchem os rios, período de enchente e cheias, quando a água invade as casas e em muitos casos inundam nas escolas provocando prejuízos para a comunidade e para a qualidade de vida dos moradores (HERMES, 2014; RIBEIRO; CARNEIRO, 2016).

Na seca, como os rios que são as vias de locomoção do ribeirinho, ao diminuir seu volume ou até mesmo secar completamente, fazem com que os alunos percorram grandes caminhos a pé até chegar na escola ou como observado em algumas escolas, há uma mudança no ano letivo, iniciando em dezembro e finalizam em agosto.

As Figuras 11, 12, 13 e 14, demonstram a falta de infraestrutura básica de uma escola localizada também em Iranduba que sofre com as inundações periódicas. A escola de madeira elevada por pilotis (Figura 11), possui 3 salas de aula, uma cozinha, área de serviço e banheiro externos (Figura 12).

Figura 11. Fachada principal da escola em Iranduba/AM



Fonte: Autora, 2015.

Figura 12. Infraestrutura de uma escola tipo palafita em Iranduba/AM (banheiro, caixa d'água, área de serviço)



Fonte: Autora, 2015.

Ressalta-se que apesar da escola possuir infraestrutura não compatível às normas vigentes, as salas de aulas são ambientes convidativos aos alunos (Figuras 13e 14). Cadeiras bem conservadas, pinturas manuais nas janelas, ambiente limpo, armário, ventiladores, decoração colorida nas paredes, lixeira decorada, estante para livros metálicas e de pallet, prateleiras etc., onde vê-se o esforço dos funcionários e em especial do professor para manter a escola com suas atividades pedagógicas.

Figura 13. Sala de aula 1 da escola em Iranduba, Amazonas



Fonte: Autora, 2015.

Figura 14. Sala de aula 2 da escola em Iranduba, Amazonas



Fonte: Autora, 2015.

2.4.2 Escolas padronizadas conforme as normas do FNDE implantadas no Amazonas

O projeto-padrão, principalmente para instituições como escolas, é uma prática comum em projetos públicos de interesse social. Utiliza-se como base programas arquitetônicos padronizados das atividades estipuladas pelos órgãos administrativos. O partido arquitetônico procura atender principalmente objetivos econômicos, a racionalidade construtiva e a funcionalidade (KOWALTOWSKI et al, 2001).

A adaptabilidade do projeto a situações variáveis de topografia e formato de lote é de grande importância. A adequação do projeto padrão a situações específicas provenientes do local de implantação, como acesso, orientação ao sol, afastamento a fontes de ruído nem sempre são eficientes. A padronização construtiva não é uma prática nova (KOWALTOWSKI et al, 2001, p. 19). A modernidade estabeleceu para a arquitetura deste século várias premissas. A produção industrial influenciou a construção civil com a aplicação intensa da tecnologia, racionalidade e aumento de produção, implicando em padronização de projeto e seus elementos. (ROWE, 1993). O resultado arquitetônico destas premissas nem sempre atende as aspirações reais com satisfação, deixando de lado as particularidades de tempo, espaço e cultura (KOWALTOWSKI et al, 2001, p. 19).

No Amazonas, as escolas são construídas conforme os projetos arquitetônicos padronizados pelo FNDE⁷, bem como projetos desenvolvidos pelas secretarias SEDUC e SEMED, alguns inspirados nos projetos federais tendo com o objetivo de atender as comunidades ribeirinhas, indígenas, não índios, quilombolas entre outros.

⁷ Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (Ministério da Educação)

Na figura 15, foram analisados os municípios de Parintins, Humaitá, Amaturá e Boca do Acre, ambos no Amazonas para demonstrar a implantação dos projetos arquitetônicos padronizados.

Na primeira fileira (15A), estão identificadas imagens dos padrões denominados “espaços educativos” diferenciados pelos números de salas, sendo respectivamente, 1 sala, 4 salas, 6 salas e 12 salas.

A implantação desses projetos nos municípios (15B) é feita de forma a respeitar o padrão arquitetônico fornecido, buscando terrenos planos e desconsiderando aspectos regionais e culturais.

Além disso, há uma ausência de planejamento quanto à implantação dos projetos padronizados relacionados à infraestrutura do local de implantação (abastecimento de água, fornecimento de energia, tratamento de esgoto) como por exemplo, as aldeias indígenas do Amazonas encontram-se isoladas e sua maioria não possuem energia elétrica, inviabilizando a proposta da escola indígena que inclui educação à distância, uso de computadores, ventiladores, freezers (conservação da merenda escolar), televisões etc. A estratégia utilizada para algumas comunidades indígenas é o uso de geradores, que sofrem com problemas de manutenção.

As imagens (15C), mostram a realidade do Amazonas, de como se apresenta o espaço onde os projetos são implantados. A zona rural de Parintins é marcada pela convivência de uma população tradicional com a floresta e o rio; na aldeia indígena de Traíra em Humaitá que abriga índios que convivem em uma realidade cultural de estar inseridos na floresta onde a sua convivência é a partir da integração entre aldeia+edificações vernaculares+floresta+costumes regionais, como também pode ser aplicado para o município de Amaturá (15C); no município de Boca do Acre, a maioria das escolas sofrem inundações periódicas, onde entende-se que essas edificações devam estar preparadas para para esse ambiente de adaptação ao entorno, onde anualmente, o estado não tenha que suspender as aulas e definir estratégias como calendários especiais para escolas que sofrem inundações.

Figura 15. Demonstração da implantação dos projetos arquitetônicos do FNDE no estado do Amazonas (Parintins, Humaitá, Amaturá e Boca do Acre)

<p>Projeto padrão espaço educativo rural - 1 sala – FNDE</p>		<p>Fonte: https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/par/eixos-de-atuacao/infraestrutura-fisica-escolar.</p> <p>Implantação na Comunidade Irmãos Coragem, zona Rural de Parintins/AM</p>		<p>Fonte: https://ojornaldaiha.com/construcao-de-escolas-avancam-na-zona-rural-de-parintins/, Acessado em 09/01/2019.</p> <p>Realidade Amazônica na Zona Rural de Parintins/AM</p>		<p>Foto: Arcangelo Maciel, 2016</p> <p>Fonte: https://ojornaldaiha.com/criancas-se-arriacam-para-estudar-na-zona-rural-de-parintins/, acessado em 22/05/2019.</p>
<p>Projeto padrão espaço educativo urbano e rural - 4 salas - FNDE</p>		<p>Fonte: http://www.sicop-am.gov.br/2015/07/governo-do-estado-investe-r-82-milhoes-na-construcao-de-novas-escolas-indigenas/. Acessado em 08/01/2019.</p> <p>Implantação na aldeia indígena de Traira de Humaitá/AM</p>		<p>Fonte: SICOP-AM, acessado em 08/01/2019.</p> <p>Aldeia indígena de Traira de Humaitá/AM</p>		<p>Fonte: (AUGUSTO, et al 2017)</p>
<p>Projeto padrão espaço educativo urbano e rural - 6 salas - FNDE</p>		<p>Fonte: http://www.educacao.am.gov.br/2015/03/e-m-boca-do-acre-escolas-afetadas-pela-enchente-terao-calendario-para-reposicao-de-aulas/ acessado em 08/01/2019.</p> <p>Implantação na Comunidade Indígena Aldeia Nova Itália em Amaturá/AM</p>		<p>Fonte: http://www.educacao.am.gov.br/2015/03/e-m-boca-do-acre-escolas-afetadas-pela-enchente-terao-calendario-para-reposicao-de-aulas/ acessado em 08/01/2019.</p> <p>Realidade Amazônica em Amaturá</p>		<p>Fonte: https://descriplopedia.org/wiki/Amatur%C3%A11...JP.G. Acessado em 22/05/2019</p>
<p>Projeto padrão espaço educativo urbano - 12 salas - FNDE</p>		<p>Fonte: Reprodução/TV Amazonas.</p> <p>Fonte: http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2015/03/cheia-para-lisa-atividades-de-postos-de-saude-em-boca-do-acre-no-am.html. Acessado em 22/05/2019</p>		<p>Fonte: Reprodução/TV Amazonas.</p> <p>Fonte: http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2015/03/cheia-para-lisa-atividades-de-postos-de-saude-em-boca-do-acre-no-am.html. Acessado em 22/05/2019</p>		<p>Fonte: Reprodução/TV Amazonas.</p> <p>Fonte: http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2015/03/cheia-para-lisa-atividades-de-postos-de-saude-em-boca-do-acre-no-am.html. Acessado em 22/05/2019</p>

Fonte: Autora, 2018.

2.4.3 Escolas de madeira do Amazonas

No Brasil, a madeira que é um recurso natural e renovável, desempenha um grande papel como material junto à construção civil e ainda apresenta grande disponibilidade, especialmente na Amazônia. Dentre os materiais de construção, nenhum é tão benéfico ao ambiente quanto à madeira, pois produzida corretamente e de forma legal, é considerada um material sustentável. A madeira responde aos três aspectos da sustentabilidade: econômico, social e ambiental.

Além disso, dentre as propriedades que a torna atraente na construção civil, destaque-se o baixo consumo de energia para seu processamento, alta resistência específica, boas características de isolamento térmico e elétrico, bem como a facilidade de ser trabalhada manualmente ou por máquinas (ZENID, 2009). Na Amazônia brasileira os principais exportadores de madeira são: Pará, Rondônia e Amazonas, e no Amazonas em 2016 foram extraídos, 993.548 m³ de madeiras em tora (IBGE, 2015).

Com relação à diversidade de madeiras amazônicas, já foram identificadas cerca de 3.000 espécies florestais, das quais várias espécies mostraram-se adequadas para usos em construção leve (estruturas leves, assoalhos, tacos, divisórias, paredes etc.), enquanto que outras podem ser empregadas na construção pesada (pontes, dormentes, pilares, carroceria de veículos etc.), na fabricação de embalagens (caixas, engradados e paletes), em móveis e obras gerais de carpintaria, marcenaria e acabamentos, e em peças curvadas, para artigos esportivos, móveis artesanais e construção naval (INPA/CPPF, 1992).

Com respeito à construção civil, tem sido desenvolvidos modelos de casas em projetos habitacionais, utilizando não só madeiras de alta durabilidade como também espécies tratadas com preservantes químicos, para aumentar a sua vida útil. O tratamento com preservante, direto ou indireto, contribui para manter a aparência e as características físico-mecânicas da madeira por um maior período (ZENID, 2009).

Além disso, no Amazonas a madeira para a construção de escolas tipo palafita é bastante utilizada, desde a construção leve (Figuras 16 e 17), pesada e mista (alvenaria e madeira). É dentro desse cenário que a população busca o seu direito a educação oferecido pelos órgãos governamentais do Estado e Município, por meio das secretarias de educação, estadual (SEDUC) e municipal (SEMED), que constroem escolas para que os alunos possam estudar e ter acesso ao conhecimento básico.

Figura 16. Estrutura do telhado de madeira na escola de Iranduba/AM



Fonte: Autora, 2015.

Figura 17. Paredes, esquadrias e assoalho de madeira na escola de Iranduba/AM



Fonte: Autora, 2015.

A educação é a base do desenvolvimento do país e a edificação e a infraestrutura da escola incidem de forma direta e indireta no processo de ensino e aprendizagem dos discentes. Portanto, as edificações escolares devem ser construções referência em qualidade de ensino, de práticas sustentáveis, educação ambiental, entre outros, mas especialmente que a escola seja a edificação que abriga as pessoas da comunidade em emergências respeitando as especificidades regionais.

Então, o que fazer para que isso não ocorra mais? Essa pergunta tem sido debatida por muitos estudiosos que buscam solucionar ou amenizar tais problemas, no entanto se depararam com a falta de pesquisas dentro do âmbito da construção civil e a aplicabilidade das normas técnicas, bem como o financiamento de projetos voltados para garantir que as escolas sejam construídas de acordo com as premissas projetuais que contemplam as condições do meio ambiente local.

CAPÍTULO 3

ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS, TECNOLOGIAS E MATERIAIS CONSTRUTIVOS

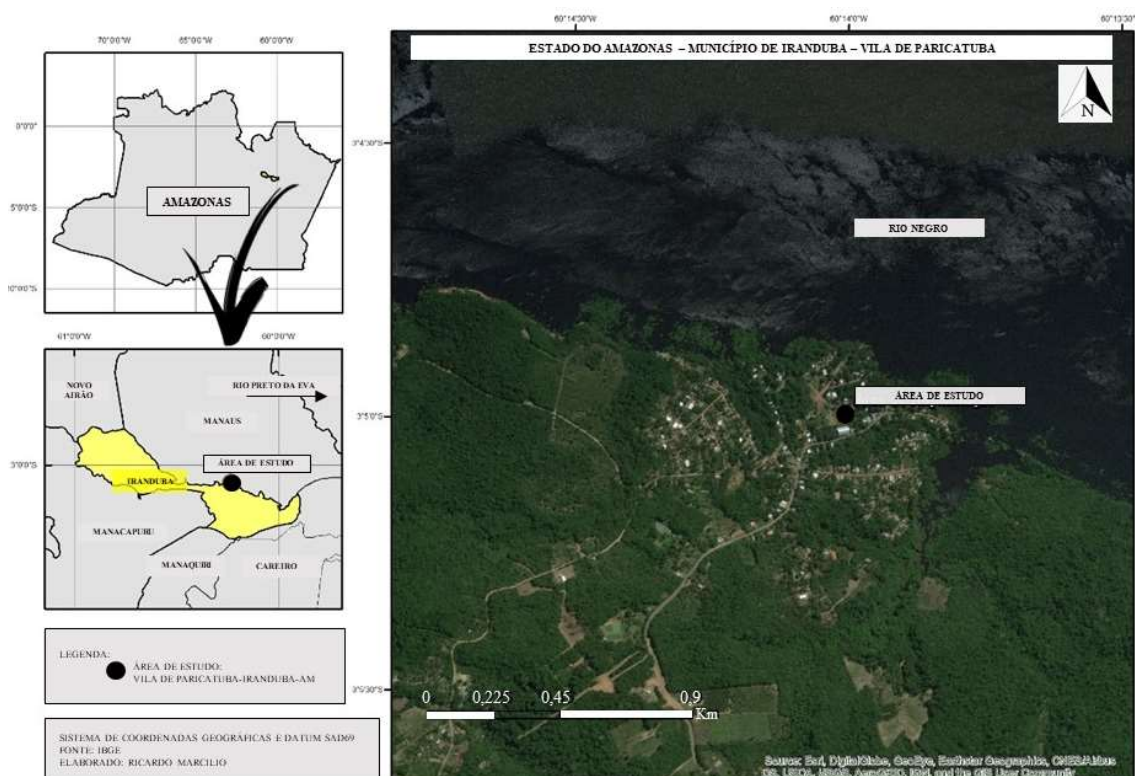
Este capítulo aborda os resultados obtidos nos levantamentos de estratégias bioclimáticas e tecnológicas, a partir da compreensão da arquitetura vernacular do tipo palafita, conforme informações obtidas, que embasaram os estudos de arquitetura e engenharia, os quais foram empregados na elaboração do estudo preliminar da edificação escolar tipo palafita para as áreas inundáveis, localizadas nos municípios de Anamá e Vila de Paricatuba, em Iranduba, ambos no estado do Amazonas.

3.1 LEVANTAMENTO DAS ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS (ZB8) PARA O PROJETO DA ESCOLA TIPO PALAFITA

3.1.1 Vila de Paricatuba, patrimônio cultural e histórico localizado no município de Iranduba- Amazonas

Localizada no estado do Amazonas, às margens do Rio Negro, a Vila de Paricatuba distrito do município de Iranduba, (Figura 18) possui conforme Simonetti et al (2016), uma população de aproximadamente 675 habitantes e 171 grupos doméstico-familiares. O acesso pode ser feito por via fluvial ou por via terrestre, pelo ramal do Paricatuba com 10 km de extensão. A referência de entrada é o km 21, margem direita da estrada Manoel Urbano (AM-070) que liga o distrito de Cacau Pirêra ao município de Manacapuru.

Figura 18. Mapa de localização da área de estudo 1 – Vila de Paricatuba- Iranduba/AM



Fonte: Autora, 2019.

Sua escolha para área de estudo foi em virtude da facilidade de acesso para as coletas de informações, a presença do patrimônio histórico e cultural localizados na região metropolitana de Manaus, sua localização às margens do rio Negro e ser uma pequena comunidade que passa a conviver com inúmeros conflitos socioambientais gerados pelo turismo.

Quanto à infraestrutura na Vila de Paricatuba, a água que abastece todas as casas da Vila é por meio do reservatório, não há um sistema público responsável por esse serviço. A comunicação pode ser realizada por meio da telefonia fixa e móvel. Há ainda uma voz comunitária possibilitando que os moradores recebam notícias e informes diversos de contextos externos (SIMONETTI et al, 2016, p. 188).

Ao analisar o município de Iranduba, nos dados IBGE 2018 constam 47571 habitantes com uma densidade demográfica de 18.42 hab/km² e uma área da unidade territorial de 2216.817 km². Possui uma média de 1.7 salários mínimos e um número de 3894 pessoas ocupadas, formando um percentual de 44.1% da população com rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário mínimo. No que se relaciona à economia, possui o PIB per capita de R\$13618.27 e o município depende em 86.2% de despesas oriundas de receitas externas. A partir das três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda, o Índice de Desenvolvimento Urbano Municipal possui uma variação entre 0 a 1. Iranduba possui índice 0.613 (IBGE 2018).

Na educação a taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade é de 93.4%. A matrículas no ensino fundamental (11406) são maiores que as do ensino médio (3080), bem as escolas de ensino fundamental (69) são mais numerosas do que as do ensino médio (4). Quanto à saúde, existem 13 estabelecimentos de saúde do SUS (IBGE 2018).

No que tange à infraestrutura do município, Sampaio (2015), relata que a captação e o abastecimento de água são realizados pela Companhia IRANÁGUAS distribuído pela Prefeitura de Iranduba, o sistema é realizado por captação subterrânea e a distribuição da água é feita de forma encanada em rede pública e/ou poços artesianos. Na época da seca, existem comunidades como a Ilha do Baixio e São João, que nessa época ficam desabastecidas de água, o que exige a ação da defesa civil, a solicitação de carros-pipa para suprir a necessidade de água dos moradores (G1 AMAZONAS 2018).

Segundo o SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), dos 47571 habitantes acima mencionados, apenas 35000 são atendidos com abastecimento de água, porém não possuem Estação de Tratamento de Água. A população não é atendida por esgoto sanitário,

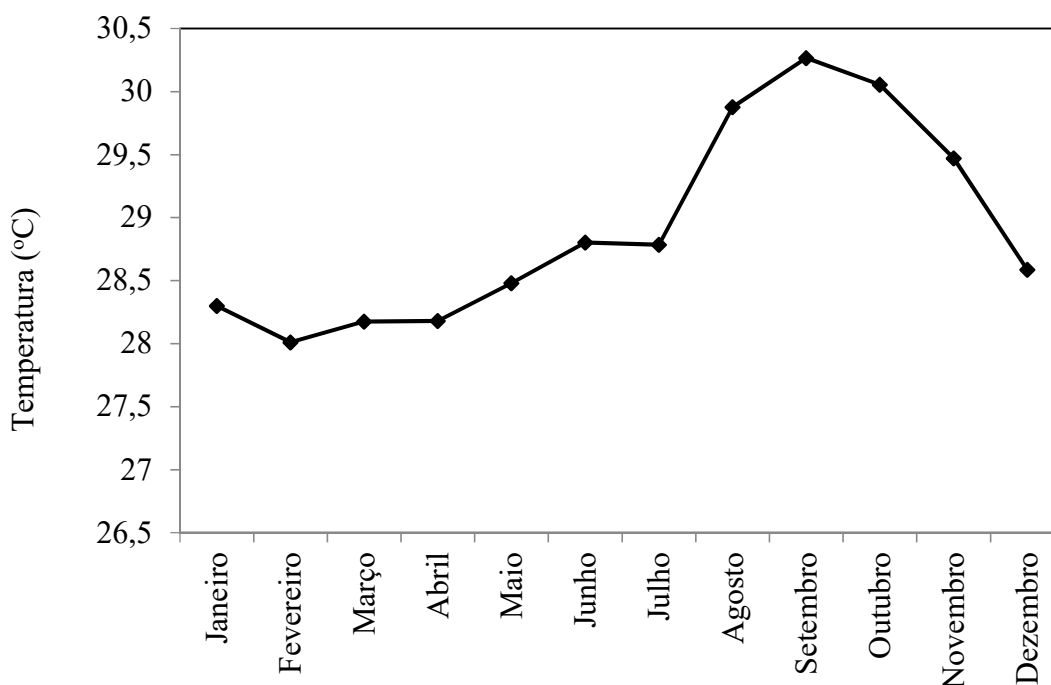
bem como o esgoto não é tratado. É importante ressaltar que o município não possui coleta e separação dos resíduos sólidos.

Quanto ao levantamento bioclimático, foram analisados dados de temperatura (°C) (Figura 19), precipitação (mm) (Figura 20) e umidade relativa (%) (Figura 21), ambos coletados no INMET utilizando dados de médias mensais dos anos de 2010 a 2018. Em virtude de Iranduba não possuir estação meteorológica, foram coletados dados da estação de Manaus, que em linha reta, possui uma distância de 26km.

Os meses com as temperaturas mais elevadas do ano são agosto, setembro e outubro com temperaturas médias de 29.87°C, 30.26°C e 30.05°C respectivamente, enquanto fevereiro, março e abril têm temperaturas médias mais baixas, 28.01 °C, 28.17°C e 28.18°C (Figura 19).

Os anos que obtiveram as maiores médias mensais foram 2015 (julho e dezembro), 2016 (janeiro, fevereiro, março, abril e outubro), 2017 (maio, junho e agosto) e 2018 (setembro e novembro). Os anos que tiveram as menores médias foram 2010 (junho, julho e dezembro), 2011 (janeiro, fevereiro, abril e maio), 2012 (março), 2013 (agosto, setembro e novembro) e 2014 (outubro). Nota-se que a partir do ano de 2015, foram alcançadas as mais altas médias mensais de temperatura em 8 anos.

Figura 19. Variação da média mensal da temperatura (°C) no período de 2010 a 2018 em Manaus, AM

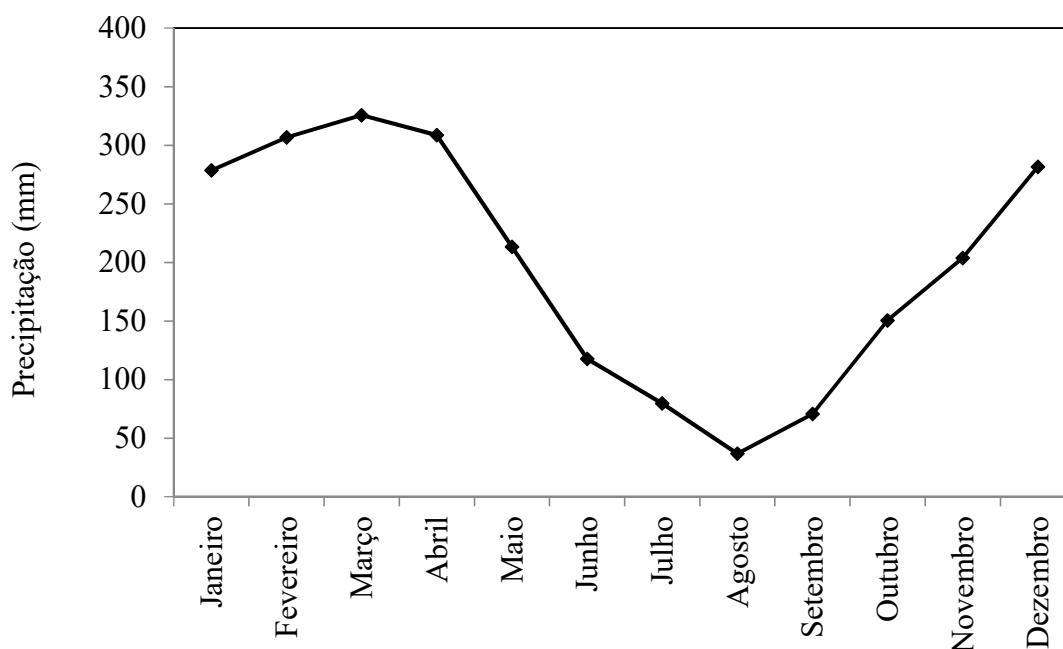


Fonte: Dados do INMET - Instituto de Meteorologia, disponíveis em <http://www.inmet.gov.br/portal/>
Acesso em junho de 2019.

Quanto à precipitação, os meses com maiores índices são fevereiro, março e abril com médias mensais de 306.67mm, 325.63mm e 308.78mm respectivamente, enquanto julho, agosto e setembro têm as mais baixas, 79.7mm, 36.77mm e 70.58mm (Figura 20).

A região apresenta duas estações, marcadas pela variação na quantidade de chuvas, a estação chuvosa e a seca. Os anos que obtiveram as maiores médias mensais foram 2010 (fevereiro), 2011 (abril, agosto e outubro) 2012 (janeiro), 2013 (julho e novembro), 2014 (maio e junho), 2015 (março) e 2017 (setembro e dezembro). Os anos que tiveram as menores médias foram 2010 (março), 2013 (junho e dezembro), 2014 (setembro), 2015 (fevereiro, abril, outubro e novembro), 2016 (janeiro), 2017 (maio) e 2018 (julho e agosto). Nota-se que a partir do ano de 2014, encontram-se as menores médias mensais de precipitação em 8 anos.

Figura 20. Variação da média mensal da precipitação (mm) no período de 2010 a 2018 em Manaus, AM

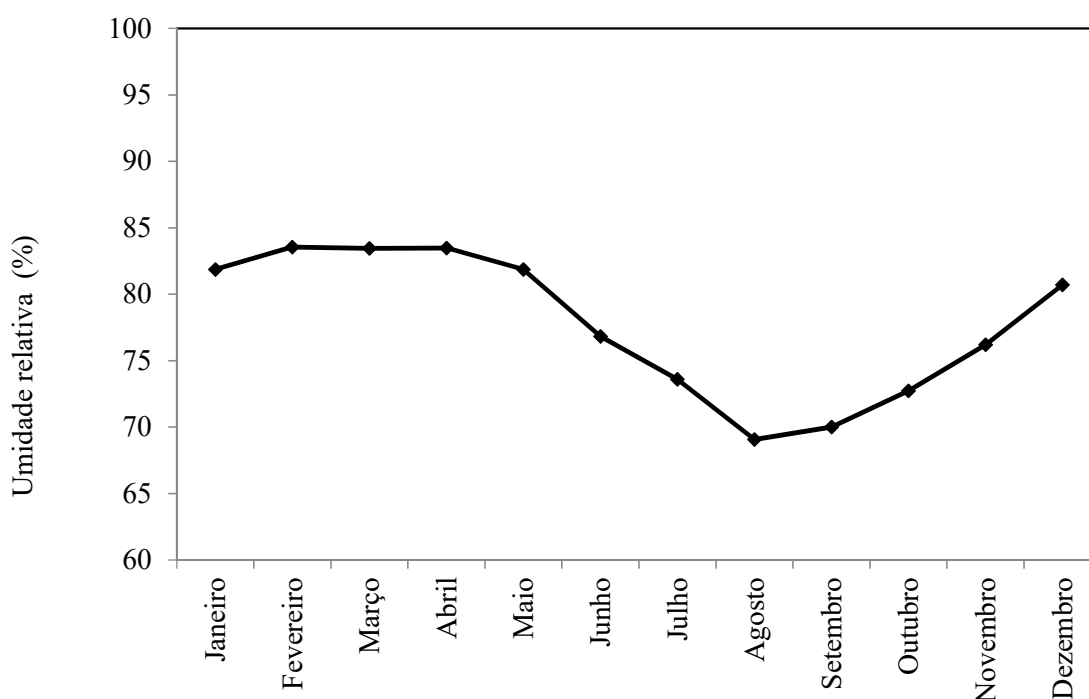


Fontes: Dados do INMET - Instituto de Meteorologia, disponíveis em <http://www.inmet.gov.br/portal/>
Acesso em junho de 2019.

Os dados obtidos da umidade relativa demonstram que os meses com maiores índices são fevereiro, março e abril com médias de 83.55%, 83.45% e 83.46% respectivamente, enquanto agosto, setembro e outubro têm as mais baixas, 69.07%, 70.01% e 72.72% (Figura 21). Ressalta-se o que afirmam MACEDO (2012) e CARVALHO et al., (2014) que a distribuição das médias de umidade segue de perto a das chuvas, fazendo com que os menores valores tendam a ocorrer na época das menores precipitações.

Os anos que obtiveram as mais altas médias mensais de umidade relativa foram 2010 (abril, maio, junho, julho e agosto), 2011 (outubro), 2012 (janeiro e fevereiro), 2013 (março e novembro), 2016 (setembro) e 2017 (dezembro). Os anos que tiveram as menores médias foram 2011 (julho), 2014 (setembro), 2015 (outubro, novembro e dezembro), 2016 (janeiro, fevereiro, abril e junho), 2017 (maio e agosto) e 2018 (março). Nota-se que a partir do ano de 2014, as médias mensais de umidade relativa diminuíram de forma significativa nos 8 anos.

Figura 21. Variação da média mensal da umidade relativa (%) no período de 2010 a 2018 em Manaus, AM



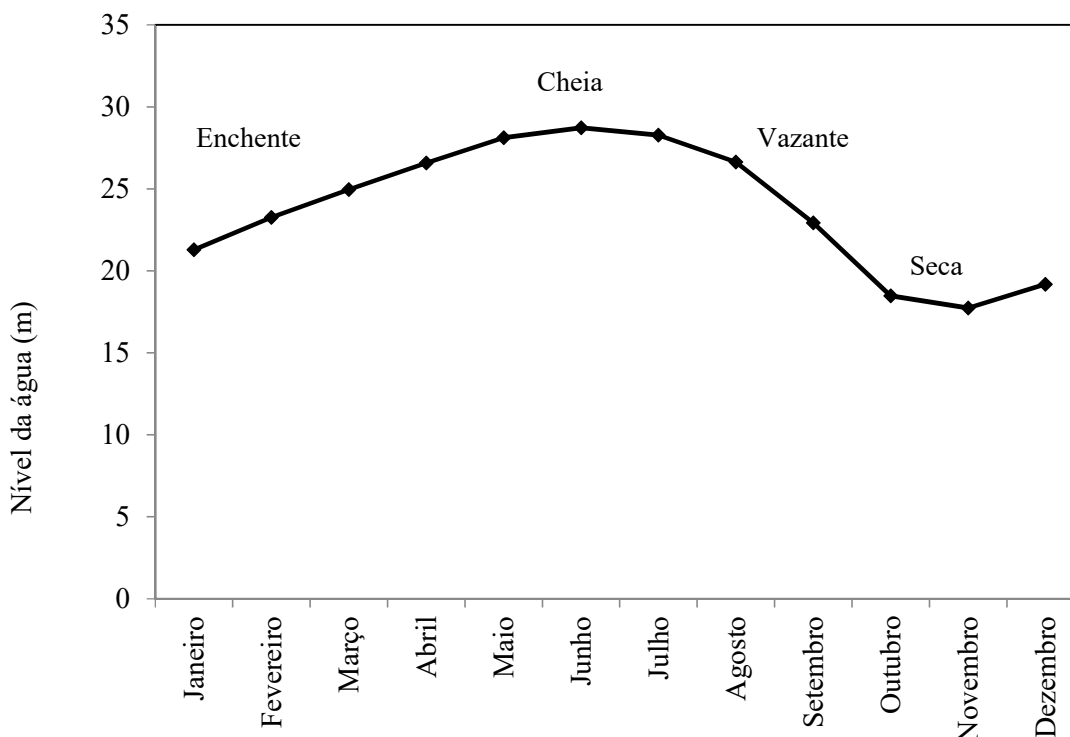
Fontes: Dados do INMET - Instituto de Meteorologia, disponíveis em <http://www.inmet.gov.br/portal/>
Acesso em junho de 2019.

Para a análise da flutuação da água do Rio Negro, foram utilizados dados de médias mensais dos anos de 2010 a 2018 na Agência Nacional de Águas – ANA. Considerando que não há medição das cotas do rio Negro em Iranduba serão utilizados os valores de Manaus.

Os dados da ANA demonstram as médias da flutuação do nível da água do Rio Negro nos quais os meses maio, junho e julho com as maiores médias de 28.12m, 28.72m e 28.29m respectivamente, enquanto outubro, novembro e dezembro possuem as mais baixas, 18.47m, 17.73m e 19.18m (Figura 22). Os anos que obtiveram as mais altas médias mensais foram 2012 (fevereiro, março, abril, maio e junho), 2013 (dezembro), 2014 (janeiro, julho, outubro e novembro) e 2015 (agosto e setembro). Os anos que tiveram as menores médias foram 2010 (agosto, outubro e novembro), 2015 (dezembro), 2016 (janeiro, fevereiro, março, abril, maio,

junho e julho) e 2017 (setembro). É possível observar que no ano de 2012 foram obtidas as maiores médias mensais e no ano de 2016 as menores médias mensais nos 8 anos.

Figura 22. Variação da média mensal da flutuação do nível d'água do Rio Negro no período de 2010 a 2018 em Manaus, AM



Fonte: Dados da ANA - Agência Nacional de Águas, disponíveis em www.ana.gov.br

Acesso em dezembro de 2018.

O ciclo hidrológico é composto pela enchente que começa no final de novembro, começo de dezembro e continua até o final de abril, atingindo o nível máximo entre maio, junho e julho, onde atinge sua cota máxima na cheia. A vazante do rio começa no final de julho ou começo de agosto prosseguindo até início de setembro, momento em que a cota atinge o valor mais baixo, a seca, entre final de setembro até novembro. Enfatiza-se os dados do CPRM 2017, a partir do SAC (Sistema de Alerta de Cheias), que entre 27 e 28.10m surgem os primeiros alagados; até 28.5m cheia média; a partir de 28.50m grande cheia; a partir dos 29m cheia excepcional. Diante dos dados de 2012 (29.97m); 2013 (29.33m); 2014 (29.50m); 2015 (29.66m); 2017 (29.00m); 2019 (29.39m) percebe-se que as cotas máximas tanto do rio Negro, como o dos rios Solimões e Amazonas dos últimos anos são de cheias excepcionais.

Após as informações climáticas, é importante ressaltar a história da Vila Paricatuba que se inicia com a construção do prédio Belisário Penna, que deveria ser uma hospedaria para

receber imigrantes no final do século XIX, em 1898, auspiciada pelo governo, onde muito dinheiro dos cofres públicos foi empregado. O prédio não serviu para esse fim, abrigou presidiários, estudantes e transformou-se em um asilo-colônia para hansenianos. (SIMONETTI et al, 2016) (Figura 23).

Essa grande obra de arquitetura colonial do período do auge da borracha hoje encontra-se em ruínas. Simonetti (2013) afirma que durante muitos anos os moradores de Paricatuba viveram as agruras do abandono e do esquecimento, as diversas finalidades a que se destinaram as edificações que hoje são ruínas ocasionaram constantes mudanças na base econômica local que se manteve instável por muitos anos. Por outro lado, a dependência da ajuda governamental constituiu-se em uma característica daquela localidade.

Figura 23. Ruínas históricas da vila de Paricatuba, Iranduba/AM



Foto: Autora, 2018.

No entanto, recentemente no ano de 2015, esse patrimônio histórico-cultural e arquitetônico, foi declarado Patrimônio Histórico Cultural Imaterial do Estado do Amazonas, por meio da Lei nº 4.260.

Nota-se que os habitantes da Vila, mesmo com a proximidade de Manaus, possuem o padrão cultural da região amazônica e conservam seus modos culturais de habitar e de construir as suas casas conforme tipologia regional baseada no sistema construtivo de palafitas de madeira ou madeira e alvenaria (Figura 24). É peculiar à Vila, a utilização de palafitas até em terrenos livres de inundação.

Figura 24. Edificações vernaculares residenciais e comerciais da Vila de Paricatuba



Fotos: Autora, 2018

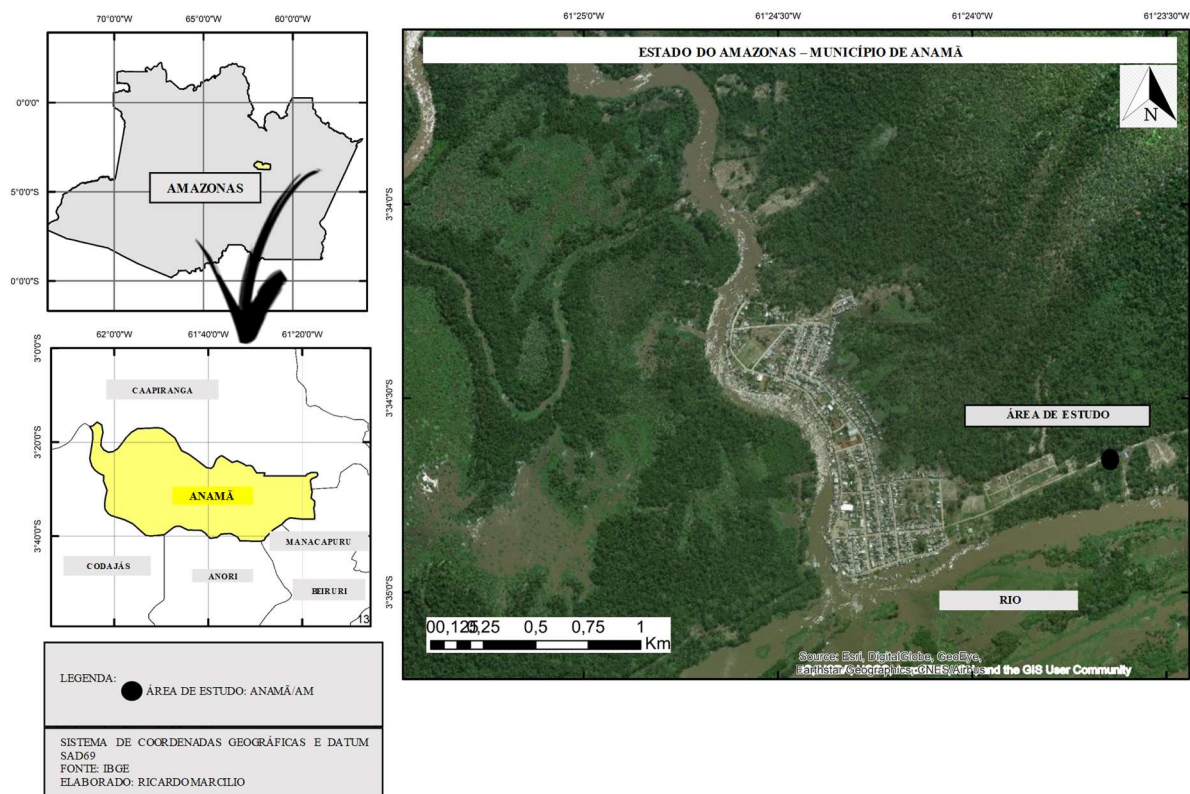
Silva (2008, p. 90) destaca sua percepção obtida relacionada aos moradores da Vila onde identifica valores específicos que atribuem aos espaços que se traduzem em diversas dimensões como por exemplo, o sentimento topofílico (apego ao lugar); a valorização ecológica

quando percebem a importância dos recursos naturais e a necessidade de sua preservação; a valorização econômica dos espaços para a manutenção das atividades como a pesca, a agricultura, o extrativismo vegetal e a prestação de serviços, com destaque para o turismo; e a valorização das paisagens, do patrimônio histórico-cultural e arquitetônico que se constituem recursos turísticos, possuindo um valor estético tanto para os moradores quanto para os visitantes. Além disso, possuem um valor social, pois determinados espaços são locais de convivência dos diversos grupos representando espaços de socialização e lazer para os moradores.

3.1.2 Anamá, a cidade alagada do Amazonas

Localizada no estado do Amazonas às margens do Rio Solimões, Anamá, (Figura 25) possui 10214 habitantes com uma densidade demográfica de 4.16 hab/km² e uma área da unidade territorial de 2446.121 km² (IBGE 2018). O município foi escolhido como área de estudo por possuir patrimônio cultural e edificado as palafitas, por ser banhada pelo Rio Solimões (Médio Solimões), sofrer enchentes anuais que ocasionam a alagação total do município e facilidade de acesso para as coletas de informações por ter sido objeto de estudo para implantação de projetos de escolas pela autora.

Figura 25. Mapa de localização da área de estudo 2 – Anamá/AM



Fonte: Autora, 2019

Segundo dados do IBGE 2018, possui uma média de 1.4 salários mínimos e um número de 422 pessoas ocupadas, formando um percentual de 50.1% da população com rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário mínimo. No que se relaciona à economia, possui o PIB per capita de R\$7533.21 e o município depende em 94.4% de despesas oriundas de receitas externas. A partir das três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda, o Índice de Desenvolvimento Urbano Municipal possui uma variação entre 0 a 1. Anamã possui índice 0.594 (IBGE 2018).

Na educação a taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade é de 93.6%. A matrículas no ensino fundamental (2065) são maiores que as do ensino médio (722), bem as escolas de ensino fundamental (25) são mais numerosas do que as do ensino médio (5). Quanto à saúde, existem 5 estabelecimentos de saúde do SUS (IBGE 2018).

Segundo o SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) quanto à infraestrutura, dos 10214 habitantes acima mencionados, apenas 4550 são atendidos com abastecimento de água. O abastecimento do município é feito por captação em poço artesiano. Na época das cheias, a captação e distribuição são interrompidas em virtude da inundação ficando submersos. Possui ligações ativas de água e produz e consome baixos volumes de água de água, bem como ressalta-se a inexistência de Estação de Tratamento de Água.

O atendimento por esgoto sanitário é semelhante ao do abastecimento de água. Apesar de existirem ligações ativas e volumes coletados, poucas pessoas são atendidas levando em consideração os habitantes do município, e esse volume de esgoto não é tratado.

Ainda segundo o SNIS o município não possui plano municipal de saneamento básico, elaborado nos termos estabelecidos na Lei 11.445/2007 e não integra de algum consórcio intermunicipal regulamentado pela Lei nº 11.107/2005 que tenha entre suas atribuições específicas a gestão ou prestação de um ou mais serviços de manejo de RSU (serviços de coleta de resíduos domiciliares ou públicos, coleta dos resíduos dos serviços de saúde, operações de aterro sanitário etc).

Quanto aos dados bioclimáticos, foram analisados os de temperatura (°C) (Figura 26), precipitação (mm) (Figura 27) e umidade relativa (%) (Figura 28), ambos coletados no INMET utilizando dados de médias mensais de 2010 a 2018. Em virtude de Anamã, não possuir estação meteorológica, foram coletados dados da estação de Codajás, que em linha reta, possui uma distância de 79.6km.

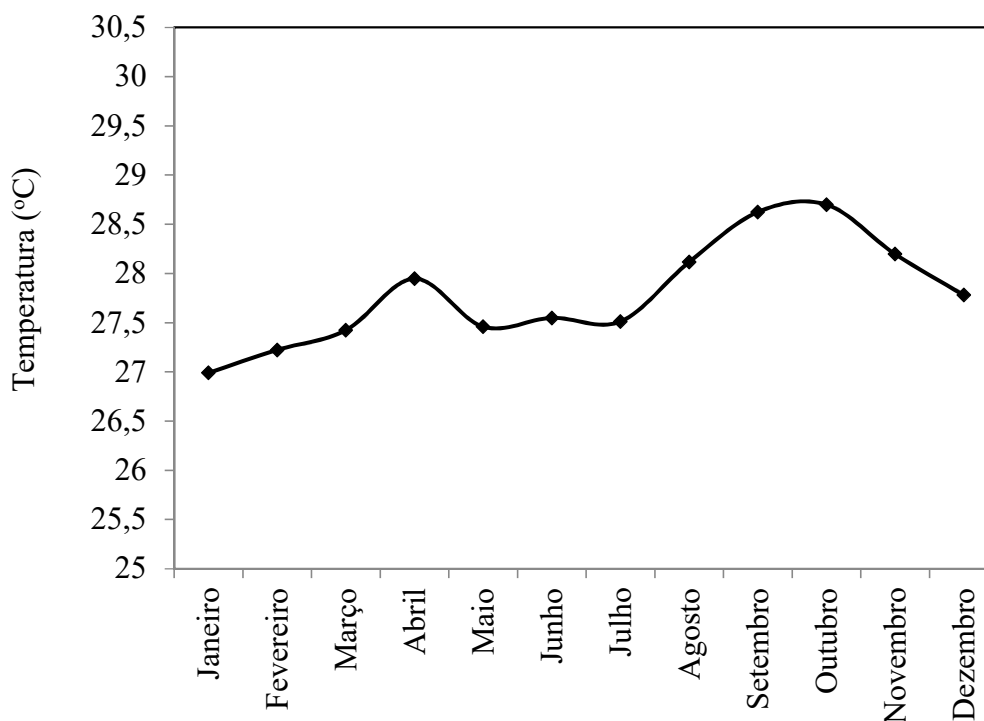
Conforme os dados referentes à temperatura, as médias mensais com as temperaturas mais elevadas do ano são setembro, outubro e novembro com temperaturas de 28.62 °C,

28.69°C e 28.19°C respectivamente, enquanto janeiro, fevereiro e março têm temperaturas médias mais baixas, 26.99°C, 27.22°C e 27.42°C (Figura 26).

Os anos que obtiveram as maiores médias mensais foram 2010 (março), 2015 (junho, julho, agosto e setembro), 2016 (janeiro, fevereiro, abril e novembro), 2017 (maio) e 2018 (outubro). Os anos que tiveram as menores médias foram 2010 (julho), 2011 (abril e outubro), 2012 (fevereiro, março, junho, agosto, setembro e dezembro) e 2013 (maio e novembro).

É importante observar que de 2010 a 2014 encontram-se as menores médias de temperatura entre os anos estudados e que a partir do ano de 2015, iniciam-se as médias com as temperaturas mais altas.

Figura 26. Variação da média mensal da temperatura (°C) no período de 2010 a 2018 em Codajás, AM



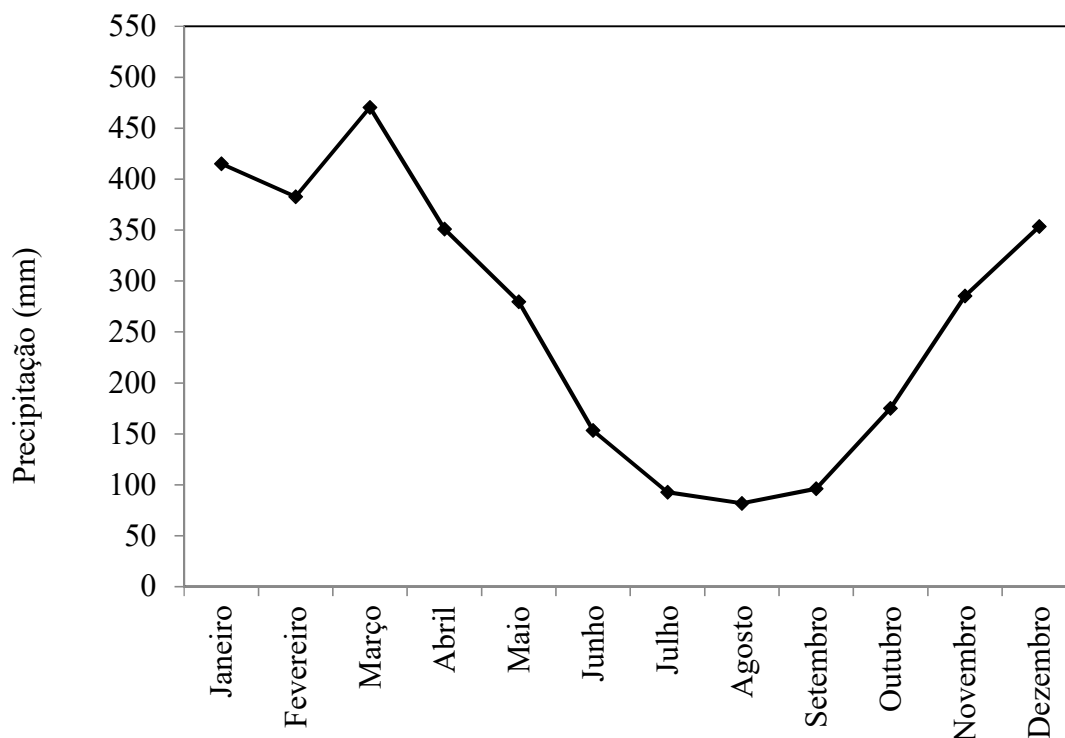
Fonte: Dados do INMET - Instituto de Meteorologia, disponíveis em <http://www.inmet.gov.br/portal/>
Acesso em junho de 2019.

Quanto à precipitação, ressalta-se que a região apresenta duas estações, marcadas pela variação na quantidade de chuvas, a estação chuvosa e a seca. Os meses com maiores índices de são janeiro, fevereiro e março com médias mensais de 415.03mm, 382.78mm e 470.42mm respectivamente, enquanto julho, agosto e setembro têm as mais baixas, 92.8mm, 81.82mm e 96.2mm (Figura 27).

Os anos que obtiveram as maiores médias mensais foram 2010 (abril, junho e julho), 2012 (outubro e dezembro), 2013 (janeiro, fevereiro e março), 2014 (novembro), 2015 (maio), 2016 (setembro) e 2018 (agosto). Os anos que tiveram as menores médias foram 2010 (fevereiro

e agosto), 2011 (março e julho), 2013 (outubro), 2015 (abril e setembro), 2016 (janeiro), 2017 (maio, junho e novembro) e 2018 (dezembro). Nota-se que a partir do ano de 2015, encontram-se em maior quantidade as menores médias mensais de precipitação.

Figura 27. Variação da média mensal da precipitação (mm) no período de 2010 a 2018 em Codajás, AM

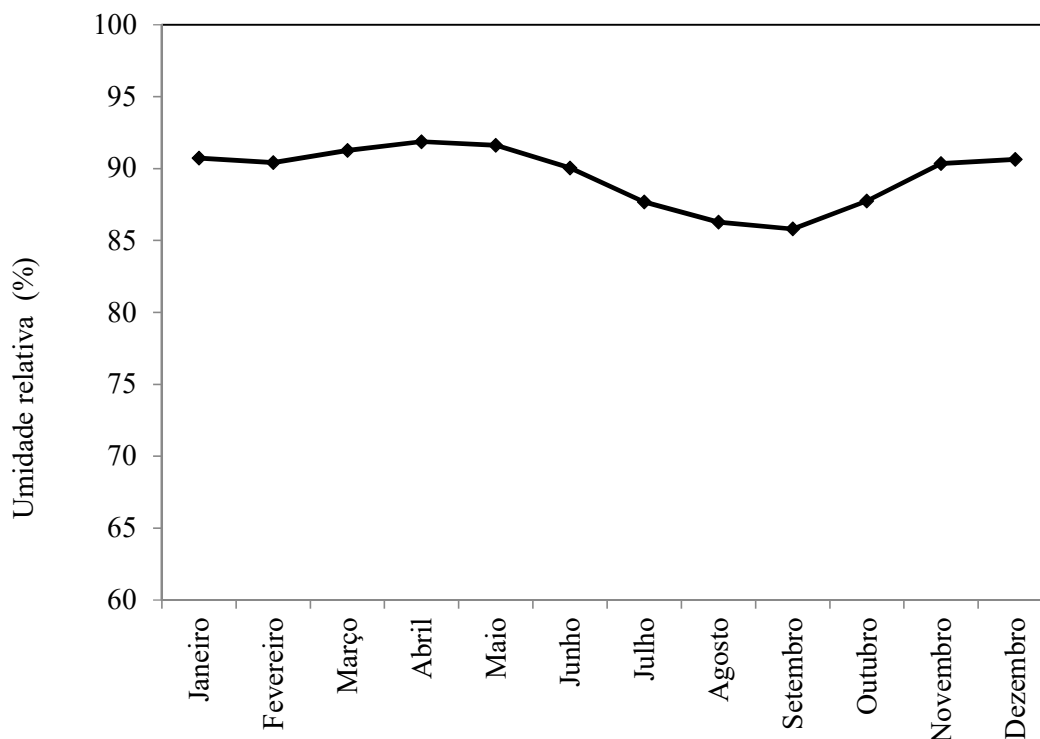


Fonte: Fontes: Dados do INMET - Instituto de Meteorologia, disponíveis em <http://www.inmet.gov.br/portal/>
Acesso em junho de 2019.

Quanto à umidade relativa do ar (Figura 28), os dados demonstram que os meses com os maiores índices são março, abril e maio com médias de 91.25%, 91.86% e 91.62% respectivamente, enquanto julho, agosto e setembro têm as mais baixas, 87.67%, 86.28% e 85.79%.

Os anos que obtiveram as mais altas médias mensais de umidade relativa foram 2012 (janeiro), 2017 (fevereiro, março e dezembro) e 2018 (abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro). Os anos que tiveram as menores médias foram 2010 (janeiro, fevereiro, março, abril, maio, julho e novembro), 2013 (outubro), 2015 (julho, agosto, setembro e dezembro). Nota-se que as maiores médias se encontram em 2017 e 2018 e as menores em 2010 e 2015, onde pode-se observar que houve um aumento na umidade relativa ao longo dos 8 anos.

Figura 28. Variação da média mensal da umidade relativa (%) no período de 2010 a 2018 em Codajás, AM



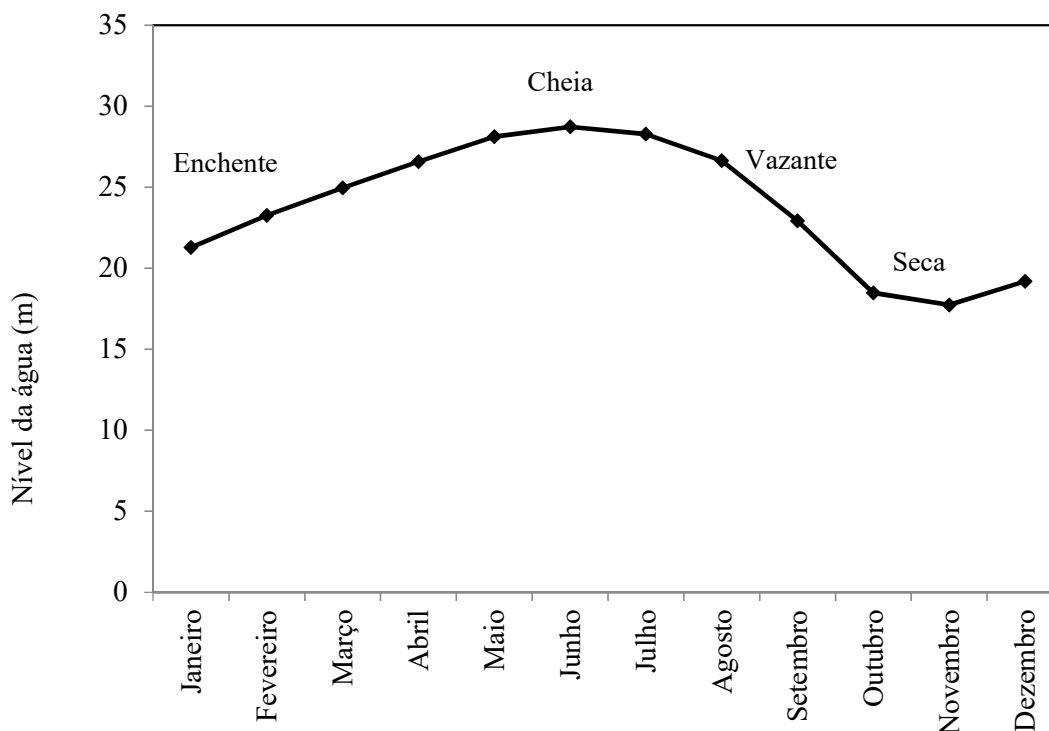
Fontes: Dados do INMET - Instituto de Meteorologia, disponíveis em <http://www.inmet.gov.br/portal/>
Acesso em junho de 2019.

Para a análise da flutuação da água do Rio Solimões, foram utilizados dados de médias mensais dos anos de 2010 a 2018 na Agência Nacional de Águas – ANA. Considerando que não há medição das cotas do rio Solimões em Anamá serão utilizados os valores de Manacapuru, a cidade mais próxima a 90,3 km.

Os dados da ANA demonstram as médias da flutuação do nível da água do Rio Solimões nos quais os meses maio, junho e julho com as maiores médias de 18,89m, 19,22m e 18,98m respectivamente, enquanto outubro, novembro e dezembro possuem as mais baixas, 10,51m, 8,77m e 11,55m (Figura 29).

Os anos que obtiveram as mais altas médias mensais foram 2012 (março e abril) e 2015 (junho, julho, agosto, setembro e outubro), 2016 (novembro e dezembro), 2017 (maio) e 2018 (janeiro e fevereiro). Os anos que tiveram as menores médias foram 2010 (abril, setembro, outubro, novembro e dezembro), 2011 (janeiro, fevereiro, março, agosto) e 2016 (maio, junho e julho). A partir de 2015, foram obtidas as maiores médias mensais e as menores em 2010 e 2011.

Figura 29. Variação da média mensal da flutuação do nível d'água do Rio Solimões no período de 2010 a 2018 em Manacapuru



Fonte: Dados da ANA - Agência Nacional de Águas, disponíveis em www.ana.gov.br

Acesso em dezembro de 2018.

Anamã semelhante a outras cidades do Amazonas são intensamente impactadas pelos eventos extremos no ciclo hidrológico, pois o rio Solimões causa inundação em toda a cidade, entre as edificações impactadas estão inseridas as escolares.

Conforme pesquisa de campo e dados obtidos pelo INEP estão descritas na Tabela 2 e demonstradas na Figura 30, as 6 escolas estaduais e 3 escolas municipais no município de Anamã incluindo a zona urbana e zona rural.

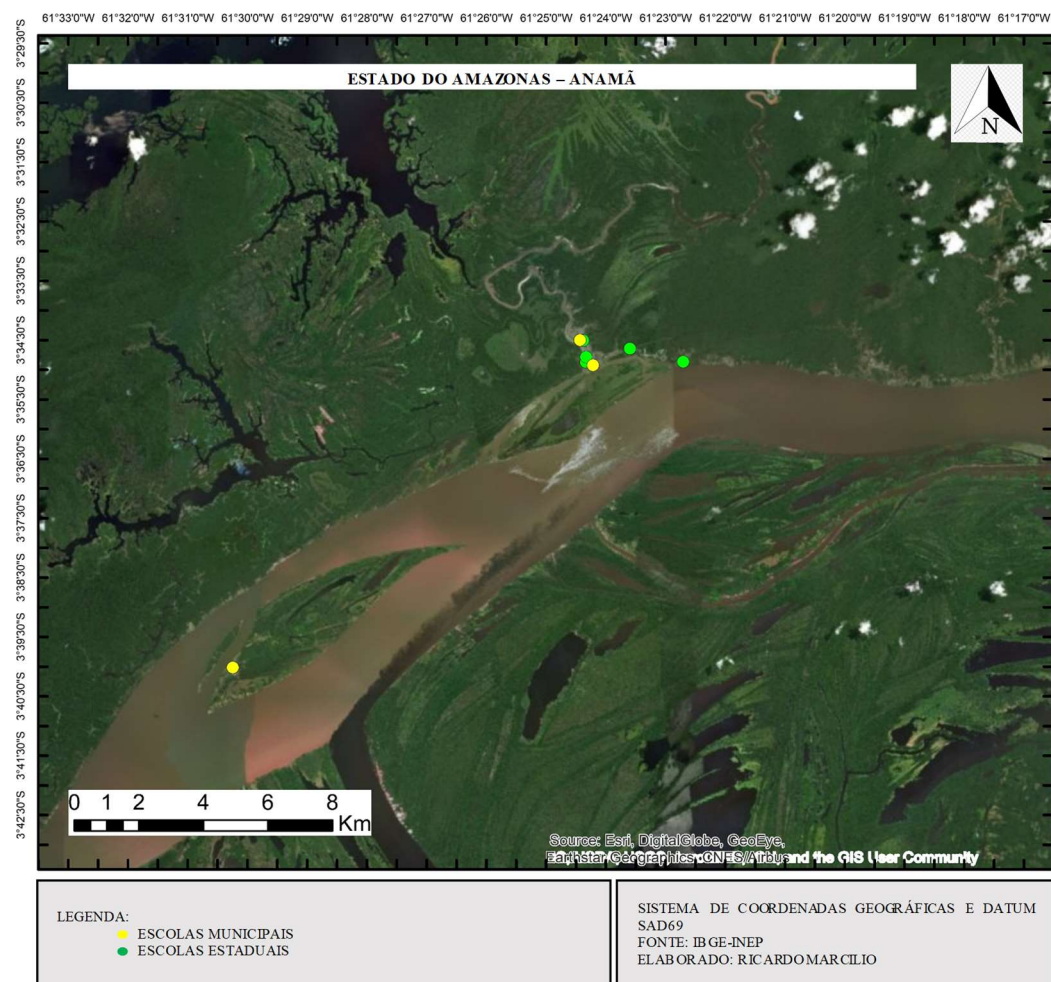
Tabela 2. Escolas públicas do município de Anamã/AM

Escolas estaduais – Anamã/AM	
Escolas rurais	Centro rural de ensino com mediação tecnológica de Anamã
	Duque de Caxias
	Maria Nogueira Marques
Escolas urbanas	Jesuína Regis
	Alcinda Pinheiro Costa
	Tancredo Neves
Escolas municipais – Anamã/AM	
Escolas rurais	Geraldo Romaino Nunes

Escolas urbanas	Raimilda Suely Antunes
	Ivan Jaques

Fonte: <<http://idebescola.inep.gov.br/ideb/consulta-publica>> Acessado em 23/05/2019.

Figura 30. Localização das escolas estaduais e municipais no município de Anamá/AM



Fonte: Autora, 2019.

A maioria das escolas estaduais é de alvenaria e as municipais de madeira, bem como ambas possuem pouca ou nenhuma elevação do piso. Em contrapartida a Escola Estadual Tancredo Neves inaugurada no ano de 2017, possui 3 m de elevação do piso, considerado a partir do nível da rua Álvaro Maia -Centro, onde observa-se que a base desse piso elevado está no mesmo nível do segundo pavimento das edificações habitacionais, que entende-se que esta edificação mesmo com níveis de enchente é uma edificação que não sofrerá alagações. A construção em alvenaria possui pilares de concreto armado e essa área de pilotis livre para recreação em épocas de seca. O uso da madeira encontra-se nos detalhes da fachada com o uso de brises e nos corrimãos da rampa de acesso.

Pestana (2010 p. 41) reforça a argumentação que a maioria das casas são de madeira, algumas flutuantes. Somente os edifícios públicos são feitos de alvenaria. No Lago, a maioria das comunidades encontram-se em terra-firme; a maioria das casas são feitas de madeira, com ou sem palafitas, e existem muitas casas flutuantes. Em ambos os casos, as casas localizam-se nas margens dos cursos de água e dos lagos. Cada casa é constituída por um casal com filhos solteiros ou por um homem ou mulher idosos com filhos solteiros e um ou dois dos seus filhos casados e netos. No interior da cidade, quando esta não se encontra inundada, as pessoas deslocam-se de bicicleta ou a pé. Existem apenas algumas motorizadas, e os carros que se encontram na cidade pertencem à prefeitura, às forças policiais ou ao hospital.

Assim, ressalta-se que o principal fator de alteração do meio ambiente são as enchentes anuais que ocasionam a alagação total do município de Anamã sendo frequentemente relata na mídia local (Portal G1, 2012, 2015 e 2017). O deslocamento das pessoas na cidade durante a cheia é realizado com canoas, pois não há terreno livre de água, bem como, segundo a defesa civil do município, a construção de passarelas (marombas) não é viável em virtude da correnteza das águas do rio e dificulta o trânsito de canoas. A mobilidade urbana é uma das questões centrais do direito à cidade, pois em Anamã, a população que não possui barcos ou canoas, perdem o seu direito de ir e vir e ficam ilhadas nas edificações.

3.2 SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS, TECNOLOGIAS E MATERIAIS CONSTRUTIVOS A SEREM EMPREGADOS PARA A EDIFICAÇÃO ESCOLAR TIPO PALAFITA

Segundo Moreira e Kowaltowski (2009), o ambiente físico escolar é o lócus do desenvolvimento do processo de ensino/aprendizagem. As relações entre as pessoas que ensinam ou aprendem serão otimizadas se as condições físicas encontradas no ambiente de ensino forem apropriadas. TRAJBER e SATO (2010) ressaltam nesse mesmo contexto o que segue:

Espaços educadores sustentáveis são aqueles que têm a intencionalidade pedagógica de se constituir em referências concretas de sustentabilidade socioambiental. Isto é, são espaços que mantêm uma relação equilibrada com o meio ambiente; compensam seus impactos com o desenvolvimento de tecnologias apropriadas, permitindo assim, qualidade de vida para as gerações presentes e futuras. (TRAJBER; SATO, 2010).

De posse das informações, definiu-se as estratégias passivas e tecnologias adequadas para o clima local, a serem utilizadas nas escolas. A Vila de Paricatuba/Íranduba e Anamã enquadram-se na zona bioclimática 8. As escolhas das estratégias bioclimáticas, também se basearam nos resultados dos estudos de Loureiro et al. (2000) e Silva (2017) que apresentam cartas bioclimáticas de Manaus e padrões arquitetônicos relacionados a bioclimatologia.

Diante disso, para o presente estudo, as estratégias bioclimáticas empregadas foram:

- Iluminação natural e artificial a fim de aproveitar os recursos naturais e implantar iluminação eficiente nos ambientes visando o conforto lumínico e a economia de energia;
- Ventilação natural e artificial com o intuito de utilizar técnicas de ventilação cruzada com estudos de ventilação e acrescentar ao estudo a utilização de resfriamento artificial com foco no conforto térmico;
- Vegetação como barreira solar em virtude a proteção da edificação à incidência direta da radiação solar;

Nas tecnologias empregadas constam:

- Energia solar fotovoltaica relacionada ao importante quesito que é o fornecimento de energia às comunidades interioranas, bem como a garantia do conforto térmico;
- Reaproveitamento da água da chuva com o objetivo principal de manter a infraestrutura da escola relacionada à manutenção de jardins, hortas, vasos sanitários nos períodos de seca (precipitação, umidade e temperatura);
- Fossa séptica elevada biodigestora como uma estratégia para o tratamento do esgoto sanitário;

Materiais construtivos sustentáveis:

- Telhas cimentícias reforçadas os com tecido de fibras naturais vegetais da Amazônia (OLIVEIRA, 2017), com o fim de que sejam fabricadas as *telhas “in loco”* com as fibras cultivadas no Amazonas;
- Viga e laje de madeira-concreto (SÁ RIBEIRO et al., 2006) que utilizará madeira de refugo e sobras de aço de construção para os elementos estruturais que fazem parte da modulação do projeto da escola;
- Madeira certificada que mantém o padrão de construção local característico das áreas de várzea;

Outras estratégias:

- Separação/destinação dos resíduos sólidos como medida de estratégias para a educação ambiental, bem como o auxílio a limpeza e saneamento das cidades.

CAPÍTULO 4

ESTUDO DO PROJETO DA ESCOLA TIPO PALAFITA

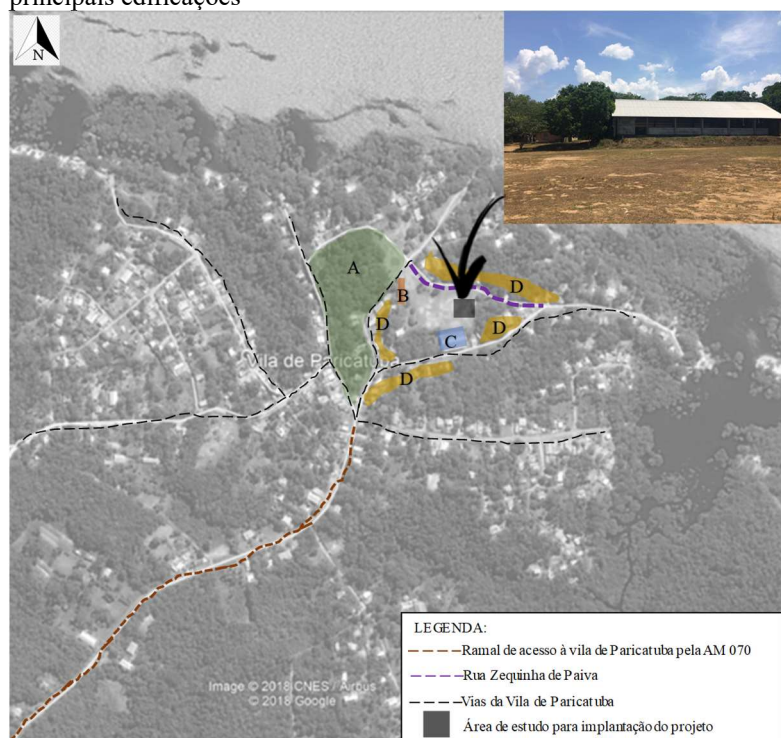
Este capítulo aborda uma introdução do que está sendo planejado e os desafios do estudo da implantação do projeto Escola Tipo Palafita no município de Anamã e na Vila de Paricatuba localizada no município de Iranduba. Diante de um conceito arquitetônico bioclimático, definiu-se o partido arquitetônico e elaborou-se plantas baixas e imagens a nível de estudo preliminar desde a sua modulação, projeto arquitetônico e definições de engenharia até a especificações de materiais e tecnologias sustentáveis todas respeitando o contexto amazônico.

4.1 ESTUDOS DE LOCAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DA ESCOLA TIPO PALAFITA

4.1.1 Vila de Paricatuba/Iranduba e Anamã

Na Vila de Paricatuba, a área proposta para a implantação do estudo do projeto está localizada conforme ilustra a Figura 31, onde encontram-se as principais vias, o lote e identifica as edificações que fazem parte do entorno.

Figura 31. Caracterização do entorno da Vila de Paricatuba demonstrando as vias locais e sinalizando as principais edificações



Fonte: Imagem do Google Earth modificada pela autora. Acessado em 20/05/2019.

Foto: Autora, 2018.

Entre as principais vias encontra-se em destaque, a que dá acesso ao lote escolhido para o estudo de implantação do projeto que é a Zequinha de Paiva. O lote é plano em área não alagada e atualmente abriga uma quadra de esportes de areia.

Seu entorno imediato é composto por vias locais de areia ou barro e a via que abrigará o acesso à edificação é a Zequinha de Paiva. No mapa (Figura 31), em verde (A) estão localizadas as ruínas de Paricatuba (Figura 32), em laranja (B) a Escola Estadual Prof. Cícero

Monteiro (Figura 33), em azul (C) a quadra coberta (Figura 34) e em amarelo (D) unidades residenciais, comerciais e de uso misto.

As principais edificações que compõe o estudo de vizinhança são as ruínas históricas cuja proximidade não afetará seu impacto arquitetônico (Figura 32); a Escola Estadual Professor Cícero Monteiro pois pode servir de apoio às atividades acadêmicas (Figura 33); uma quadra de esportes inacabada (Figura 34) considerando a sua reforma e adequação para as necessidades da comunidade e principalmente para servir de apoio às duas escolas compondo o conjunto educacional proposto para essa quadra.

Figura 32. Ruínas históricas de Paricatuba



Figura 33. Escola Estadual Prof Cícero Monteiro



Figura 34. Quadra de esportes inacabada



Fotos: Autora, 2018

Ressalta-se que o projeto escolar inicialmente atende como população alvo estudantes de ensino médio, no entanto, é necessário um estudo estatístico por parte da SEMED e da SEDUC para definição exata da demanda local em caso de implantação.

A Escola existente na área oferece do ensino fundamental ao ensino de jovens e adultos. O nível médio é oferecido por meio do ensino tecnológico, ou seja, as aulas são transmitidas à distância, pela televisão, aos alunos, com a presença de um professor-tutor, agregando discentes das comunidades do entorno (SIMONETTI et al, 2016 p. 188).

A partir de uma percepção mais detalhada, nota-se que as edificações institucionais fogem do padrão cultural e que a Vila vem sofrendo uma descaracterização das edificações regionais, onde pode-se ressaltar a Escola Municipal Prof. Cícero Monteiro construída a poucos metros das ruínas de Paricatuba, onde sua relação de proximidade e o material de construção e acabamentos contrastam com a edificação histórica (Figura 35).

Figura 35. Escola Municipal Prof. Cícero Monteiro e sua relação de proximidade e contraste arquitetônico com as ruínas históricas

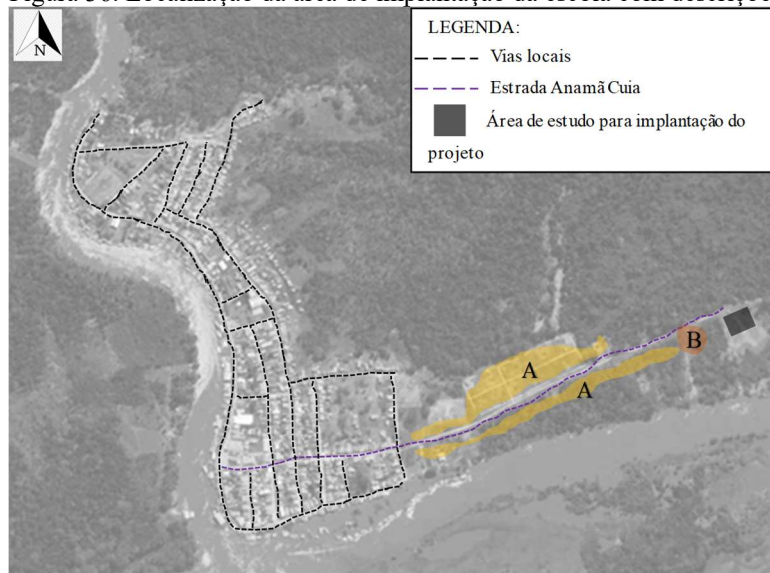


Fonte: Autora, 2018

Em Anamã, a área proposta para a implantação do estudo do projeto é na Estrada Anamã Cuia, Zona rural do município que os moradores denominam a localidade de comunidade do Cuia (Figura 36). O lote escolhido para o estudo de implantação do projeto é plano e inundável. O acesso é realizado por via fluvial e a comunidade do Cuia possui vias locais de piso revestido e a rua que abrigará o acesso à edificação é a Estrada Anamã Cuia.

Ainda na figura 36, pode-se observar que a estrada Anamã Cuia é composta por unidades residenciais e de uso misto (A) e a Escola Estadual Duque de Caxias (B) que anualmente é afetada pela cheia

Figura 36. Localização da área de implantação da escola com descrições do entorno imediato, Anamã/AM



Fonte: Imagem do Google Earth modificada pela autora acessado em 2019.

As edificações da cidade (Figura 37), são em grande maioria coloridas com cores vibrantes ou conservadas com a cor da madeira, possuem detalhes arquitetônicos diferenciados nos guarda-corpos, janelas, portas, cobertura e escadas de acesso, bem como as que estão localizadas na cidade, a maioria possuem 2 pavimentos para que na época da cheia, possam

sobreviver à inundação no andar de cima enquanto as da zona rural, a maioria foi construída com apenas 1 pavimento.

Figura 37. Padrão arquitetônico das edificações, localizada em Anamá/AM



Fonte: Autora, 2015.

Assim, é importante ressaltar que em ambas as localizações, na implantação, existe a necessidade de a arquitetura tirar proveito do entorno composto pela floresta que é rica e em grande parte preservada, criando um diálogo com as edificações vizinhas e incorporar a natureza para o urbano.

Quanto ao impacto gerado pelo tráfego local que é predominantemente realizado por bicicletas, a pé e poucos carros, devem-se criar guias e passeios conforme o padrão local e os estudos urbanísticos necessários relacionados ao recuo da edificação definidas pelo Plano Diretor em relação a via, a fim de, não impactar negativamente o trânsito local.

4.2 PROJETO ARQUITETÔNICO DA ESCOLA TIPO PALAFITA

Segundo Pestana (2010), os ribeirinhos são agentes ativos capazes de modificar significativamente o ambiente a seu redor, tanto o meio ambiente como o rio, quanto os habitantes que são elementos ativos e vivos na constituição da vida.

Diante disso, entende-se como algo primordial que a arquitetura cause baixo impacto arquitetônico quanto às edificações vernaculares existentes que são a identidade do lugar.

A escola deve agregar valor a um ambiente tão peculiar, com contribuições além das adaptações necessárias para dialogar com o regime hidrológico, com benefícios como a capacitação e estudos sobre educação ambiental, estudo de valorização do patrimônio histórico, o patrimônio cultural, pois diante das percepções visuais e de convivência com a população, é o que os definem como habitantes tradicionais, por possuir um respeito ao contexto, com a sua forma de viver nas situações de cheia e seca.

O projeto de arquitetura propõe flexibilidade no programa de necessidades, a fim de atender às necessidades da comunidade, sendo priorizada a relação entre espaços internos e externos, além de oferecer espaços convidativos e confortáveis que possam estimular o

desenvolvimento pedagógico dos alunos. Ressalta-se que, além da escola ser uma referência arquitetônica no município, todas as edificações, em especial as residenciais, também devem estar sob boas condições de habitabilidade.

A situações de inundação afetam a vida escolar dos estudantes ribeirinhos de diversas formas: ao perderem bens materiais; ao conviverem com a água dentro de casa; a falta de mobilidade urbana pois nem todos possuem barcos ou canoas; desabastecimento de alimentos.

Diante o exposto, existe a preocupação com as questões bioclimáticas, o abastecimento de água, o tratamento do esgoto, o fornecimento de energia e internet que são considerados requisitos mínimos, bem como questões quanto aos acessos, topografia do terreno, estudo do entorno e da inserção de tecnologias e materiais construtivos.

O partido arquitetônico foi baseado na arquitetura bioclimática, que procurou adaptar-se às condições naturais do município de Iranduba, Vila de Paricatuba e Município de Anamá ambos no estado do Amazonas, onde destacam-se os elementos arquitetônicos, brises e corrimãos que seguirão o ritmo das águas dos rios amazônicos.

O projeto tem foco na união do conhecimento ribeirinho de construir com as técnicas de arquitetura e engenharia a fim de viabilizar no que tange à infraestrutura, o uso da edificação no interior do estado.

A questão conceitual visa linhas horizontais e verticais para o projeto, trazendo a simetria e o cúbico como uma forma mais fácil da comunidade ribeirinha poder se apropriar do projeto caso haja engajamento e recursos financeiros, respeitando a técnica arquitetônica, dimensionamentos da engenharia e a cultura popular ribeirinha.

Consistirá em uma escola elevada 1 metro do nível do solo (Vila de Paricatuba) e 3 metros (Anamá), igualmente propostos por questões culturais, por estudos dos níveis de inundação e de tipologia arquitetônica local.

As escolas são compostas por uma base de pilotis, cuja modulação é de 10x10m, que foi baseada no dimensionamento das salas de aulas, por tratar-se do ambiente principal na edificação escolar. Possuindo uma área de 26.70m x 23.25m cujo valor total é de 620.77m².

O programa arquitetônico é composto por 3 setores:

Setor pedagógico

- Salas de aula 1 (54m²) e 2 (54m²): Locais onde são ministradas as aulas, por parte do corpo docente ao corpo discente. Planejada para 24 alunos por sala, é equipada com mesas e cadeiras móveis para estudantes, data show, computadores individuais, mesa para 2 alunos, cadeira móvel, mesa para professor, quadro branco e lixeira. Ressalta-se que foi projetada dentro das normas de acessibilidade;

- Biblioteca: O conceito da sala para a biblioteca foi mudado para a disposição de estantes de madeira nas paredes da escola para o azenamento do arquivo bibliográfico da escola para que os livros estejam sempre acessíveis a leitura;
- Horta horizontal (22m²): Espaço destinado ao incentivo à realização de atividades ligadas à plantação e cultivo de verduras entre outros de acordo com as práticas regionais;
- Composteiras 1 (1m²), 2 (1m²) e 3 (1m²): Local para trabalhos dinâmicos de estímulo à utilização do resíduo orgânico para a elaboração de adubo para as plantações;
- Depósitos de resíduos sólidos 1 (2m²) e 2 (3m²): Local para a guarda de resíduos sólidos que não poderão ser reciclados e reaproveitados a partir da coleta seletiva;
- Fossa biodigestora 1 (7m²), 2 (7m²) e 3 (7m²): Sistema utilizado como estratégia para o tratamento do esgoto sanitário dos banheiros projetados onde em sua fase final poderá ser destinado à natureza;

Setor administrativo

- Sala do pedagogo (5m²): Para atendimento dos alunos e professores composta por arquivos, mesa e cadeiras;
- Sala do assistente social (5m²): Para atendimento dos alunos e comunidade, caso necessário, onde poderá realizar uma dinâmica desse ambiente com o psicólogo. Sala contará com arquivos, mesa e cadeiras;
- Sala do professor (5m²): Local de reunião do corpo docente em períodos de intervalos prolongados, com área armários para guardar objetos pessoais dos professores e mesa de seis lugares com computadores individuais para eventuais consultas. Mobiliada com mesa de reuniões, cadeiras móveis e bancadas de apoio.
- Copa (3m²): Local para pequenos lanches rápidos, destinado aos professores e demais profissionais do setor pedagógico e administrativo, equipado com um lavatório e frigobar de pequeno porte, micro ondas, cafeteira elétrica e bebedouro.
- Secretaria/Administração com área para o arquivo (6m²): Ambiente destinado à execução das tarefas administrativas da escola com o ambiente exclusivo para o arquivo, mobiliado com mesa e cadeiras para o atendimento;

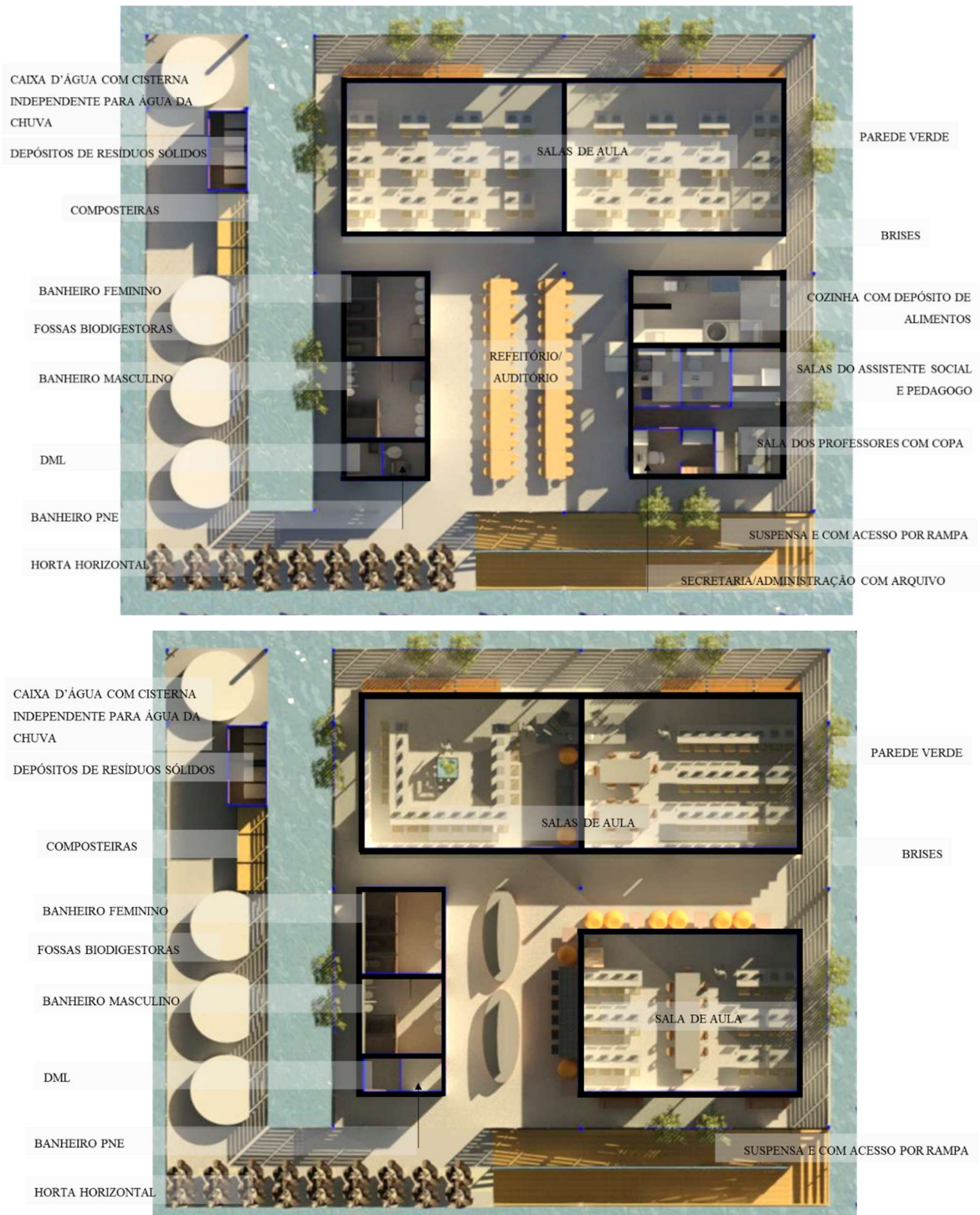
Setor de apoio e serviços

- Cozinha (17m²): Local com separação de cocção e lavagem, onde a cocção é destinada ao preparo de alimentos com o fogão, bancadas entre outros equipamentos necessários ao preparo da comida e a lavagem com bancadas, pias industriais, ambas de acordo com as normas da ANVISA;

- Refeitório/Auditório (69m²): Planejado para 56 pessoas serão realizadas as refeições por parte de alunos e funcionários em geral, com mesas e cadeiras móveis. Caso haja a necessidade de um local para reunião de grande público pela escola ou pela comunidade, o ambiente terá a versatilidade de transformar-se em um auditório apenas com a mudança na disposição das cadeiras e mesas. O ambiente foi planejado com projetor para data show para exercer essa função;
- Depósito de alimentos (3m²): Destinado ao armazenamento de alimentos e de utensílios da cozinha, no qual, as prateleiras devem ser de material liso, resistente, impermeável e lavável conforme as normas da ANVISA;
- Banheiros feminino (11m²), masculino (10m²) e PNE (3m²): Sanitários para atendimento das demandas dos estudantes, com bacia sanitária, lavatório, mictórios, ambos de acordo com as normas de acessibilidade.
- Reservatório de água (12m²): Local de armazenamento de água potável, bem como de um reservatório exclusivo para a água da chuva;
- Depósito de materiais de limpeza (2m²): Local para realização de serviços relacionados à manutenção da limpeza e higiene da escola. Equipado com tanque e armário para a guarda de produtos de limpeza em geral.

O programa arquitetônico pode ser compreendido a partir da planta baixa humanizada onde foram destacadas as paredes em preto que serão em alvenaria, e em azul, divisórias de madeira (Figura 38). Guarda-corpo, corrimão, brises, rampa de acesso, esquadrias e mobiliário devem preferencialmente serem executados em madeira a fim de respeito ao contexto.

Figura 38. Planta baixa humanizada da Escola Tipo Palafita com proposta para um bloco de sala de aulas



Fonte: Autora.

Quanto às fachadas norte, sul, leste e oeste da escola, podemos observá-las na Figura 39.

Figura 39. Fachadas da Escola Tipo Palafita

Fachada leste



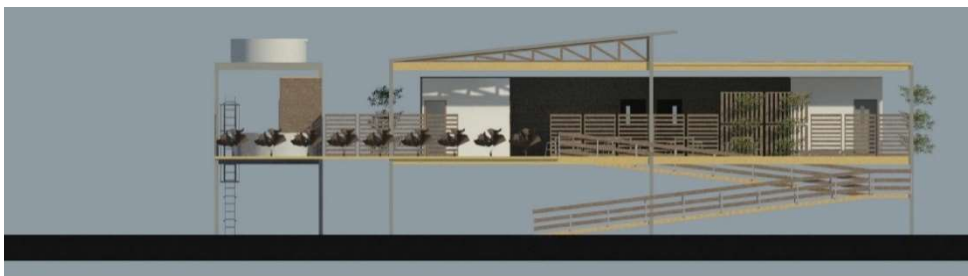
Fachada oeste



Fachada norte



Fachada sul



Fonte: Autora.

4.3 ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS PARA O PROJETO ESCOLA TIPO PALAFITA

4.3.1 Iluminação

Para o projeto da Escola Tipo Palafita, é importante destacar que a iluminação influi diretamente no desempenho dos alunos. A iluminação natural contribui no ambiente projetado com o contato do homem e a natureza que é uma das principais vertentes do conceito projetual, bem como, diminui o consumo de energia elétrica por uso excessivo da iluminação artificial.

A intensidade e a qualidade da iluminação natural na ZB8 devem ser controladas pois é importante evitar a exposição da radiação solar direta, especialmente nos horários e meses com as temperaturas mais elevadas que em Iranduba são agosto, setembro e outubro e Anamá são setembro, outubro e novembro. Diante disso, optou-se pelo uso de iluminação indireta alcançada com o emprego de brises como barreira solar e vegetação trepadeira nos brises compondo uma parede verde e através do sombreamento a partir do recuo das paredes em todas as fachadas, que facilitam a implantação do módulo escolar em diferentes locais no interior do Amazonas, minimizando problemas relacionados a orientação solar (Figuras 40 e 41).

A iluminação artificial deverá ser utilizada conforme a necessidade, com zoneamento inteligente baseado na ocupação e nas condições de luz do dia aplicados nas salas de aula, setores administrativos, pedagógicos e serviços, bem como nas circulações. Ressalta-se que a distribuição da iluminação artificial será tanto em sistemas por interruptores convencionais, como nos sistemas de automação utilizando-se sensores de iluminação e ocupação.

Em virtude do consumo inferior a fontes de luz convencionais, maior vida útil, ausência de emissão de raios UV, controle da luminosidade, durabilidade e redução de manutenção e compatibilidade à tecnologia de automação, serão utilizadas lâmpadas LED.

A partir da priorização da sala de aula, como ambiente referência da escola, estas foram projetadas para as dimensões das fachadas leste e oeste dispondo menores superfícies, pois recebem maior carga térmica no verão que as demais fachadas. As esquadrias foram projetadas com aberturas com 15% da área dos ambientes de permanência transitória e 20% para os de longa permanência, nas fachadas igualmente protegidas da radiação solar direta (Figuras 40 e 41).

Figura 40. Estudo escolar demonstrando as salas de aula dispostas na fachada norte



Fonte: Autora

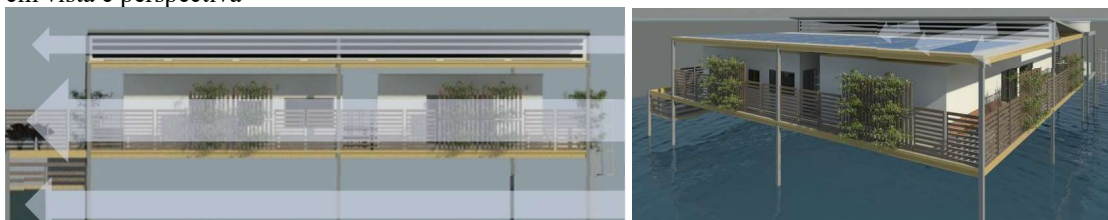
Figura 41. Estudo escolar demonstrando as salas de aula dispostas na fachada leste



4.3.2 Ventilação

No estudo escolar projetado, será adotada a ventilação cruzada permanente e o telhado ventilado em ambas as localidades de implantação, uma vez que, o vento circulará por toda a escola no o térreo (pilotis), através das janelas em ambas as fachadas para permitir que a ventilação possa cruzar a edificação, o telhado ventilado e o uso de lanternim para a saída do ar quente (Figura 42). Em contrapartida, o condicionamento passivo será insuficiente, sendo necessária a especificação de condicionadores de ar eficientes e econômicos a serem instalados nas salas de aula e ventiladores de teto que supram a necessidade a fim de favorecer o conforto térmico da edificação.

Figura 42. Estudo escolar demonstrando a ventilação cruzada, telhado ventilado e sistema de saída do ar quente em vista e perspectiva



Fonte: Autora.

4.3.3 Vegetação como barreira solar

A importância das áreas verdes para melhorar na qualidade do ar e amenizar a temperatura tem sido demonstrada em vários trabalhos, pois a vegetação no ambiente urbano é uma das principais estratégias empregadas para amenizar os efeitos do calor (ROBACHER, 2013; LONDE; MENDES, 2014; GONÇALVES, 2006; NEVES, 2006).

A cobertura verde ou telhado verde já é uma prática muito utilizada, sendo constituída por várias camadas, solo, com variação de espessura, material drenante, sistema contra raiz e impermeabilizante para área de sustentação do telhado verde. Os tipos de cobertura verde adotado para as escolas será o sistema extensivo. Esse sistema apresenta uma cobertura com

variação da espessura de substrato entre 6 e 20 cm, a vegetação necessita de cuidados somente no período de seca para regar e pode ser composta por forração como grama ou espécie rasteira (MORELLI, 2016). Em Paricatuba e Anamá, foi projetado um telhado verde que se apoiará na estrutura da cobertura, que é composto por uma membrana à prova d'água, camada de drenagem, substrato de 15cm e finalizado com a plantação de espécies gramíneas e ervas, sendo considerado como estratégia bioclimática.

Com relação às paredes verdes das escolas, a escolha adotada é a implantação de plantas trepadeiras (Figura 43) que estarão localizadas em todas as fachadas. Seu crescimento inicia-se de baixo para cima e há necessidade de suporte para auxiliar no seu crescimento que será a estrutura de madeira que também servirá de guarda-corpo e brises. Além disso, como forma de incentivo ao cultivo de plantas e hortifrutis de maneira geral, foram planejadas hortas horizontais na escola como atividade pedagógica interligada a fossa biodigestor que fornecerá adubo líquido, sua execução na área livre dos pilotis quando possui altura mínima de 2.10m no período de águas baixas, bem como o plantio de árvores frutíferas na fachada leste/oeste.

Em Iranduba, a partir do ano de 2014, as médias mensais de umidade relativa diminuíram de forma significativa nos 8 anos estudados, então é importante a implantação e incentivo à vegetação na edificação como no entorno, que consequentemente aumentam os níveis de precipitação que também estão diminuindo e a edificação contribui com o meio ambiente.

Figura 43. Estudo escolar demonstrando a composição e especificações da cobertura e parede verdes na fachada norte



Fonte: Autora

4.4 ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS PARA O PROJETO TIPO PALAFITA

4.4.1 Energia solar fotovoltaica

Quanto à energia solar fotovoltaica, é importante ressaltar que na Amazônia, os desafios para levar energia elétrica às comunidades são extremamente complexos considerando sua grande extensão territorial e suas populações humanas habitando áreas com floresta compacta, densa rede hidrográfica e alagáveis.

A concessionária responsável pela distribuição de energia elétrica no estado do Amazonas, implantou sistemas de geração fotovoltaica e distribuição de energia elétrica em doze comunidades localizadas em seis municípios no estado do Amazonas (ARAÚJO, 2014). Para reforçar a viabilidade dessa tecnologia no Amazonas, houve avaliação do sistema após seis anos (MORALES et al., 2012).

A tecnologia solar fotovoltaica tem sido considerada uma das alternativas para energização de regiões isoladas e distantes para o abastecimento de energia e deve ser considerada como uma tecnologia importante que auxiliará no conforto térmico viabilizando o uso de ventiladores de teto, condicionadores de ar e de umidificadores quando necessário.

Para Iranduba, os meses com as temperaturas mais elevadas do ano são agosto, setembro e outubro e Anamá são setembro, outubro e novembro, então, nesses meses é imprescindível a utilização de o resfriamento artificial, item necessário para amenizar a sensação de desconforto térmico por calor. No projeto, o sistema fotovoltaico foi locado na cobertura da edificação onde encontra-se a laje com inclinação de 2% (Figura 44).

Figura 44. Estudo escolar demonstrando a localização das células fotovoltaicas



Fonte: Autora

4.4.2 Reaproveitamento da água da chuva

No Amazonas, a estratégia de reutilização da água da chuva é forma eficiente para atender principalmente o período de estiagem (verão, águas baixas) que é comum nas comunidades ribeirinhas. Durante a seca é maior a dificuldade de conseguir a água para as atividades cotidianas (OLIVEIRA et al., 2008).

Considerando que grande parte da água utilizada em residências, escolas, se destina para atividades tais como limpeza do chão, banheiros, irrigação de hortas e jardins, seu uso se justifica por não necessitar o recurso potável. Desta maneira extingue-se a necessidade de

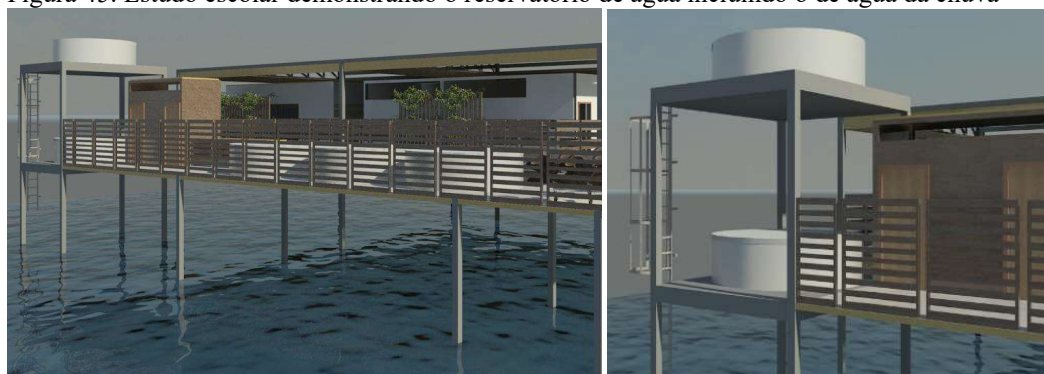
bomba de recalque, custos de manutenção e gastos com energia, como também se cria uma maior flexibilidade de usos.

Diante disso, na escola será efetuada a reutilização da água da chuva, através de captação de calha na cobertura verde projetada, passando por filtragem e armazenamento em cisternas apropriadas locadas no projeto (Figura 45). Caso seja utilizada para o consumo deverá ser realizado um tratamento adequado.

Em Iranduba os meses com as maiores médias mensais de precipitação são fevereiro, março e abril com as médias mais baixas em julho (79.7mm), agosto (36.77mm) e setembro (70.58mm). Diante dos dados obtidos mostram que a partir do ano de 2014, estão acontecendo as menores médias mensais de precipitação nos anos estudados. Anamã apresenta dados semelhantes ao de Iranduba, pois a partir do ano de 2015, tem apresentado as menores quantidades as menores médias mensais de precipitação, sendo os meses com maiores índices janeiro, fevereiro e março, enquanto julho (92.8mm), agosto (81.82mm) e setembro (96.2mm) apresentam as menores médias. Assim, mesmo diante de dados com médias mensais diminuindo, ainda existe precipitação considerável o ano todo que viabiliza o uso do sistema proposto.

Conforme o método de Azevedo Neto (ABNT/CEET-00.001.77) o volume de chuva estimado para Iranduba utilizando a menor média de precipitação anual entre os anos estudados em 2015 com 144.64mm, o valor numérico de 3 meses de seca acima mencionados e a área de coleta em projeção da cobertura da escola que é 224.27m², obteve-se o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório de 4083.24l. Em Anamã, utilizando os dados da menor média anual em 2016 com 236.15mm, o volume é de 6673.13l.

Figura 45. Estudo escolar demonstrando o reservatório de água incluindo o de água da chuva



Fonte: Autora.

4.4.3 Fossa séptica elevada biodigestora

Desenvolvido pela Embrapa Instrumentação, o sistema de funcionamento da fossa séptica biodigestora é simples e de baixo custo, sendo possível tratar o esgoto dos banheiros (fezes e urina humanas) de forma eficiente, eliminando o mau cheiro e reduzindo os micróbios

que podem causar doenças. Essa tecnologia visa o lançamento de água limpa no rio/igarapé e permite ainda que o adubo líquido (efluente) que sai no final da fossa, seja utilizado na fertilização de plantas (EMBRAPA, 2018).

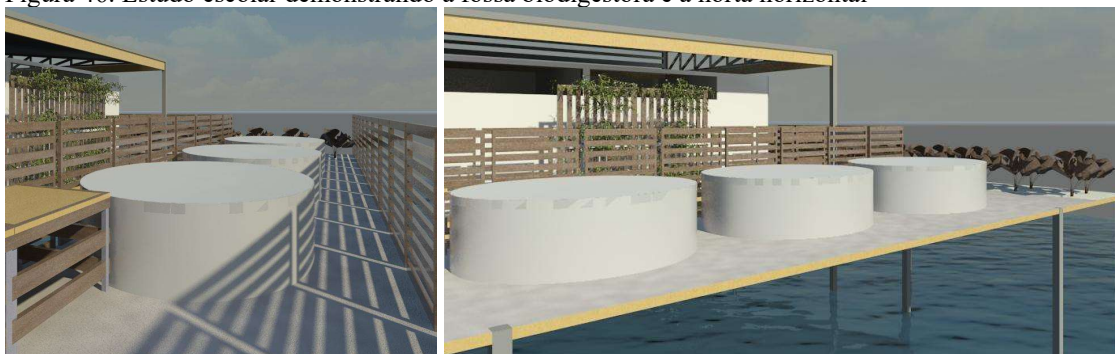
O sistema possui os seguintes passos conforme a EMBRAPA (2018):

- 1º A escolha do local que deve ser preferencialmente plano, próximo ao banheiro por questões de economia de tubulações e acessórios e à edificação em que será implantada em virtude da manutenção, distante de grandes árvores para evitar prejuízos com a manutenção com queda de galhos ou frutos, porém é recomendado quando a proximidade é de plantações pois o efluente serve como adubo líquido. Assim, evitar áreas sombreadas para que haja maior atividades dos micro-organismos digestores do esgoto do banheiro;
- 2º A preparação da estrutura de pilotis que deve estar livre de inundações, evitando o contato com a água;
- 3º A montagem do sistema que é composto por três caixas dispostas uma ao lado da outra, nas quais a primeira que receberá os resíduos provenientes do vaso sanitário ocorrerá a maior parte da decomposição. Após isso, a segunda dará continuidade ao tratamento e da última já sairá o efluente tratado

A falta de tratamento de esgoto nas edificações habitacionais e escolas nas áreas selecionadas para a implantação do estudo é de extrema importância pois constitui além da poluição visual, é também uma situação de saúde pública. O esgoto destinado direto para o igarapé ou rio pode contribuir para a proliferação de inúmeras doenças parasitárias e infecciosas além da degradação do corpo da água.

Nesse projeto, por tratar-se de edificações tipo palafita, a fossa séptica implantada na área inundável seguirá o nível da edificação para evitar os problemas de inundações do sistema e planejada a horta horizontal nas suas proximidades para o uso do efluente como adubo líquido (Figura 46).

Figura 46. Estudo escolar demonstrando a fossa biodigestora e a horta horizontal



Fonte: Autora.

4.5 OUTRAS ESTRATÉGIAS

4.5.1 Separação/destinação dos resíduos sólidos

Quando se trata do cuidado com o meio ambiente e com a sociedade a gestão dos resíduos sólidos se destaca abrangendo a racionalização do consumo de matérias-primas e energia, a segregação e destinação adequada de resíduos, o estímulo à aplicação de tecnologias limpas, o cumprimento da legislação vigente, a busca pela aplicação das melhores práticas etc.

Segundo a PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), resíduos sólidos são materiais, substâncias, objetos ou bens descartados no estado sólido, semissólido ou líquido cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos da água.

Para as escolas, é recomendada a coleta seletiva dos resíduos orgânicos, resíduos inorgânicos, recicláveis, não recicláveis, conforme determina o Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Com relação à destinação final dos resíduos, as técnicas são conhecidas como tratamento, reciclagem e disposição. Na reciclagem é o processo onde os resíduos como papéis, metais, vidros e plásticos sofrem transformações para virarem insumos, os quais, podem retornar à cadeia produtiva, sendo utilizados como matéria-prima na fabricação de outros produtos. Os resíduos que não passam por esse processo devem ser dispostos no depósito de resíduos sólidos projetado (Figura 47) para as escolas e recolhido pelo sistema de coleta de resíduos sólidos dos municípios.

Além da reciclagem, será utilizada a compostagem como estratégia de diminuição dos resíduos escolares. O processo é biológico de decomposição da matéria orgânica contida em restos de origem vegetal e animal onde basicamente estes materiais são submetidos à decomposição biológica com ou sem oxigênio, e se transformam em um material chamado de composto, que será utilizado tanto adubo nas plantações das hortas como no telhado verde.

No o projeto, foram projetadas 3 composteiras onde deverão ser depositados resíduos orgânicos tais como restos de alimentos, cascas de frutas e legumes, borra de café, restos de

pão, cascas de ovos, cinzas, poda de jardim obtidos pela cozinha da escola (Figura 47). O uso da composteira reduzirá a quantidade de resíduos a serem enviados ao aterro sanitário ou lixão e a produção do adubo pode servir como uma fonte financeira da escola.

Figura 47. Estudo escolar demonstrando o depósito de resíduos sólidos e as composteiras



Fonte: Autora.

4.6 MATERIAIS CONSTRUTIVOS PARA O PROJETO TIPO PALAFITA

4.6.1 Telhas cimentícias reforçadas os com tecido de fibras naturais vegetais da Amazônia

Com o foco na sustentabilidade das construções em pesquisas realizadas no Amazonas, ressalta-se a pesquisa realizada na Universidade Federal do Amazonas, onde OLIVEIRA (2017) relata o desenvolvimento de telhas cimentícias reforçadas os com tecido de fibras naturais vegetais da Amazônia. Os resultados dos ensaios físico-mecânicos indicaram que as fibras utilizadas apresentam um potencial uso como reforço das placas cimentícias, formando um compósito de alta resistência, apresentando boas propriedades mecânicas e de durabilidade promissoras no desenvolvimento de peças estruturais (Figura 48).

Figura 48. Amostra da composição da telha cimentícia reforçada com fibras naturais



Fonte: Autora, 2018.

4.6.2 Viga e laje de madeira-concreto

Ainda relacionado aos compósitos desenvolvidos em pesquisas no Amazonas, destaca-se a viga madeira-concreto (SÁ RIBEIRO et al., 2006) que usou madeira de refugo de média a

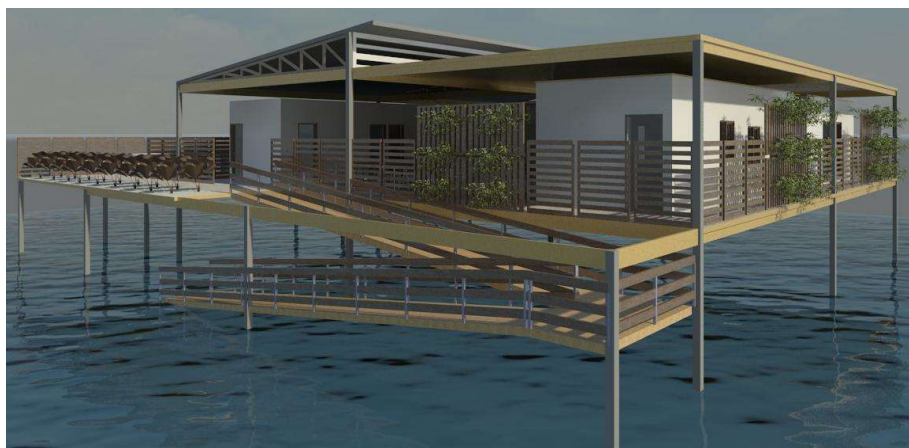
alta densidade proveniente da região Amazônica e sobras de aço de construção compostas de uma camada base com peças de madeira em alturas intercaladas e uma camada de topo de concreto em que revelaram alta resistência e média eficiência do compósito para as vigas avaliadas. Os autores ressaltam que os *decks* compostos de madeira-concreto podem atender uma grande demanda de uso, como pontes e lajes comerciais e residenciais na Amazônia brasileira.

4.6.3 Madeira certificada

A madeira que é um recurso natural e renovável, desempenha um grande papel como material junto à construção civil e ainda apresenta grande disponibilidade, especialmente na Amazônia. A madeira é um dos recursos naturais mais consumidos, utilizado na construção das edificações para fins estruturais como vigas e pilares e fins não estruturais como paredes, portas e janelas. Neves et al. (2008) apresentam uma comparação de desempenho térmico de materiais tradicionalmente utilizados nas construções dos ribeirinhos das Reservas Proteção Ambiental (PA) com materiais de construção comumente encontrados no mercado local. Através da análise da condutividade térmica, densidade e calor específico dos materiais os autores apontam a maior adequabilidade da madeira em relação ao bloco de concreto.

Nas escolas foram planejadas a utilização de madeiras certificadas ou de reflorestamento (Figura 49), existentes nas regiões estudadas, procurando manter o padrão de construção local característico das áreas de várzea respeitando a cultura local, a tipologia arquitetônica de palafitas e a coerência com a paisagem das cidades com ambiente natural. Por ser um material fácil de manusear, ela apresenta várias utilidades, como elementos de arquitetura, bem como contribui com as questões térmicas.

Figura 49. Escola tipo Palafita com detalhes em madeira



Fonte: Autora, 2018.

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES GERAIS

As habitações tradicionais do tipo palafita da Amazônia, representam uma arquitetura vernacular, entendida como uma arquitetura anônima, sem interferência do arquiteto e do engenheiro que exprime através de uma rede de interações aspectos simbólicos do ambiente em que está inserido que determinam o caráter regional e as aspirações pessoais e coletivas de determinadas populações (MENEZES; PERDIGÃO, 2013). As autoras ressaltam que a palafita se reproduz de modo espontâneo na região e o conceito pode ser apossado pelo arquiteto a partir da compreensão da linguagem do espaço e da relação entre morador e ambiente físico. Assim, as características culturais do povo podem ser mantidas para que não se perca o significado do lugar, pois é forte a identificação das populações ribeirinhas com a tipologia arquitetônica.

Essa arquitetura vernacular ainda é encontrada nas cidades e comunidades ao longo dos rios do Amazonas, no entanto, o intenso processo de urbanização das cidades nessa região, como por exemplo na área metropolitana de Manaus, tem causado uma alteração na paisagem, com o seu desaparecimento, porém ela ainda está presente e faz parte da paisagem rural e urbana, mostrando a sua relevância a resistência da população ribeirinha em viver no contexto cultural amazônico.

O modo tradicional de viver dialoga com os fenômenos ambientais, tais como das variações sazonais do nível água dos rios, tipos de solo e materiais utilizados, no entanto, o aperfeiçoamento da técnica visa introduzir soluções arquitetônicas e de engenharia, de forma que os usuários possam se beneficiar, melhorando a qualidade das edificações e consequentemente de vida. Diante disso, estratégias podem ser sugeridas considerando os enfoques bioclimático e tecnológico, como a eficiência energética e infraestrutura de saneamento básico, bem como a especificação de materiais construtivos.

Diante dos dados bioclimáticos da região é possível sugerir um conjunto de estratégias a serem inseridas na elaboração do projeto. Na Vila Paricatuba e no município de Anamá, que possuem índices de altas temperaturas, é importante entender as consequências da radiação solar direta a fim de planejar o uso da iluminação natural, reduzindo a exposição luminosa direta, através de estratégias como a utilização e brises, esquadrias e sombreamento (vegetação e o recuo de paredes), bem como utilizar a iluminação artificial de forma eficiente e bem planejada. Quanto ao sistema de ventilação natural cruzada circulando por toda a edificação, em conjunto com um processo de resfriamento evaporativo como o uso de áreas arborizadas e/ou gramadas próximas à edificação, telhados e paredes verdes, podem se tornar significantes para melhores condições de habitação.

No que tange à inclusão de tecnologias e materiais construtivos, existe o foco para as construções cada vez mais sustentáveis onde a utilização de energia limpa tem se tornado

destaque por sua eficiência, em que as células fotovoltaicas podem servir como um serviço básico e eficiente de fornecimento de energia; a necessidade de reuso da água da chuva com o fim de economizar água e utilizar de forma responsável um recurso disponível pela natureza; a implantação adequada de um sistema de tratamento de esgoto de banheiros para áreas de inundação como a fossa biodigestora elevada visando questões de saúde pública; implantar nas escolas o incentivo à reutilização e reciclagem, bem como projetar meios físicos para isso como os depósitos de resíduos para a separação/destinação e composteiras para os compostos orgânicos.

Além disso, fomentar a utilização da madeira como material construtivo, quando proveniente de florestas com gestão sustentável e certificadas, bem como de materiais construtivos desenvolvidos em pesquisas na região.

As estratégias bioclimáticas, tecnologias e inserção de materiais são caminhos para a criação de edificações sustentáveis adaptadas as especificidades de áreas de inundação no interior do estado do Amazonas. Diante disso, a tipologia arquitetônica de palafitas pode ser aprimorada para uso em novos projetos de edificações escolares, no entanto é necessário que os órgãos governamentais tenham uma visão ampla de sua importância e reconheçam como sendo patrimônio material e imaterial da região do Amazonas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-15220-3**: desempenho térmico de edificações: parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005, p.23.
- ALENCAR, E. F.; SOUSA I. S. Tradição e mudanças no modo de habitar as várzeas dos rios Solimões e Japurá, AM. **Illuminuras**, Porto Alegre, v. 17, n. 41, p. 203-232, 2016.
- ALMEIDA, F. A. C. **Aldeias Palafíticas fluviais em Portugal urbanismo e arquitetura Avieiras**. 2015. 230f. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Universidade da Beira Interior Engenharia, Covilhã, Portugal.
- ALMEIDA, L. C. M. Habitabilidade na cidade sobre as águas: **Desafios da implantação de infra-estrutura de saneamento nas palafitas do Igarapé do Quarenta - bairro Japiim - Manaus/AM**. 2005. 149f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- ALMEIDA, L. C. M.; LINS FILHO, A. Arquitetura bioclimática na Amazônia: Um estudo de caso na cidade de Manaus/AM. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 2011. Rio de Janeiro, p. 7
- ALVAREZ, C. E. **Metodologia para construção em áreas de difícil acesso e de interesse ambiental**. 2003. 170f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ARAGÃO, J.; BARTOLOMEU, A.; BOTELHO, L.; LOBO, A.; FERREIRA, S. M. P.; SOARES, L. A. Bioclimatic analysis state school in the city of Macapá-Amapá/Brazil. **Mediterranean Journal of Social Sciences**, Roma, v. 4, n. 11, p. 621- 630, 2013.
- ARAÚJO, M. I.; SOUSA, S. G. A. Vilas flutuantes na Amazônia: O caso da vila Gutierrez no careiro da várzea/AM. In: **Anais do SICASA e ANPPAS Amazônia, Manaus (AM) UFAM/ANPPAS**, 2016.
- ARAÚJO, C. F. **Eletrificação rural em comunidades isoladas na Amazônia: Introdução da energia solar fotovoltaica na reserva extrativista do rio Unini, AM**. 32014. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- AUGUSTO A. R.; SOUSA A. F. P.; CONCEIÇÃO F. S.; SILVA A. A.; ALMEIDA L. D. G. S. Reflexões geográficas: Aspectos demográficos, socioeconômicos e práticas do Povo Pykahu-Parintintin da Aldeia Traíra – Terra Indígena Nove de Janeiro-Amazonas. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, 2017.

- AYRES, J. M. **As matas de várzea do Mamirauá, médio rio Solimões**. Rio de Janeiro, CNPq/PTU, SCM, 120p, 1993.
- BRITTO, A. S. **Caracterização da extração seletiva de madeira na reserva de desenvolvimento sustentável do Juma e sua zona de amortecimento, Sudeste do Amazonas**. 2015. 96f. Dissertação (Gestão de Áreas Protegidas da Amazônia (GAP) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia Manaus.
- BRITTO LEITE, M J. GONCALVES, G. **O Espaço como investigação da Arquitetura**. In: IV Seminário do Projetar 2009, São Paulo: Projeto como Investigação: antologia. São Paulo: Ed. Alter Market, 2009.
- CARVALHO, J. S.; RUTENIO, L. C. A.; SILVA, C. A.; BASÍLIO, C. M. Avaliação de conforto térmico urbano, com base em dados de temperatura-um estudo de caso na cidade de Manaus. **Scientia Amazônia**, Manaus, AM, v. 3, n.1, p. 65-74, 2014.
- CERETO, M. P. Severiano Porto: lições para as cidades amazônicas. **PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP**, Macapá, v. 9, n. 1, p. 193-208, 2016.
- CORBELLA, O.; YANNAS, S. Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental. Rio de Janeiro: **Revan**. p. 308, 2003.
- CPRM. MONITORAMENTO HIDROLÓGICO. Boletim n. 36, 2017. 17p. https://www.cprm.gov.br/sace/boletins/Amazonas/20170911_11-20170912%20-%20113043.pdf.
- DUTRA, M. J. L.; PEREIRA, H. S. Formação de municípios no Amazonas após a Constituição Federal de 1946: fragmentos de uma história interrompida e esquecida. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos Regionais**, v. 20, n.1, p. 51-68, 2018.
- DELIBERADOR, M. S.; KOWALTOWSKI, D.C.C.K. **Os elementos de conforto o processo de projeto escolar no estado de São Paulo**. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e VII ELACAC Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Anais do XI ENCAC 2011, Búzios, 2011, p. 1–10.
- ELKINGTON, J. Triple bottom line revolution: reporting for the third millennium. **Australian CPA**, v. 69, p. 75, 1994.
- OLIVEIRA, B. R.; GUEDES, M. C.; LIRA-GUEDES, A. C.; MARMO, C. R.; SARGES, R. C.; COSTA, J. B. P. **Construção do sistema de fossa séptica biodigestora adaptada para várzeas estuarinas do Rio Amazonas**, Brasília, DF: Embrapa, p. 32, 2018.
- FAS (Fundação Amazonas Sustentável); UNICEF (Fundo das Nações Unidas para Infância). **Recortes e cenários educacionais em localidades rurais ribeirinhas do Amazonas**.

Fundação Amazonas Sustentável; Fundo das Nações Unidas para Infância. – Manaus: Fundação Amazonas Sustentável, p. 84, 2017.

FERNANDES, V. **Impactos socioambientais causados pelas cheias excepcionais do rio Negro em Manaus – AM, ocorridas entre 1950 A 2015**. 2016. 119 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM.

FERREIRA, A. S. **Trabalhadores da Malva: (re)produção material e simbólica da vida no Baixo rio Solimões**. 2009. 104f. Dissertação (Mestrado em Sociedade e Cultura do Amazonas) - Programa de Pós-graduação Sociedade e Cultura da Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

FRAXE, Teresinha de Jesus P. **Homens anfíbios: etnografia de um campesinato das águas**. 1. ed. São Paulo: Annablume, 2000. v. 1. 192 p.

GIVONI, B. *Man Climate and Architecture*. 2. ed. London: **Applied Science**. 483 p., 1976.

GOMES, A. R. **Escolas da várzea: à margem dos rios e da sociedade brasileira** p. 1–11, 1977.

GONÇALVES, J. C. S.; DUARTE, D. H. S. Arquitetura sustentável: Uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 51-81. 2006.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**, Rio de Janeiro: Bertrand, 2005.

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q. Desafios na Construção de Indicadores de Sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, v. 12, n. 2, p. 307-323, 2009.

HERMES, F. **Elaboração de um projeto padrão de escola para as regiões ribeirinhas**. 2014. 95 f. Dissertação (Mestrado Processos Construtivos e Saneamento Urbano) - Universidade Federal do Pará, Belém.

HUFFNER, J. G. P.; OLIVEIRA, A. R. F. Crescimento urbano desordenado no município de Ponta de Pedras na ilha do Marajó: Um estudo de caso do bairro do Carnapijó. **InterEspaço. Revista de geografia e interdisciplinaridade**, Grajaú/MA, v. 3, n. 8 p. 159-18, 2017.

Catálogo de madeiras da Amazônia: Características tecnológicas; Área da Hidrelétrica de Balbina. CPPF/INPA, Manaus, 1991. 163p.

IPS- Instituto Politécnico de Santarém. Palafitas à volta do planeta. **Folha Informativa** n. 26, p. 13. 2012.

JUNK, W. J. Áreas Inundáveis - Um desafio para Limnologia. **Acta Amazônica**, v. 10, p. 775-795. 1980.

- KOWALTOWSKI, D.; LABAKI, L. C.; PINA, S. A. M. G. **Cadernos de Arquitetura**. DAUP/FAAC/UNESP, n. 3, 2001.
- LABAKI, L. C.; KOWALTOWSKI, D. Bioclimatic and Vernacular Design in Urban Settlements of Brazil. *Building and Environment*, v. 33, n.1, p. 63-77, 1998.
- LEMOS, H. M. **A evolução da questão ambiental e o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2005.
- LIMA, F. C.; BORGES, J. T. Gestão energética no Amazonas: a alternativa solar. **Revista T&C Amazônia**, ed 24, p. 41-51, 2014.
- LONDE, P. R.; MENDES, P. C. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde Hygeia**, v.10, n.18, p. 264- 272, 2014.
- LOUREIRO, K.; CARLO, J.; LAMBERTS, R. Estudos de estratégias bioclimáticas para a cidade de Manaus. In: ENTAC IX Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 2002. Foz de Iguaçu, p. 153-162.
- LOURENÇO, P. B.; BRANCO, J. M. **Dos abrigos da pré-história aos edifícios de madeira do século XXI**. CITCEM. Dept. Engenharia Civil, Universidade do Minho, Guimarães. p. 201-213, 2012.
- LYNCH, Kevin. **A Imagem Da Cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1980.
- MACEDO, A. G. S. **Caracterização e variação temporal da solução do solo em argissolo amarelo com horizonte a moderado e a antrópico (terra preta de índio) no município de Iranduba-AM**. 2012. 84f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas.
- MARTINS, J. L. A. **Correção de fluxo da Secretaria Estadual de Educação do Amazonas - Projeto Avançar em uma escola estadual do município de Tonantins**. 2017. 146f. Dissertação (Pós-Graduação Profissional em Gestão e Avaliação da Educação Pública). Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.
- MENEZES, T. M. S.; PERDIGÃO, A. K. A. V. Modo de habitar amazônico em sistemas: aproximações com o tipo palafita. In: VI Projetar: projeto como instrumento da materialização da arquitetura: ensino, pesquisa e prática, 2013. Salvador, p. 237-254.
- MENEZES, T. M. S.; PERDIGÃO, A. K. A. V.; PRATSCHKE, A. O tipo palafita amazônico: Contribuições ao processo de projeto de arquitetura. **Oculum Ensaios**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 237-254, 2015.
- MORALES, L. R. V.; MOCELIN, A. R.; ZILLES, R. Estado dos sistemas fotovoltaicos domiciliares instalados em uma comunidade ribeirinha amazônica após seis anos e meio de

operação. In: IV Congresso Brasileiro de Energia Solar e V Conferência Latino-Americana da ISES, 2012, São Paulo.

MOREIRA, D.C.; KOWALTOWSKI, D.C.C.K. Discussão sobre a importância do programa de necessidades no processo de projeto. **Ambiente Construído**, v. 9, n. 2, p. 31-45, 2009.

MORELLI, D. D. O. **Desempenho de paredes verdes como estratégia bioclimática**. 2016. 161 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

MOTTA, S. R. F.; AGUILAR, M. T. P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. Sustainable and design building processes. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. v. 4, n.1, p 84-109, 2009.

NASCIMENTO, J. T. **Ensino médio presencial com mediação tecnológica numa escola ribeirinha do Amazonas**. 2017. 13 f. Dissertação (Mestrado em Serviço Social), Universidade Federal do Amazonas, AM.

NEVES, L. O. **Arquitetura bioclimática e a obra de Severiano Porto: Estratégias de ventilação natural**. 2006. 232 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo.

NEVES, L. O.; SALAZAR, M.; STRAATMANN, J.; SANTOS, R.; TIerno, C.; VASCONCELOS, V.; REIS, A. A arquitetura popular ribeirinha na Amazônia e a elaboração de diretrizes de construção sustentável: o caso das Reservas Extrativistas Riozinho do Anfrísio e Rio Iriri. In: XII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 2008, Fortaleza. NOBRE, C. A.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. Mudanças Climáticas e Amazônia. **Ciência e Cultura**, v.59 p. 22-27, 2007.

NOGUEIRA, L. R. B. Arquitetura vernacular e paisagem Amazônica: um caminho na busca pelo habitar poético. **Revista da Abordagem Gestáltica, Phenomenological Studies**, v. 22, n. 2, p.171-180, 2016.

OLGYAY, Victor. *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. Princeton University Press, New Jersey. 1963. 190p.

OLIVEIRA, J. A. A cultura nas pequenas cidades da Amazônia Brasileira. VIII Congresso Luso-Afro-Brasileiro de Ciências Sociais, 2004.

OLIVEIRA JUNIOR, J. A. **Arquitetura ribeirinha sobre às águas da Amazônia: o habitat em ambientes complexos**. 2009. 203 f. Dissertação (Mestrado Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA, L. R.; MEDEIROS, R. M.; TERRA, P. B.; QUELHAS, O. L. G. Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações. **Produção**, v. 22, n. 1, p. 70-82, 2012.

OLIVEIRA, M. S. **Desenvolvimento e caracterização de telhas cimentícias reforçadas com tecido de fibras vegetais da Amazônia**. 2017. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

OLIVEIRA, T. C. S.; RODRIGES, B. F.; CARNEIRO, E. F. Qualidade de Vida de Ribeirinhos na Amazônia em Função do Consumo de Água. In: IV Encontro Nacional da ANPAS. Brasília, p. 1-10, 2008.

PALHETA, C. S. A.; RODRIGUES, C. I. A casa de Afuá: Estética popular em uma cidade sobre palafitas. **Iara - Revista de Moda, Cultura e Arte**, São Paulo, v. 5, p. 164-182. 2012.

PEREIRA, M. F.; SANTOS, S. M. A.; BARROS, T. D. Palafitas de Manaus: relações entre natureza e cultura no espaço da cidade. **Somanlu**, Manaus, v. 11, n. 2, p. 15-40, 2011.

PESTANA, R. A seca de 2005 em Anamá Percepção e sazonalidade no Baixo Solimões. In: Depois que a chuva não veio: respostas sociais às secas no Nordeste, na Amazônia e no Sul do Brasil/Renzo Taddei e Ana Laura Gamboggi (Orgs.) Fortaleza: FUNCEME; CIFAS, 2010. 264p.

RIBEIRO, P. A.; CARNEIRO, K. K. C. Impactos socioeconômicos e ambientais da enchente e vazante na cidade de Barreirinha (AM). In: 4º Encontro Internacional de Política Social, 11º Encontro Nacional de Política Social. Vitória, 17 p., 2016.

ROBACHER, L. A. Requalificação urbana e ambiental na área habitacional da zona portuária Baixada do Ambrósio, Santana, Amapá. **Inclusão Social**, Brasília, v. 6 n. 2, p. 32-41, 2013.

ROMERO, M. A. B. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. 2 ed. São Paulo: Pro Editores, 2000.

ROWE, P. G. **Modernity and Housing**. Massachusetts: MIT Press, 1993.

SÁ RIBEIRO, R. A.; ROCHA, J. S.; SÁ RIBEIRO, M. G. Vigas de madeira-concreto com conectores de resíduos de construção. Conferência Brasileira sobre Materiais e Tecnologias não-convencionais na Construção Ecológica e Sustentável, Salvador, 2006.

SANTOS, C. F. **Da coluna ao pilotis**. 2010. 195 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

SANTOS, T. O. Os impactos do desmatamento e queimadas de origem antrópica sobre o clima da Amazônia brasileira: Um estudo de revisão. **Revista Geográfica Acadêmica**, Boa Vista, v.11, n. 2, p. 157-181, 2017.

- SAKATAUSKAS, G. L. B.; SANTANA, J. V. Peculiaridades sobre a dimensão urbana de pequenas cidades no contexto amazônico. **Serviço Social em Revista**, v. 18, n. 2, p. 151, 2016.
- SCHOR, T.; OLIVEIRA, J. A. Reflexões metodológicas sobre o estudo da rede urbana no Amazonas e perspectivas para a análise das cidades na Amazônia brasileira. **Acta Geográfica**, Boa Vista, ed. Esp. Cidades na Amazônia Brasileira, p.15-30, 2011.
- SCHOR, T.; MARINHO, R. R.; COSTA, D. P.; OLIVEIRA, J. A. Cities, rivers and Urban network in the Brazilian Amazon. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, v. 5, n. 1, p. 258-276, 2014.
- SCHOR, T.; OLIVEIRA, J. A.; MORAES, A. O.; SANTANA, P. V. Apontamentos metodológicos sobre o estudo de cidades e de rede urbana no Estado do Amazonas, Brasil. **PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP**, Macapá, v. 9, n. 1, p. 09-35, 2016.
- SILVA, A. L. Estratégias passivas para habitações na cidade de Manaus visando o conforto térmico. **Revista Especialize On-line IPOG**, Goiânia. 13. ed, v. 1, n. 13, 2017.
- SILVA, Glauécia Teixeira da. **Percepções sócio-espaciais e de turismo em Paricatuba Iranduba-Amazonas**. 2008. 115f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia), Manaus, Universidade Federal do Amazonas.
- SILVA, M. A. S. Levantamento histórico da incidência de palafitas na cidade de Manaus, com ênfase nos bairros de Educandos e São Raimundo. In: Intercom, Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação XXXI Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Natal, RN, 2008.
- SILVA, M. R.; RUPF, K. F. V.; LIMA, A. L.A.; ALVAREZ, C. E. Palafitas alternativas em bambu. In: III ENECS – Encontro nacional sobre habitação e comunidades sustentáveis. São Carlos – SP, 2003.
- SIMONETTI, S. R.; SILVA, G. T. S. Percepção dos conflitos socioambientais gerados pelo turismo na vila de paricatuba (Iranduba-am). **Desafio Online**. v.1, n. 2, p. 15, 2013.
- SIMONETTI, S. R.; NASCIMENTO, E. P.; CHAVES, M. P. S. R. As representações sociais sobre turismo em comunidades do Rio Negro (Iranduba-AM). **Caderno Virtual de Turismo**. v. 16, n. 2, p. 183-199, 2016.
- TRAJBER, R; SATO, M. Escolas Sustentáveis: Incubadoras de Transformações nas Comunidades. Remea – **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 32, p.1-9, 2010.
- VILLELA, D. S. **A sustentabilidade na formação atual do arquiteto e urbanista**. 2007. 179 f. Dissertação (Escola de Arquitetura) - Universidade Federal de Minas Gerais.

VOLLENBROEK, F. A. Sustainable Development and the Challenge of Innovation. **Journal of Cleaner Production**, v. 10, p. 215-23, 2002.

ZENID, J. G. **Madeira na Construção Civil**. IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, p. 99, 2011.

SITES CONSULTADOS

Indicadores de Educação. Disponível em: <http://www.todospelaeducacao.org.br/indicadores-da-educacao/5-> acessado em março de 2019;

Agência Nacional de Águas – ANA. Disponível em: <http://www.ana.gov.br> acessado em: 19 fev. 2019.

Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais – CPRM. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> acessado em: 19 fev. 2019.

Instituto de Meteorologia – INMET. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/> acessado em: 13 jun. 2019.

ESTADO DO AMAZONAS 2016 MUNICÍPIO DE BERURI. <http://www.diariomunicipal.com.br/aam/materia/1E99B6F0>. 2016 acessado em março de 2019;

ESTADO DO AMAZONAS 2017 MUNICÍPIO DE URUCURITUBA. <http://www.diariomunicipal.com.br/aam/materia/776BEB7E> acessado em março de 2019;

IBGE, 2015. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=18&i=P&c=289>. Acesso em 04/04/2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE Cidades. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/iranduba/panorama>. Acesso em: 13 de junho de 2018.

IBGE 2018 (censo de 2010) <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/iranduba/panorama>> Disponível em: acessado em 23/05/2019.

Sistema Nacional de Informações sobre saneamento - SNIS. Disponível em: <http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/#> acessado em 23/05/2019.

JORNAL ACRÍTICA 2012. Disponível em: <<http://acritica.uol.com.br>>. Acesso em: 21 mar. 2018.

JORNAL AMAZONAS. <http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2015/04/28-cm-de-cota-historica-cheia-do-rio-solimoes-afeta-milhares-no-am.html> acessado em março de 2019;