



MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA
(Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho – 1792)

ENGENHARIA DE FORTIFICAÇÃO E CONSTRUÇÃO - SE/2

Ten CAROLINE DE ALMEIDA NEVES

Ten MARIA CLARA SAGRATZKI SOARES

**“ANÁLISE DE PROJETO DE RESIDÊNCIA PARA MILITARES NA AMAZÔNIA: UM ESTUDO DE
CASO DE TABATINGA/AM”**

Rio de Janeiro

2019

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

1º Ten CAROLINE DE ALMEIDA NEVES

1º Ten MARIA CLARA SAGRATZKI SOARES

**“ANÁLISE DE PROJETO DE RESIDÊNCIAS PARA MILITARES NA
AMAZÔNIA: UM ESTUDO DE CASO DE TABATINGA/AM”**

Projeto final de curso apresentado no
Curso de Formação e Graduação em
Engenharia de Fortificação e Construção,
como requisito para graduação

Orientador: Francisco José d’Almeida
Diogo –

Rio de Janeiro

2019

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

Caroline de Almeida Neves

Maria Clara Sagratzki Soares

Análise de Projeto de Residências para Militares na Amazônia: Um Estudo de Caso de
Tabatinga/AM

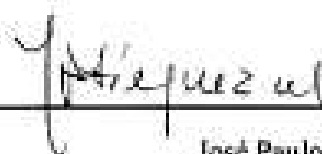
Projeto Final de Curso apresentado como requisito para conclusão do curso de
graduação no Instituto Militar de Engenharia e obtenção do título de Engenheiro com
habilitação em Fortificação e Construção.

Orientador: Francisco José d'Almeida Diogo

Aprovado em 14 de outubro de 2019 pela seguinte Banca Examinadora:



Francisco José d'Almeida Diogo – M.Sc



José Paulo do Prado Dieguez – M.Sc



Rebeca Montenegro Dias de Carvalho Saraiva – D.Sc

Rio de Janeiro

2019

RESUMO

A qualidade das residências militares influencia a escolha de localidade onde o militar deseja servir e impacta na qualidade de vida dos moradores. As características de cada região devem ser levadas em conta para a construção dessas residências. Este trabalho apresenta uma análise de residência para militares na Amazônia, com estudo de caso para Tabatinga-AM, caracterizando a região, apresentando alternativas construtivas, soluções arquitetônicas e sustentáveis. O trabalho é baseado em pesquisas sobre a Tabatinga; estudos e aplicações para soluções sustentáveis, arquitetônicas e construtivas; e no projeto já utilizado pela Diretoria de Obras Militares do Exército Brasileiro. Analisou-se como adequar o projeto já utilizado para a região e quais as possibilidades de melhorias que podem ser aplicadas em Tabatinga. A partir dessas análises, podemos concluir que a adequação das residências para a região de implantação é importante para a adaptação do militar e sua família na localidade, além disso, a utilização de um projeto padrão para todas as regiões pode reduzir a vida útil dessas construções por não considerar as peculiaridades locais.

ABSTRACT

The quality of military residences influences the choice of location where the military wishes to serve and impacts on the residents' quality of life. The characteristics of each region must be taken into account for the construction of these residences. This paper presents a residence analysis for military personnel in the Amazon, with a case study for Tabatinga-AM, characterizing the region, presenting constructive alternatives, architectural and sustainable solutions. The work is based on research on Tabatinga; studies and applications for sustainable, architectural and constructive solutions; and in the project already used by the Directorate of Military Works of the Brazilian Army. It was analyzed how to adapt the project already used for the region and what are the possibilities of improvements that can be applied in Tabatinga. From these analyzes, we can conclude that the adequacy of residences for the region of implantation is important for the adaptation of the military and his family in the locality. Moreover, the use of a standard project for all regions can reduce the useful life of these buildings.

Sumário

RESUMO	4
ABSTRACT.....	5
Sumário 6	
LISTA DE IMAGENS.....	7
1. Introdução	9
2. Sustentabilidade	10
2.1. Contexto histórico	10
2.2. Desenvolvimento sustentável.....	11
2.3. Aplicação da sustentabilidade.....	12
2.3.1. Escolas Ribeirinhas e as variações climáticas	12
2.3.2. Água da chuva para abastecimento na Amazônia.....	16
3. Levantamento de Requisitos	20
3.1. Caracterização da Localidade.....	20
3.1.1. Clima em Tabatinga/AM.....	20
3.1.2. Solo.....	24
Uma possibilidade de solução às chamadas “terras caídas” é o emprego de estruturas flexíveis realizando a estabilização das margens de forma semelhante ao que fazem os gabiões nos muros de arrimo.....	26
População Local.....	26
3.1.3. Saneamento Básico.....	27
3.1.4. Abastecimento de Água.....	27
3.1.5. Transporte de Materiais	27
4. Materiais Alternativos Concebidos para Tabatinga/AM.....	28
4.1. O bambu (<i>Dendrocalamus asper</i>) como elemento estrutural.....	28
4.2. A argila calcinada como agregado (pavimento, fundação e dreno).....	28
4.3. O solo cimento como alvenaria (vedação, fundação e pavimento).....	29
5. Soluções Construtivas Pertinentes	29
5.1. Fundação e Infraestrutura.....	30
5.2. Alvenaria.....	31
5.3.1. Instalações Elétricas.....	32
5.3.2. Instalações Hidráulicas	33
5.3.3. Instalações Sanitárias	34
5.4. Cobertura.....	35
5.5. Tratamento impermeabilizante nas paredes, lajes e pisos	37
5.6. Pintura	37
5.7. Acessibilidade	38
5.8. Soluções Arquitetônicas.....	39
Plantas	42
6. Conclusão.....	46

7. Referências Bibliográficas	48
Apêndice	51
Questionário	51

LISTA DE IMAGENS

<i>Figura 1 - Escola em Palafita Interditada no Período de Cheia</i>	13
<i>Figura 2 - Edificação em madeiro tipo palafita em período vazante apresentando o problema de terras caídas.</i>	13
<i>Figura 3 - Planta baixa: bloco administrativo</i>	14
<i>Figura 4 - Planta baixa: blocos salas de aula.</i>	15
<i>Figura 5 - Fachada dos blocos da sala de aula.</i>	16
<i>Figura 6 - Estrutura básica de um sistema de captação de água da chuva.</i>	17
<i>Figura 7 - Moradia beneficiada pelo Prochuva.</i>	18
<i>Figura 8 - Protótipo desenvolvido pela FUCAPT.</i>	18
<i>Figura 9 - Cisterna na Ilha grande.</i>	19
<i>Figura 10 - Sistema de coleta de água da chuva.</i>	19
<i>Figura 11 - Temperatura máxima (linha vermelha) e mínima (linha azul) médias.</i>	20
<i>Figura 12 - Temperatura horária média – o crepúsculo civil e a noite são indicados pelas áreas sombreadas.</i>	21
<i>Figura 13 - Precipitação média (linha contínua) acumulada durante o período contínuo de 31 dias ao redor do dia em questão.</i>	21
<i>Figura 14 - Porcentagem de tempo passado nos vários níveis de conforto de umidade, categorizada pelo ponto de orvalho.</i>	22
<i>Figura 15 - Velocidade média horária do vento (linha cinza escuro).</i>	23
<i>Figura 16 - Porcentagem de horas em que o vento tem direção média de cada uma das quatro direções cardeais de vento, exceto nas horas em que a velocidade média do vento é inferior a 1,6 km/h.</i>	23
<i>Figura 17 - Número de horas em que o sol é visível (linha preta).</i>	24
<i>Figura 18 - Terras caídas.</i>	25
<i>Figura 19 - Período de Enchente dos Rios (A).</i>	25
<i>Figura 20 - Início da Vazante do Rio (B).</i>	25
<i>Figura 21 - Período de Vazante dos Rios (C).</i>	26
<i>Figura 22 - Pico de Vazante dos Rios (D).</i>	26
<i>Figura 23 - Fundação em Radier (http://blogpraconstruir.com.br/etapas-da-construcao/radier/)</i>	30

<i>Figura 24 - Esquema de fundação em radier com aberturas.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 25 - Casa em Construção com Blocos Cerâmicos em Tabatinga.</i>	<i>31</i>
<i>Figura 26 - Estrutura de Gabião.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 27 - Placas Fotovoltaicas.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 28 - Sistema Acoplado ao Telhado para Coleta de Água.</i>	<i>34</i>
<i>Figura 29 - Estação de Tratamento de Efluentes compacta.</i>	<i>35</i>
<i>Figura 30 - Vista Aérea de Tabatinga/AM.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 31 - Escola Flutuante.</i>	<i>37</i>
<i>Figura 32 - Guia de balizamento.</i>	<i>38</i>
<i>Figura 33 - Patamares das rampas – vista superior.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 34 - Rampa de acessibilidade.</i>	<i>39</i>
<i>Figura 35 - Ventilação cruzada.</i>	<i>40</i>
<i>Figura 36 - Planta Tipo da DOM.</i>	<i>42</i>
<i>Figura 37 - Planta 01 - sugerida.</i>	<i>43</i>
<i>Figura 38 - Planta 2 - sugerida.</i>	<i>44</i>
<i>Figura 39 - Planta 3 - sugerida.</i>	<i>45</i>

1. Introdução

O Exército constrói residências para militares em todo o Brasil. Toda obra realizada deve se basear na legislação de referência ou, na falta desta, nas orientações do fabricante (normas, manuais ou catálogos). Pode-se citar os seguintes marcos que regem as obras do Exército:

Manual de Obras Públicas - Edificações – Construção

Manual de Obras Públicas - Edificações – Projeto

IR 50-16 Instruções Reguladoras para a Elaboração a Apresentação e a Aprovação de Projetos de Obras Militares no Comando do Exército.

IG 50-03 Instruções Gerais para o Planejamento e Execução de Obras Militares no Exército.

Esses marcos legais encontram-se no portal da Diretoria de Obras Militares (DOM) e podem ser consultados por qualquer pessoa pela internet.

Devido a suas características particulares, tem-se dificuldade na realização de obras no interior da Amazônia. Esta não é homogênea quanto a vegetação, solos e ciclos hidrológicos e por isso a padronização de um projeto é dificultado. Entretanto, pode-se aproveitar informações quando é feito um projeto para uma localidade específica. Portanto, este trabalho versará sobre a região de Tabatinga/AM.

Tabatinga é um município localizado no interior do estado do Amazonas, na tríplice fronteira entre Brasil, Colômbia e Peru, na entrada do Rio Amazonas no território brasileiro. Apresenta conurbação com a cidade colombiana de Leticia. Dada à importância estratégica de fronteira, o Exército Brasileiro faz-se presente na região com o Comando de Fronteira – Solimões/ 8º Batalhão de Infantaria de Selva e o Hospital de Guarnição de Tabatinga. Por conta de sua localização, a presença de Próprios Nacionais Residenciais (PNRs) de qualidade é de suma importância, entretanto, as residências disponíveis para os militares e seus familiares são antigas e apresentam incompatibilidades que diminuem a qualidade de vida nas moradias, como a não elevação da residência em relação ao solo, ou mesmo a falta de ventilação e luminosidade adequadas.

Este projeto tem por finalidade analisar os requisitos básicos para um PNR em Tabatinga/AM referentes à clima, ventilação, tipo de solo, condições sanitárias urbanas tomando cuidado com vetores transmissores de doenças, disponibilidade de energia elétrica, disponibilidade de materiais de construção, características arquitetônicas e propor soluções viáveis para os PNRs no tocantes da construção, manutenção e reforma.

Serão analisados o projeto arquitetônico (área de lazer, pé direito, varandas, tipo de telha, fechamentos internos e externos, isolamento ao calor e elevação da base); solo local; concepção da infraestrutura (tipos de fundação); concepção estrutural

(alternativas de materiais); fechamentos (uso de composições, solo cimento, tijolo de solo cimento, alvenaria de cerâmica etc.); forro; cobertura; acabamento; e materiais de construção; ideias sustentáveis, como o uso da água da chuva, energia solar, tratamento local de esgoto, acessibilidade e reciclagem de material de construção. Serão dadas opções de solução para melhoria das residências dos militares na região de Tabatinga, com plantas baixas alternativas levando em consideração os aspectos relevantes estudados no decorrer do trabalho. A partir dessas informações, tem-se por objetivo propiciar melhores condições na moradia da família militar.

A pesquisa foi baseada em literatura científica de estudos já realizados com o enfoque sustentável; soluções de materiais alternativos para a substituição dos tradicionais; adequações arquitetônicas; pesquisas geográficas para caracterização da região; observação local por meio da ferramenta Google Street View para se captar informações da cidade já que não foi possível a visita presencial. Possuindo essas informações, analisou-se a aplicabilidade e a acessibilidade dessas soluções para a cidade de Tabatinga.

O PNR padrão a ser analisado, da Diretoria de Obras Militares do Exército (DOM), de aproximadamente 115 m², destina-se a tenentes, capitães, sargentos e subtenentes, possuindo três quartos, sendo uma suíte, um banheiro social, uma cozinha, uma sala, uma área de serviço, uma varanda, um banheiro de serviço, um quarto de serviço cambiável e um depósito. O enfoque sustentável fica a cargo das soluções possíveis de serem efetivas na casa após ser feito o levantamento sobre esse tema na região.

2. Sustentabilidade

2.1. Contexto histórico

O Brasil passou de um país agrário e exportador urbano para industrial na década de 1930, durante o primeiro governo de Getúlio Vargas, e esta mudança veio se utilizando da grande disponibilidade de recursos e da mão-de-obra barata. As consequências destas prioridades acarretaram problemas ambientais, que eram poucos notados devido a relativa precariedade técnica e a falta de conhecimento adequado da época sobre tais efeitos.

Durante o governo de Juscelino Kubitschek (de 1956 e 1961), pelo seu Plano de Metas, ainda era possível ver o desconhecimento com a situação ambiental do país. Este plano possuía cinco setores abrangidos, sendo eles: energético, transportes, alimentação, indústrias de base e educação, e em nenhum momento o estudo sobre os efeitos ambientais eram abordados, o que era explicado por não ser um assunto ainda tão exaurido e não ter consciência da consequência destes.

Na década de 1960, por ação dos governos militares, começou uma ocupação sistemática e ostensiva de áreas isoladas do País, como a Amazônia, buscando a integração das mesmas a todo o território nacional. Nesta época, foram realizadas diversas obras de infraestrutura na região, tendo como principal a Rodovia

Transamazônica, baseadas na política de “Integrar para não Entregar”. Em 1970, a população da Amazônia Legal já havia atingido 7 milhões de habitantes, porém com grandes consequências à floresta, chegando a ter 14 milhões de hectares de área desmatada segundo estudiosos da época.

Em 1987 foi concebido o primeiro documento reconhecidamente aceito por ter diretrizes sobre o que viria a ser “desenvolvimento sustentável”: O Relatório Brundtland, que foi realizado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente.

Com o tempo, ao perceberem as consequências do desenvolvimento desenfreado sobre o meio ambiente, a valorização do tema foi se tornando relevante para o mundo e, assim, em 1992, houve a Rio 92, que foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, onde estiveram chefes de Estados e representantes oficiais de 179 países e organizações não governamentais de todo mundo, com a finalidade de reunir todos os países do mundo e discutir o conceito de Desenvolvimento Sustentável.

2.2. Desenvolvimento sustentável

“[...] que busca satisfazer as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas necessidades”. Esta foi a definição de desenvolvimento sustentável acordada na Rio 92 e que trouxe, por meio da Agenda 21, ações práticas que visasse o zelo com o meio ambiente e a sociedade.

Devido ao grande volume de recursos utilizados e resíduos produzidos a indústria da construção está interligada com a sustentabilidade, visando que uma obra satisfaça a funcionalidade proposta, as condições de segurança para ações humanas e naturais e a durabilidade do produto. Além disso, deve ser compatível aos interesses econômicos do dono da obra, ser esteticamente agradável e compatível com a circunstância e traduzir o menor impacto ambiental possível.

As construções podem ser classificadas como convencional, bioclimática ou eco-eficiente, de acordo com alguns aspectos e seu modo de agir perante eles, como mostrado na tabela abaixo.

Tabela 1- Tipos de construção (Convencional, Bioclimática, Eco-eficiente) (Fonte: Yeang 2001)

Aspectos	Tipos de Construção		
	Convencional	Bioclimática	Eco-eficiente
Configuração do edifício	Outras influências	Influenciada pelo clima	Influenciada pelo meio ambiente
Orientação do edifício	Pouco importante	Crucial	Crucial
Fachadas e janelas	Outras influências	Dependentes do clima	Dependentes do meio ambiente
Fonte de energia	Gerada	Gerada/ambiente	Gerada/ambiente/local
Controle do meio ambiente interno	Eletromecânico (artificial)	Eletromecânico/natural	Eletromecânico/natural
Consumo de energia	Geralmente elevado	Reduzido	Reduzido
Fonte de matérias-primas	Pouco importante	Pouco importante	Reduzido impacto ambiental
Tipo de materiais	Pouco importante	Pouco importante	Reutilizáveis/recicláveis/reciclados

O presente trabalho visa análise do projeto de residências militares, visando adaptações eco-eficientes.

2.3. Aplicação da sustentabilidade

Para adaptações às condições climáticas, vegetais e até da ocupação histórica da região amazônica, é necessário fazer algumas mudanças a fim de se aproveitar melhor o que o ambiente fornece e sobreviver às dificuldades locais.

2.3.1. Escolas Ribeirinhas e as variações climáticas

Como as últimas mudanças climáticas que tem acontecido devido ao fenômeno “El Niño”, que está ocasionando duas estações bem definidas na região amazônica: a de cheia e a de seca. Houve então uma pesquisa por acadêmicos da Universidade Federal do Amazonas e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas para solucionar um problema muito comum das escolas ribeirinhas: a interrupção do calendário letivo decorrente das grandes variações dos níveis das águas.



Figura 1 - Escola em Palafita Interditada no Período de Cheia

O problema das variações climáticas não está só em caso de enchentes, mas também no caso de seca, visto que nestes períodos, grandes erosões são formadas nas margens, que afetam a estrutura da escola ribeirinha.



Figura 2 - Edificação em madeiro tipo palafita em período vazante apresentando o problema de terras caídas.

A solução sustentável achada foi a de escolas flutuantes. Para este projeto é essencial considerar o conforto do ambiente para não prejudicar o estudo, incluindo então o conforto térmico e, para este, tem-se três soluções muito sustentáveis: (i) Madeira, que é um excelente isolante térmico e abundante na região, mas muitas vezes é associada ao desmatamento florestal e, por isso, preterida; (ii) Resíduos de Poliestireno Expandido (EPS), que tem grandes quantidades na região justamente por serem originados das atividades industriais do Polo Industrial de Manaus (PIM) e; (iii) Pannel Sanduíche, que é caracterizado por uma estrutura composta por duas camadas externas de um material de resistência e densidade elevada, e uma camada interna de um material de menor resistência e densidade.

Além do conforto térmico, outro fator importante é a destinação dos esgotamentos sanitários. A poluição afeta não só o meio ambiente e suas características originais, mas também afeta a saúde, o bem-estar e a segurança salutar, criando situações adversas às atividades sociais, incluindo festas, trabalhos, aulas e atividades econômicas. Portanto, o tratamento de esgoto previne ou atenua inúmeras doenças, e existem vários métodos para este, sendo

que o escolhido deve ser baseado nas condições de um curso d'água, estudo de autodepuração e dos limites definidos pela legislação ambiental.

Voltando à pesquisa para as condições socioculturais dos moradores, além de saneamento básico, demandas ambientais e níveis de educação, a pesquisa concluiu um projeto padrão de escola ribeirinha sendo, no caso deste estudo, sediada no Lago Januacá. Este projeto terá a escola separada em três módulos: um administrativo (contendo secretária, diretoria, biblioteca, sala dos professores, refeitório e cozinha); o segundo contendo quatro salas de aula, de capacidade de vinte alunos cada, tendo ainda instalações sanitárias; e o terceiro bloco de salas de aula, contendo seis salas, podendo uma ser adaptada para um laboratório de informática.

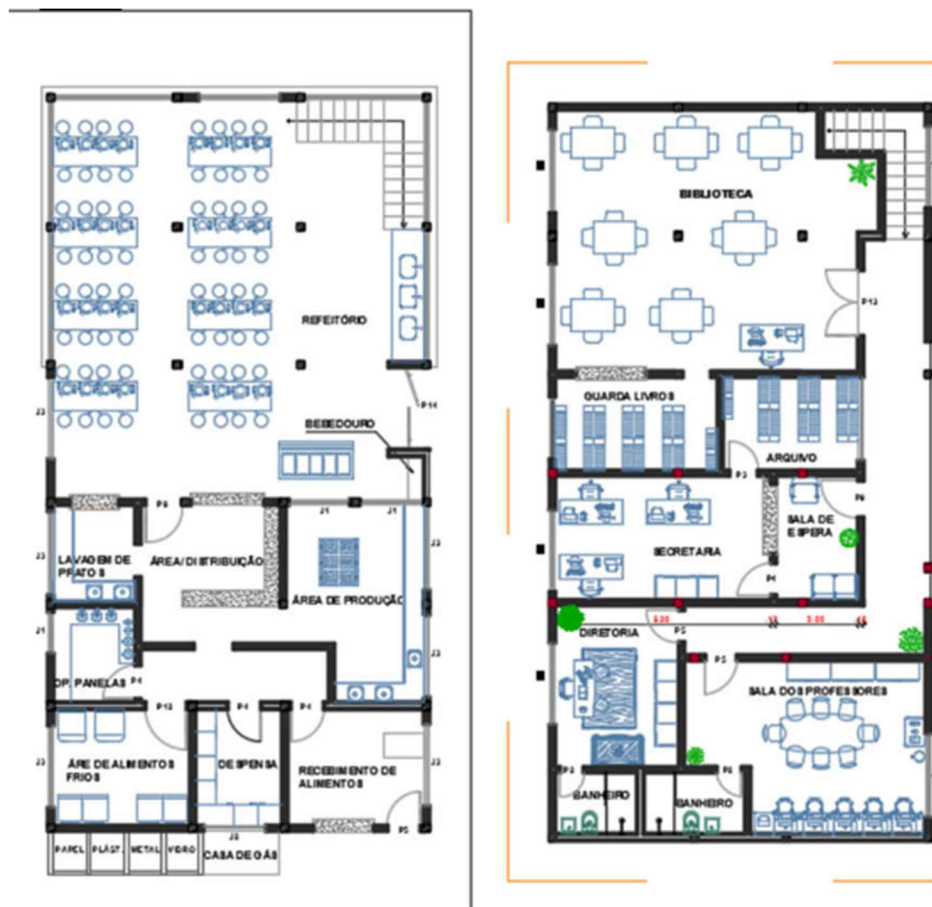


Figura 3 - Planta baixa: bloco administrativo

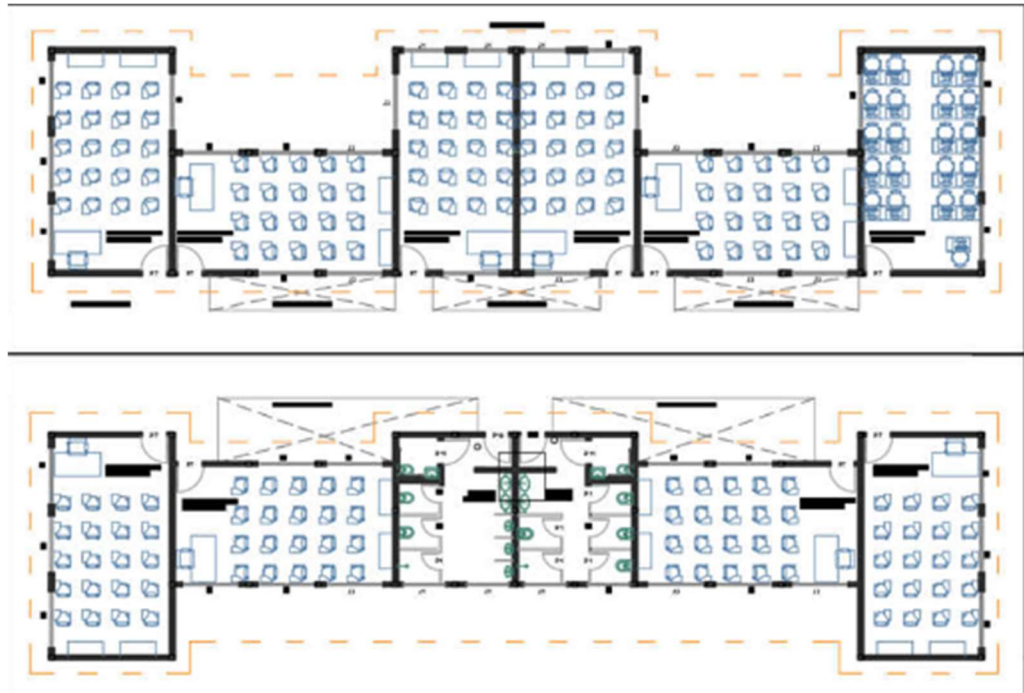


Figura 4 - Planta baixa: blocos salas de aula.

As edificações flutuantes ainda são conectadas sempre com a terra propensas a inundações e, para evitar problemas, usam de sistemas para se manter acima do nível d'água quando este sobe ou retorna ao nível original. Este movimento é guiado por pilares de concreto armado que possuem pequenos dentes que a base da edificação é capaz de percorrer, sendo eles também responsáveis pela ancoragem da edificação.

A fim de trazer conforto térmico, foram inseridas características no projeto como as aberturas no piso (sinalizadas e protegidas), os ambientes vedados com paredes sanduíches (duas peças de madeira e uma de isopor no meio) e os tetos compostos por EPS. Repare que a madeira é muito valorizada nesta construção por ser, quando bem empregada, sustentável, uma vez que é renovável, de fácil emprego para reciclagem, não precisa de processos industriais complexos e poluidores no seu processamento, além de ser facilmente trabalhada e reutilizável. O sistema de ventilação será composto por aberturas nas laterais dos telhados que permitirão a entrada de ventos, promovendo a troca de ar quente pelo ar frio. Esse sistema está visível na figura 5, que é a vista lateral dos blocos de sala de aula.

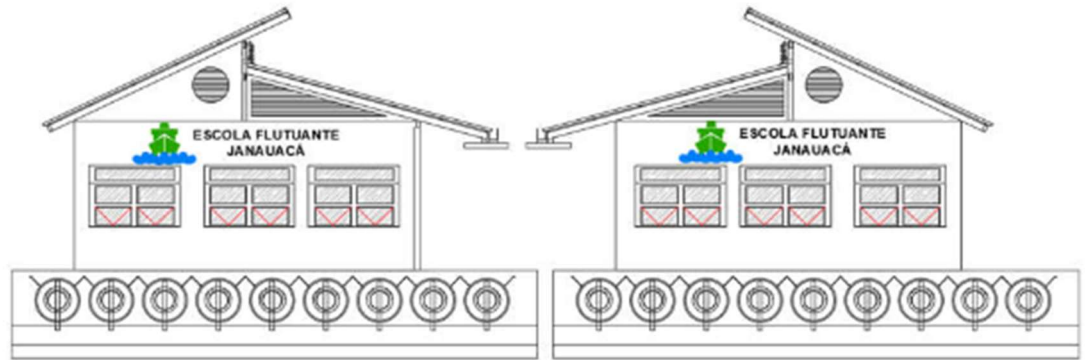


Figura 5 - Fachada dos blocos da sala de aula.

Para a cobertura foi considerada a telha termoacústica com isolamento de EPS, que é indicada pois a exigência do desempenho térmico se faz presente. A vantagem destas telhas é que elas são boas não só para o conforto térmico, mas também para o conforto acústico, além de serem mais econômicas que as de isolamento de PU (poliuretano), as mesmas são mais rígidas que as usuais e, por isso, espera-se reduzir o consumo de madeira na estrutura do telhado, o que diminui a extração de madeira e também o peso próprio suportado pela estrutura e a conseqüente redução da mesma.

O sistema de drenagem de águas pluviais composto por calhas de drenagem e tubulações servirá também para um abastecimento reserva, que será o suficiente para a necessidade hídrica dos vasos sanitários e para a lavagem das áreas de piso.

A fossa é dividida em quatro compartimentos e funções: retenção, decantação, digestão e redução de volumes. A retenção necessita de 12 horas para fazer todo o seu trabalho; A decantação faz a sedimentação de 60 a 70% dos sólidos em suspensão, finalizando-se em lodo, o que não é decantado, como óleos e gorduras, fica retido na superfície livre, formando a “escuma”; A digestão é o ataque das bactérias anaeróbicas ao lodo e à escuma, provocando a destruição de organismos patogênicos; O resultado disso é a redução de volumes, que forma gases, líquidos e sólidos menores e digeridos, que são mais estáveis e permitem que o efluente líquido seja lançado com melhores condições para a passagem deste material para o filtro, que irá realizar outra etapa do tratamento. A última etapa no processo de tratamento é o filtro anaeróbio, que é um reator biológico onde o efluente que já recebeu um melhoramento tem a oportunidade de ser depurado por meio de organismos anaeróbios.

O sistema de esgoto será locado no porão de cada base flutuante e foi dimensionado para receber anualmente uma extração de lodo da fossa, enquanto o filtro é capaz de se manter sem nenhuma substituição por 5 anos.

Desta forma foi possível criar um modelo de escolas ribeirinhas que são capazes de se adaptar às mudanças climáticas e manter sua serventia. Apesar de estas terem sido projetadas para determinadas condições regionais, é possível adequar para outras realidades sem perder grande parte do trabalho de pesquisa.

2.3.2. Água da chuva para abastecimento na Amazônia

Apesar de na Amazônia o quantitativo hídrico concentrar 81% da disponibilidade dos recursos hídricos brasileiros (ANA, 2011), o acesso e a qualidade da água são problemas sérios enfrentados, tanto que, em 2008, a região Norte possuía o maior percentual de municípios distribuindo água sem tratamento (21,2%). A fim de orientar a solução, o artigo “ÁGUA DA CHUVA PARA ABASTECIMENTO NA AMAZÔNIA” foi publicado para divulgar o panorama geral das experiências de aproveitamento da água da chuva nos estados que compõe a Amazônia brasileira.

O aproveitamento da água da chuva tem uma lógica simples e de fácil compreensão: é um modelo alternativo de abastecimento de água que faz uso das superfícies impermeáveis, como telhados, lajes e calçadas, que visam coletar o produto das precipitações pluviométricas em reservatório(s) próprio(s) e daí poderá ser distribuída.

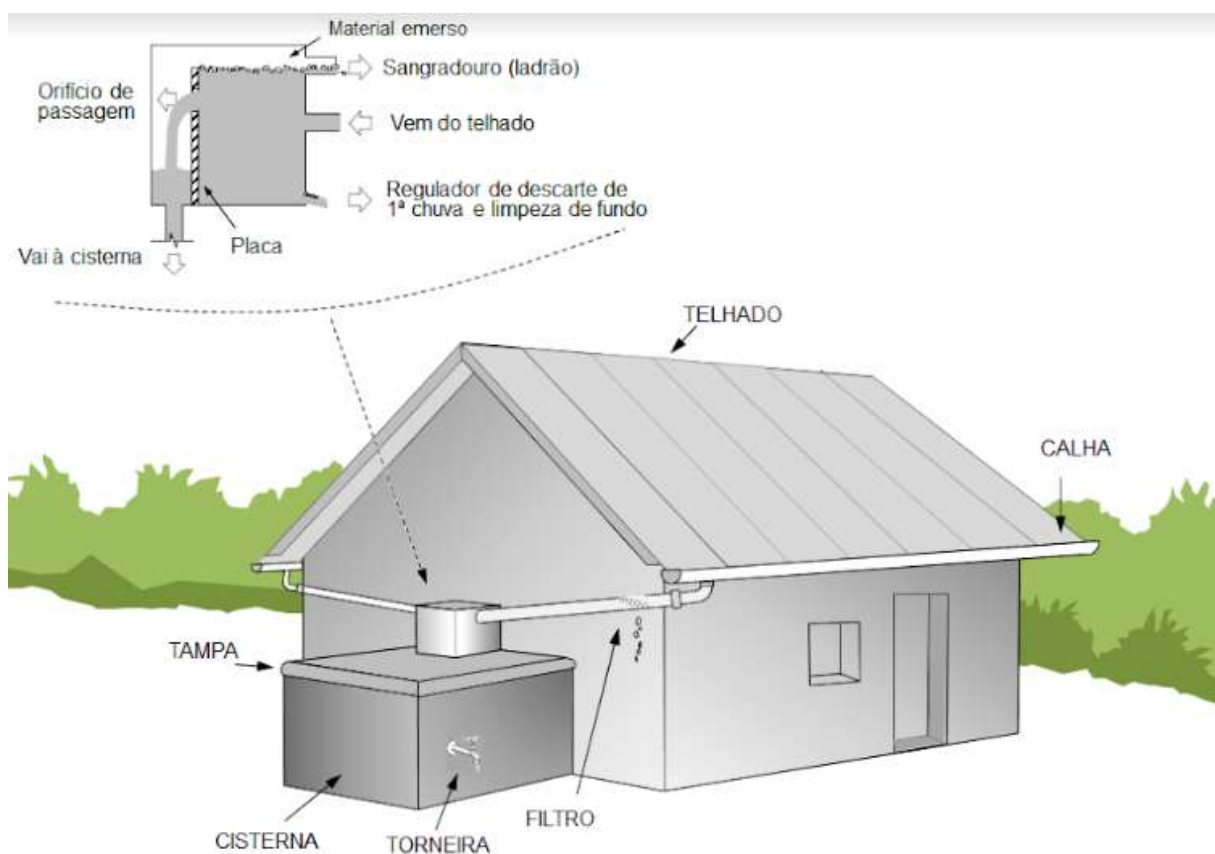


Figura 6 - Estrutura básica de um sistema de captação de água da chuva.

Como um exemplo de experiência deste sistema existe o projeto “Escola Verde – educação com os pés na terra”, que foi desenvolvido junto à Escola Estadual Rio Preto da Eva e teve ajuda da iniciativa Programa de Melhores Sanitárias e Domiciliares, Aproveitamento e Armazenamento de Água da Chuva - Prochuva. O programa funciona desde 2006 e consiste na distribuição de um kit de infraestrutura contendo as partes essenciais do sistema: calha, tubulação e reservatório de água. O objetivo é, através do uso de recursos pluvial, beneficiar

comunidades afetadas com as secas dos rios e que não possuem nenhum sistema de fornecimento doméstico de água.



Figura 7 - Moradia beneficiada pelo Prochuva.

Outro exemplo positivo foi desenvolvido pela Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica (FUCAPT) em 2010 com o projeto “Água limpa para pequenas comunidades da Amazônia”. A intenção foi fornecer uma alternativa para as comunidades do interior do estado que sofrem com problemas de abastecimento de água de boa qualidade durante o período de vazante dos rios, através da captação e tratamento de águas pluviais. Com o apoio financeiro do Banco da Amazônia (BASA), o protótipo implantado dispensa o uso de eletricidade para a purificação da água.



Figura 8 - Protótipo desenvolvido pela FUCAPT.

Neste protótipo são usadas duas calhas para captar a água da chuva. Ao descer pelas calhas, a água passa por um primeiro filtro para retirar fragmentos como pedras e folhas. Há uma válvula para descartar a primeira água, normalmente mais suja.

Em 2004 foi implementado o projeto “Água limpa é vida” no Pará, que foi a primeira experiência registrada sobre o aproveitamento da água da chuva no Estado. A ação multi-institucionalizada entre a Sociedade Bíblica do Brasil – SBB, o Ministério de Desenvolvimento Agrário – MDA, o projeto Dom Helder e a Diaconia consistia na construção de uma cisterna de concreto de 16 mil litros de água, que servia para abastecer a comunidade de Ilha Grande, localizada no

sul de Belém, e a Escola de Ensino Fundamental de São José, seguindo o modelo das cisternas do Programa Um Milhão de Cisterna (PIMC).



Figura 9 - Cisterna na Ilha grande.

Ainda na região insular de Belém foi implantado o Projeto “Água em Casa, Limpa e Saudável”, em 2006, promovido pela Cáritas Metropolitana de Belém (CAMEBE), uma associação religiosa de direito privado, sem fins econômicos. O projeto consiste no armazenamento da água da chuva, sem descarte inicial, que através de calhas e tubos instalados nas casas é direcionada aos reservatórios e então utilizada pelas famílias.

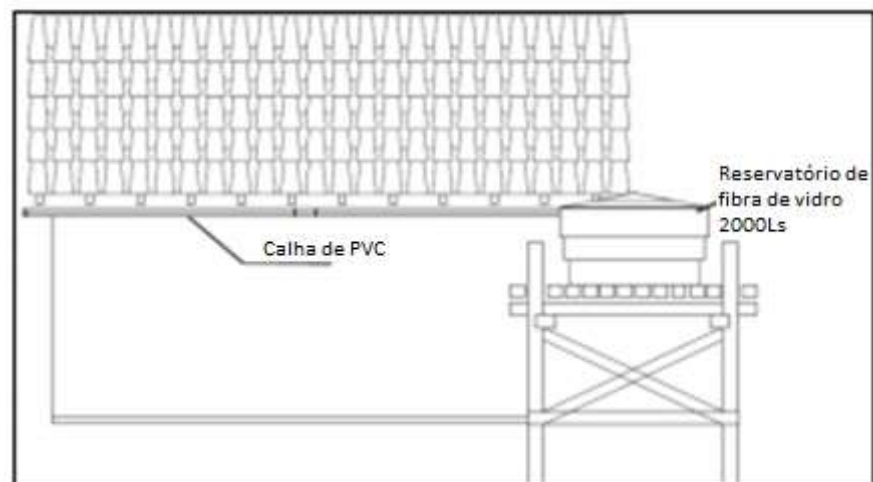


Figura 10 - Sistema de coleta de água da chuva.

Estes poucos projetos são relativamente recentes e mostram pequenas ações capazes de solucionar um grande problema na região: o difícil acesso à água, e ainda de uma forma sustentável, prática e de baixo custo.

3. Levantamento de Requisitos

3.1. Caracterização da Localidade

A Floresta Amazônia, apesar de parecer homogênea, possui subdivisões que lhe fornecem diferentes características. São elas a mata de igapó, a mata de várzea, a mata de terra firme e a floresta semiúmida.

A mata de igapó está presente em regiões de baixo relevo próximo aos rios, permanecendo assim alagada. Sua vegetação é composta basicamente por plantas com estatura máxima de 20 metros, cipós e plantas aquáticas. A mata de várzea também sofre alagamento, mas somente nas cheias dos rios. A mata de terra firme não sofre alagamento e possui as árvores de maior porte. A floresta semiúmida é caracterizada por ser uma floresta de transição entre biomas, possui árvores com alturas entre 15 e 20 metros, com troncos finos e copas restritas.

3.1.1. Clima em Tabatinga/AM

3.1.1.1. Temperatura

A estação quente permanece por 3,5 meses, de setembro a dezembro, com temperatura máxima média diária acima de 30°. Já a estação fresca permanece por 2,3 meses, de maio a julho, com temperatura máxima média diária abaixo de 27°. Assim, percebe-se que a temperatura na região é sempre elevada.

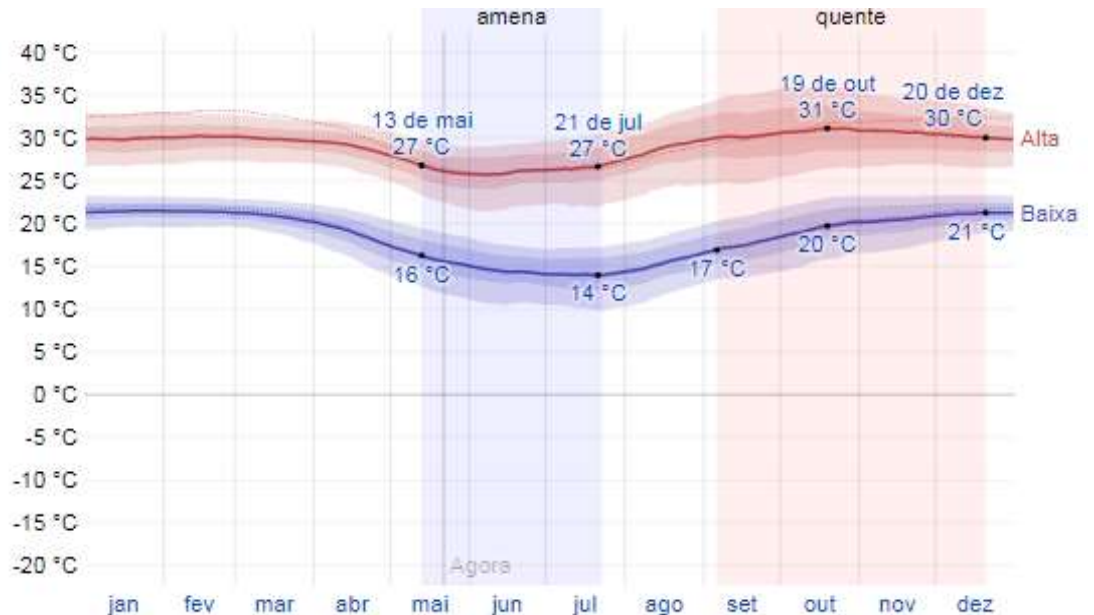


Figura 11 - Temperatura máxima (linha vermelha) e mínima (linha azul) médias.

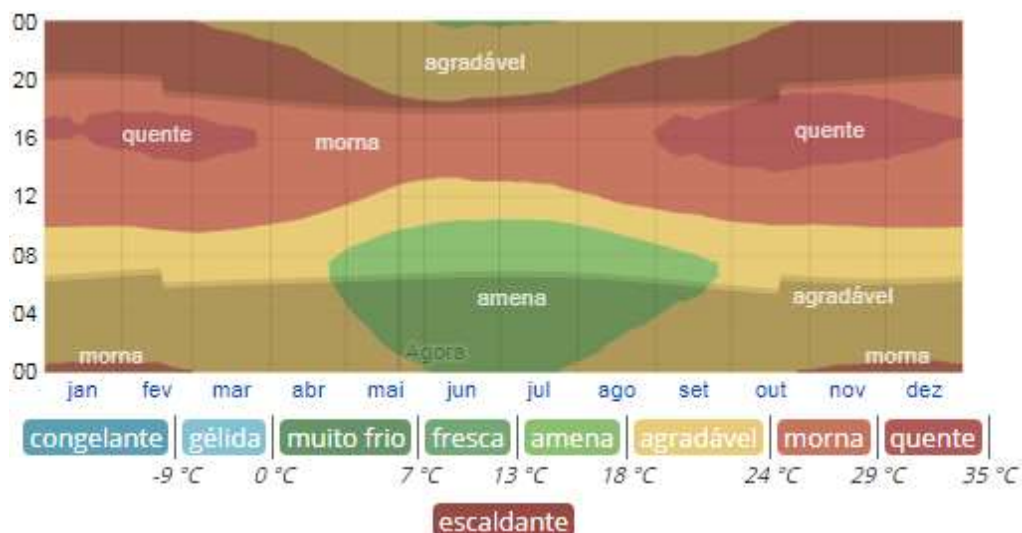


Figura 12 - Temperatura horária média – o crepúsculo civil e a noite são indicados pelas áreas sombreadas.

3.1.1.2. Precipitação

É considerado dia com precipitação aquele com precipitação mínima líquida de 1 milímetro ou equivalente. A probabilidade de dias com precipitação em Tabatinga varia consideravelmente durante o ano. A estação de maior precipitação dura 5,2 meses, de outubro a abril, com probabilidade acima de 37% de que um determinado dia tenha precipitação. A estação seca dura 6,8 meses, de abril a outubro.

3.1.1.3. Chuva

Para demonstrar a variação entre os meses e não apenas os totais mensais, é apresentada a precipitação de chuva acumulada durante um período contínuo de 30 dias ao redor de cada dia do ano. Tabatinga tem variação sazonal extrema na precipitação mensal de chuva. Chove ao longo do ano todo em Tabatinga. O máximo de chuva está presente no período de janeiro, com acumulação total média de 218 milímetros. O mínimo ocorre por volta de julho, com acumulação total média de 22 milímetros.

O ano hidrológico de Tabatinga vai de agosto a julho.

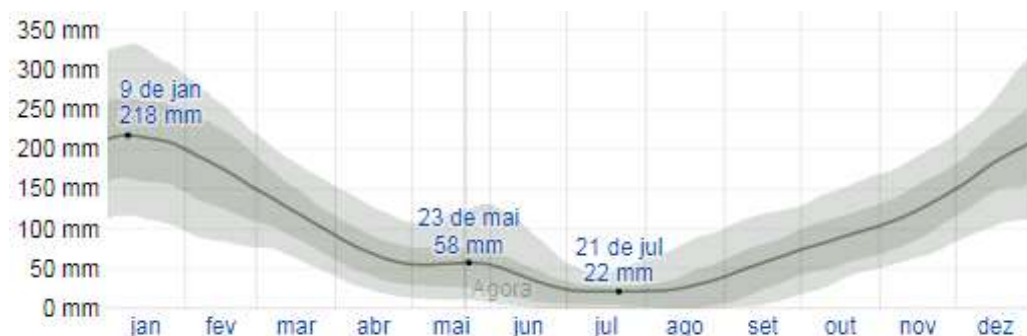


Figura 13 - Precipitação média (linha contínua) acumulada durante o período contínuo de 31 dias ao redor do dia em questão.

3.1.1.4. Umidade

Tomando como referência o nível de conforto de umidade como sendo o ponto de orvalho, pois ele determina se a transpiração vai evaporar da pele e, conseqüentemente, esfriar o corpo. Tabatinga tem variação sazonal extrema na sensação de umidade. O período mais abafado do ano dura 7,3 meses, de outubro a maio, no qual o nível de conforto é abafado, opressivo ou extremamente úmido em pelo menos 25% do tempo.

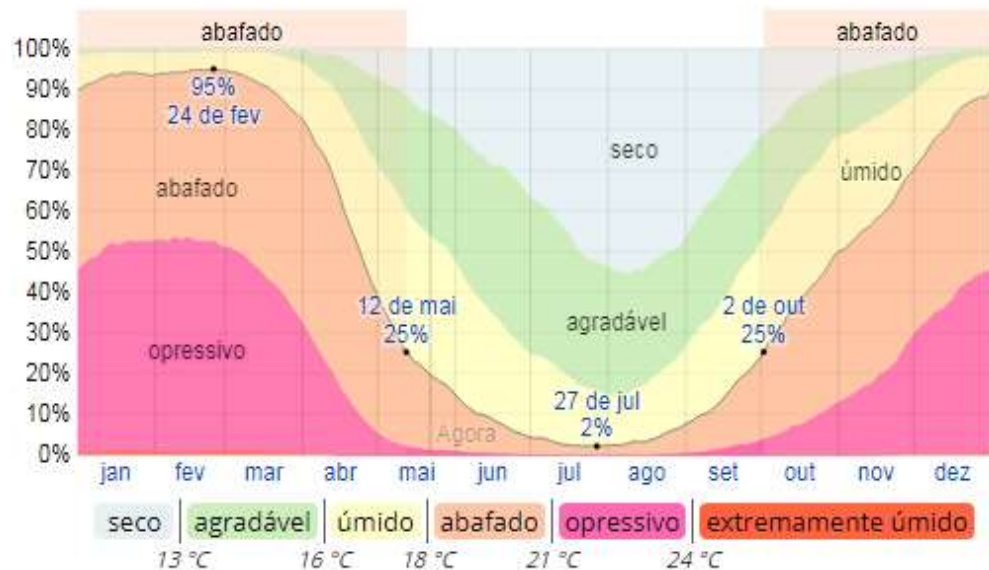


Figura 14 - Porcentagem de tempo passado nos vários níveis de conforto de umidade, categorizada pelo ponto de orvalho.

3.1.1.5. Ventos

Tomamos como referência o vetor médio horário de vento (velocidade e direção) em área ampla a 10 metros acima do solo. A velocidade horária média do vento em Tabatinga passa por variações sazonais significativas ao longo do ano. A época que mais venta dura 4,4 meses, de julho a novembro, com velocidades médias do vento acima de 12,3 quilômetros por hora. A época mais calma do ano dura 7,6 meses, de novembro a julho.

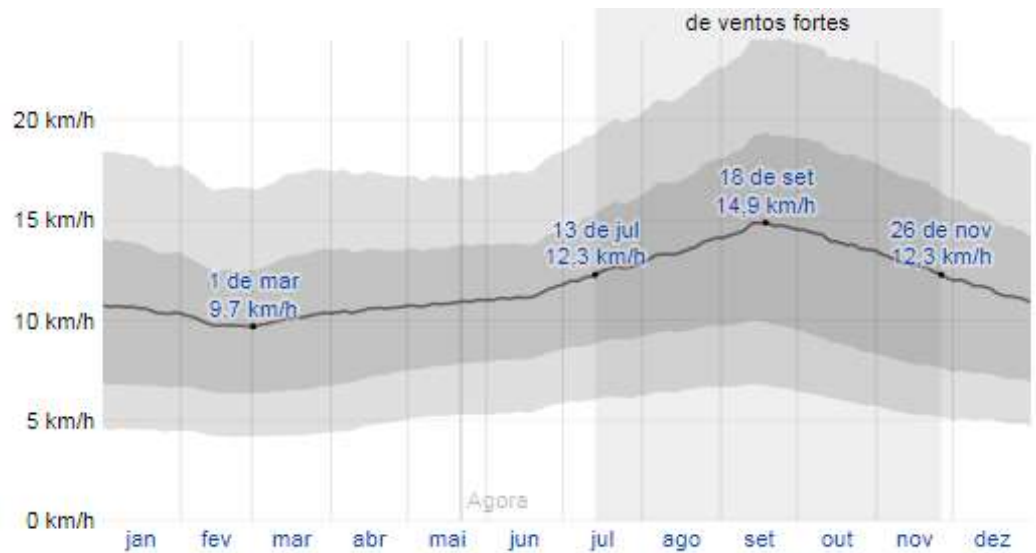


Figura 15 - Velocidade média horária do vento (linha cinza escuro).

A direção média horária predominante do vento em Tabatinga varia durante o ano. O vento mais frequente vem do Leste.

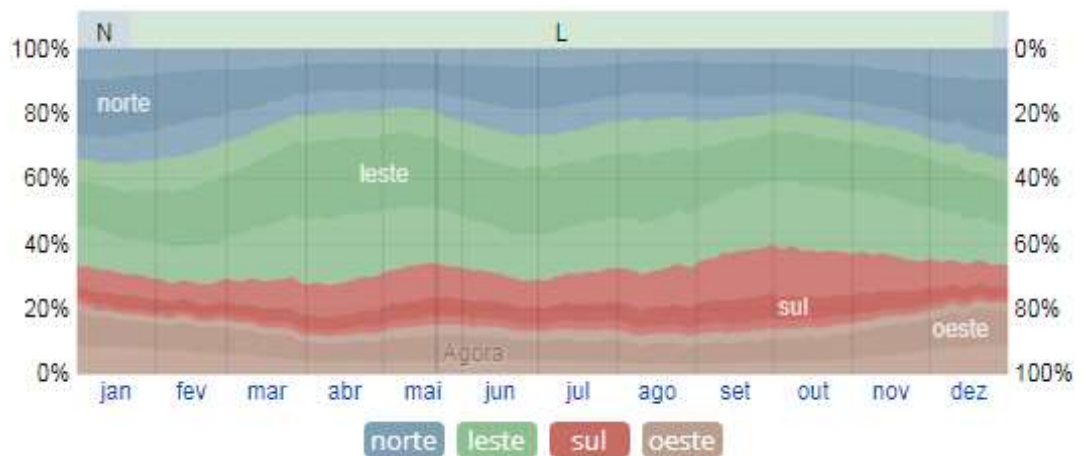


Figura 16 - Porcentagem de horas em que o vento tem direção média de cada uma das quatro direções cardeais de vento, exceto nas horas em que a velocidade média do vento é inferior a 1,6 km/h.

3.1.1.6. Sol

A duração do dia em Tabatinga varia ao longo do ano. Em 2019, o dia mais curto é 21 de junho, com 10 horas e 48 minutos de luz solar. O dia mais longo é 22 de dezembro, com 13 horas e 28 minutos de luz solar.



Figura 17 - Número de horas em que o sol é visível (linha preta).

3.1.1.7. Nuvens

Em Tabatinga, a porcentagem média de céu encoberto por nuvens sofre significativa variação sazonal ao longo do ano. A época menos encoberta começa por volta de abril e dura cerca de 6,3 meses, terminando em outubro. A época mais encoberta começa em outubro e dura cerca de 5,7 meses, terminando em abril.

3.1.2. Solo

O solo em Tabatinga é nacionalmente conhecido e estudado por ser um solo de difícil trabalho. Trata-se de um solo argiloso-arenoso, com predominância de latossolo vermelho e latossolo amarelo, de origem sedimentar e que úmido ou seco é bastante quebradiço quando seco, apresentando consistência muito plástica e elevada expansão quando em contato com a água. Além disso, ensaios triaxiais dinâmicos mostram que a tabatinga se deforma rapidamente quando saturada por capilaridade, situação na prática facilmente atingida em solos da Amazônia. Tal característica agrega cuidados na definição da fundação e tratamento necessários para a realização de obras.

Durante a pesquisa pelas características do solo da região foram achadas várias informações contraditórias e poucos resultados de ensaios de fato, portanto é importante salientar a necessidade de realização de ensaios confiáveis para a caracterização do solo a fim de estar preparada para as demandas estruturais que ele tem.

Um fenômeno comum em regiões à margem dos rios na região amazônica, como o caso da Vila Militar de Tabatinga, é o das “terras caídas”, nome que elucida a erosão sofrida no solo na região às margens de rios. Tal erosão é acelerada pelas secas e enchentes da região, pois nos momentos de cheia o volume da água comprime as margens, gerando uma pressão hidráulica muito forte além da correnteza, o que faz abrir grandes cavernas subterrâneas, até que a ruptura provoque a queda do terreno, que é tragado pelas águas.



Figura 18 - Terras caídas.

STERNBERG, H. explicou tal fenômeno da seguinte forma:

- Período de Enchente dos Rios (A): Durante a enchente do rio o aprofundamento do leito ocorre por meio de uma ação vorticosa que emerge do fundo e se manifesta na superfície da água pela presença de uma forma mais ou menos circular conhecida regionalmente na Amazônia como “liso”.

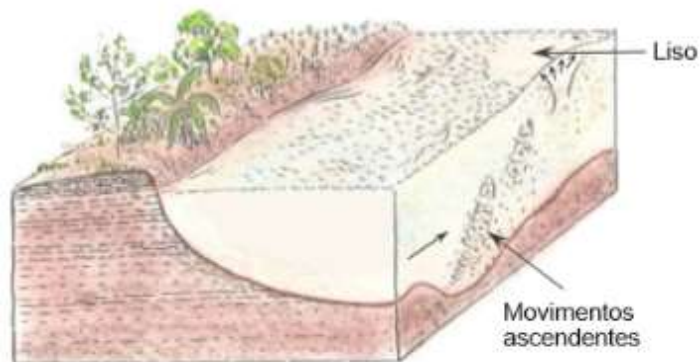


Figura 19 - Período de Enchente dos Rios (A).

- Início da Vazante dos Rios (B): O prenúncio da ocorrência de escorregamento dos barrancos manifesta-se através de fissuras que se estendem nas proximidades da margem ou dos sedimentos mais recentes depositados durante a enchente anterior.

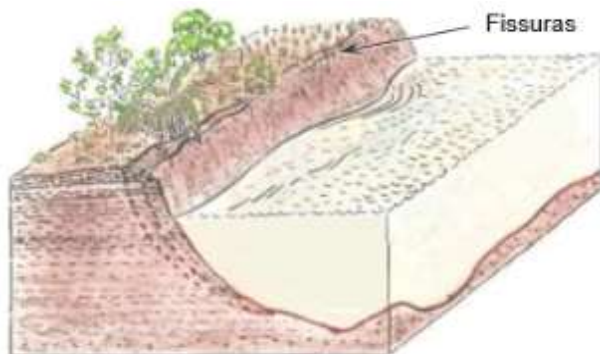


Figura 20 - Início da Vazante do Rio (B).

- Período de Vazante dos Rios (C): Os macroturbilhamentos ascendentes são os mais evidentes no período de enchentes, porém o seu efeito ocorre com

mais intensidade durante a vazante através de sucessivos deslocamentos de material da margem.

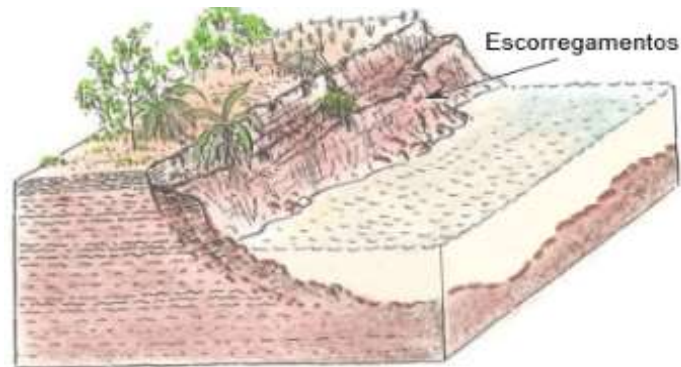


Figura 21 - Período de Vazante dos Rios (C).

- Pico da Vazante dos Rios (D): Após o comprometimento da estabilidade do perfil transversal do rio, se restabelece o equilíbrio por meio de deslocamento do material aluído das margens em direção às depressões escavadas no leito do canal.



Figura 22 - Pico de Vazante dos Rios (D).

Uma possibilidade de solução às chamadas “terras caídas” é o emprego de estruturas flexíveis realizando a estabilização das margens de forma semelhante ao que fazem os gabiões nos muros de arrimo.

População Local

A população de Tabatinga é altamente miscigenada. É composta por brasileiros, peruanos, colombianos e, dentre estes, os indígenas de diversas etnias, sendo a maioria da etnia Ticuna. Dentre os brasileiros, existe a população rotativa devido à presença dos militares das forças armadas e aos funcionários públicos que passam temporadas na região. Recentemente, os haitianos começaram a chegar na cidade principalmente pela fronteira com o Peru.

Saber a cultura e os costumes da população local é importante para que as características adotadas no PNR se integrem à região e assim, a facilidade em se construir e a integração social dos militares que ali morarão seja facilitada. Para tanto, sugere-se que seja feita uma pesquisa para captar essas informações.

Uma sugestão dessa investigação é apresentada por um questionário que se encontra no Apêndice I ao final deste documento.

3.1.3. Saneamento Básico

Segundo o IBGE, em 2010, somente 21,6% dos domicílios de Tabatinga possuíam esgotamento sanitários adequados, abaixo da média nacional de 45%. Tal situação gera diversos problemas de saúde decorrentes do contato humano com o esgoto e sendo evidente para quem transita na cidade, vendo o líquido exposto nas ruas e sentindo o cheiro característico do esgoto.

Na Vila Militar de Tabatinga, o descarte de esgoto é feito por fossas sépticas, entretanto estas não recebem a devida manutenção e, portanto, estão cheias, fazendo com que o descarte seja redirecionado para o Rio Amazonas.

3.1.4. Abastecimento de Água

De acordo com os dados sócio sanitários do Sistema de Informação de Atenção Básica (SIAB) levantados pelo Programa de Agentes Comunitários de Saúde (PACS) e alimentados pela Secretária Municipal de Saúde Tabatinga (2005), das 5496 famílias cadastradas pelo PACS, apenas 27,4% estão conectadas, de fato, ao sistema de água e 57% delas se abastecem de nascentes e poços. Este dado revela a realidade do local: a maioria da população explora indiscriminadamente os mananciais subterrâneos através de poços tubulares rasos que traz a preocupação da disseminação de doenças de veiculação hídrica, por causa de infiltração e contaminação do lençol freático, dada as condições de saneamento básico presente na região.

Mesmo não sendo o ideal, os poços acontecem com tanta frequência devido aos problemas de abastecimento de água do sistema público que, além de não suprir a demanda da população em quantidade, também não supre em qualidade. Durante muitos anos a população recebeu água bruta do sistema público (que é água tratada somente com aplicação de solução clorada), o que resulta em falta de confiança da população na água, falta esta que também se deve ao tratamento realizado, já que a Estação de Tratamento de Água (ETA) recebe água bruta do Rio Solimões, que é contaminado por parte do descarte de esgoto de Tabatinga e Letícia.

3.1.5. Transporte de Materiais

A cidade de Tabatinga fica a 1.106 Km de distância, em linha reta, de Manaus. Para se chegar a Tabatinga existem dois meios de transporte: o fluvial e o aéreo. Como o que nos interessa é o transporte de carga, a embarcação utilizada é a balsa. Subindo o rio, de Manaus para Tabatinga, rota utilizada para a entrega de mercadoria, são necessários, em média, 4 dias. Já o transporte de avião leva, em média, 01:45h.

Vale lembrar que Manaus não é ligada por estradas ao restante do país durante todo o ano já que a BR 319, que liga Manaus a Porto Velho-RO e impraticável no chamado inverno amazônico, período mais chuvoso da região que vai de dezembro a maio.

Todos esses fatores encarecem o transporte e, conseqüentemente, o preço dos produtos não locais consumidos em Tabatinga.

4. Materiais Alternativos Concebidos para Tabatinga/AM

4.1. O bambu (*Dendrocalamus asper*) como elemento estrutural

O bambu já se mostrou viável para a construção civil, devido a sua resistência, flexibilidade, baixo custo e pelo impacto reduzido de cultivo. Em países asiáticos e americanos, como China, Equador e Colômbia, a técnica já é bem desenvolvida e utilizada até para pontes e edifícios de pequeno porte.

O Laboratório Future Cities de Cingapura está conduzindo um estudo que visa determinar as aplicações do bambu na construção civil. A pesquisa está revelando a real condição do material como elemento de estrutura para edificações.

O bambu pode ser uma boa alternativa para países sem condições de fabricar em quantidade satisfatória materiais como aço e concreto e atender locais de difícil acesso externo. Abundante, renovável, extremamente resistente, de fácil plantio e sendo a planta de mais rápido crescimento no mundo, este material tem um enorme potencial para se tornar, no futuro, um substituto do aço, pelo menos para obras pequenas.

Nos estudos de resistência e tração realizados, o bambu se mostrou extremamente eficiente, superando a maioria dos outros materiais testados, incluindo o aço reforçado. Isso foi possível devido a sua estrutura oca e tubular que evoluiu ao longo de milênios para resistir às intempéries naturais. Além de suas vantagens de utilização, o bambu ainda oferece uma fácil colheita e transporte, o que o torna economicamente mais viável. Outra característica é a sustentabilidade, já que sua obtenção é bem menos impactante do que a do metal.

Todos esses fatores são um grande incentivo para o investimento no desenvolvimento da produção e utilização do bambu. Mesmo assim, apesar desses benefícios, ainda é necessário muito trabalho e pesquisas para superar algumas limitações do material, como a contração e expansão causadas por mudanças de temperatura e absorção de água, além da degradação que pode ser gerada por fatores biológicos e pela umidade.

4.2. A argila calcinada como agregado (pavimento, fundação e dreno)

A região amazônica é carente de agregados naturais, o que dificulta a realização de obras de engenharia. Essa escassez provoca o aumento do custo da obra devido ao alto custo do transporte desse material até o local da obra. Por conta dessa dificuldade, no início dos anos 2000, foi desenvolvida, no Instituto Militar de Engenharia, a pesquisa sobre argila calcinada para a substituição do agregado natural em obras rodoviárias.

Essa tecnologia pode ser aplicada na fabricação do concreto utilizado na construção do PNR em estudo uma vez que Tabatinga é carente em agregado natural, principalmente devido a região possuir olarias em funcionamento que facilitariam a produção de tal material. O uso dessa tecnologia impacta o meio ambiente pela queima de carvão utilizados nas olarias, porém, existe em Tabatinga, empresas que, após estudos, fazem a queima de sementes para cozinhar os tijolos, e não a madeira, o que mitigaria o impacto da produção do agregado.

No processo de fabricação são produzidas peças com dimensões próximas as de um tijolo. Esperam-se as peças ficarem secas e então, são queimadas. A queima chega a um patamar de temperatura de 950°C e dura em média 36 horas. Em seguida as peças são britadas para a produção do agregado de acordo com a granulometria desejada.

4.3. O solo cimento como alvenaria (vedação, fundação e pavimento)

O solo-cimento é o material resultante da mistura homogênea, compactada e curada de solo, cimento e água em proporções adequadas. O produto resultante deste processo é um material com boa resistência à compressão, bom índice de impermeabilidade, baixo índice de retração volumétrica e boa durabilidade. O solo é o componente preponderante ($\pm 90\%$) para se obter o solo-cimento. O cimento entra em uma quantidade que varia de 5% a 10% do peso do solo, o suficiente para estabilizá-lo e conferir as propriedades de resistência desejadas para o composto.

Praticamente qualquer tipo de solo pode ser utilizado, entretanto os solos mais apropriados são os que possuem teor de areia entre 45% e 50%. Caso o solo não tenha o teor apropriado de areia, pode-se acrescentá-la à mistura criando um solo adequado para a produção do solo cimento. Somente os solos que contêm matéria orgânica em sua composição (solo de cor preta) não podem ser utilizados. O solo a ser utilizado na mistura pode ser extraído no próprio local da obra.

Em habitação, o solo-cimento pode ser utilizado segundo dois processos construtivos: o de paredes monolíticas e o da produção de tijolos ou blocos prensados. A escolha da técnica a ser utilizada depende das características de cada obra em particular. A sua principal aplicação é na construção de paredes, mas pode ainda ser utilizado na composição de fundações, calçadas e contrapisos.

5. Soluções Construtivas Pertinentes

Como o objetivo do estudo é a análise de um projeto de PNR na região amazônica, a escolha das melhores soluções para a construção avalia também a sustentabilidade do local. Por isso, sempre que algum material ou modo de execução for cotado para o projeto, deve-se analisar, além do fator construtivo, econômico e logístico, o que este afetará no sistema social e ambiental.

Desta forma, serão analisadas as melhores soluções para o projeto de um PNR de acordo com as etapas construtivas de uma obra:

5.1. Fundação e Infraestrutura

O PNR analisado terá um pavimento pois este é o padrão executado pela DOM, o que facilita a construção, permite maior acessibilidade e tem um custo reduzido quando comparado a uma residência de dois pavimentos. Além disso, propicia a aplicação de soluções arquitetônicas que favorecem a circulação de ar discutidas mais a frente neste trabalho.

Por se prever uma construção de único pavimento, instalado em uma região com dificuldades de construção decorrente do tipo de solo, baixa capacidade de suporte, e tentando avaliar as melhores condições de uso, sugere-se a utilização do radier como fundação. Entretanto, a forma com que este tipo de fundação é feita dificulta a manutenção e reparos futuros nas instalações elétricas e hidrossanitárias, que ficam abaixo do radier ou embutidas no concreto.

Analisando esse ponto, podemos sugerir uma alteração na aplicação do radier, fazendo acessos nos quais estariam presentes as instalações, facilitando a manutenção.



Figura 23 - Fundação em Radier (<http://blogpraconstruir.com.br/etapas-da-construcao/radier/>)

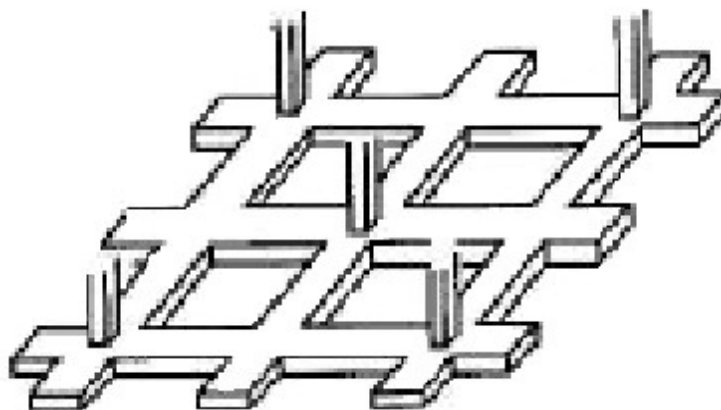


Figura 24 - Esquema de fundação em radier com aberturas.

Além disso, por conta da alta umidade do local, é necessário se tomar medidas que diminuam os problemas decorrentes deste fator. Para tanto, recomenda-se a elevação da residência, para afastar da umidade do solo com duas possibilidades: 1ª – aterro e assentando-a sobre uma base de granulometria aberta permeável (argila calcinada) para evitar a o fenômeno da capilaridade, subida da umidade, ou, 2ª - acréscimo de um porão com altura de 80 cm para permitir acesso às instalações prediais e também o afastamento da umidade, ou ainda, a impermeabilização utilizando produtos como emulsões asfálticas, cimentos poliméricos, mantas asfálticas e aditivos impermeabilizantes para argamassas, que, apesar de serem materiais mais modernos têm seu acesso limitado para a região, o que aumentaria muito o custo para aquisição e transporte desses materiais.

5.2. Alvenaria

Um fator importante sustentável é o aproveitamento dos recursos da região, que faz fomentar a economia local e economiza em transporte, tempo, custos e futuras manutenções. Assim sendo, a cidade de Tabatinga tem uma indústria de tijolos cerâmicos, que é o que rege a maioria das construções da região. Entretanto a produção de tijolos é feita sem adequado controle, resultando em tijolos de diferentes dimensões e resistências, o que dificulta a construção de qualidade.



Figura 25 - Casa em Construção com Blocos Cerâmicos em Tabatinga.

Além dos blocos cerâmicos, uma alternativa é a madeira, que é um ótimo material de construção por ser bom isolante térmico e adequado à estrutura. Mas a serralheria de grande porte e que possui alvará para exercer tal comercialização fica no município de Benjamin Constant, que tem o deslocamento difícil até Tabatinga. Por causa da dificuldade de locomoção, não é comum ver a comercialização de madeira nas lojas da cidade.

Parede de fibrocimento é uma opção comum na região norte do país por causa do conforto térmico que proporciona. Tais paredes são de fácil montagem e apresentam

designs diferentes, entretanto o preço é mais caro e é necessário saber se o material é facilmente adquirido em Tabatinga.

O cimento Portland vem de Manaus e, devido a todo o deslocamento, tem seu preço alterado em até 50%, porém é um material de fácil obtenção em Tabatinga, estando presente na maioria das lojas de construção da cidade.

Além dos materiais da edificação em si, é importante avaliar a estabilidade do solo que receberá a construção. Assim, um dos maiores problemas da região, as “terras caídas”, que consistem na erosão do solo em momentos de seca, precisam também ter a sua prevenção projetada. Uma técnica bastante difundida na cidade é a de muros de arrimo de concreto porém ela não é recomendada para locais em que a base pode se movimentar. Portanto, uma alternativa é o uso de gabião, que é uma estrutura flexível, armada e drenante, que possui grande durabilidade e resistência.



Figura 26 - Estrutura de Gabião.

5.3. Instalações

5.3.1. Instalações Elétricas

Como já visto no presente trabalho ao estudar o clima na região, há grande incidência de radiação solar em Tabatinga sendo, portanto, uma boa região para buscar a energia proveniente do sol, que é uma energia limpa que se aproveita simplesmente da exposição ao sol.

A placa solar funciona através de células de silício ou outro material e quando em contato com a luz solar, produz um fluxo de elétrons livres, mais conhecido por corrente elétrica. O conjunto destas células forma uma placa fotovoltaica que pode ser usada como fonte de energia alternativa em estabelecimentos e tem o aproveitamento quase total de energia e, se a mesma for produzida mais que a utilizada pelo morador da residência, pode ser repassada à concessionária gerando crédito ao proprietário.

Assumir tal alternativa de energia é um investimento, visto que pagará mais caro inicialmente para, depois, ter economia nas contas de luz. Sendo o consumo de energia

elétrica por residência no Estado do Amazonas 217,6 kW/mês, segundo pesquisa da Empresa de Pesquisa Energética em 2017, seria necessária uma área livre no telhado de 15 m² para a instalação de 7 placas solares de 250 W.

Manter o sistema das placas fotovoltaicas exige simples cuidados. A manutenção é a limpeza das placas solares, que pode ser feita anualmente, e ainda é facilitada por ser uma região que chove quase todos os dias. A vida útil pode chegar até 35 anos, sendo que com 12 anos de uso, as placas têm sua eficiência reduzida para 90% e, com 25 anos, para 80%.

Entretanto, não se propõem que toda a energia de cada residência seja apenas a proveniente das placas solares pois, para isso, seria necessário um investimento maior para as instalações elétricas a fim de acumular energia, com o uso de baterias, garantindo os dias que não recebem incidência solar o suficiente.



Figura 27 - Placas Fotovoltaicas.

5.3.2. Instalações Hidráulicas

Sendo uma região de muita chuva e problemas de abastecimento de água, Tabatinga é propícia para a coleta de águas pluviais para o seu uso. Inicialmente é necessário ressaltar que a captação de água de chuva é indicada apenas para quando não há necessidade de a água ser potável, ou seja, pode ser usada para descargas de bacias sanitárias, jardins, lavagem de carros e áreas externas.

Além disso, a escolha por um sistema de telha que maximize a coleta de água é uma boa opção para tornar o aproveitamento ainda mais produtivo, como segue o exemplo da figura abaixo:



Figura 28 - Sistema Acoplado ao Telhado para Coleta de Água.

Para o dimensionamento destes tipos de reservatório, é mais utilizado o Método de Rippl (norma ABNT NBR 15527:2019, sobre aproveitamento de água de chuva), sendo necessário averiguar a estatística do período de chuva (o que já foi visto no atual estudo), o método de simulação hidrológica da chuva, o consumo de água das unidades que serão construídas e a utilização de índices dos Planos Diretores Municipais. Importante salientar o quanto é essencial uma boa construção de todo o sistema a fim de não aumentar a umidade da residência.

5.3.3. Instalações Sanitárias

Sendo a realidade do sistema de esgoto da Vila Militar de Tabatinga insuficiente para a demanda e que causa poluição ao Rio Amazonas, é necessária criar uma alternativa para os efluentes. Assim, ou é preciso estabelecer a cultura de manutenção das fossas sépticas, com um constante controle para que esteja sendo cumprida, ou a criação de uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) própria da Vila Militar, prática que já é muito comum em condomínios verticais ou horizontais.

A ETE funciona inicialmente com todo o esgoto sendo coletado em uma fossa séptica. Dentro da fossa há o processo de decantação, que é quando o sólido é separado do líquido por terem diferentes densidades e então há um processo biodigestor realizado por bactérias anaeróbicas. Desta forma, o esgoto já está 90% tratado e pode voltar para o ambiente sem causar grandes danos através do sumidouro.

O projeto da ETE na Vila Militar já está em execução, o que significa que não será mais necessário se preocupar com soluções individuais para tratamento de rejeitos para as residências.

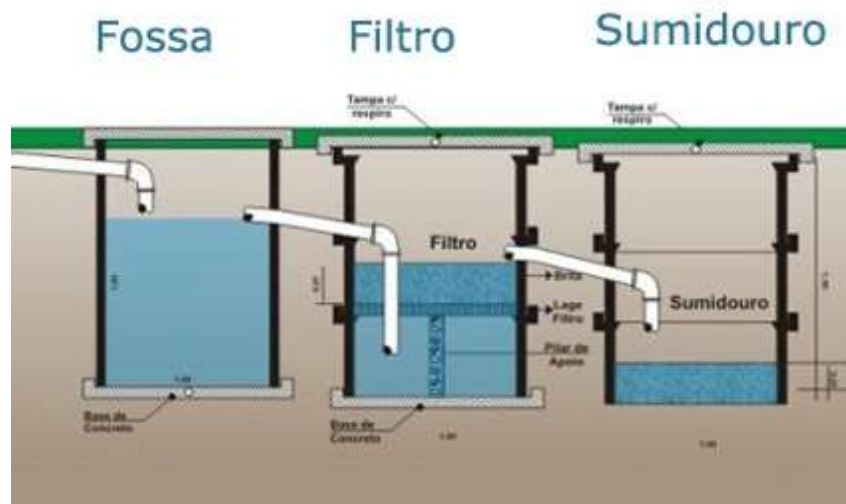


Figura 29 - Estação de Tratamento de Efluentes compacta.

5.4. Cobertura

Observando a cidade de Tabatinga pela ferramenta do Google Maps, pode-se verificar que grande parte das residências da localidade apresentam na cobertura uma cor cinza, típica das telhas de fibrocimento, indicando um material facilmente encontrado na localidade. Em relação aos telhados convencionais estas: necessitam de menos estrutura para serem aplicadas; são mais estáveis, por não se movimentarem com ventos fortes; são facilmente montadas e mais baratas. Entretanto, a telha de fibrocimento não é boa para o condicionamento térmico. Esse tipo de telha irradia o calor para o ambiente interno, tornando-o desconfortável, ainda mais levando em consideração o clima da região, caracterizado por altas temperaturas durante todo o ano. Outro ponto negativo é a questão estética, já que essa telha não apresenta bom acabamento para as residências.



Figura 30 - Vista Aérea de Tabatinga/AM.

Uma alternativa seriam as telhas ecológicas, que, além de serem duráveis e resistentes à umidade, são leves, o que reduz o custo com a estrutura que a receberá, pois esta é pouco robusta. Além de oferecer conforto térmico, as telhas ecológicas são altamente impermeáveis, condição importante para a região.

Em telhados de fibrocimento, o gasto com madeira é aproximadamente 27% maior do que o necessário para a construção de um telhado de telha ecológica e o gasto com materiais é 1,3% maior. Essa economia de material permite que uma construção com essa cobertura seja finalizada mais rapidamente e que, ao final, ela seja mais barata do que uma construção tradicional.

Com vida útil, em média, de 25 anos, a cobertura com telhas ecológicas é muito resistente, o que a torna uma escolha adequada para todos os tipos de clima, tanto os secos como os muito úmidos. Esse tipo de telha é durável e resistente às intempéries.

A resistência do material da telha ecológica é elevada, o que evita que o produto quebre ou trinque durante o transporte ou no processo de montagem. Além disso, essa telha é extremamente flexível, o que garante que a sua instalação seja perfeita.

Fabricada com fibras de papel reciclado ou fibras naturais, esse tipo de telha contribui com o meio ambiente ao reutilizar materiais. Alguns modelos também são fabricados a partir de garrafas PET e embalagens Tetra-Pak que, quando descartadas, poluem menos o meio ambiente. Esta última, entretanto, não é de fácil fornecimento na cidade de Tabatinga.

As telhas ecológicas podem ser encontradas em diferentes formatos e em várias cores, como vermelho, verde, ocre e azul. Algumas opções disponíveis no mercado possuem pigmentação dos dois lados, permitindo que esse tipo de cobertura seja aplicado em projetos que dispensam o uso do forro.

Na execução da cobertura na residência, é recomendada a presença de varandas, podendo ser menores, apenas para proteção das paredes do sol e da chuva e circulação em dias de chuvas, ou ainda em caráter de lazer, para a acomodação de mobílias para uso comum (varandão). A cobertura da garagem é importante para a preservação do veículo familiar.

Como foi apresentado anteriormente, pode-se usar como referência as soluções aplicadas na escola flutuante, como a estrutura da cobertura. Nela as águas do telhado são desenhadas criando um espaço para ventilação e iluminação, além de aumentar a área de captação de água da chuva pra uso comum, como mostrado na figura abaixo.

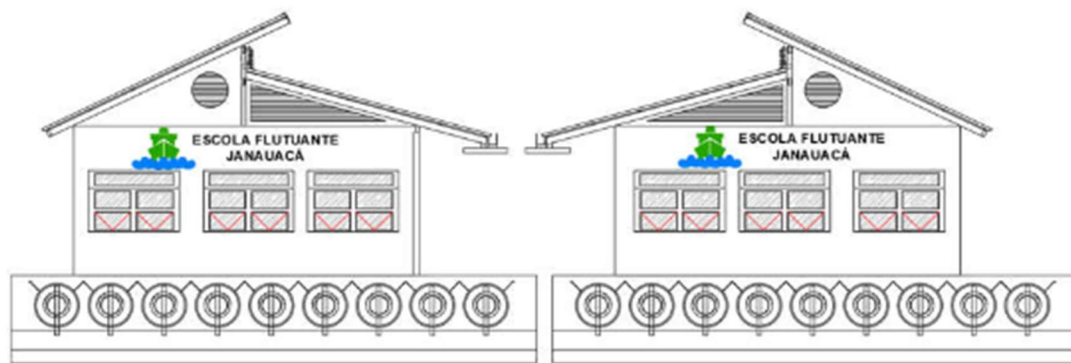


Figura 31 - Escola Flutuante.

5.5. Tratamento impermeabilizante nas paredes, lajes e pisos

Devido à grande umidade na região, é necessária a criação de um sistema de impermeabilização na casa, a fim de se evitar infiltrações. Tal proteção é essencial pois residências muito úmidas se deterioram mais facilmente e são perigosas para a saúde dos seus moradores, por ficarem expostos à mofo e bolor.

Para evitar que a umidade se instale nas paredes, pisos ou coberturas, é essencial a presença de espaços com boa ventilação, boa luminosidade, além da aplicação de um bom impermeabilizante nas superfícies. Também ajuda, escolher tintas impermeáveis, tanto para paredes como para portas e janelas.

É recomendada a aplicação de uma barra de impermeabilização até a altura de ± 70 cm ao longo do perímetro das paredes externas do imóvel para protegê-las da água da chuva que incide diretamente ou indiretamente através dos respingos da chuva após bater no chão. Além da proteção contra a umidade, este recurso pode ser utilizado para ornar a residência e ajudar a reduzir o calor interno, se de material apropriado.

Para a fundação, é recomendada a execução de uma laje com uma faixa periférica além dos limites da construção para evitar a aproximação da água e da umidade pelo solo.

Tudo isso, aliado com utilizar calhas para evitar o contato direto da água da chuva com as paredes externas, elevar o piso da casa do nível do solo e evitar que o imóvel fique em áreas de sombra constante, tornará a casa segura, mantendo a umidade local fora da casa e melhorando o bem estar de quem irá morar nela.

5.6. Pintura

A pintura não deve ser vista apenas como recurso estético, mas também como solução de construção, ajudando em etapas do projeto. Como já visto no item anterior, para a região estudada, por ser muito úmida, é importante que a tinta seja impermeável, mas, além disso, por receber muita radiação solar, a escolha da pintura correta e de cor clara pode melhorar o conforto térmico da residência.

Um recurso muito utilizado são as tintas térmicas que, além de reduzir a troca de temperatura entre a casa e o ambiente externo, também ajudam na redução de ruídos e

possuem alto período de manutenção. Avaliar bem a cobertura da residência também faz grande diferença, visto que a área de superfície é grande. Assim, escolhendo o telhado de cor clara, a radiação será bem refletida e impedirá maior aquecimento da casa.

5.7. Acessibilidade

A residência deve ser acessível para qualquer pessoa com dificuldade de locomoção. Para isso, deve ser observada a norma da ABNT 9050 sobre acessibilidade para residências:

- 1- Trajeto contínuo e desobstruído, que conecte os ambientes externos ou internos de espaços e edificações, e que possa ser utilizado de forma autônoma e segura por todas as pessoas, inclusive aquelas com deficiência e mobilidade reduzida. A rota acessível pode incorporar estacionamentos, calçadas rebaixadas, pisos, corredores, escadas e rampas, entre outros;
- 2- Circulação nas áreas comuns com largura livre mínima recomendada de 1,50 m e a admissível mínima de 1,20 m;

Além disso, sobre as rampas, existem as seguintes normas:

- 1- A largura livre mínima recomendável para as rampas em rotas acessíveis é de 1,50 m, sendo o mínimo admissível de 1,20 m.
- 2- Quando não houver paredes laterais, as rampas devem incorporar elementos de segurança como guarda-corpo e corrimãos, guias de balizamento com altura mínima de 0,05 m, instalados ou construídos nos limites da largura da rampa, como ilustrado na figura abaixo.

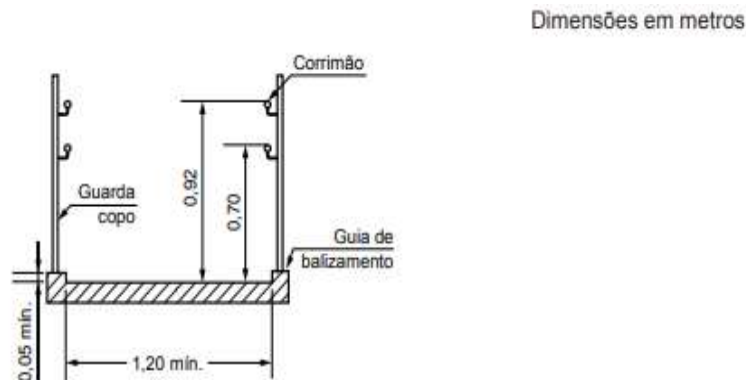


Figura 32 - Guia de balizamento.

- 2- Patamares no início e no término das rampas devem ter dimensão longitudinal mínima de 1,20 m. Entre os segmentos de rampa devem ser previstos patamares intermediários com dimensão longitudinal mínima de 1,20 m, conforme figura abaixo. Os patamares situados em mudanças de direção devem ter dimensões iguais à largura da rampa.

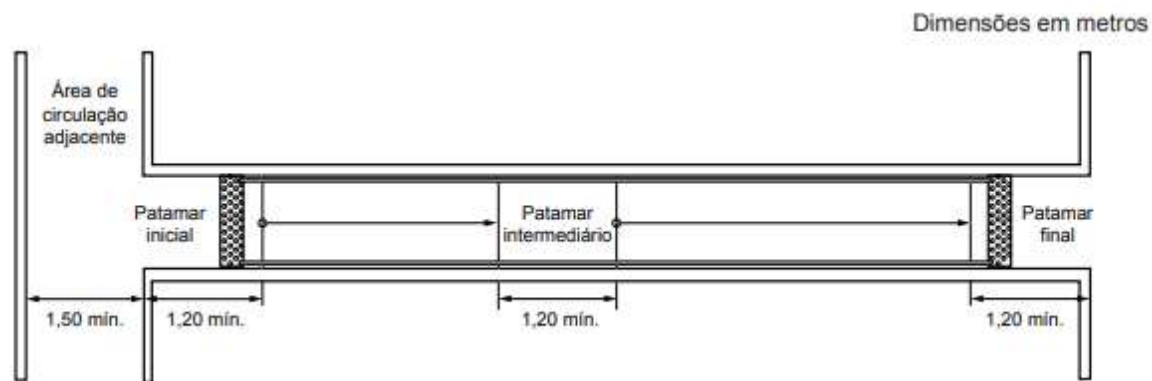


Figura 33 - Patamares das rampas – vista superior.

Inclinação transversal de no máximo 2% em rampas internas e 3% em rampas externas;

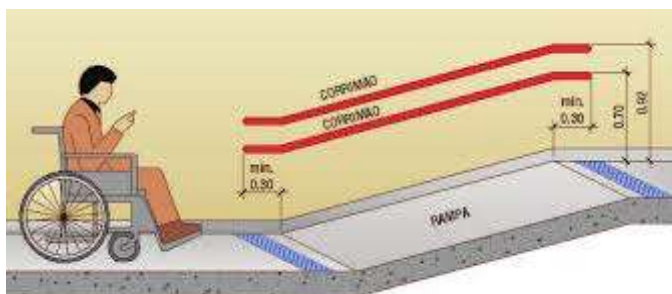


Figura 34 - Rampa de acessibilidade.

5.8. Soluções Arquitetônicas

Sendo Tabatinga uma cidade com o clima predominantemente quente, é imprescindível levar em consideração o conforto térmico da residência. Portanto, uma forma sustentável de projetar a casa e economizar energia é prever soluções arquitetônicas para aumentar a circulação de ar.

Um recurso muito utilizado é o uso de tintas de cores claras, que ajudam a refletir a radiação solar, garantindo maior isolamento térmico, e estas podem ser aplicadas nas paredes e no telhado. Além disso, a utilização de pé direito alto para não deixar o ar quente presente na área de convivência, visto que o ar quente sobe por ser menos denso ficando, embaixo, o ar frio e mais fresco. Sugere-se estudar como incluir pequenas aberturas, com janelas de abrir e fechar, protegida de chuva e insetos, junto ao piso para acesso de ar novo (como nos paióis).

A disposição de cômodos também auxilia muito para manter a construção refrigerada e, por isso, foram escolhidas soluções com poucas paredes, e espaços abertos facilitando a circulação do ar natural, além da existência de varandas que protegem as paredes de insolação e permitem criar área externa para estar e trabalho. Outra técnica eficaz é a ventilação cruzada, a fim de permitir a circulação completa do ar.

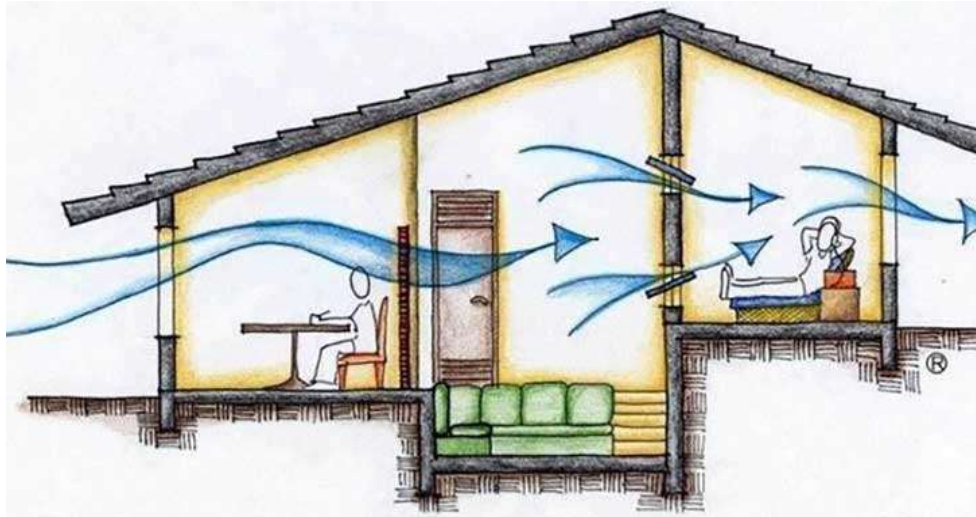


Figura 35 - Ventilação cruzada.

Ainda sobre o conforto térmico, a disposição do sol durante o dia é capaz de mudar bastante a temperatura em cada lugar da casa. Por isso, sendo o sol da tarde o mais forte, deixando o ambiente quente inclusive à noite, é recomendável que os quartos não fiquem a oeste (os quartos, a leste, ajudam no despertar). Para amenizar ainda tal radiação solar, foi prevista uma varanda social no lado oeste da casa, seguida por regiões de convívio como salas de jantar e estar e/ou cozinha. Sendo a região amazônica tipicamente chuvosa, tendo as chuvas concentradas no período da tarde, a área de serviço foi projetada do lado leste, a fim de que as roupas lavadas pudessem aproveitar o sol da manhã sem a presença de chuva, além da varanda de serviço para permitir maior exposição ao sol.

Sobre a iluminação da casa, quanto mais acesso à luz natural, mais economia de energia e mais sustentável será a residência. Então, além das janelas grandes de lados extremos da casa, é proposto o uso de coberturas de policarbonato na parte superior da cobertura para permitir a entrada de luz por partes da construção em que a iluminação é desejada (circulação, área social e de serviço).



Figura 36 - Cobertura de Telhado Translúcido.

Outra solução para a ventilação e troca de ar dos ambientes é o telhado com as águas desencontradas no topo para que se crie uma diferente rota de circulação para o ar, tendo um ganho duplo, a iluminação zenital, como foi apresentado no caso das escolas, no início do PFC.

Pode-se prever um “colchão” de ar renovável (com aberturas laterais como nos paióis e nos esquemas das escolas vistas no início deste trabalho) entre a cobertura e o forro da residência criando isolamento térmico ao recinto inferior.

Plantas

Será utilizada como referência a planta do PNR tipo da DOM para capitães, tenente, subtenentes e sargentos. A partir desta planta serão realizadas alterações julgadas apropriadas.

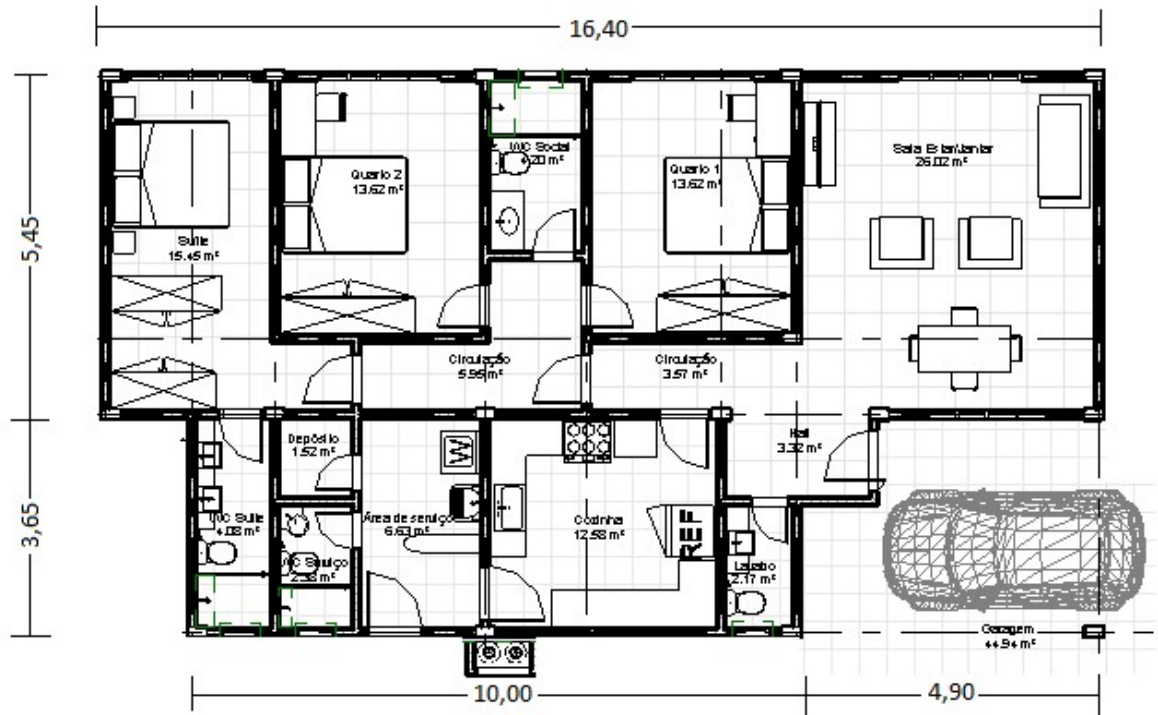


Figura 37 - Planta Tipo da DOM.

Planta 01

Apresenta áreas molhadas concentradas no mesmo setor, tendo inclusive parede hidráulicas comuns a dois banheiros. A sala de estar mais a cozinha tem pé direito alto, de telha vã (catedral). O telhado cobre os dormitórios fazendo sombra sobre laje que serve de forro e que possui espaço com circulação de ar e onde se pode prever um sótão com escritório. Há um quarto na área de serviço que pode ser revertido para um quarto na área íntima da família mediante manobra com as duas portas que lhe dão acesso (serve pra visitas, cuidadores, empregadas, depósito, despensa etc.). Um varandão externo serve como cobertura para veículo e devido à sua localização e proximidade com a sala de estar, para atividades sociais. A cozinha, sala de jantar e a de estar são abertas, estando o fogão em uma posição periférica e mais afastada em relação ao conjunto para facilitar a exaustão e evitar fumaça e odores às áreas de convívio. Os quartos posicionados mais para o fundo se afastam do trânsito público procurando uma posição mais silenciosa e tranquila. Se esses quartos forem posicionados para leste, no final da tarde terão paredes frias que não irradiam calor para o seu interior à noite. Um beiral de um metro de largura protege as paredes de sol e da chuva. Se estas paredes ficarem voltadas para oeste pode-se aumentar esse beiral, se for considerado necessário. O perímetro das paredes externas pode receber um barrado de cerâmica que além de decorar proporciona conforto térmico à casa.

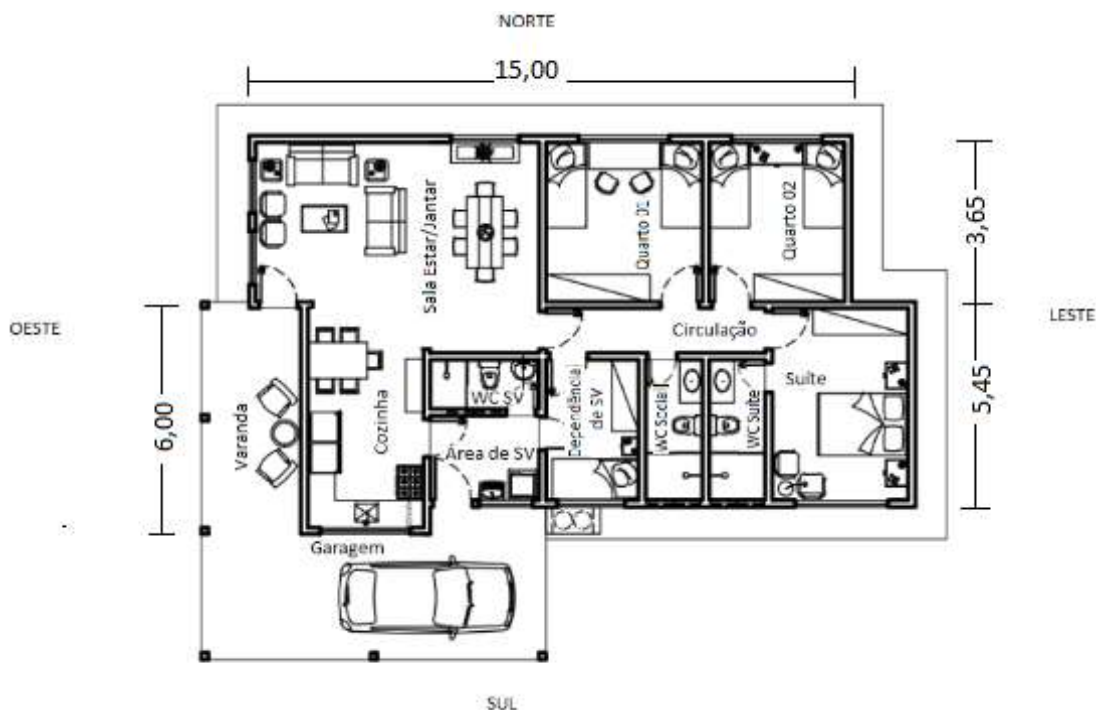


Figura 38 - Planta 01 - sugerida.

Planta 02

A peculiaridade desta planta é a posição da cozinha, tornando o ambiente mais aberto, beneficiando a ventilação com o pé direito catedral. A disposição dos quartos, com a suíte alinhada com os dois outros quartos propicia a mesma condição de incidência solar nos dormitórios. Além disso, estes ambientes ficam mais isolados de possíveis barulhos como em reuniões familiares e dos ruídos da própria residência, como aparelhos na cozinha, máquina de lavar ou secadoras.

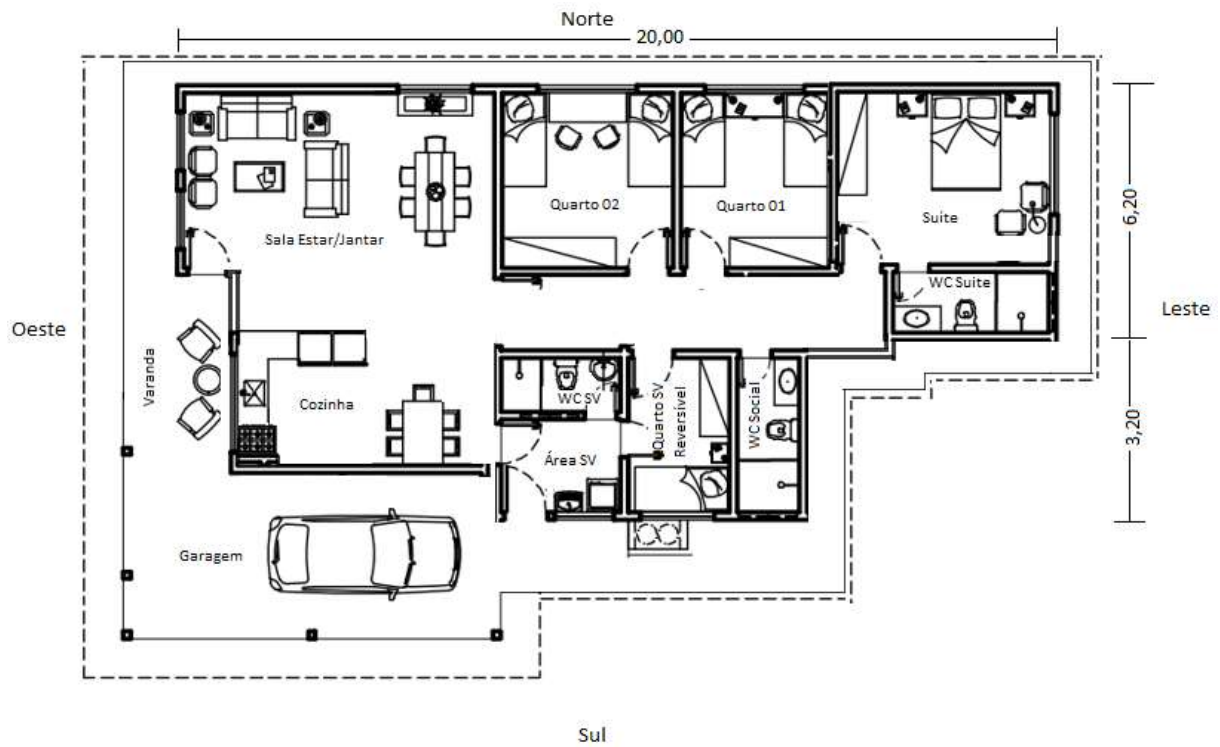


Figura 39 - Planta 2 - sugerida.

Planta 03

Assim como na Planta 02, é feita a rotação da cozinha para possibilitar mais arejamento e iluminação. A diferença fica para o banheiro social que fica entre os dois quartos comuns. A suíte fica do lado oposto dos outros quartos e mais ao fundo.

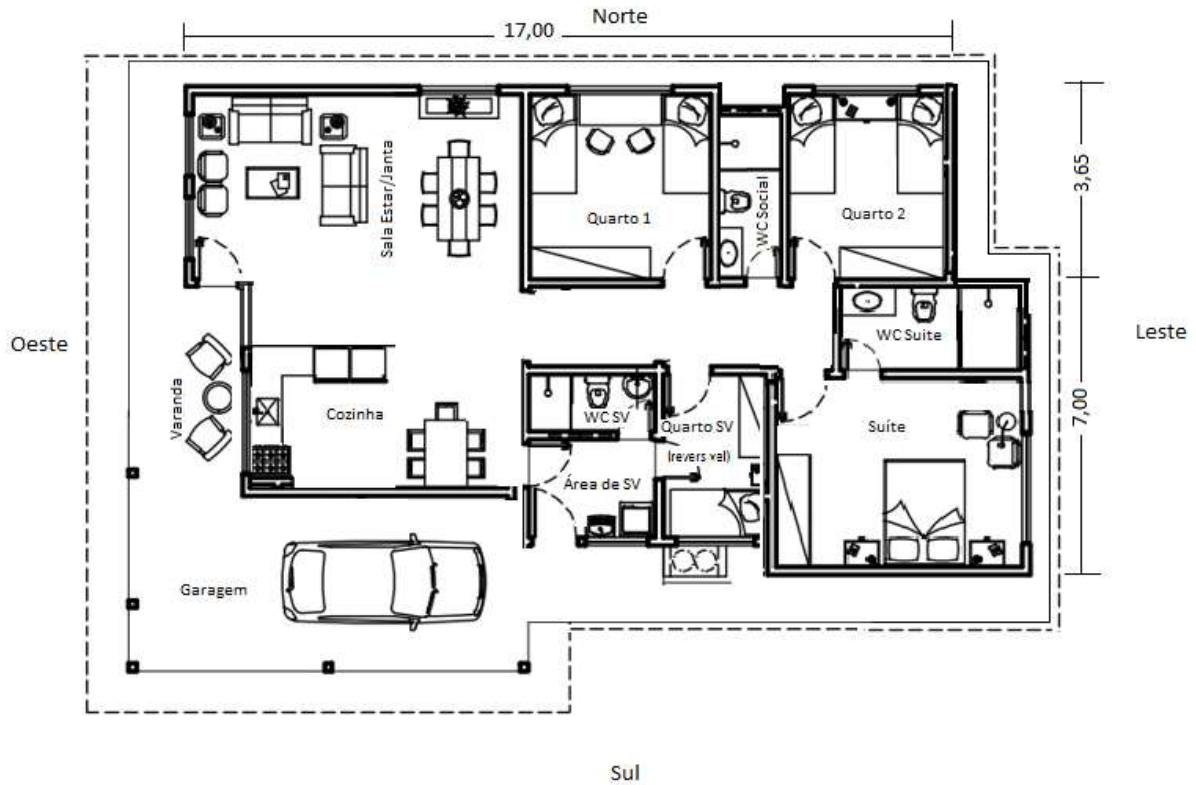


Figura 40 - Planta 3 - sugerida.

6. Conclusão

O projeto de PNR tipo da DOM é genérico e teoricamente pode ser aplicado em toda a extensão territorial. Entretanto é de grande relevância a observação das características locais da região de implantação das residências. O respeito a essas características agrega qualidade de vida a seus ocupantes. Por isso a importância desse tipo de estudo.

Para a região de Tabatinga, no Amazonas, foram levantados os requisitos, as particularidades da região, as necessidades e a possibilidade de acesso a materiais de construção que podem ser utilizados para alcançar melhores resultados.

Tendo as respostas, que foram possíveis obter, para esses questionamentos, apresentaram-se soluções construtivas e arquitetônicas para a adequação desse projeto. Não foi proposto um projeto final fechado, mas sim opções para que, analisando-as, possa se chegar a uma solução mais adequada a cada local. As principais alterações no projeto buscam o conforto térmico e o combate à umidade, características muito presentes na região estudada.

A principal dificuldade encontrada na realização de obras na cidade de Tabatinga é o fornecimento de material por se tratar de uma cidade de difícil acesso e com poucas opções locais. Esse fator influencia também a manutenção das residências, por isso a escolha de material é importante para que os que já foram empregados não fiquem sem provisão.

Após o estudo, conclui-se que, por mais trabalhoso que seja, as características locais devem ser levadas em consideração para a realização de todos os projetos de PNR. As particularidades não podem ser negligenciadas pois são esses aspectos que vão influir na qualidade de vida dos moradores dessas residências. Além disso, o acesso a tecnologia, manutenção, mão de obra e materiais são fatores preponderantes para a execução de PNR de qualidade satisfatória

A região amazônica é um ponto crítico para o Exército por sua posição estratégica, por isso existe o incentivo para que os militares se transfiram para esta região. Ter residências de qualidade é primordial para atender o militar e toda sua família que se transfere, pois a falta de residência e a precariedade das já existentes mostram-se como fatores decisivos na hora de preencher as preferências por transferência.

Como conclusão, é apresentado um comparativo entre o projeto da DOM e as melhorias estudadas

Tabela II - Resumo da Análise.

Elementos Analisados	Projeto Tipo da DOM	Alternativas Estudadas
Fundação	Radier	Radier Alternativo; Elevação do piso
Alvenaria	Blocos Cerâmicos	Blocos Cerâmicos, Madeira, Paredes de Fibrocimento, Bambu com função estrutural;
Instalação Elétrica	Rede Comum	Energia Solar
Instalação Hidráulica	Sem sistema de coleta de água da chuva	Com Sistema de coleta de água da chuva
Instalação Sanitária	Conectada à rede urbana	Instalação de uma ETE na Vila Militar
Cobertura	Fibrocimento	Telha Ecológica; Telha cerâmica;
Arquitetura	Áreas isoladas; forro em toda a residência;	Áreas comuns conectadas; pé direito alto; Disposição geográfica da residência; Ventilação cruzada; iluminação natural; Colchão de ar renovável entre o forro e o telhado; Varanda e varandão social

7. Referências Bibliográficas

- [1]. ALMEIDA, Neuler A. ÓLEOS ESSENCIAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA: UMA APLICAÇÃO DA MATRIZ DE IMPORTÂNCIA E DESEMPENHO.
- [2]. TOSTES, José A.; FERREIRA, José F. C. AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA: A MESORREGIÃO NORTE DO AMAPÁ.
- [3]. RAPOSO, Nadia V. M.; MORIYA, Regina Y.; BRAGA, Kiki P. M.; SOARES, Katrin L. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA COMUNIDADE DE DEUS (TANCREDO NEVES): IMPLEMENTAÇÃO DA AGENDA 21 LOCAL.
- [4]. JÚNIOR, Antônio C. R. A. POLÍTICAS PÚBLICAS SUSTENTÁVEIS E A AMAZÔNIA SETENTRIONAL NO CONTEXTO DO SÉCULO XXI.
- [5]. LIOTTO, Pedro F.; BARROS, Laerte M.; ALBUQUERQUE, Vinicius S. PROJETO SUSTENTÁVEL DE ESCOLA FLUTUANTE RIBEIRINHA.
- [6]. SILVA, Cleber G.; FLOR, Alessandra S. O.; MONTEIRO, Marcia.; BARBOSA, Wagner L. R. DESENVOLVIMENTO LOCAL SUSTENTÁVEL COMO LIBERDADE: PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DE ORGANIZAÇÃO COMUNITÁRIA.
- [7]. BARBOSA, Guilherme B.; OLIVEIRA, Felipe A. D.; RIBEIRO, Pedro R. D. ZONEAMENTO URBANO E DIREITO FUNDAMENTAL AO TRABALHO: POSSIBILIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.
- [8]. VELOSO, Nircele S. L.; MENDES, Ronaldo L. R.; OLIVEIRA, Dênio R. C.; COSTA, Tony, C. D. ÁGUA DA CHUVA PARA ABASTECIMENTO NA AMAZÔNIA.
- [9]. <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/a-ocupacao-amazonia.htm>, (acesso em 19/05/2019)
- [10]. <http://www.mma.gov.br/florestas/controle-e-preven%C3%A7%C3%A3o-do-desmatamento/plano-amaz%C3%B4nia-sustent%C3%A1vel-pas.html>, (acesso em 11/05/2019)
- [11]. <https://www.sdsn-amazonia.org/>, (acesso em 09/05/2019)
- [12]. <https://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/a-rio20/conferencia-rio-92-sobre-o-meio-ambiente-do-planeta-desenvolvimento-sustentavel-dos-paises.aspx>, (acesso em 09/05/2019)
- [13]. https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/clima_news/mudancas_especiais/live_earth/desenvolvimento_sustentavel_na_amazonia/, (acesso em 07/05/2019)
- [14]. <http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=26>, (acesso em 07/05/2019)
- [15]. CABRAL, G. da L. L. (2005) Metodologia de produção e emprego de agregados de argila calcinada para pavimentação (Dissertação de Mestrado). Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ .
- [16]. <https://www.abcp.org.br/cms/basico-sobre-cimento/aplicacoes/solo-cimento/> (acesso em 10/05/2019)
- [17]. <http://blogaecweb.com.br/blog/forte-resistente-e-flexivel-bambu-podera-substituir-o-aco/> (acesso em 10/05/2019)

- [18]. <https://pt.weatherspark.com/y/30079/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Tabatinga-Brasil-durante-o-ano>
- [19]. http://146.164.5.73:30080/tempsite/anais/documentos/2018/Infraestrutura/Materiais%20Granulares%20e%20Concreto%20II/3_658_AC.pdf
- [20]. <https://www.suapesquisa.com/reciclagem/> (acesso em 05/08/2019)
- [21]. <http://wwwo.metallica.com.br/coberturas-de-policarbonato> (acesso em 31/07/2019)
- [22]. <http://comoprojetar.com.br/como-projetar-apresenta-5-dicas-de-solucoes-arquiteticas-ambientalmente-mais-sustentaveis/> (acesso em 31/07/2019)
- [23]. <https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/energia-e-sustentabilidade/aproveitamento-de-agua-da-chuva/> (acesso em 30/07/2019)
- [24]. <http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2017vf.pdf> (acesso em 23/07/2019)
- [25]. <http://www.dicadaarquitectura.com.br/2017/04/tinta-termica-um-conforto-mais-para-sua.html> (acesso em 23/07/2019)
- [26]. <http://www.amazonas.am.gov.br/2013/02/governo-do-estado-entrega-nova-estacao-de-tratamento-de-agua-para-tabatinga/> (acesso em 16/07/2019)
- [27]. <https://www.limpafossa.com.br/tratamento-de-esgoto-em-condominios-como-fazer/> (acesso em 16/07/2019)
- [26]. <http://radios.ebc.com.br/reporter-solimoes/edicao/2015-03/especialista-afirma-que-o-solo-do-alto-solimoes-dificulta> (acesso em 09/07/2019)
- [27]. <http://www.portaltabatinga.com.br/2018/prefeito-de-tabatinga-saul-bemerguy-e-entrevistado-por-otavio-souza-da-radio-amazonas-903/> (acesso em 09/07/2019)
- [28]. <http://radios.ebc.com.br/reporter-solimoes/edicao/2015-09/entenda-o-fenomeno-terras-caidas-que-ocorre-na-regiao-do-alto-solimoes> (acesso em 09/07/2019)
- [29]. <https://paineira.usp.br/aun/index.php/2017/08/17/as-caracteristicas-de-edificios-na-amazonia/> (acesso em 07/07/2019)
- [30]. FITTIPALDI, Mônica. HABITAÇÃO SOCIAL E ARQUITETURA SUSTENTÁVEL EM ILHÉUS/BA.
- [31]. NUNES, Ilda H. O.; CARREIRA, Luzimeire R. M.; RODRIGUES, Waldecy. A ARQUITETURA SUSTENTÁVEL NAS EDIFICAÇÕES URBANAS: UMA ANÁLISE ECONÔMICO-AMBIENTAL.
- [32]. MAIA, Gisele M.; QUALIDADE E USO DA ÁGUA NA PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS MORADORES DO BAIRRO SANTA ROSA, EM TABATINGA, AMAZONAS, BRASIL.
- [33]. FENDRICH, Roberto. COLETA, ARMAZENAMENTO, UTILIZAÇÃO E INFILTRAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS NA DRENAGEM URBANA.
- [34]. GOLDENFUM, Joel A. REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAIS.

[35]. FAVRETTO, Carliana R. CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA PARA UTILIZAÇÃO NA LAVAGEM DE VEÍCULOS: ESTUDO DE CASO PARA O MUNICÍPIO DE PELOTAS – RS

[36]. FREITAS, Erick B.; MACIEL, Jussara S. C. MODELO DE UMA CASA SUSTENTÁVEL APLICADA A REGIÃO AMAZÔNICA.

[37]. SANTOS, Ísis P.; RÜTHER, Ricardo.; URBANETZ, Jair. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA COMO FONTE COMPLEMENTAR DE ENERGIA ELÉTRICA PARA RESIDÊNCIAS NA BUSCA DA SUSTENTABILIDADE.

[38]. SILVA, Rutelly M. ENERGIA SOLAR NO BRASIL: DOS INCENTIVOS AOS DESAFIOS.

[39]. AZEVEDO, Rainier P. UM RETRATO DO SANEAMENTO BÁSICO DAS CIDADES DE BENJAMIN CONSTANT E TABATINGA NO AMAZONAS: 25 ANOS DEPOIS DA CÓLERA.

[40]. CYNAMON, Szachna E. SISTEMA NÃO CONVENCIONAL DE ESGOTOS SANITÁRIOS A CUSTO REDUZIDO, PARA CIDADES, VILAS, POVOADOS, ÁREAS CARENTES E ÁREAS PERIFÉRICAS.

[41]. SABINO, Artemizia R. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS ARGILAS UTILIZADAS NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA NO MUNICÍPIO DE TABATINGA-AM: UM ESTUDO DE CASO EM INDÚSTRIAS NO MUNICÍPIO.

Apêndice

Questionário sobre residências em Tabatinga/AM

1. Quais os tipos de telhados mais utilizados nas casas de Tabatinga?
2. Quando se constroem as casas em Tabatinga, elas são feitas acima do piso do terreno?
3. A coleta de lixo residencial ocorre de forma satisfatória? Não falha?
4. Qual é o tipo de caixa d'água mais encontrada em Tabatinga?

Fibrocimento	<input type="checkbox"/>
PVC	<input type="checkbox"/>
Fibra de vidro	<input type="checkbox"/>
5. Na vila militar, qual o número de residências ocupadas e qual a situação delas?
6. Como se encontra a construção da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) na Vila Militar?
7. As residências das famílias militares (Cap, Ten, ST e Sgt) têm algum sistema de captação de água da chuva?
8. É comum utilizar a água da chuva? Ela é usada para banho?
9. Nas residências de classe média, semelhantes às de Cap/Ten/ST/Sgt, qual é o tipo de piso mais utilizado na cidade (cerâmica, porcelanato, piso cimentado, outros-citar)?
10. Qual a origem da areia utilizada para fazer as casas da cidade de Tabatinga?
11. As residências das famílias militares (Cap, Ten, ST e Sgt) têm cozinhas grandes (da ordem de 3 x 4 metros)? Qual é o tamanho médio de uma cozinha em Tabatinga, da classe média?
12. Essas cozinhas são ponto de convivência familiar?
13. Como as famílias utilizam os quintais e varandas? O que tem nos quintais e varandas para o convívio entre amigos e familiares? O que tem para aos serviços domésticos?
14. As áreas onde se prevê futuras residências das famílias militares são alagáveis? Com qual frequência? Existem regiões da cidade que costumam alagar? Casas de militares são atingidas?
15. Animais de pequeno porte (lagartixas, sapos, aranhas, cobras, insetos etc.) costumam aparecer nas residências? Quais são os animais que mais incomodam no interior das residências?
16. Que soluções locais são empregadas para evitar que esses animais entrem nas residências?