



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO MARCO ZERO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS TECNOLOGICAS - DCET
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

JEFFESON PEREIRA DA SILVA

**PROPOSTA DE PADRÃO CONSTRUTIVO EM MADEIRA REGIONAL COM
ASPECTOS CULTURAIS AMAZÔNICOS: PROJETO DE UMA UBS NO BAIRRO
CIDADE NOVA – MACAPÁ/AP**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ORIENTADOR: WICTOR ALENCAR CUNHA
COORIENTADORA: PATRICIA HELENA TUROLA TAKAMATSU

MACAPÁ-AP
2019

JEFFESON PEREIRA DA SILVA

**PROPOSTA DE PADRÃO CONSTRUTIVO EM MADEIRA REGIONAL COM
ASPECTOS CULTURAIS AMAZONICOS: PROJETO DE UMA UBS NO BAIRRO
CIDADE NOVA-MACAPÁ/AP.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada a Universidade Federal do Amapá - UNIFAP, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo, sob orientação do Prof. Esp. Wictor Alencar Cunha e Coorientadora: Prof. M.Sc. Patrícia Helena Turola Takamatsu

MACAPÁ-AP
2019

PROPOSTA DE PADRÃO CONSTRUTIVO EM MADEIRA REGIONAL COM ASPECTOS CULTURAIS AMAZONICOS: PROJETO DE UMA UBS NO BAIRRO CIDADE NOVA-MACAPÁ/AP.

Etapa manuscrita do trabalho de Graduação do aluno Jeffeson Pereira da Silva, apresentando a Universidade Federal do Amapá - UNIFAP, Departamento de Ciências Tecnológicas - DCET, Curso de Arquitetura e Urbanismo - CAU, como pré-requisito de qualificação da Disciplina de TCC II.

Aprovado / / 2019

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Esp. Wictor Alencar Cunha
Universidade Federal do Amapá – UNIFAP
Orientador

Prof. Ma. Patricia Helena Turola Takamatsu
Universidade Federal do Amapá – UNIFAP
Coorientadora

Arq. Ma. Silvana Lélia Assunção Barreto
Universidade Federal do Amapá – UNIFAP
Arq.e Urb Examinadora Interno

Prof. Me. Heldio Jose Carneiro de Souza
Universidade Federal do Amapá – UNIFAP
Professor Examinador Interno

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Jeffeson Pereira da Silva.

TÍTULO: **Proposta de padrão construtivo em madeira regional com aspectos culturais amazônicos: Projeto de uma UBS no bairro Cidade Nova-Macapá/AP.**

GRAU: Bacharel em Arquitetura e Urbanismo

ANO: 2019

É concedida à Universidade Federal do Amapá permissão para reproduzir cópias deste trabalho de conclusão de curso e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desse trabalho pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Jeffeson Pereira da Silva.

Rua. General Rondon, nº 3067, Trem.
68.901-018 Macapá – AP – Brasil.

dos Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Central / UNIFAP, Macapá – AP

Silva, Jeffeson Pereira.

Proposta de padrão construtivo em madeira regional com aspectos culturais. Amazônicos: Projeto de uma UBS no bairro Cidade Nova – Macapá / AP / Jeffeson Pereira da Silva; orientador Wíctor Alencar Cunha; coorientadora Patrícia Helena Turola Takamatsu. - Macapá, 2019.

90 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá, Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo.

1. Madeira Regional. 2. Wood Frame. 3. Sinat 05. I. Título.

CDD - XX. ed. XXX.XXXXX

Para meus pais José Edson da Silva e
Helôisa Cleide Pereira da Silva que sempre
foram minhas colunas e para meu esteio
Lilian Dóris Vergara Rivas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, inicialmente, aos Professores Wictor Alencar Cunha e Patrícia Helena Turola Takamatsu, pelo empenho e dedicação.

Devo agradecer também aos bons amigos que fiz ao longo do curso, em especial aos que muito me ajudaram a chegar até aqui, ajuda está, sempre espontânea e desinteressada:

Agradeço muito aos meus pais, pelo apoio incondicional, pela educação que me deram e pelo carinho e paciência com que sempre me trataram. Aos meus irmãos, por todo amor e amizade e pelas palavras de conforto e incentivo, principalmente nos momentos finais da tese. Mas agradeço fundamentalmente a minha esposa Lilian Dóris, que todo esse curso conseguiu suprir todas as lacunas junto aos nossos filhos.

Por fim, gostaria de agradecer a Deus, que mesmo sem eu notar, guiou meus passos em todos os momentos, me permitindo alcançar os objetivos que tracei ainda no início deste trabalho.

“Busquem dentro de suas características e regionalidades os atributos necessários para superar as adversidades, minimizando com isso as influências externas. ”

Mao Tse Tung

RESUMO

O Amapá é um dos estados da federação com maior dificuldade de acesso terrestre por estar em uma das margens do rio Amazonas, assim como, está distante geograficamente das grandes capitais do Brasil. Dificultando e aumentando os custos da construção civil no estado, temos como capital a cidade de Macapá uma grande área de regiões inundáveis denominadas “ressacas”. Nessas áreas a grande maioria das edificações utilizam a madeira como matéria prima, porém de forma empírica e com edificações de baixa qualidade técnica. Dessa forma o presente trabalho vem ao encontro do resgate da madeira regional em detrimento a utilização dos painéis de madeira orientados (OSB) utilizados no padrão construtivo pautado nas diretrizes do SINAT 05, buscando viabilizar economicamente uma construção em madeira com alta qualidade técnica como preconiza a NBR 15575:2013. Procurando ainda integrar os aspectos culturais com características da população ribeirinhos e suas construções em madeira, apresentar um modelo adequado ao nível de qualidade, eficiência energética e mais adequados aos biomas ambientais encontrados na cidade de Macapá-AP. Assim, temos como objetivo apresentar um projeto arquitetônico como alternativa construtiva em painéis estruturais de madeira regional em substituição a utilização as placas de madeira orientada (OSB). Além disso, procuramos validar esse modelo realizando uma análise comparativa do modelo proposto com relação a uma unidade básica de saúde no bairro Cidade Nova em Macapá-AP, construída em concreto armado e alvenaria. Dessa forma buscamos apresentar uma proposta de um modelo arquitetônico que priorize os aspectos culturais e regionais, de conforto ambiental da edificação, sua rápida execução com um valor acessível e um melhor equilíbrio energético e ambiental.

Palavras-Chave: Wood Frame. Madeira Regional. SINAT 05. Ribeirinha. NBR 7190:1997. NBR 15575:2013. Macapá - AP.

ABSTRACT

The Amapá is one of the states of the federation with the greatest difficulty of access by land because it is on one of the banks of the Amazon river, as well as it is geographically distant from the great capitals of Brazil, making it difficult and increasing the cost of construction in the state, the city of Macapá a large area of flooded regions called "hangovers". In these areas the great majority of the buildings use the wood as raw material, but in an empirical way and with buildings of low technical quality. In this the present work is in agreement with the recovery of the regional wood in detriment to the use of the oriented wood panels (OSB) used in the constructive pattern guided by the guidelines of SINAT 05, seeking economically to make a wood construction with high technical quality as recommended by NBR 15575: 2013. It also seeks to integrate the cultural aspects of the riverside and its wood constructions and present a model appropriate to the level of quality, energy efficiency and more appropriate to the environmental biomes found in the city of Macapá-AP. Thus, we aim to present another constructive alternative in regional wood structural panels in detriment to the use of the OSB design pattern. In addition, we tried to validate this model by performing a comparative analysis of the proposed model in relation to a basic health unit in the Cidade Nova neighborhood in Macapá-AP, which is being erected in reinforced concrete and masonry. With this, we seek to present a proposal of an architectural model that prioritizes the cultural aspects, environmental comfort of the building, its rapid execution and a better energy and environmental balance.

Keywords: Wood Frame. Regional Wood. SINAT 05. Ribeirinha. NBR 15575: 2013. NBR 7190:1997. Macapá - AP.

NOTAÇÕES

- f_c – Tensão resistente média à compressão paralela as fibras da madeira
- f'_c – Tensão resistente à compressão paralela as fibras, com flambagem
- f_{cn} – Tensão resistente média à compressão normal as fibras
- f_d – Tensão resistente de projetos
- f_{tn} – Tensão resistente média a tração normal às fibras
- f_v – Tensão resistente média a tração normal às fibras
- f_{el} – Tensão limite de elasticidade ou proporcionalidade do material
- f_{cr} – Tensão resistente crítica à compressão normal as fibras
- E_{cn} – Módulo de Elasticidade Médio de compressão normal as fibras
- N – Esforço Normal
- N_{cr} – Carga crítica (Euler)
- A – Área de seção transversal de uma haste
- ℓ – Comprimento vão teórico, distância entre pontos de apoio lateral da vigas
- ℓ_a – Distancia horizontal entre os centros de apoio de uma viga
- $\Delta\ell$ – Diferença das distancia horizontal entre os centros de apoio de uma viga
- ρ_{bas} – Densidade básica, igual a razão entre a massa da madeira seca e o volume saturado
- $\rho_{aparente}$ – Densidade aparente, igual a razão entre a massa e o volume da madeira a 12% de umidade
- σ – Tensão Normal
- σ_c – Tensão de compressão paralela às fibras
- σ_{cn} – Tensão de compressão normal às fibras
- ϵ – Deformação unitária ($\epsilon = \Delta\ell / \ell_a$)
- i – Raio de giração

Sumário

1- INTRODUÇÃO	16
1.1 Objetivos	18
1.1.1 <i>Objetivo Geral</i>	18
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i>	18
1.2 Justificativa	19
1.3 Metodologia da Pesquisa	20
2- REFERENCIAL TEORICO	21
2.1 Aspectos históricos da Construção em Madeira	21
2.2 Casas em Madeira na região Amazônica	22
2.3 Aspectos morfológicos da madeira	24
2.1.1 <i>Classificação das Madeiras</i>	24
2.1.2 <i>Estrutura Macroscópica da Madeira</i>	25
2.4 Tipos de Madeiras da região norte utilizadas na construção civil	28
2.4.1 <i>Características da Mandioqueira</i>	29
2.4.2 <i>Características da Quaruba</i>	31
2.5 Sistema Construtivo em Madeira Serrada	33
2.5.1 <i>Madeira como Sistema Construtivo no Mundo</i>	33
2.5.2 <i>Aspectos Normativos Estruturais em Madeira</i>	34
2.5.3 <i>Padrão construtivo wood frame</i>	39
2.1.1 <i>Sistema Construtivo em Madeira serrada no Brasil</i>	45
3- PROGRAMA EXPERIMENTAL	49
3.1 Projeto da UBS Cidade Nova	49
3.1.1 <i>Localização</i>	49
3.1.2 <i>Custos de Implantação</i>	51
3.1.3 <i>Programas de requalificação de Unidade Básica de Saúde -UBS</i>	53
3.2 Projeto Proposto	54
3.2.1 <i>Características Climáticas do Município de Macapá</i>	54
3.2.2 <i>Condicionantes Projetuais</i>	56
3.1.1 <i>Diretrizes Preliminares</i>	57
3.1.2 <i>Estudos de caso referencial: Reinvenção das palafitas em unidades de Saúde</i>	58
3.1.3 <i>Diretrizes Culturais</i>	60
3.1.4 <i>Partido Arquitetônico</i>	62
3.3 Sistema Construtivo Proposto	65
3.3.1 <i>Paredes</i>	66

3.3.2	<i>Telhado</i>	67
3.3.3	<i>Isolamento Térmico e Acústico</i>	67
3.3.4	<i>Outros elementos do sistema</i>	67
3.3.5	<i>Tratamento químico da Madeira</i>	68
3.3.6	<i>Furos e cortes</i>	69
3.1	Análise Estrutural do sistema proposto	70
4-	ANÁLISE DOS RESULTADOS	73
4.1	Análise do sistema construtivo proposto	73
4.2	Análise Estrutural do sistema construtivo proposto	73
4.3	Análise Orçamentaria da UBS Cidade Nova em alvenaria x Sistema em madeira regional proposto	74
5-	CONCLUSÕES	75
5.1	Trabalhos Futuros	76
	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	77

INDICES DAS FIGURAS

Figura 1- Imagem de residências típicas das comunidades ribeirinhas	16
Figura 2 Áreas de ressaca na cidade de Macapá.....	17
Figura 3- Em vermelho, os domínios do Império Português no Século XVI.....	21
Figura 4- Planta (a), Corte (b) e vista lateral de um palheiro na Quinta de Alqueidão, Azambuja em portugal.....	22
Figura 5 - Justapostas de casas de Mutamba e Cajuais	22
Figura 6- Casa ribeirinha com a varanda coberta.....	23
Figura 7- Casa do Afuá afastadas da rua e sem varanda circulando.....	23
Figura 8 - Quadro Comparativo do gasto de energia na fabricação dos materiais	24
Figura 9- Corte transversal do tronco de uma árvore. Medula / cerne / raio medular / Alburno / câmbio / Floema / Periderme / Ritidorma	26
Figura 10- Fotomicrografia (10x)(a), Corte Tangenciais (b) e Radiais (c) no cerne da madeira mandioqueira	30
Figura 11- Fotomicrografia (10x)(a), Corte Tangenciais (b) e Radiais (c) no cerne da madeira quaruba	31
Figura 12- Paredes Frontais Pombalinas.....	33
Figura 13 Casas de Madeira Projetadas por Gropius da escola Bauhaus	34
Figura 14 - Vigamento para piso de madeira.....	35
Figura 15- Ilustração de Pórtico Flexível com contraventamento.....	35
Figura 16 - Flexão Simples, (a) viga em flexão no plano vertical, (b) flambagem lateral da viga	36
Figura 17 - Comportamento das colunas sobre cargas crescentes. Efeito da imperfeição geométrica inicial e da excentricidade de carga	38
Figura 18 Variação da resistência de uma peça comprimida em função do índice de esbeltez	38
Figura 19- Casa com mais de 100 anos, construída no padrão Wood Frame.....	39
Figura 20 Detalhe de uma casa em Woodframe	40
Figura 21-Estrutural de uma casa no padrão construtivo wood frame	41
Figura 22 - Fundação tipo radie de um sistema wood frame	41
Figura 23- Painel de OSB.....	42
Figura 24 Painel para Laje Seca.....	43
Figura 25 - Membrana Impermeável a água e permeável ao vapor	44
Figura 26 Construção de casa utilizando acabamento em Vinyl Siding.....	44
Figura 27 - Fachada exterior com acabamento com estuque.....	45
Figura 28 - Detalhe de Impermeabilização da base das paredes externas no padrão TECVERDE	48
Figura 29 Detalhe da ancoragem entre pisos no padrão TECVERDE.....	48
Figura 30 - Mapa da Localização da UBS nas Subzonas da cidade de Macapá	50
Figura 31 Local da Obra da UBS Cidade Nova.....	50
Figura 32 - Localização espacial da UBS Cidade Nova	51
Figura 33 Planta de Situação projetada para a UBS Cidade Nova.....	51
Figura 34 Planta baixa da UBS Cidade Nova.....	52
Figura 35 Fachada da UBS Cidade nova.....	52
Figura 36 - Fachada da UBS Cidade Nova já concluída	53
Figura 37 Número de dias com chuva em Macapá	54
Figura 38 Variabilidade de Insolação e Temperatura.....	55
Figura 39 Hodógrafa de vento em Macapá (2008-2014).....	55
Figura 40 - Carta Solar da Cidade de Macapá.....	56
Figura 41- O Amapá está classificado na zona bioclimatica 08	56
Figura 42- Projeto com Menção honrosa Concurso Unidade Básica de Saúde codhab/df	59

Figura 43- Projeto com Menção honrosa Concurso Unidade Básica de Saúde codhab/df	59
Figura 44- Projeto com Menção honrosa Concurso Unidade Básica de Saúde codhab/df	60
Figura 45- Canal da Mendonça Junior em 1960	61
Figura 46- Casas do Funcionários do Governo em Macapá em 1960	61
Figura 47 Cultivo de Hortaliças em canos.....	61
Figura 48- Comercio a esquerda construído em alvenaria sobre estacas as margens do rio Jari	62
Figura 49 Setorização para Implantação da UBS proposta	62
Figura 50 Vista Frontal da UBS proposta.....	63
Figura 51 Corte lateral da UBS proposta	63
Figura 52 Corte Frontal da UBS proposta.....	63
Figura 53 Vista Superior da UBS proposta	64
Figura 54 Vista Isométrica da UBS proposta.....	64
Figura 55 Vista Isométrica da UBS proposta.....	64
Figura 55- Esquema 3D do sistema construtivo proposto	66
Figura 56- Detalhe da composição das paredes externas	68
Figura 57 - Detalhe da estrutura de parede e piso	68
Figura 58 - Pórtico da estrutura proposta.....	69
Figura 59- Esquema de furos e cortes em paredes	70
Figura 60- Isométrico da Tesoura em análise	71
Figura 61- Comparação de Estrutura em alvenaria x proposta	74

INDICE DAS TABELAS

Tabela 1- Propriedades de alguns materiais de construção	24
Tabela 2 Tabela com as Características Mecânicas das principais espécies do Amapá	28
Tabela 4- Estratégias para controle passivo da temperatura.....	57
Tabela 5 - Relação entre ambiente e acabamento.....	65
Tabela 6- Tabela com os valores de volume e peso dos elementos do projeto	70
Tabela 7- Características da Mandioqueira	71

1- INTRODUÇÃO

O Estado do Amapá está situado as margem esquerda na foz do rio Amazonas, no extremo norte do Brasil, apresenta 500km de sua costa as margens do rio Amazonas com uma grande quantidade de comunidades ribeirinhas¹ (a figura 1 apresenta edificações tipicamente ribeirinhas), tem como sua capital a cidade de Macapá. O município de Macapá com área de 6.503.458 km² apresenta uma população estimada de 474.706 hab. (IBGE,2017),

Figura 1- Imagem de residências típicas das comunidades ribeirinhas



FONTE:<https://institutopeabiru.files.wordpress.com/2016/03/rio-canaticu-rafael-arac3bajo.jpg>

Na cidade de Macapá 20% da população (aproximadamente 95 mil pessoas) tem sua moradia em área de várzea, denominada de área de ressaca, ressaca é uma expressão regional empregada para designar um ecossistema típico da zona costeira do Amapá. (NERI,2004). São áreas encaixadas em terrenos quaternários que se comportam como reservatórios naturais de água, caracterizando-se como um ecossistema complexo e distinto, sofrendo os efeitos da ação das marés, por meio de uma complexa rede de canais e igarapés e do ciclo sazonal das chuvas. De forma mais sintética podemos dizer que as ressacas são bacias de acumulação de água, influenciadas pelo regime de marés, dos rios e das chuvas. O sítio urbano de Macapá encontrasse permeado por várias áreas de ressaca, entre as quais podemos citar: a Lagoa dos Índios, ressacas dos bairros do Beiril, do Muca, Buritizal, Universidade e

¹ Ribeirinha: A população tradicional que mora nas proximidades dos rios e sobrevive da pesca artesanal, da caça, do roçado e do extrativismo (NASCIMENTO, 1996).

Novo Horizonte entre outras. (NERI,2004). Na figura 2 temos as áreas em cinza escuro representando as áreas de ressacas ou inundáveis e o símbolo das casas como os locais habitados.

Figura 2 Áreas de ressaca na cidade de Macapá



Fonte: <http://www.thegreenclub.com.br/wp-content/uploads/2017/05/Foto01.jpg>

O presente trabalho baseado no SINAT 05, NBR7190:1997 e na NBR 15575: 2013, para edificações em madeira visa apresentar uma proposta arquitetônica utilizando madeira regional em substituição as placas OSB que pelo alto valor comercializado no estado inviabiliza construções tipo wood frame e visa apresentar uma edificação que esteja dentro dos parâmetros mínimos de qualidade e seja economicamente viável para que possa ser utilizado pelas populações ribeirinhas e habitantes das áreas de ressaca.

1.1 Objetivos

1.1.1 *Objetivo Geral*

Propor um sistema construtivo em madeira tipo palafita², utilizando madeira da região da foz do rio Amazonas para os montantes e travessas (pernamancas e flechais³), assim como tabuas de madeiras da região em substituição aos painéis de madeira orientada (OSB) sugeridos na diretriz para avaliação técnica de produtos SINAT 05⁴, afim de apresentar uma opção viável economicamente e com boa qualidade técnica, em detrimento a construção convencional em alvenaria, buscando apresentar um modelo arquitetônico que priorize os aspectos culturais, de conforto ambiental da edificação, assim como ter uma rápida execução com um valor acessível e um melhor equilíbrio energético e ambiental.

1.1.2 *Objetivos Específicos*

- Substituição dos painéis OSB por tábuas e utilização de montantes e travessas de madeira da região da foz do Rio Amazonas baseado nas orientações do SINAT 05, NBR 15575:2013 e NBR 7190:1997.
- Apresentar comparações de custo de implantação de uma UBS tipo II nos moldes dos Programas Requalificação do Ministério da Saúde construída em alvenaria e concreto armado versus a construção em padrão de madeira serrada proposto.
- Proposta projetual sobre os aspectos culturais, urbanos e socioambientais da UBS (unidade básica de saúde).

² A palavra palafita é empregada para designar construções sobre estacas ou pilares, elevadas do solo.

³ Nome regional dado as peças estruturantes na construção em madeira.

⁴ Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Sistemas Inovadores e Convencionais

1.2 Justificativa

Em Macapá as áreas de várzea e ribeirinhas são onde normalmente se encontram pessoas de baixo poder aquisitivo e que se utilizam de construções vernáculas em palafitas de madeira. As palafitas têm um carácter sobretudo funcional, pois surgem como proteção contra a subida das marés e animais silvestres a beira do rio, tendo em vista que, a população da bacia amazônica utiliza a água como meio de subsistência.

No estado do Amapá, as construções dos prédios públicos normalmente utilizam concreto armado em sua superestruturas e alvenaria em tijolo cerâmico nas paredes para vedações, porém, em geral as condições de resistência do solo principalmente nas áreas de várzea são muito ruins, exigindo a utilização de fundações profundas. Esse aspecto combinado com a necessidade de se transportar os materiais, agregados para o local da obra e a recolocação de aterro no local construído, elevam o custo da construção em alvenaria convencional. Sem falar que algumas composições de construções em alvenaria, não atendem aos parâmetros recomendados de conforto térmico para a região 08 (região Norte) do Brasil segundo a NBR 15220-3 (RIBEIRO,2016).

Com relação as áreas de várzeas a lei Estadual 835 de 27 de maio de 2004 dispõe sobre, a ocupação urbana e periurbana, reordenamento territorial, uso econômico e gestão ambiental das áreas de ressaca e várzea localizadas no Estado do Amapá em seu art. 2º diz que:

“Ficam proibidas novas ocupações e uso de áreas de ressaca urbana e periurbana, exceto para execução de obras de infraestrutura e no Parágrafo Único do Art. 4º que o Poder Público adotará na urbanização de áreas de ressaca e várzea fortemente antropizadas⁵ intervenções estruturais que garantam a drenagem, a permeabilidade de solo e a harmonia paisagística com o meio natural circundante”.

Assim sendo, o estado deve implantar edificações mais adequadas a este bioma em especial, que circunda toda a capital do Estado. Buscar um padrão

⁵ Ação do ser humano sobre o meio ambiente - tanto o biótopo como a biomassa

construtivo que possa atender a lei estadual nas áreas de várzea e possa viabilizar edificações em localidades afastadas dos centros urbanos deve ser uma prioridade para a gestão pública preocupada em atender as necessidades básicas da população. Dessa forma, as palafitas de madeira, representam uma relação impar entre a arquitetura e o ambiente, o entendimento da arquitetura popular deve ser uma base importante na prática da arquitetura formal. As obras de origem popular conservam um valor intuitivo, e têm como principal objetivo, a solvência das necessidades de determinadas populações, retratando valores locais e regionais evidenciando práticas típicas de uma cultura ou povoação (GASPAR E PALLA, 2009).

1.3 Metodologia da Pesquisa

O trabalho de pesquisa divide-se em 5 (cinco) capítulos, no primeiro é apresentando a introdução, objetivo geral, objetivo específico e justificativa do trabalho. Em seguida no segundo capítulo, é apresentado uma revisão bibliográfica sobre estruturas em madeira e aspectos arquitetônicos, na qual a fundamentação teórica do trabalho será norteado. No capítulo três é feito a caracterização da edificação a ser comparada para a pesquisa, no capítulo 4 será feita uma análise de resultados da proposta arquitetônica com a aplicação do sistemas construtivo em madeira serrada regional fazendo uma comparação a edificação de uma UBS (unidade básica de saúde) construída em sistema convencional no bairro Cidade Nova. E por fim, no capítulo cinco será apresentada as conclusões desse trabalho.

2- REFERENCIAL TEORICO

2.1 Aspectos históricos da Construção em Madeira

Analisando as construções palafíticas na Europa percebe-se um êxodo deste tipo de construção da região costeira de Portugal para a bacia Amazônica (RIBEIRO,2011).

Muitos dos exemplos de construções em palafitas são encontrados na zona intertropical do planeta (Trópico de Câncer e Trópico de Capricórnio); tais como pequenas aldeias nas Caraíbas; cidades no Pacífico asiático e povoações isoladas no oeste de África, justamente as regiões pertencentes ao império português do século XVI. A figura 3 estabelece uma relação entre as construções palafíticas nos trópicos e as áreas geográficas do império português do século XVI.

Figura 3- Em vermelho, os domínios do Império Português no Século XVI



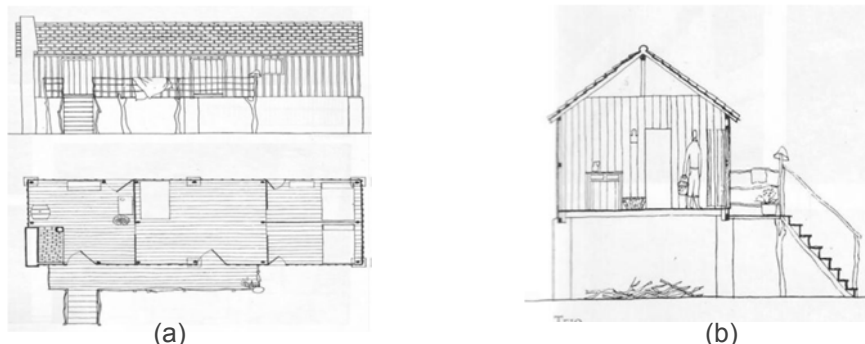
Fonte: <http://www.klepsidra.net/klepsidra4/methuen.html>

Podemos, portanto, falar de certa universalidade no que diz respeito ao exercício desta arquitetura vernácula, adaptada a meios e situações especiais, seja o habitante da terra mar da alta Itália, evitando as inundações do pântano ou o pescador do litoral português. Protegendo-se do movimento das areias as dunas e defender-se das cheias sazonais do rio.

Em Portugal a utilização da arte Xávega, técnica de pesca por arrasto, introduzida a partir do século XVIII pela chegada de galegos e catalães, veio impulsionar o desenvolvimento económico dos pescadores que residiam no litoral

central de Portugal, potencializando a edificação de palheiros⁶ em madeira sobre estacaria, oferecendo sob os mesmos, locais que serviam de apoio às exigências desta prática. Na figura 04 é apresentada uma planta típica das casas tipo palheiro utilizadas no século XVIII.

Figura 4- Planta (a), Corte (b) e vista lateral de um palheiro na Quinta de Alqueidão, Azambuja em Portugal



FONTE: RIBEIRO, 2011

2.2 Casas em Madeira na região Amazônica

Durante a segunda Guerra, a região amazônica apresentou grande fluxo de imigrantes, desses segundo Cardoso aproximadamente 50% era oriundo do estado do Ceará. Essa população imigrante, carregava em seu repertório particular os paradigmas das habitações que participavam em seus locais de origens. Para tanto, toma-se como referência formal das casas contidas na pesquisa da tese do Prof. Dr. Daniel Cardoso (2008)⁷, a respeito da arquitetura vernácula da cidade de Icapuí no estado do Ceará e a arquitetura ribeirinha no estado do Amazonas. As figuras 05 e 06 apresentam uma correlação entre as edificações residenciais do Ceará as construções ribeirinhas na região Amazônica.

Figura 5 - Justapostas de casas de Mutamba e Cajuais



FONTE: CARDOSO, 2008

⁶ Edificações em estacas de madeira, que no Brasil são conhecidas como palafitas

⁷ CARDOSO, Daniel R. Desenho de uma poiesis: comunicação de um processo coletivo de criação na arquitetura. 2008. P109. Tese (Doutorado)- Universidade Pontifícia Católica de São Paulo

Como se observa na figura 06 a similaridade entre as casas de Icapuí e as casas ribeirinhas se estabelecem, a princípio, na construção de sua planta retangular, de maneira que a dimensão menor do retângulo e a parte frontal da casa, uma varanda ou alpendre que rodeia toda a construção.

Figura 6- Casa ribeirinha com a varanda coberta



FONTE: CARDOSO,2008

Mas a relação da natureza da casa e de seu funcionamento pode ser detalhada a partir de sua qualidade, e de relação com o interprete surge soluções adequadas, não mais com espessas paredes de barro, mas sim estruturadas totalmente em madeiras e suspensas do solo com seus pilotis ou flutuando sobre grandes rios. As habitações ribeirinhas, evidenciam um sistema de formação particular a formação cultural do caboclo ribeirinho. Revela hábitos remanescentes da união de três culturas, a indígena, a nordestina e a europeia. Dessa maneira a arquitetura torna-se um elemento histórico, como define (SANTAELLA, 2008). Em locais urbanos as casas dos ribeirinhos apresentam um afastamento com relação a via principal, para se manter a segurança e privacidade, porém, como os espaços são mais disputados não se observa a utilização de varandas circulando toda a casa. A figura 07 ilustra as casas urbanas e suas cores variadas que buscam estabelecer uma identidade se destacando do entorno.

Figura 7- Casa do Afuá afastadas da rua e sem varanda circulando



FONTE: CLAUDIA PALHETA

2.3 Aspectos morfológicos da madeira

A madeira é um recurso natural, amplamente disponível no estado do Amapá, que com o devido cuidado de gestão, e associado a um potencial económico e ambiental, pode a curto prazo, tornar-se um material estrutural frequentemente utilizado. O baixo custo energético e nível de poluição dispensado na sua produção, garantem um impacto ambiental muito menor quando comparado com outros tipos de estruturas (SILVA,2017). A figura 08 apresenta uma relação entre a quantidade de energia necessária para produzir 01 (um) metro cubico (m³) de diversos tipos de materiais empregados na construção civil.

Figura 8 - Quadro Comparativo do gasto de energia na fabricação dos materiais

Material	kW/m3	Material	kW/m3	Material	kW/m3
Zinco	180000	Concreto (argamassa)	1850	Mármore	560
Latão	144320	Gesso Acartonado	1640	Madeira (serrada)	430
Alumínio	143000	Madeira Compensada	1590	Cal úmida (argamassa)	320
Cobre	140000	Tijolo (comum)	1440	Lã-de-vidro (isolante)	270
Aço	52000	Manta Asfáltica	1370	Madeira (Pinho)	240
Linóleo (laminado)	41930	Madeira Aglomerada	1220	Tijolo (solo-cimento)	230
Pintura (valor médio)	32640	Poliestireno (expandido)	1050	Brita (média)	40
PVC	26000	Concreto (pré-moldado)	770	Lã Mineral (isolante)	40
Carpete (sintético)	23580	Bloco de Concreto	650	Fibra de Celulose (isolante)	30
Vidro	10430	Granito	560	Palha (em feixe)	<10

Fonte: MEGAWATT

Fonte MEGAWATT(2012)

Em adição, a madeira apresenta um conjunto de características mecânicas, que a tornam ainda mais vantajosa. A madeira é um material leve, que relativamente ao seu peso específico possui uma elevada resistência; a relação entre a resistência e o peso específico chega a ser superior ao do aço. (Pfeil,2003)

Tabela 1- Propriedades de alguns materiais de construção

Material	ρ (t/m ³)	f (Mpa)	f/ ρ
Madeira a tração	0,5-1,2	30-110	60-90
Madeira a compressão	0,5-1,2	30-60	50-60
Aço a tração	7,85	250	32
Concreto a compressão	2,5	40	16

Fonte: Pfeil-2003

2.1.1 Classificação das Madeiras

As madeiras utilizadas na construção são obtidas de troncos de arvores. Distinguem-se duas categorias principais de madeira:

- **Madeiras duras:** Provenientes de árvores frondosas (dicotiledôneas, da classe das Angiospermas, com folhas achatadas e largas), de crescimento lento, como peroba, ipê, cumaru e pracuúba, etc.; as madeiras duras de melhor qualidade são também chamadas madeiras de lei.
- **Madeiras macias:** Provenientes em geral de árvores coníferas (da classe das gimnospermas, com folhas em forma de agulhas ou escamas, e sementes agrupadas em forma de cones), de crescimento rápido, como o pinheiro-do-paraná e o pinheiro-bravo.

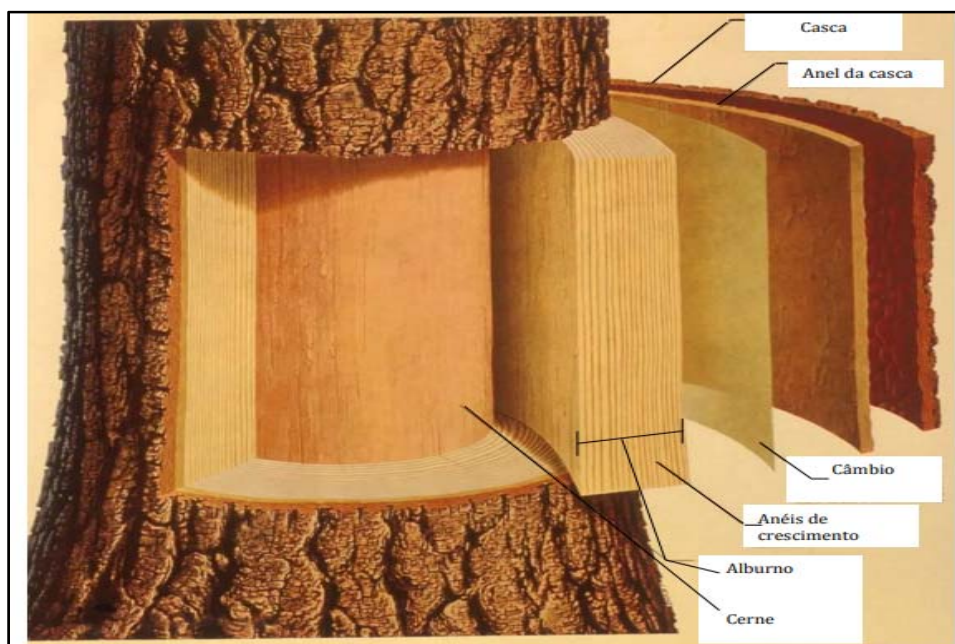
2.1.2 Estrutura Macroscópica da Madeira

A madeira é um conjunto heterogêneo de diferentes tipos de células com propriedades específicas para desempenharem as seguintes funções vitais:

- condução de líquido;
- transformação, armazenamento e transporte de substâncias nutritivas;
- sustentação do vegetal.

O transporte de seiva bruta, constituída por água e sais minerais, conduzida pelo xilema, é realizado a partir da capacidade de absorção pelas raízes e distribuídos para todo o restante da planta com destino essencial às folhas, onde através do processo fotossintético a seiva bruta é transformada em seiva elaborada (carboidratos). O transporte de seiva elaborada, constituída por substâncias orgânicas sintetizadas na fotossíntese, tem sua condução pelo floema, partindo das folhas em direção aos demais órgãos, principalmente os de reserva energética (raízes e caule). O Xilema encontra-se na parte central do caule (porém a condução da seiva bruta se dá nos anéis mais externos do xilema), enquanto o floema encontra-se na parte mais externa do tronco, fazendo parte da constituição da casca da árvore. Em uma seção transversal de um tronco típico, com exceção do cambium e em muitos casos dos raios, as seguintes partes se destacam macroscopicamente. A figura 09 apresenta as principais partes do caule de uma árvore.

Figura 9- Corte transversal do tronco de uma árvore. Medula / cerne / raio medular / Alburno / câmbio / Floema / Periderme / Ritidorma



Fonte:

https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/37918377/1ApostilaGRAD_sem1_2015.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1548892318&Signature=AJxEel08YeHBuc%2BmxB1aQuFw7Hs%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DUNIVERSIDADE_DE_BRASILIA_FACULDADE_DE_AR.pdf

Como material de construção, é normal apenas o aproveitamento da madeira do caule (ou tronco). O que se vê num corte transversal de um tronco são uma parte exterior ou casca e uma interior ou lenho. Neste último, com maior ou menor dificuldade, distinguem-se também duas regiões, o cerne ou coração – parte interior, mais dura e compacta, constituída exclusivamente por células mortas, em geral, mas não sempre, com boa resistência ao apodrecimento, e o alburno – parte exterior, com células vivas e mortas e que é um pouco menos resistente ao apodrecimento.

A casca, camada mais externa do tronco, é uma capa de espessura irregular, sendo formada por duas secções distintas: a camada epidérmica, que corresponde à secção externa, formada por células mortas com função de proteção do lenho; e o líber, formado por células vivas, que além de garantir igualmente a proteção do tronco, procede à condução da seiva que foi elaborada nas folhas da árvore, permitindo o seu crescimento. Em função deste crescimento, a casca vai sendo renovada.

O câmbio tem a função de gerar células novas, sendo constituído por um tecido denominado de tecido merismático, em permanente transformação celular. Assim, a atividade do meristema líbero-lenhoso é responsável pelo engrossamento e

transformação, quer do floema (na direção exterior), quer do alburno direção interior), no qual serão visíveis os anéis de crescimento anual resultantes deste processo.

O alburno, camada mais externa, corresponde à madeira mais jovem da árvore. É constituído por células vivas e garante a condução da seiva bruta, desde a raiz da árvore até à sua copa, por ascensão capilar. Em geral, é menos espesso e de coloração mais clara que o cerne e contém grande quantidade de água e substâncias nutritivas.

O cerne, camada interior, é constituído por tecido morto, sem função circulatória de substâncias. Vai sendo progressivamente engrossado devido às transformações celulares que ocorrem no alburno, nomeadamente pelo espessamento das paredes celulares, por sucessivas impregnações de lenhina, resinas, taninos e corantes. Deste modo, o cerne apresenta maior densidade, resistência e estabilidade perante a humidade e agentes de degradação biológica. Tem uma coloração mais escura do que o alburno.

A medula, de reduzida espessura, é a parte central do tronco da árvore, sendo constituída por tecido sem qualquer resistência mecânica e durabilidade. Nas seções do alburno e cerne são visíveis os anéis de crescimento anual, resultado do crescimento transversal por adição de novas camadas concêntricas e periféricas, pela ação do meristema líbero-lenhoso. Os anéis de crescimento variam muito de largura e distinção em função das diferentes espécies de madeira, e dentro da mesma espécie, consoante a altura da árvore e as condições a que se encontra exposta. São o reflexo do crescimento da árvore, sendo que nas zonas temperadas ou frias, o período vegetativo é anual, e então o número de anéis coincide com a idade da árvore, formando camadas estreitas e bem diferenciadas; nas zonas tropicais este período é função das estações de chuvas, formando anéis de rápido crescimento, largos e pouco diferenciados. A formação dos anéis caracteriza-se pela génese de duas camadas distintas: o lenho inicial ou lenho de Primavera (apenas para períodos vegetativos anuais), composto por células longas, de paredes finas e com escassez de fibras, dada a necessidade de uma intensa circulação de seiva; e o lenho final, tardio ou de Verão (igualmente apenas para períodos vegetativos anuais), composto por células estreitas, de paredes grossas, aumentando a quantidade de fibras e reduzindo-se a quantidade de vasos. O lenho inicial é de formação rápida, enquanto que, o lenho tardio é formado mais lentamente, distinguindo-se do primeiro pela sua coloração mais escura.

2.4 Tipos de Madeiras da região norte utilizadas na construção civil.

A tabela abaixo apresenta as várias espécies nativas na região Amazônica em especial no Amapá. De acordo com Instituto Paulista de Tecnologia IPT temos as seguintes características:

Tabela 2 Tabela com as Características Mecânicas das principais espécies do Amapá

Nome Popular	Nome científico	Densidade (kG/m ³)	Resistencia Tração (kGF/cm ²)	Resistencia Compressão (kGF/cm ²)
ANGELIM-AMARGOSO	Vatairea sp	936	1514	793
ANGELIM-PEDRA	Hymenolobium petraeum Ducke	710	1115	533
ANGELIM-VERMELHO	Dinizia excelsa Ducke	1090	1408	825
CEDRORANA	Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke	520	793	475
CUMARU	Dipteryx odorata (Aublet.) Willd.	1090	1818	961
JATOBÁ	Hymenaea spp	960	1548	838
MANDIOQUEIRA	Qualea spp.	650	890	710
Maçaranduba	<i>Manilkara spp.</i> , Sapotaceae	1000	1626	739
IPE	Tabebuia spp., Bignoniaceae	1010	1605	829
PINUS - ELIOTE	Pinus elliotii Engelm.	480	696	315

Fonte: NAHUZ (2013)

Para identificarmos os tipos de madeiras mais utilizadas pela construção civil no estado do Amapá, procuramos realizar entrevistas com carpinteiros da região, objetivando com isso encontrar um ponto inicial para nosso padrão construtivo, como isso, entrevistamos o sr. José Ribeiro da Graça⁸ e o sr. Mauro Pereira Segundo⁹. Ambos os carpinteiros, com mais de 30 anos de experiência, segundo o sr. Graça as madeiras mais utilizadas para as peças estruturantes são: a pracuúba, o massaranduba, o piquiazheiro, a mandioqueirinha para o assoalho temos o pau mulato, a pracuúba e para o fechamento e forro guaruba, ainda segundo o sr. Graça ele utilizou até mesmo a madeira conhecida como virola¹⁰ (*Virola surinamensis*) nos fechamentos das paredes de sua casa, porem a mesma estava com tratada químico contra cupins.

“Utilizei a virola na minha casa no bairro renascer, solicitei na madeireira a madeira

⁸ GRAÇA, José Ribeiro. Madeiras utilizadas no estado do Amapá. Macapá:2018. Entrevista concedida a Silva, Jeffeson Pereira

⁹ SEGUNDO, Mauro Pereira, Madeiras e formas de construir no estado do Amapá: 2018. Entrevista concedida a Silva, Jeffeson Pereira

¹⁰ Madeira leve e de baixo custo, mas de pouca resistência a organismos xilófagos, muito utilizada para a estruturação de lajes e compensados.

envenenada e só tive o cuidado de não deixar ela em contato com o solo, fora isso não tive nenhum problema com cupins e outros insetos durante mais de 20 anos. ”
(Graça,2018)

O sr. Mauro, nos disse que a mandioqueira (*Qualea* spp – NBR7190:1997) é muito usada como estruturas de forro, porem que não é adequado a utilização dessa espécie para tabuas, pois ela acaba rachando com muita facilidade, já a Guaruba (*Vochysia Máxima* - IPT) é uma madeira leve e de boa resistência, muito adequada para fechamento de paredes e forros. A madeira ideal para o assoalho (piso) e cercas é a Pracuúba (*Trichilia lecointei Ducke*) por ser uma madeira muito resistente

Dentre as inúmeras espécies de madeiras comercializadas no estado do Amapá, optou-se em desenvolver o trabalho somente com 03 espécies, por apresentarem amplos estudos físico-químicos, junto a NBR7190:1997 e o IPT (Instituto de Pesquisa Tecnológico do Estado de São Paulo), a seguir será relacionado a espécie junto com sua utilização:

- Montantes e Travessas¹¹ : Mandioqueira (*Qualea* spp – NBR7190:1997);
- Tabuas de Fechamento de Parede: Guaruba (*Vochysia Maxima* - IPT);
- Tabuas para o Piso¹² : Pracuúba (*Trichilia lecointei Ducke*- IPT);
- Vigas: Mandioqueira (*Qualea* spp – NBR7190:1997);

2.4.1 Características da Mandioqueira

A **Mandioqueira (*Qualea spp*)** apresenta cerne e albarno pouco distintos pela cor, cerne bege-claro levemente rosado a avermelhado; brilho moderado; cheiro e gosto imperceptíveis; densidade média; moderadamente dura ao corte; grã revessa; textura média (aspecto fibroso). A figura 10 apresenta os aspectos microscópicos e a aparência da Mandioqueira para uma impressão simplificada da forma da madeira. (NAHUZ,2013).

¹¹ Na região Norte utiliza-se o termo pernamanca, porem optamos em utilizar os mesmos termos adotados no SINAT 05

¹² Na região Norte utiliza-se o termo assoalho, porem optamos em utilizar os mesmos termos adotados no SINAT 05

Figura 10- Fotomacrografia (10x)(a), Corte Tangenciais (b) e Radiais (c) no cerne da madeira Mandioqueira



(a)

(b)

(c)

Fonte: http://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=10

- Outros nomes populares:** Canela-Mandioca, Mandioqueira-Áspera, Mandioqueira-Escamosa, Mandioqueira-Lisa, Mandioqueira-Vermelha.
- Ocorrência:** Brasil – Brasil-Amazônia, Acre, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia.
- Durabilidade natural:** a madeira de Mandioqueira apresenta baixa resistência ao ataque de organismos xilófagos. (IPT, 1989a). Apresenta resistência moderada ao ataque de cupins-de-Madeira-seca. (Chudnoff, 1978). Para (Berni et al., 1979) esta Madeira é considerada moderadamente susceptível ao ataque de térmitas e susceptível aos perfuradores marinhos.
- Tratabilidade:** a madeira de Mandioqueira deve ser moderadamente permeável às soluções preservantes quando submetida a tratamento sob pressão (NAHUZ, 2013).
- Trabalhabilidade:** A madeira de Mandioqueira é moderadamente dura ao corte, com ferramentas manuais ou mecânicas, devido à presença de sílica nas células dos raios. Apresenta um bom acabamento, boa colagem e é fácil de toronar, porém com tendência a apresentar superfície felpuda (JANKOWSKY, 1990).
- Secagem:** A madeira de Mandioqueira seca bem ao ar livre, sem apresentar defeitos. A secagem artificial deve ser cuidadosa (JANKOWSKY, 1990).
- Densidade de massa:** Aparente a 15% de umidade: 650 kg/m³ /
 Básica: 50 kg/m³ Contração Radial: 4,5% / Tangencial: 8,9% /
 volumétrica: 15,1%
- Propriedades Mecânicas Flexão:**

- Madeira verde: 61,1 MPa (623 kgf/cm²)

- Madeira a 15% de umidade: 87,3 MPa (890 kgf/cm²)

Limite de proporcionalidade - Madeira verde: 34,3 MPa (855 kgf/cm²)

Módulo de elasticidade - Madeira verde: 11023 MPa (112400 kgf/cm²)

■ **Compressão paralela às fibras**

- Madeira verde: 31,8 MPa (324 kgf/cm²)

- Madeira a 15% de umidade: 56,5 MPa (576 kgf/cm²)

■ **Limite de proporcionalidade** - Madeira verde: 22,8 MPa (232 kgf/cm²)

■ **Módulo de elasticidade** - Madeira verde: 13700 MPa (139700 kgf/cm²)

■ **Cisalhamento** - Madeira verde: 7,8 MPa (80 kgf/cm²)

■ **Dureza Janka** - Madeira verde: 3864 N (394 kgf)

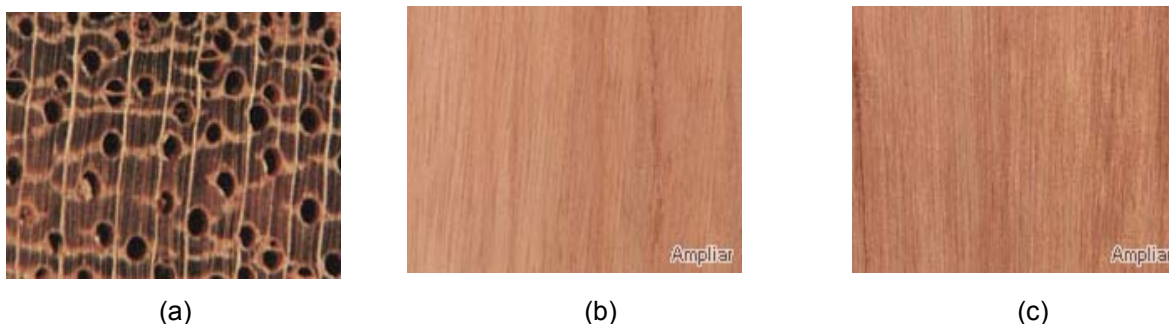
■ **Tração normal às fibras** - Madeira verde: 4,2 MPa (43 kgf/cm²)

■ **Fendilhamento** - Madeira verde: 0,6 MPa (6,1 kgf/cm²)

2.4.2 Características da Quaruba

A **Quaruba (Vochysia máxima)** apresenta cerne e alburno pouco distintos pela cor, cerne rosado e alburno cinza-claro a cinza-rosado; brilho moderado ou ausente; cheiro e gosto imperceptíveis; densidade baixa; macia ao corte; grã revesa; textura média a grossa. A figura 11 apresenta os aspectos microscópicos e a aparência da Quaruba para uma impressão simplificada da forma da madeira.

Figura 11- Fotomicrografia (10x)(a), Corte Tangenciais (b) e Radiais (c) no cerne da madeira quaruba



Fonte: http://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=10

■ **Outros nomes populares:** Guaruba, Guaruba-Cedro, Quaruba-Goiaba, Quaruba-Verdadeira, Quaruba-Vermelha.

■ **Ocorrência:** **Brasil** - Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia.

■ **Durabilidade natural:** A resistência da madeira ao apodrecimento varia conforme a espécie. Com relação ao ataque de cupins e fungos, geralmente as madeiras desse gênero são susceptíveis a moderadamente resistentes ao ataque de cupins-de-madeira-seca. A espécie *V. Guianensis* é considerada moderadamente resistente ao ataque de cupins, entretanto, pode apresentar uma baixa resistência ao ataque de perfuradores marinhos. O alburno pode ser susceptível ao ataque de brocas do gênero *Lyctus* (BERNI ET AL., 1979). Em ensaio de campo, com a madeira em contato com o solo, a espécie *V. guianensis* foi considerada moderadamente durável, com vida útil entre dois e cinco anos, e a espécie *V. máxima* foi considerada não durável, com vida útil inferior a dois anos.

■ **Tratabilidade:** O alburno é muito fácil de preservar com creosoto (oleossolúvel) e CCA-A (hidrossolúvel) aplicados sob pressão. O cerne de *V. Guianensis* é resistente ao tratamento preservante. (BERNI ET AL., 1979) em ensaio laboratorial realizado pelo IPT, em tratamento sob pressão, o alburno apresentou alta permeabilidade.

■ **Trabalhabilidade:** A madeira de *Quaruba* é fácil de ser trabalhada tanto com ferramentas manuais quanto por máquinas. Alguns defeitos comuns são a superfície felpuda e fibras arrancadas. A colagem e a aplicação de tintas e vernizes não apresentam problemas. O polimento é bom (JANKOWSKY, 1990). É fácil de aplainar, lixar, tornear e furar, podendo apresentar, entretanto, acabamento ruim.

■ **Secagem:** A secagem ao ar é moderada, com tendência a empenamento e rachaduras. A secagem em estufa é rápida, mas pode agravar os defeitos se não for bem controlada. Peças espessas estão sujeitas a colapso (JANKOWSKY, 1990).

■ **Densidade de massa:** Aparente a 15% de umidade: 600 kg/m³ /
Básica: 490 kg/m³ Contração Radial: 4,0% / tangencial: 8,8% /
volumétrica: 12,1%

■ **Propriedades Mecânicas Flexão:**

- Madeira verde: 60,5 MPa (617 kgf/cm²)

- Madeira a 15% de umidade: 91,2 MPa (930 kgf/cm²)

Limite de proporcionalidade - Madeira verde: 9316 MPa (95000kgf/cm²)

Módulo de elasticidade - Madeira verde: 11180 MPa (114000 kgf/cm²)

■ **Compressão paralela às fibras**

- Madeira verde: 29,4 MPa (300 kgf/cm²)

- Madeira a 15% de umidade: 47,6 MPa (485 kgf/cm²)

■ **Cisalhamento** - Madeira verde: 8,4 MPa (86 kgf/cm²)

■ **Dureza Janka** - Madeira verde: 4335 N (442 kgf)

■ **Tração normal às fibras** - Madeira verde: 3,7 MPa (39 kgf/cm²)

2.5 Sistema Construtivo em Madeira Serrada

2.5.1 Madeira como Sistema Construtivo no Mundo

No dia 1 de novembro de 1755, num curto espaço de tempo, um violento terramoto seguido por um maremoto e diversos incêndios pela cidade formaram a maior catástrofe natural de Portugal. Após a catástrofe o Primeiro-ministro do reino, o Marquês de Pombal, iniciou um programa de reconstrução dos edifícios tecnicamente nas características estruturais e construtivas que pretendia garantir que os edifícios resistissem a um sismo de grande intensidade mantendo intacta a sua estrutura. A solução encontrada foi o sistema dito de “gaiola”. A gaiola é constituída por diversos painéis planos (frontais) que se compatibilizam através de prumos verticais comuns. A compatibilidade dos diversos painéis planos ortogonais através de prumos verticais comuns, juntamente com os pavimentos em madeira, dá origem a uma treliça tridimensional capaz de resistir a cargas em qualquer direção. Os espaços vazios dos frontais, eram preenchidos com uma alvenaria constituída por uma argamassa de cal e por pequenas pedras e/ou elementos cerâmicos provenientes dos escombros. Por último, as paredes eram rebocadas e estucadas em ambas as faces. (M. LOPES,2010)

Figura 12- Paredes Frontais Pombalinas



Fonte: M. LOPES, 2010

Já na década de 1920 e os primeiros anos de 1930, período entre as duas guerras mundiais, representou uma fase eufórica do desenvolvimento positivista e histórico da modernidade. A total crença no futuro e o rompimento completo com as tradições do passado estavam na ordem do dia. Nesse período estavam sendo introduzidos novos avanços na organização industrial, a conhecida segunda revolução industrial, que adicionou à produção eficiências operacionais, standardização em todos os âmbitos da vida e principalmente o consumo em massa (BERDINI, 1986).

Gropius diretor da Bauhaus desenvolveu uma casa para a empresa Hirsch Kupfer und Messingwerke, de Berlim, que apresentava a possibilidade de futuras expansões conforme a necessidade do morador. Era formada por uma estrutura de madeira em que as partes pré-fabricadas se fixavam in situ, isoladas por meio de lâminas de alumínio, revestidas externamente com cobre e internamente com peças de cimento amianto. De acordo com Gropius, as vantagens dessas casas pré-fabricadas eram as seguintes:

Figura 13 Casas de Madeira Projetadas por Gropius da escola Bauhaus

Hirsch Kupfer- und Messingwerke,
erection procedure, copper house,
1931



Fonte:BERDINI, 1986

“Eliminação da umidade no processo de construção; leveza das distintas partes a construir; independência das condições atmosféricas ou das estações, dado o caráter da montagem; redução dos custos de manutenção graças à alta qualidade dos materiais que, ao serem produzidos dum modo standard, apresentam também vantagens de tipo econômico; possibilidade de fixar um preço não susceptível de incremento; rapidez na entrega”. (BERDINI, 1986, p. 128)

2.5.2 Aspectos Normativos Estruturais em Madeira

Para que possamos simular o comportamento de um sistema construtivo e fundamental que possamos identificar suas características e comportamentos.

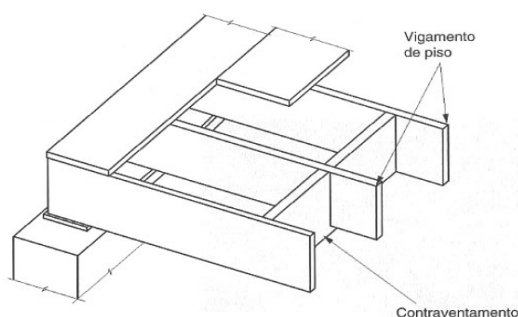
📌 Viga de Piso:

Os pisos ou assoalhos de madeira são constituídos de vigas bi apoiadas de seção retangular ou I com espaçamento da ordem de 50 cm e revestida de tabuas. O

dimensionamento das vigas é usualmente feito para ação de cargas estáticas uniformemente distribuída. Este critério pode, entretanto, conduzir a uma estrutura caracterizada por vibrações excessivas decorrente do caminhar de pessoas. A avaliação deste estado limite de utilização é bastante difícil. As normas de projetos brasileiros NBR 7190:1997 e europeia EUROCODE 5 apresentam critérios simplificados para garantir o atendimento a este estado limite.

A inclusão de contraventamento entre as vigas propicia uma melhor distribuição de carga entre as vigas, reduzindo assim o problema das vibrações.

Figura 14 - Vigamento para piso de madeira

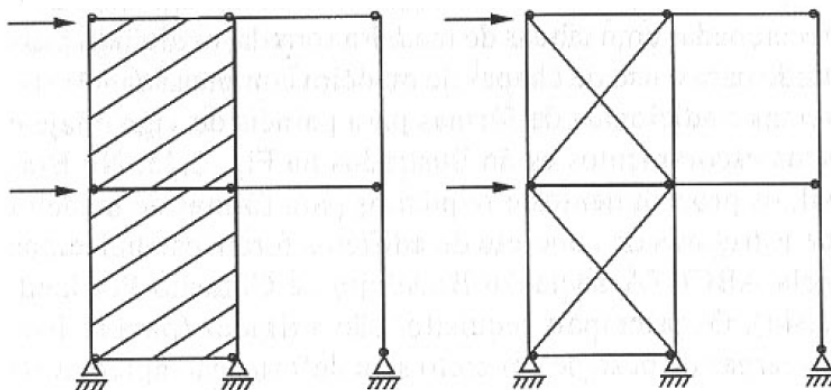


Fonte: Pfeil 2003

■ Estruturas Apórticas para edificações:

A estabilidade da edificação tendo em vista as ações horizontais (por exemplo o vento), e os efeitos de imperfeições como desalinhamento de pilares, depende da rigidez das ligações viga pilar. Se estas ligações forem rígidas, as cargas horizontais atuam sobre pórticos formados pelas vigas pilares. Para as ligações vigas-pilares flexíveis a estabilidade lateral da edificação depende de sistemas de contraventamento vertical como paredes em diafragma ou treliças em X.

Figura 15- Ilustração de Pórtico Flexível com contraventamento



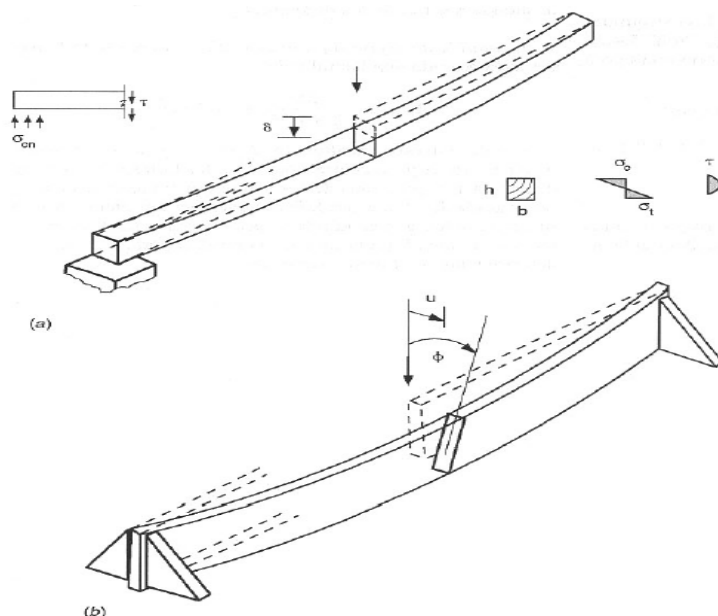
Fonte: Pfeil 2003

📊 Critério da Cálculo de Vigas

As vigas estão sujeitas a tensões normais σ de tração e compressão longitudinal e, portanto, na direção paralela a fibras; nas regiões de aplicação de carga, como por exemplo nos apoios, estão submetidas a tensões σ_{cn}

E compressão normal as fibras. Além disso atuam tensões cisalhantes na direção normal as fibras e na direção paralela as fibras. As vigas altas e esbeltas podem sofrer flambagem lateral, um tipo de instabilidade na qual a viga perde o equilíbrio no plano principal de flexão (em geral vertical) e passa a apresentar deslocamentos laterais e rotação de torção. A flambagem lateral pode ser evitada provendo-se a viga pontos intermediários de contenção lateral.

Figura 16 - Flexão Simples, (a) viga em flexão no plano vertical, (b) flambagem lateral da viga



Fonte: Pfiel 2003

No dimensionamento das vigas de madeira são utilizados dois critérios básicos, a saber:

- Limitação das tensões;
- Limitação de deformações;

As limitações de deformação têm, em obras de madeira, importância relativamente maior que em outros materiais, como aço e concreto armado. Isso porque se trata de um material com alta relação resistência/rigidez.

Limitações de Tensões: O problema de verificação de tensão, em obras de madeira, é formulado como a teoria clássica de resistência dos materiais, muito embora o material não siga a lei linear de tensões (Lei de Hooke) até a ruptura.

Limitação de Deformação: As limitações de flechas das vigas visam atender a requisitos estéticos, evitar danos a componentes acessórios e ainda visam ao conforto dos usuários (evitar flexibilidade exagerada no caso de assoalhos de edificações). Os inconvenientes estéticos das deformações podem ser prevenidos, quando possível, com a adoção de contra flechas. Os valores limites para as flechas de vigas indicados pela NBR 7190:1997 levam em conta a existência ou não de materiais frágeis ligados à estrutura, tais como forros, pisos e divisórias, as quais se pretende evitar danos através de controle de deslocamento das vigas.

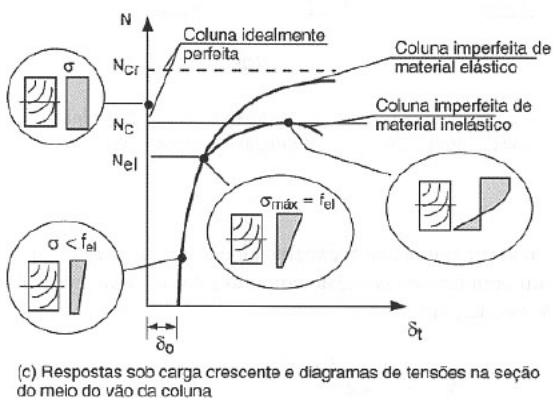
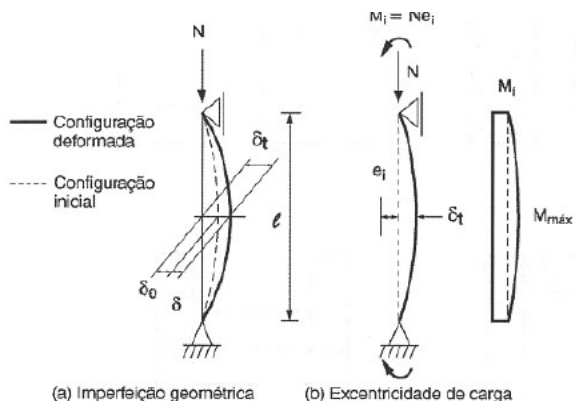
🏠 Critério de Cálculo de Peças Comprimidas

Peças comprimidas são encontradas em componentes de treliças, sistemas de contraventamento, além de colunas ou pilares isolados ou pertencentes a pórticos. Estas peças podem estar sujeitas a compressão simples e a flexocompressão por ação de carga aplicada com excentricidade ou de um momento fletor oriundo de cargas transversais, em combinação com a carga axial de compressão. Curvaturas iniciais em peças esbeltas sob compressão axial ou deslocamentos laterais produzidos por ação de um momento fletor aplicado tendem a ser ampliados pelo esforço de compressão em um processo denominado flambagem por flexão, o qual reduz a resistência da peça em relação ao caso de peça curta. As peças comprimidas podem ser de seção simples ou de seção composta. Aspecto que influencia a resistência da coluna diz respeito ao tipo de diagrama $\sigma \times \epsilon$ do material. No caso da madeira, o comportamento em tração é praticamente linear (regime plástico) até a ruptura, mas em compressão o diagrama $\sigma \times \epsilon$ é não-linear. Então, a validade das equações

$$\delta_t = \frac{\delta_o}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \delta_o \cdot \frac{N_{cr}}{N_{cr} - N} \text{ e } \delta_t = e_i \left(\sec \left(\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{N}{N_{cr}}} \right) - 1 \right)$$

se limita ao valor da carga N , que produz tensão máxima na seção mais solicitada igual a tensão limite de proporcionalidade f_{el} . A partir daí inicia-se a perda de rigidez da seção com a sua plastificação progressiva. A resposta da coluna segue o caminho identificado por “coluna imperfeita de material inelástico” da figura 29c até atingir a resistência N_c com a ruptura da seção mais solicitada.

Figura 17 - Comportamento das colunas sobre cargas crescentes. Efeito da imperfeição geométrica inicial e da excentricidade de carga



(c) Respostas sob carga crescente e diagramas de tensões na seção do meio do vão da coluna

No caso da madeira há de considerar ainda o efeito de fluência, que se caracteriza pelo acréscimo das deformações ao longo do tempo para uma carga mantida constante. Para uma carga $N < N_c$, a coluna imperfeita de material inelástico da figura 28c não atinge a ruptura instantaneamente. Entretanto, se a carga for mantida ao longo do tempo o efeito de fluência, poderá leva-la ao colapso por acréscimo dos deslocamentos laterais δ . Dividindo-se a carga crítica $N_c = \frac{\pi^2 \cdot EI}{\ell^2}$ pela área A da seção da coluna obtém-se a seção crítica $f_{cr} = \frac{N_{cr}}{A} =$

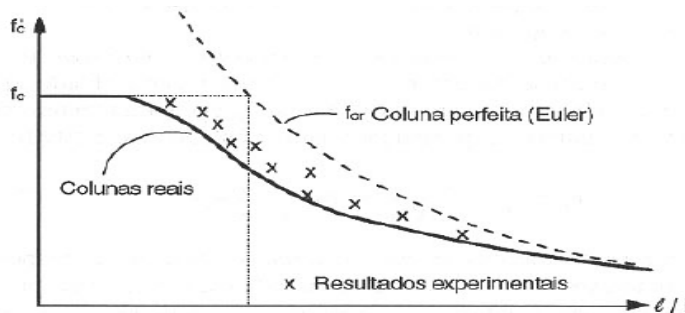
$$\frac{\pi^2 E}{(\ell/i)^2}$$

Fonte: Pfiel 2003

Na curva de flambagem (fig. 30) pode-se distinguir três tipos de colunas:

- Colunas esbeltas (valores elevados de ℓ/i) para as quais a flambagem ocorre em regime elástico e a resistência f'_c aproxima-se de f_{cr} ;
- Colunas de esbeltas intermediarias, nas quais a influência das imperfeições geométricas e da não-linearidade física (do material) reduz a resistência;
- Colunas curtas (baixos valores de ℓ/i), nas quais a tensão resistente é tomada igual a tensão resistente a compressão do material.

Figura 18 Variação da resistência de uma peça comprimida em função do índice de esbeltez



Fonte: Pfiel 2003

2.5.3 Padrão construtivo wood frame

O termo wood frame vem do inglês que significa estrutura de madeira e de acordo com Duarte *et al.* (2013), é uma técnica de construção muito usada na América do Norte e na Europa, ou seja, em países desenvolvidos, sendo nestes locais a madeira o principal elemento estrutural das edificações, principalmente de casas. Na afirmação de Molina; Calil Junior (2010) o “wood frame para casas consiste num sistema construtivo industrializado, durável, estruturado em perfis de madeira reflorestada tratada. ”

Segundo a American Wood Council (2001) o wood frame é o método mais utilizado na construção de casas e apartamentos nos Estados Unidos, e está sendo usado cada vez mais também para construções comerciais e industriais. O sistema fornece conforto térmico e acústico aos ocupantes tendo em vista as variações bruscas de temperatura da América do Norte e Europa, suas variedades arquitetônicas são ilimitadas. A figura 19 mostra uma casa construída em wood frame com aproximadamente 100 anos de idade, e em ótimo estado de conservação.

Figura 19- Casa com mais de 100 anos, construída no padrão Wood Frame



Fonte: SILVA 2017

Figura 20 Detalhe de uma casa em Wood Frame



Fonte: APA, 2008

Já nos dias atuais Molina; Calil Junior (2010) citam que o método construtivo wood frame é utilizado em 95% das construções norte americanas, destacando que em países desenvolvidos como: Canadá, Japão e Alemanha são utilizados o mesmo sistema. No sistema alemão os autores citados destacam que devido à industrialização avançada, os alemães conseguem construir casas com mais de 200m² em 60 dias. Destacam também que países como Chile e Venezuela usam o sistema para a construção de casas populares de 40 a 65 m².

O wood frame de acordo com Goi (2014), é uma construção no qual se evitam desperdícios, pois não é necessário quebrar as paredes para que as tubulações sejam embutidas assim como não é necessário o uso de formas para pilares e vigas, já que as próprias paredes são estruturais, diminuindo assim o gasto e desperdício de material.

O método construtivo wood frame é constituído de estruturas em perfis leves de madeira auto clavada e chapas OSB que servem de contraventamento, essas chapas são de madeira reflorestada, prensadas em três camadas perpendiculares, unidas com resinas e prensadas sob alta temperatura aumentando assim sua resistência mecânica, rigidez e estabilidade. As espessuras mais utilizadas são de 11,1mm nas paredes e telhados e 18,3mm em pisos e lajes.

Figura 21-Estrutural de uma casa no padrão construtivo wood frame



Fonte: Atos Arquitetura 2016

Nas palavras de Silva (2010), a fundação deve ser escolhida conforme o solo de cada local, o autor também salienta que na grande maioria das vezes a fundação aplicada no sistema wood frame é o radie ou a sapata corrida.

Figura 22 - Fundação tipo radie de um sistema wood frame



Fonte: DATEC 20 (2015)

O conjunto estrutural é formado segundo Silva (2010), pelos perfis de madeira e chapas de madeira estruturais, essas chapas de madeira auxiliam reduzindo o comprimento de flambagem dos montantes assim como na estabilidade do empreendimento. A estrutura das paredes é composta por:

- Perfis leves de madeira como montantes verticais, bitolas em geral de 2" x 4" (38 mm x 90 mm), 2" x 6" (38 mm x 140 mm) e 2" x 12" (38 mm x 290 mm), espaçados entre si a cada 40 cm ou 60 cm.;

- Perfis leves de madeira como guias inferiores e superiores, bitolas em geral de 2" x 4" (38 mm x 90 mm), 2" x 6" (38 mm x 140 mm) e 2" x 12" (38 mm x 290 mm);
- Chapas estruturais de OSB, com espessura usual de 11,1 mm, como contraventamento da estrutura reticulada;
- Painéis de pisos compostos por chapas estruturais de OSB, com espessura usual de 18,3 mm, fixadas em vigas de madeira tipo I, espaçadas a cada 40 cm ou 60 cm. (SILVA, 2010).

Os painéis OSB são produtos certificados de acordo com as normas americanas, pois a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) apresenta normas que estabelecem dimensões, tolerâncias e condições a serem seguidas para classificação de chapas de compensado, madeiras aglomeradas e MDF, mas não versa sobre o OSB.

Figura 23- Painel de OSB



Fonte: TecBuild (2017)

Segundo publicação de Zenid et al. (2003), o painel OSB é dimensionado para suprir a resistência mecânica exigida para fins estruturais já que tanto o MDF como o aglomerado não conseguiram suprir essa exigência. Sua formação é feita, por camadas de partículas ou de feixes de fibras com resinas fenólicas que são prensados em três camadas perpendiculares, unidas com resina resistentes às intempéries e prensadas sob alta temperatura. A resistência atingida é considerada alta, não chegando a tal resistência de uma madeira de lei, mas já considerada para ser usado

numa estrutura. A elasticidade desse madeiral e a mesma encontrada no aglomerado, porém sua resistência é maior.

De acordo com a Possamai (2017), as vantagens da aplicabilidade do OSB são devido à alta resistência às intempéries, físico-mecânica, empenamento, assim como a qualidade consistente e uniforme, espessura calibrada, versatilidade, ecologicamente correto e a competitividade em seu preço.

Quanto as Lajes temos dois tipos distintos a Laje Seca e a Laje Mista, a laje Seca o sistema é formado utilizando-se painel com seu miolo sendo em madeira e nas duas faces são aplicadas placas cimentícia reforçadas com fios sintéticos, sendo que após pronta é possível a aplicação de vários tipos de acabamento.

Figura 24 Painel para Laje Seca



Fonte: Silva (2017)

Esse sistema, possui algumas características técnicas, entre elas estão que a madeira recebe tratamento aumentando sua resistência contra cupins, as placas cimentícias são produzidas com uma mistura de cimento Portland, agregados naturais, celulose e fios sintéticos de polipropileno. Existem dois tipos específicos de painéis, um é usado em mezaninos e outro quando se tem uma maior exigência de carga no piso, as espessuras são de 23mm para mezaninos e 40mm para cargas maiores. Para LP Building Products (2017), a laje seca possui inúmeras vantagens como a alta resistência às cargas distribuídas, vence grandes vãos, resistência ao fogo já que a superfície cimentícia é incombustível e não propaga chamas, é também ecologicamente correto, pois suas matérias primas provem de reflorestamento, apresenta também versatilidade já que a mesma aceita qualquer tipo de acabamento e por fim possui um excelente isolamento acústico e térmico. A Globalplac (2017) informa que o painel com miolo de madeira e revestimento em placa cimentícia vence grandes vãos e suporta até 500kg/m² de carga, e esse tipo de laje de acordo com o autor é uma solução rápida e econômica.

Como caracteriza Silva (2010), a laje mista é considerada a laje de OSB, no qual é aplicado por cima dessa placa uma lamina plástica hidro fugada (filme de

polietileno) esse material é composto por uma trama de polietileno de alta densidade com pequenos poros que dificultam a passagem de partículas de água entre as faces da estrutura. Porém o vapor de água pode atravessá-la, permitindo assim uma adequada ventilação, e sobre a camada de lamina plástica é aplicado 5 cm de concreto armado com malha metálica. Pode ser aplicado qualquer tipo de revestimento e recomenda-se a utilização de argamassa do tipo ACII no assentamento de revestimento cerâmico e porcelanatos.

Figura 25 - Membrana Impermeável a água e permeável ao vapor



Fonte: Fabricante Tyvek

De acordo com a Engenharia Civil Diária (2015), a diferença entre a laje seca e a laje mista é que, na laje mista é colocado um contra piso de 3 a 4 cm de argamassa sobre o OSB, reforçado com fibras de polietileno ou fibras de aço, podendo ser aplicado vários tipos de revestimento tais como carpet, laminados, cerâmica, porcelanatos, entre outros.

Para o acabamento, como descrito por Duart et al. (2013), pode ser finalizado com madeira, rebocos ou vinyl siding, esse último sistema muito utilizado nos Estados Unidos, e é composto por tábuas plásticas sobrepostas. A figura 37 mostra uma casa com esse tipo de aplicação em Chicago.

Figura 26 Construção de casa utilizando acabamento em Vinyl Siding



Fonte: SILVA (2017)

Nas palavras de Duarte et al. (2013), as grandes vantagens apresentadas nesse método são a rapidez da execução, a facilidade de construção, a economia geral na obra, a grande resistência aos esforços assim como o sistema propicia soluções baratas e de fácil aplicabilidade para o tratamento térmico e acústico. Podemos citar também os acabamentos tipo estuques (ou argamassa armada) é uma argamassa formada por uma mistura homogênea de cal, cimento Portland e areia. O estuque é fixado nas paredes de wood frame por meio de telas metálicas galvanizadas presas às placas de OSB que formam a parede. A aplicação é feita em três demãos, sendo a primeira camada usada como base e as outras duas como acabamento, além de que o estuque pode receber texturas suaves ou rústicas. As cores também podem ser empregadas diretamente no revestimento final ou a superfície pode ser pintada posteriormente. Por não apresentar muita resistência à umidade o estuque deve ser selado ou pintado (THALLON, 2008).

Figura 27 - Fachada exterior com acabamento com estuque



Fonte: LP Building Products (2011).

Segundo Molina; Calil Junior (2010), o método construtivo wood frame tem sido pesquisado nos Estados Unidos desde 1910, e desde esse ano foram feitas várias alterações em normas. Hoje, o dimensionamento de painéis estruturais em wood frame pode ser feito através de critérios da norma americana WFCM2001 e também europeias DIN 1052(1988) e EUROCODE 5 (1997), que consideram diversidades sísmicas e climáticas de cada região. Para dimensionamento de peças estruturais em madeira pode-se utilizar os critérios da NBR 7190:1997.

2.1.1 Sistema Construtivo em Madeira serrada no Brasil

Devido à falta de normas que orientem o desenvolvimento de um padrão construtivo em madeira de lei, a avaliação de novos sistemas construtivos pode ser

executada seguindo os procedimentos estabelecidos pelo Sistema Nacional Avaliação Técnicas (SINAT).

O SINAT é um projeto do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) que visa estabelecer um conjunto de procedimentos para avaliar os novos sistemas construtivos e produtos utilizados no processo de construção, quando inexistirem normas técnicas prescritivas aplicáveis ao produto (BRASIL, 2013b). O SINAT elabora documentos de referência que contém as diretrizes para avaliação técnica de produtos (Diretriz SINAT), incluindo requisitos e critérios de desempenho, bem como os métodos de avaliação a serem adotados pelas Instituições Técnicas Avaliadoras (ITA). As ITA são instituições responsáveis pela avaliação dos novos sistemas construtivos e produtos utilizados nos processos de construção, cabendo a eles a elaboração de um Documento de Avaliação Técnica (DATec).

A Diretriz SINAT 05 apresenta os requisitos para avaliação de sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas.

Os requisitos e critérios de desempenho apresentados pelo SINAT 05 são provenientes das NBR 15575:2013, NBR 7190:1997 e outras normas pertinentes. A NBR 15575:2013 estabelece níveis de desempenhos mínimos ao longo de uma vida útil para os principais elementos de uma edificação habitacional, com o objetivo de regulamentar questões como acústica arquitetônica, conforto térmico e desempenho hidráulico, por meio de especificação e aplicação de critérios mínimos para materiais e técnicas – desde pisos, paredes e esquadrias, até o fluxo de líquidos em tubulações, vibrações de máquinas e motores, entre outros. O objetivo dessa regulamentação é melhor atender às exigências dos usuários de edifícios habitacionais. Com essa norma, se o sistema construtivo atende a esses requisitos, pouco importam os materiais que o constituem (GONÇALVES, 2011). A NBR 7190:1997 estabelece as condições gerais para cálculo e execução das estruturas de madeira.

Em 2012, a Tecverde desenvolveu a tecnologia em madeira serrada similar wood frame para Habitações de Interesse Social e homologou junto ao Ministério das cidades em 2013 o Documento de Avaliação Técnico (DATec nº 020) – Sistema Construtivo Tecverde, sendo este renovado em 2015 para DATec nº 020^a. Para ser homologado, foi necessário comprovar via simulações, ensaios laboratoriais e em

campo, o atendimento à NBR15575:2013, SINAT 05 e demais normas brasileiras. (TECVERDE, 2016).

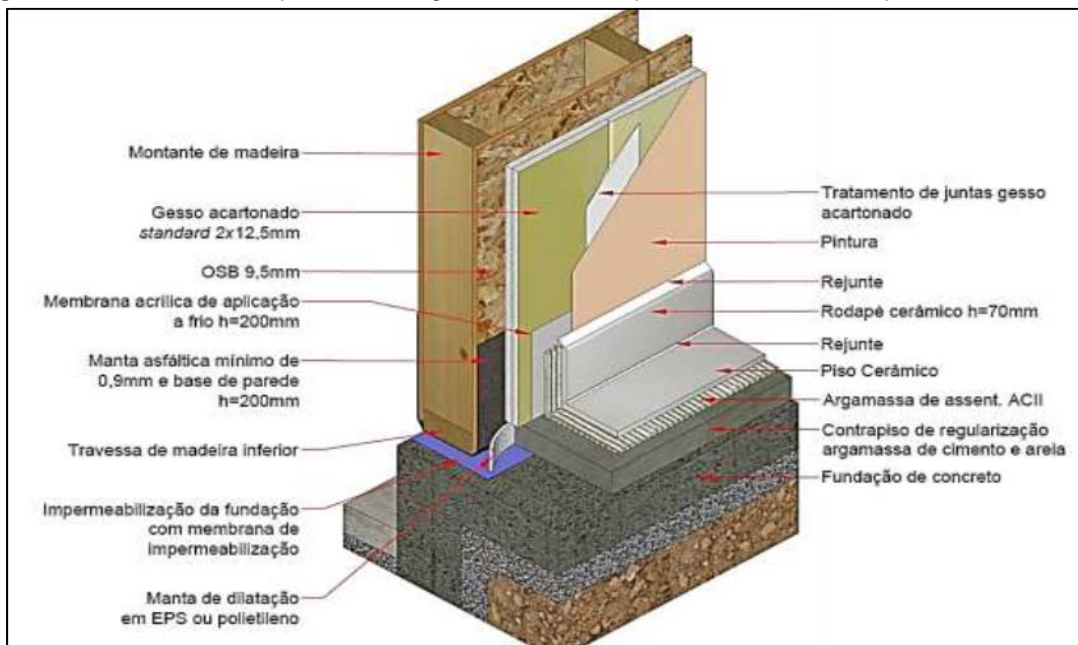
De acordo com POWELL, TILOTTA e MARTINSON (2008) uma casa ideal deve ser confortável, segura, resistente a desastres, durável, eficiente e, sobretudo, sustentável. Sendo assim, os esforços para melhorar as condições dos sistemas de moradia têm que continuar. Os avanços nesta área exigem não só o desenvolvimento de pesquisas aplicadas, mas também a transferência de tecnologias no sentido de passar o conhecimento adquirido à prática. Nos últimos dez anos as casas pré-fabricadas ganharam novos materiais e novas tecnologias, principalmente devido às experiências no setor de habitação popular. Observou-se que uma infinidade de soluções passou do papel para o canteiro de obras, mas muito poucas realmente triunfaram. Isso porque, para entrar nesse mercado, é necessário que o sistema pré-fabricado apresente baixo custo, boa qualidade e, principalmente, se adéque aos sistemas de financiamento existentes no Brasil.

Atualmente no Brasil, a empresa TECVERDE recebeu credenciamento para uma construção para até 5 pavimentos pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat – PBQP-H do Ministério das Cidades. As paredes estruturais são compostas por quadro estrutural formado por peças de madeira serradas auto clavadas. As peças verticais, denominadas montantes, as peças horizontais superiores e inferiores, denominadas soleiras (ou travessas) e as vergas e contra vergas são fixadas entre si por meio de pregos do tipo anelados (em rolo) ou do tipo espiralados (ardox) com diâmetro mínimo de 3,1mm e comprimento mínimo de 75mm. O espaçamento entre montantes é determinado de acordo com o cálculo estrutural, sendo o máximo permitido de 600mm. O entrepiso dos pavimentos apresenta acabamento em revestimento convencional, contra piso de base cimentícia. A base das faces internas das paredes de áreas secas do pavimento térreo, recebe membrana acrílica elástica (de aplicação a frio até altura de 200mm acima do piso acabado interno), e rodapé em material cerâmico com no mínimo 70mm de altura, assentado com argamassa colante tipo ACII. Nas áreas molhável (cozinha) e molhada (banheiro) são utilizadas chapas de gesso para drywall do tipo Resistentes à Umidade (RU) com acabamento em revestimento cerâmico ou pintura acrílica.

Como o Brasil ainda não desenvolveu norma técnica específica para padrões construtivos em madeira serrada deveremos adotar o padrão desenvolvido pela TECVERDE descrito na DATEC 20, aplicando variações no mesmo de materiais mais

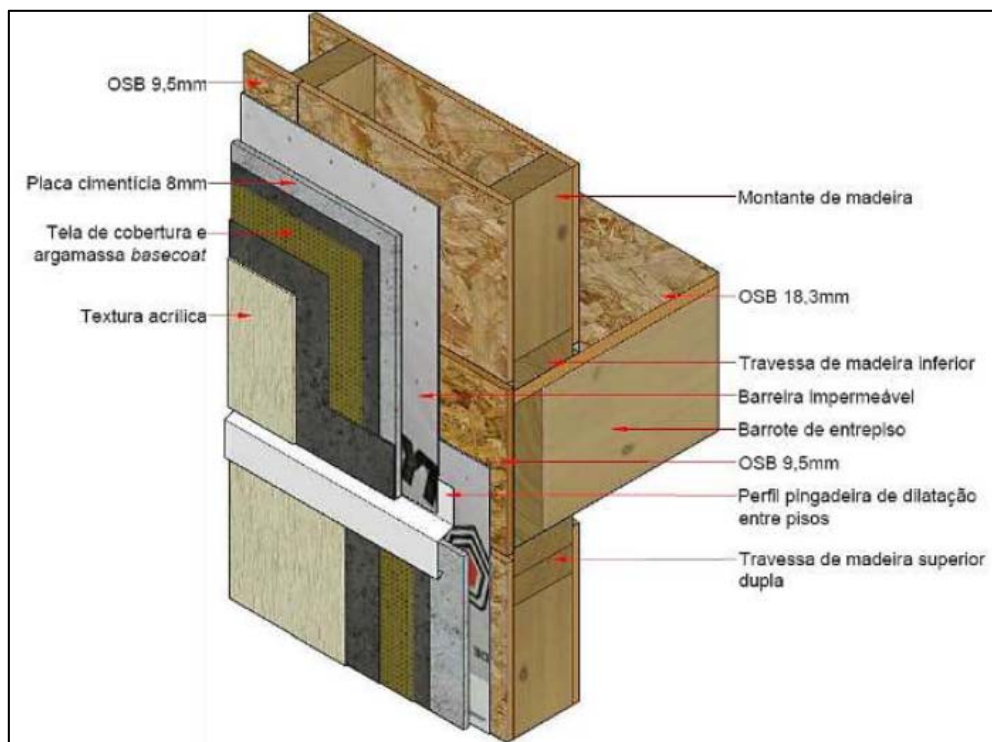
abundantes na região Norte, juntamente com as recomendações da NBR 7190:1997, NBR15575:2013 e como norma suplementar a EUROCODE 05.

Figura 28 - Detalhe de Impermeabilização da base das paredes externas no padrão TECVERDE



Fonte: DATEC 20 2016

Figura 29 Detalhe da ancoragem entre pisos no padrão TECVERDE



Fonte: DATEC20

3- PROGRAMA EXPERIMENTAL

O presente trabalho apresenta um estudo comparativo entre uma UBS (unidade de Saúde Básica) recém construída no bairro Cidade Nova e uma proposta construtiva em madeira adotando as recomendações da NBR 7190:1997 para os aspectos de segurança e os padrões de qualidade do SINAT 05 e as características culturais regionais para melhorar o acolhimento e a sensação de pertencimento na comunidade. A seguir iremos descrever o projeto da UBS Cidade Nova com seus aspectos climáticos, características morfológicas do terreno e custos de implantação, assim como apresentar um estudo de casos e um programa de necessidades baseado no programa requalifica do governo federal. Por fim será apresentado um partido arquitetônico buscando uma integração dos aspectos regionais com o programa RENISUS do governo federal.

3.1 Projeto da UBS Cidade Nova

3.1.1 Localização

A UBS Cidade Nova está localizada na Orla do bairro Cidade Nova, as margens do rio Amazonas. Entre a Av. Pedro Américo e R. Beira Rio, nas coordenadas 495316E 5635N 22N. A figura 31 mostra a esquina das Avenidas Jose Américo e Beira Rio e o terreno destinado a construção da UBS Cidade Nova. Antes de ser construído o muro de arrimo delimitando a orla do bairro toda essa região encontrava-se em um local de permanente alagamento isso é importante para ressaltar as condições da resistência do solo local, assim como o elevado nível do lençol freático.

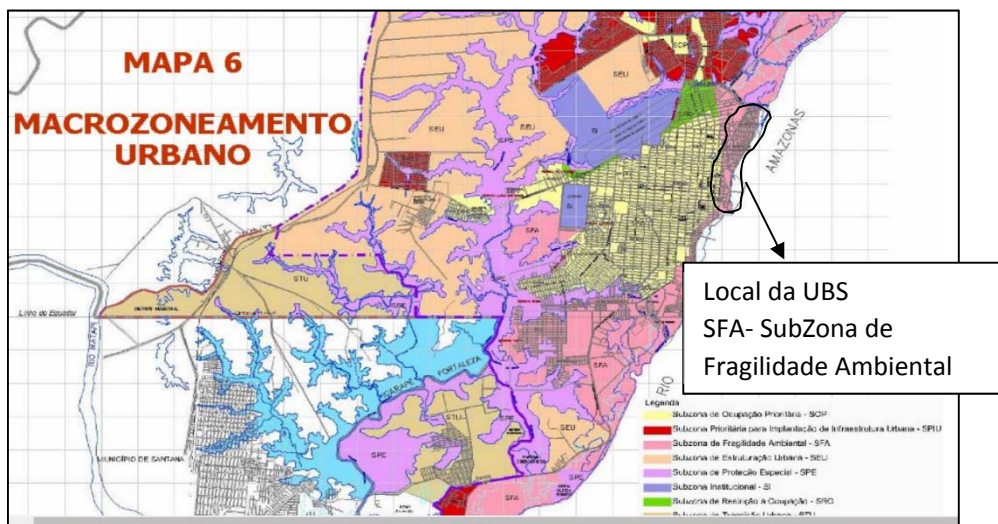
Plano Diretor Art. 33. A Estratégia para Qualificação do Espaço Urbano

“III- Adotar padrões urbanísticos que melhorem a acessibilidade e favoreçam a criação de uma nova identidade urbanística para a cidade, condizentes com as características climáticas e culturais de Macapá;”

A figura 30 mostra a região metropolitana da cidade de Macapá com as subzonas do plano diretor de Macapá, a UBS cidade nova está localizada na subzona de fragilidade ambiental - SFA, as SFA caracterizam-se por coeficiente de aproveitamento restrito ou baixo e ocupação horizontal. São prioridades para a SFA a

valorização das áreas turísticas na orla do rio Amazonas com a preservação de suas características.

Figura 30 - Mapa da Localização da UBS nas Subzonas da cidade de Macapá



Fonte: Plano diretor de Macapá

Figura 31 Local da Obra da UBS Cidade Nova



Fonte: Google Street View

Percebe-se pouca infraestrutura urbana no local as rotas de ônibus passam a pelo menos 4 quarteirões e encontra-se em uma região de alta vulnerabilidade social e econômica. Porém os serviços estão bem distribuídos com supermercados, açougues, farmácias e restaurantes. A figura 32 apresenta a região do entorno a UBS Cidade Nova, indicando as linhas de ônibus do bairro, dando ênfase as áreas de alta vulnerabilidade onde se encontra o público alvo do programa da ESF

Figura 32 - Localização espacial da UBS Cidade Nova

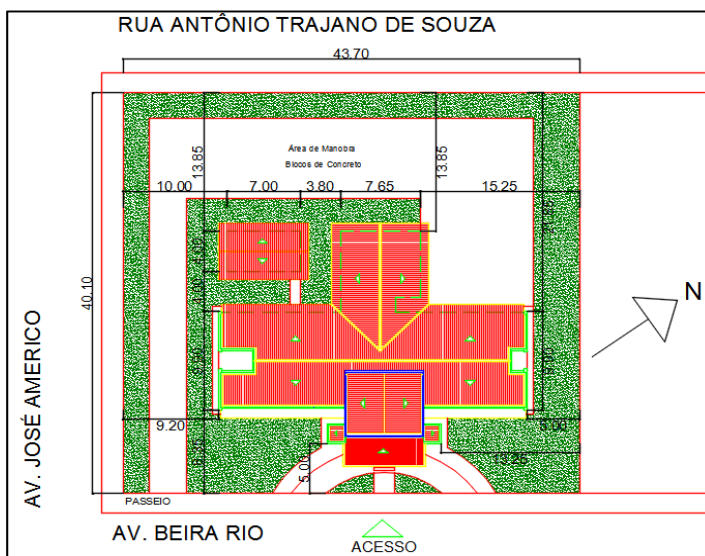


Fonte: Desenvolvido pelo Autor

3.1.2 Custos de Implantação

A secretaria municipal de Saúde de Macapá - SEMSA optou por implantar uma UBS tipo II (programa requalifica do MS) com padrão construtivo em concreto armado e paredes de vedações em alvenaria cerâmica, esta obra foi licitada pela prefeitura de Macapá como TP05/2015 em 05 de novembro de 2015 no valor total de R\$ 671.973,54 (edital disponível em <http://transparencia2.macapa.ap.gov.br/licitacao.php>). As figuras 32,33 e 34 apresentam a planta de situação, planta baixa e as fachadas da UBS cidade nova disponível no processo licitatório supracitado, percebe-se que a prefeitura optou por utilizar um partido muito próximo ao proposto no programa requalifica para UBS tipo II.

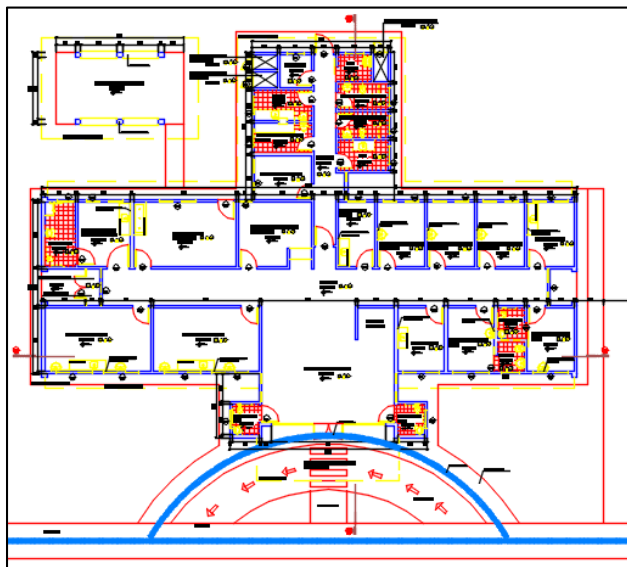
Figura 33 Planta de Situação projetada para a UBS Cidade Nova



Fonte: <http://transparencia2.macapa.ap.gov.br/licitacao.php>

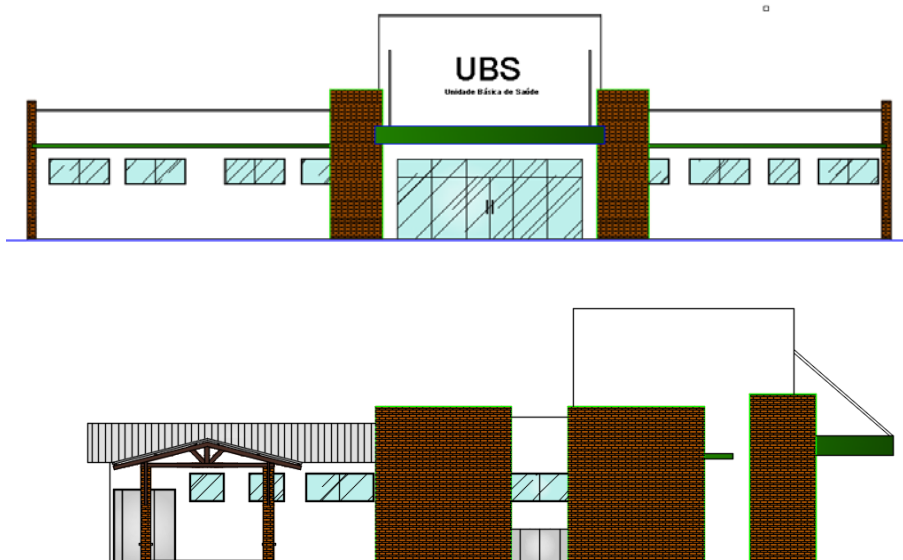
A obra foi concluída em agosto/2018. Considerando que o ministério só iria repassar 512.000,00 (UBS tipo II). Verificamos que a prefeitura ainda deverá aportar R\$ 203.038,49 para finalizar a obra, o que corresponde a aproximadamente 40% do valor repassado pelo ministério. Muito desse recurso adicional foi devido a implantação de fundação profunda em estaca de concreto.

Figura 34 Planta baixa da UBS Cidade Nova



Fonte: <http://transparencia2.macapa.ap.gov.br/licitacao.php>

Figura 35 Fachada da UBS Cidade nova



Fonte: <http://transparencia2.macapa.ap.gov.br/licitacao.php>

Figura 36 - Fachada da UBS Cidade Nova já concluída



Fonte: Acervo do Autor

3.1.3 Programas de requalificação de Unidade Básica de Saúde -UBS

O Requalifica UBS é uma das estratégias do Ministério da Saúde para a estruturação e o fortalecimento da Atenção Básica. Por meio do programa, o MS propõe uma estrutura física das unidades básicas de saúde - acolhedoras e dentro dos melhores padrões de qualidade - que facilite a mudança das práticas das equipes de Saúde.

A ideia de um sistema público de saúde humanizado vem ganhando força, segundo a Política Nacional de Humanização (PNH), a humanização baseia-se em uma rede de diálogo entre pacientes e profissionais da saúde, frente à essa nova mentalidade, é necessário que o edifício destinado a abrigar uma Unidade Básica de Saúde priorize a criação de espaços que proporcionem bem-estar e integração entre pacientes, profissionais da saúde e a comunidade. Criar espaços saudáveis, acolhedores e confortáveis, que respeitem a privacidade, propiciem mudanças no processo de trabalho e sejam lugares de encontro entre as pessoas, para fortalecer

essa integração temos o Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (RENISUS) que propõem inserir plantas medicinais, fitoterápicos e serviços relacionados à Fitoterapia no SUS, com segurança, eficácia e qualidade, em consonância com as diretrizes da Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no SUS.

A portaria 340/2013 do ministério da Saúde redefini a componente construção do programa requalificação de unidades Básicas de Saúde, apresentando quatro tipos de UBS relacionadas a quantidade de equipes da estratégia saúde da família - ESF (cada ESF deve atender a pelo menos 2500 famílias), o anexo A apresenta o programa de necessidade de uma UBS tipo II, dimensionada para 02 equipes da ESF tendo em vista que esse padrão está sendo aplicado na UBS Cidade Nova.

3.2 Projeto Proposto

Adequar a arquitetura ao clima de um determinado local significa construir espaços que possibilitem ao homem condições de conforto. À arquitetura cabe, tanto amenizar as sensações de desconforto impostas por climas muito rígidos, tais como os de excessivo calor, frio ou ventos, como também propiciar ambientes que sejam, no mínimo, tão confortáveis como os espaços ao ar livre em climas amenos.

3.2.1 Características Climáticas do Município de Macapá.

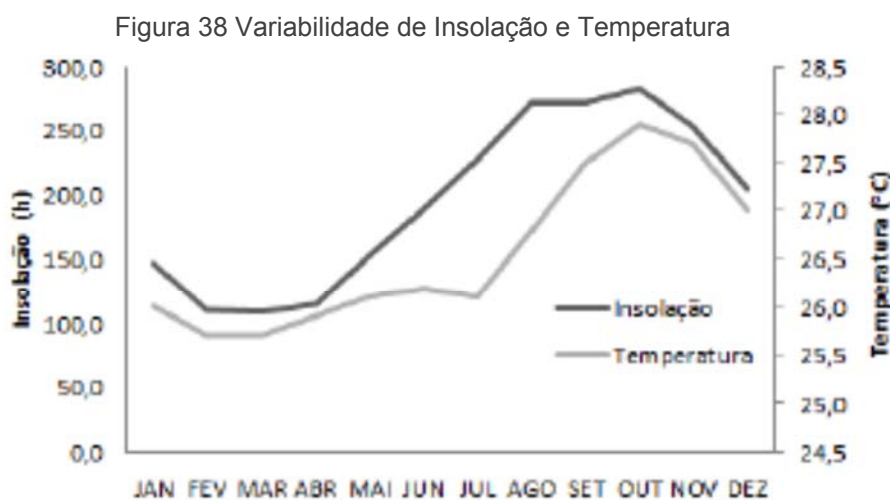
Durante o ano, em média, Macapá tem 169 dias com chuva, durante a estação chuvosa (dezembro a julho) e 196 dias sem chuva, durante a estação seca (agosto a novembro). A figura 37 apresenta o Climatograma para Macapá. Observa-se que o mês mais seco é outubro (35,5 mm/mês) e o mais chuvoso, março (407,2 mm/mês). A estação chuvosa se estende de dezembro a julho; julho é o mês de transição entre a estação chuvosa e a seca; a estação seca se estende de agosto a novembro. (TAVARES,2014)

Figura 37 Número de dias com chuva em Macapá



Fonte: TAVARES(2014)

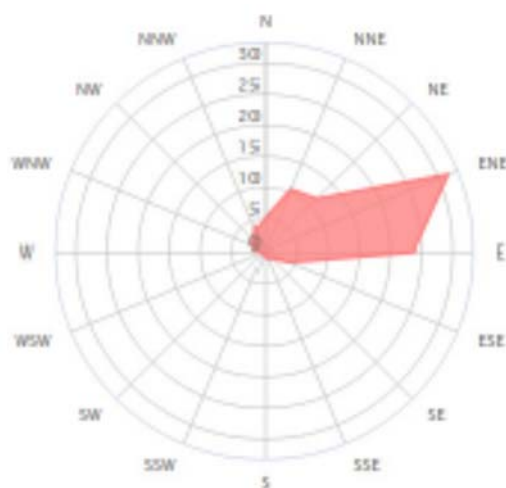
A figura 38 apresenta a variação das temperaturas médias mensais que são divididas em três grupos: as máximas, as médias e as mínimas. As máximas temperaturas estão entre 31°C e 33 °C. Mas a temperatura máxima durante um dia pode chegar a 40°C. Entre agosto e outubro acontecem as mais altas temperaturas do ano. As temperaturas médias mais baixas acontecem em março entre 25 e 26°C. A temperatura máxima média do mês mais quente ocorre em outubro, atingindo 32,6 °C; enquanto a temperatura mínima média do mês mais frio ocorre em julho, com 22,9 °C. (TAVARES,2014)



Fonte: TAVARES (2014)

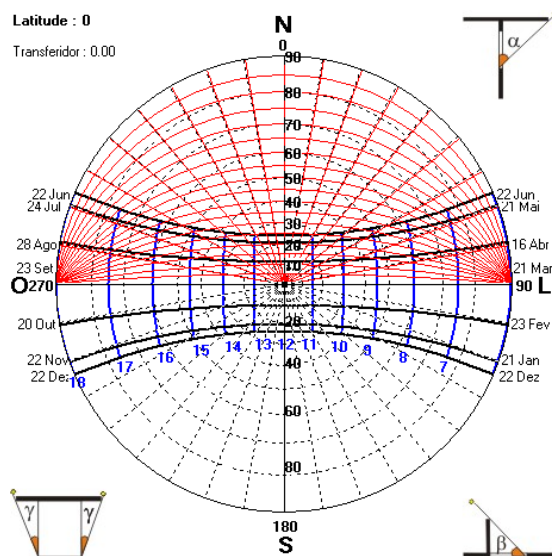
O vento predominante em Macapá é de Nordeste (NE) conforme vimos no hodograma da figura 39, com variações entre leste-nordeste (ENE) e Leste (E). A intensidade também varia durante o ano, mas de forma geral a cidade é ventilada, com vento fraco a moderado (0 a 30 m/s) (TAVARES,2014).

Figura 39 Hodógrafa de vento em Macapá (2008-2014)



Fonte: TAVARES (2014)

Figura 40 - Carta Solar da Cidade de Macapá



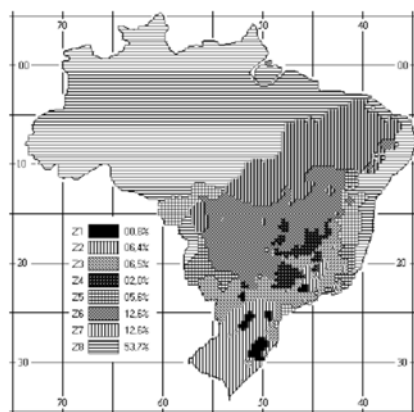
3.2.2 Condicionantes Projetuais.

A NBR 15220-3: Desempenho Térmico das Edificações parte 3 apresenta a formulação das diretrizes construtivas para cada zona bioclimática Brasileira e para o estabelecimento das estratégias de condicionamento térmico passivo, tais como:

- Tamanho das aberturas para ventilação;
- Proteção das aberturas;
- Vedações externas (tipo de parede externa e tipo de cobertura)
- Estratégias de condicionamento térmico passivo.

A figura 14 apresenta o zoneamento bioclimático brasileiro onde o estado do Amapá se enquadra na zona 8 e as tabela 1 e 2 apresentam as estratégias recomendadas para se realizar um condicionamento ambiental passivo.

Figura 41- O Amapá está classificado na zona bioclimática 08



Fonte: NBR 15220-2

Tabela 3- Estratégias para controle passivo da temperatura

Abertura por Ventilação	Sombreamento das Aberturas
Grandes (> 40%)	Sombrear Aberturas
Vedação externa	
Parede: Leve refletora	Cobertura: Leve refletora
Ventilação cruzada permanente	
As sensações térmicas são melhoradas através da desumidificação do Ar. Esta estratégia pode ser alcançada renovando o ar interno pelo externo	

3.1.1 Diretrizes Preliminares

Como diretrizes preliminares podemos citar segundo a lei de uso e ocupação do solo, que a UBS se localiza no setor residencial 5 (SR5) e dessa forma temos um $CAT_{\text{máximo}} = 1$ com uma altura máxima 8m, a taxa de ocupação deverá ser de no máximo 70%, a permeabilidade mínima 15%, o lote deverá ter afastamento frontal de no mínimo 3m e afastamento lateral de 1,5 a 2,5 deverá comportar pelo menos 1 vaga de carro para cada 75m² sendo que pelo menos 3% das vagas calcadas, quanto aos compartimentos dos resíduos sólidos devem ter acesso direto e uso exclusivo.

<i>Aspecto</i>	<i>Principais Características</i>	<i>Soluções Adotadas</i>
<i>Funcional</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Facilidade de acesso; ■ Possibilidade de extensão e ampliação das unidades; ■ Agrupar atividades por função no layout; 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Priorizar as áreas de maior demanda no início da edificação; ■ Disposição compacta do edifício possibilidade de ampliação futura;
<i>Formal</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Compatibiliza os demais aspectos: função, materialidade e sustentabilidade; ■ Produção de espaços que atendem as necessidades dos usuários segundo as recomendações MS; ■ Uso de modelagem tridimensional; 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Possibilidade para ampliação e configuração de diferentes espaços e funções; ■ Utilização de painéis para vedações verticais compactados para melhorar a condição estrutura; ■ Concepção de modelos tridimensionais virtuais e físicos para análise formal;
<i>Material</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Racionalidade construtiva; ■ Canteiros secos e menos impactantes; ■ Baixo impacto ambiental, social e econômico; 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Uso de painéis para vedação, respeitando sua modulação; ■ Materiais que proporcionem conforto térmico e acústico; ■ Materiais de fácil trabalhabilidade e rápida aplicação;
<i>Sustentável</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Materiais de baixo impacto ambiental; ■ Exploração de recursos naturais locais: energia solar fotovoltaica, reuso da água; ■ Implantação no lote, seguindo critérios como os ventos dominantes da localidade; ■ Adoção de aberturas que potencializam os efeitos do conforto termo-acústico; ■ Componentes recicláveis em todas as etapas construtivas; 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Utilização de lâmpadas de LEDs; ■ Utilização de luz natural ■ Utilização de materiais modulares de fácil montagem e descarte; ■ Revestimento dos telhados com placas fotovoltaicas e cisternas para o reuso da água da chuva; ■ Ventilação definida pela disposição dos cômodos e aberturas (ventilação cruzada, por exemplo); ■ Utilização de painéis fotovoltaicos para geração de energia elétrica

3.1.2 Estudos de caso referencial: Reinvenção das palafitas em unidades de Saúde

Como estudo de casos temos 03 projetos apresentados em um concurso realizado pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional do Distrito Federal – CODHAB, para a implantação de uma Unidade Básica de Saúde UBS no residencial Parque do Riacho, que apresentam um partido palafítico e de integração com o ambiente.

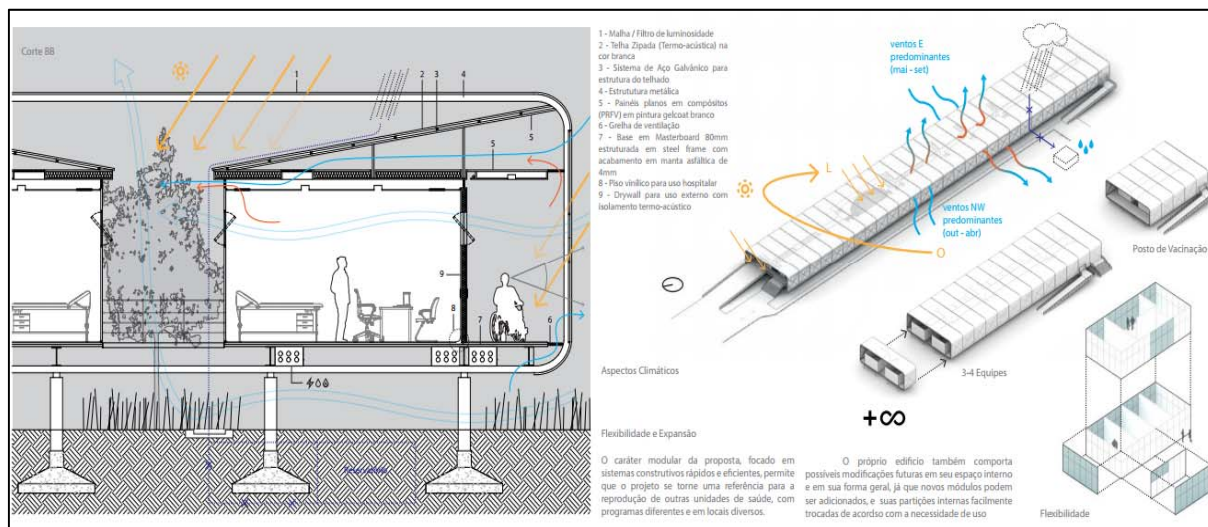
Robson Canuto da Silva - Nº da pasta: 248 - Nº de inscrição: 412

Figura 42- Projeto com Menção honrosa Concurso Unidade Básica de Saúde codhab/df



Fonte: <http://www.codhab.df.gov.br/concursos/parquedoriacho-ubs/resultado>

Felipe Cordeiro Martins - Nº da pasta: 227 - Nº de inscrição: 397



Fonte: <http://www.codhab.df.gov.br/concursos/parquedoriacho-ubs/resultado>

🏠 Ana Cristina Castagna - Nº da pasta: 264 - Nº de inscrição: 245

Figura 44- Projeto com Menção honrosa Concurso Unidade Básica de Saúde codhab/df



Fonte: <http://www.codhab.df.gov.br/concursos/parquedoriacho-ubs/resultado>

3.1.3 Diretrizes Culturais

Ainda em 1960 se encontravam várias casas em madeira em palafita, no centro da cidade de Macapá, como mostrado na figura 45 e 46 exemplificando o quanto os antigos habitantes procuravam se adaptar ao meio ambiente existente e encontravam na arquitetura vernácula a melhor resposta aos problemas na habitação. A figura 47 apresenta uma forma comumente usada para cultivar hortaliças na região norte, utilizando a canoa em desuso como suporte para o canteiro. Em uma viagem a trabalho ao sul do estado do Amapá na cidade de Vitória do Jari o autor pode analisar um padrão construtivo muito peculiar dos habitantes dessa região que é a construção de casas de alvenarias em estacas de acapu as margens do rio Jari, até a alameda as margens do rio Jari é construída em estacas de madeira e sua pavimentação é feita com uma laje em concreto armado, em conversa com os habitante da cidade observou-se que esse tipo de construção goza de um certo status social e só pessoas abastardar da cidade acabam por construir dessa forma, a figura 48 nos mostra um comercio nas margens do rio Jari construído em alvenaria sobre estaca de acapu.

Figura 45- Canal da Mendonça Junior em 1960



FONTE: <http://arquitetura-ap.blogspot.com.br/2010/06/fotos-antigas-de-macapa.html>

Figura 46- Casas do Funcionários do Governo em Macapá em 1960



CASAS DE FUNCIONÁRIOS NA AV. MENDONÇA FURTADO

FONTE: <http://arquitetura-ap.blogspot.com.br/2010/06/fotos-antigas-de-macapa.html>

Figura 47 Cultivo de Hortaliças em canos



FONTE: https://farm8.staticflickr.com/7165/6441970673_8df06d0621_b.jpg

Figura 48- Comercio a esquerda construído em alvenaria sobre estacas as margens do rio Jari

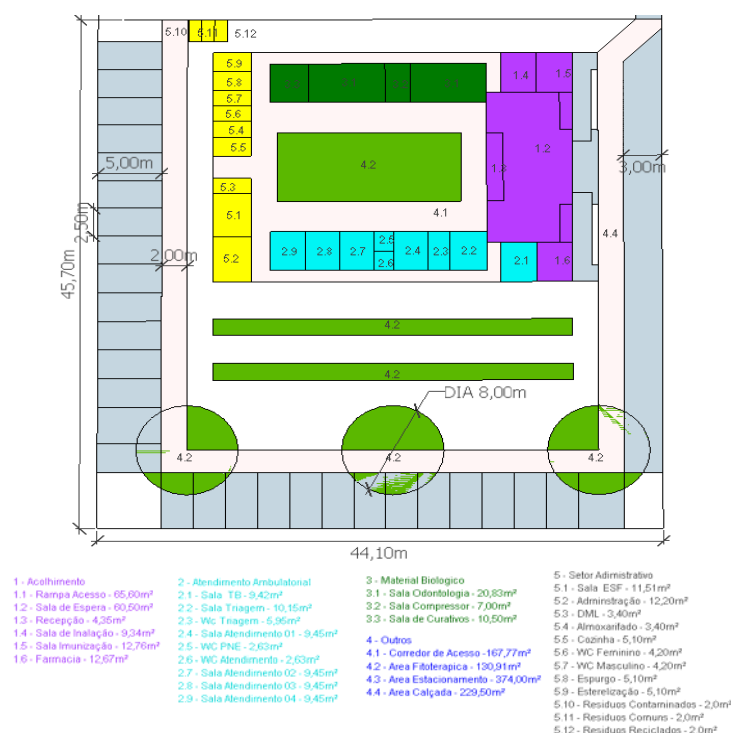


FONTE: acervo do Autor

3.1.4 Partido Arquitetônico

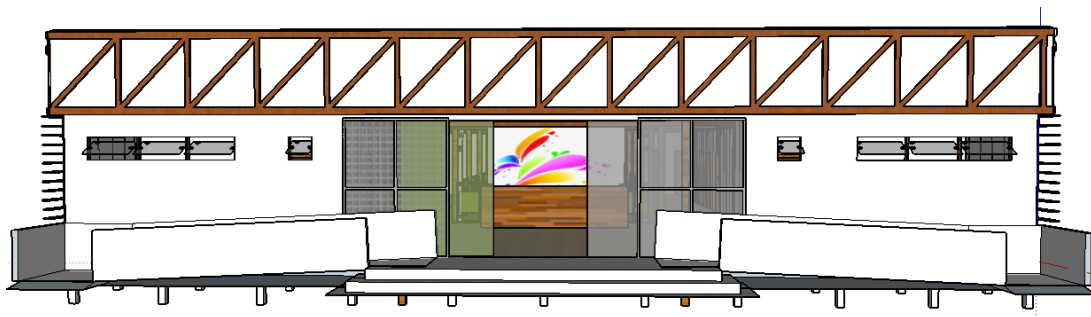
A figura 49 apresenta a implantação da UBS proposta que além de levar em consideração a utilização de estruturas em madeira e de uma edificação tipo palafita o partido Arquitetônico proposto procura implementar uma melhor setorização dos ambientes em detrimento ao projeto proposto pelo MS e de integrar os objetivos do Humaniza SUS e do RENISUS, houve a preocupação também de se poupar espaço do lote para futuras ampliações das equipes da ESF (Estratégia Saúde da Família) e consequentemente ampliação da UBS.

Figura 49 Setorização para Implantação da UBS proposta



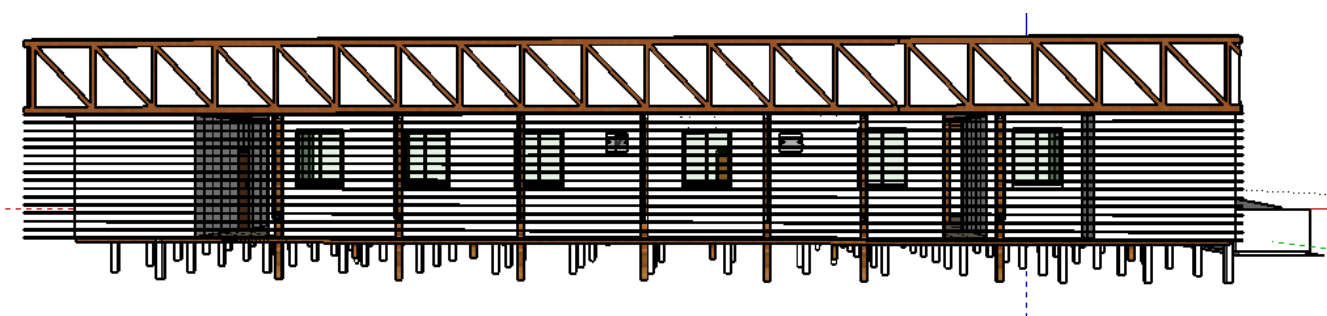
Fonte: Desenvolvido pelo Autor

Figura 50 Vista Frontal da UBS proposta



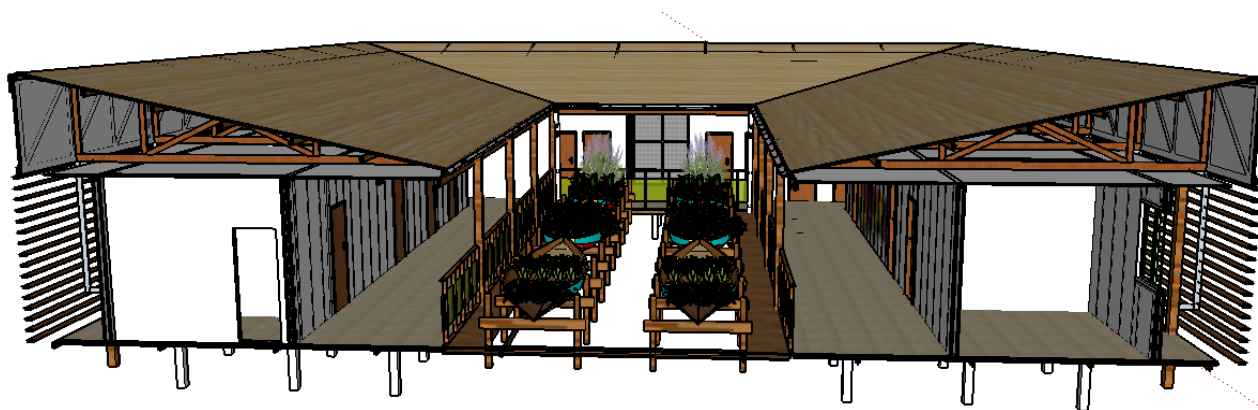
Fonte: Desenvolvido pelo Autor

Figura 51 Corte lateral da UBS proposta



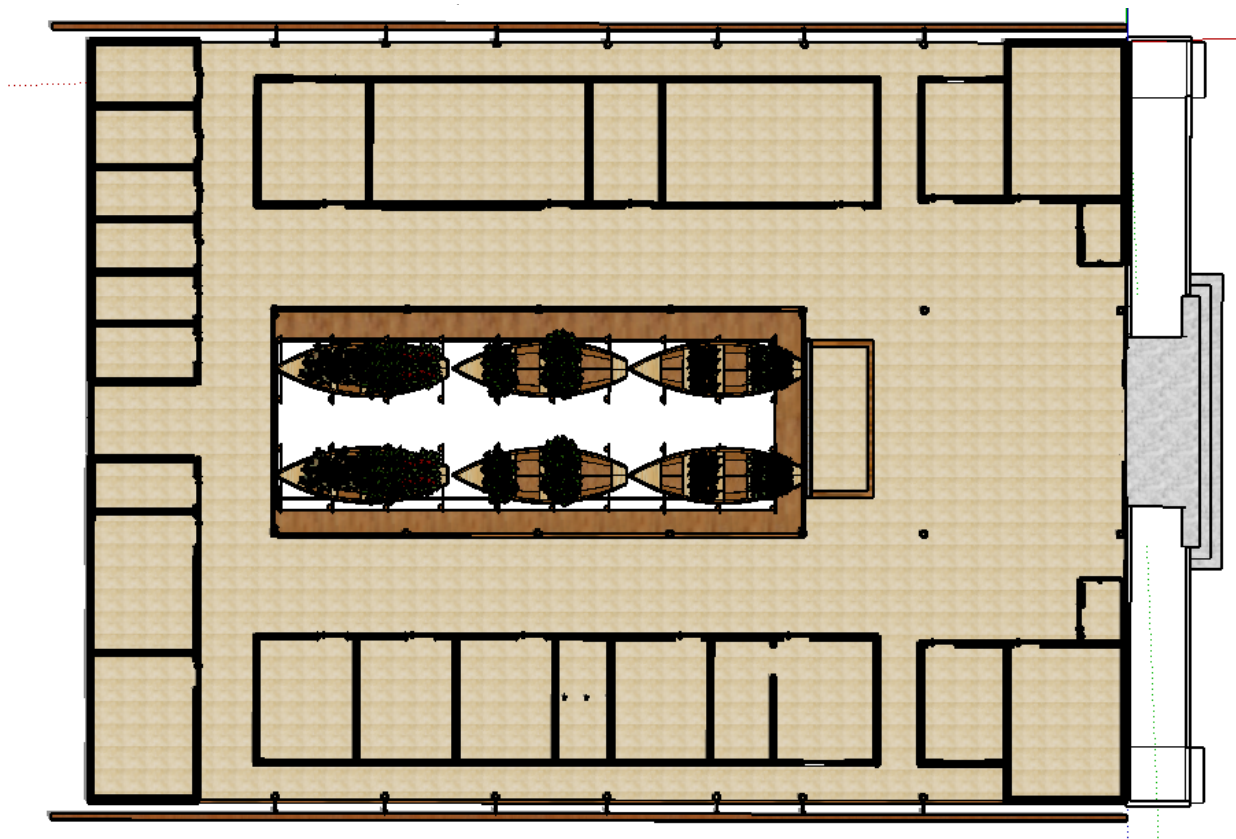
Fonte: Desenvolvido pelo Autor

Figura 52 Corte Frontal da UBS proposta



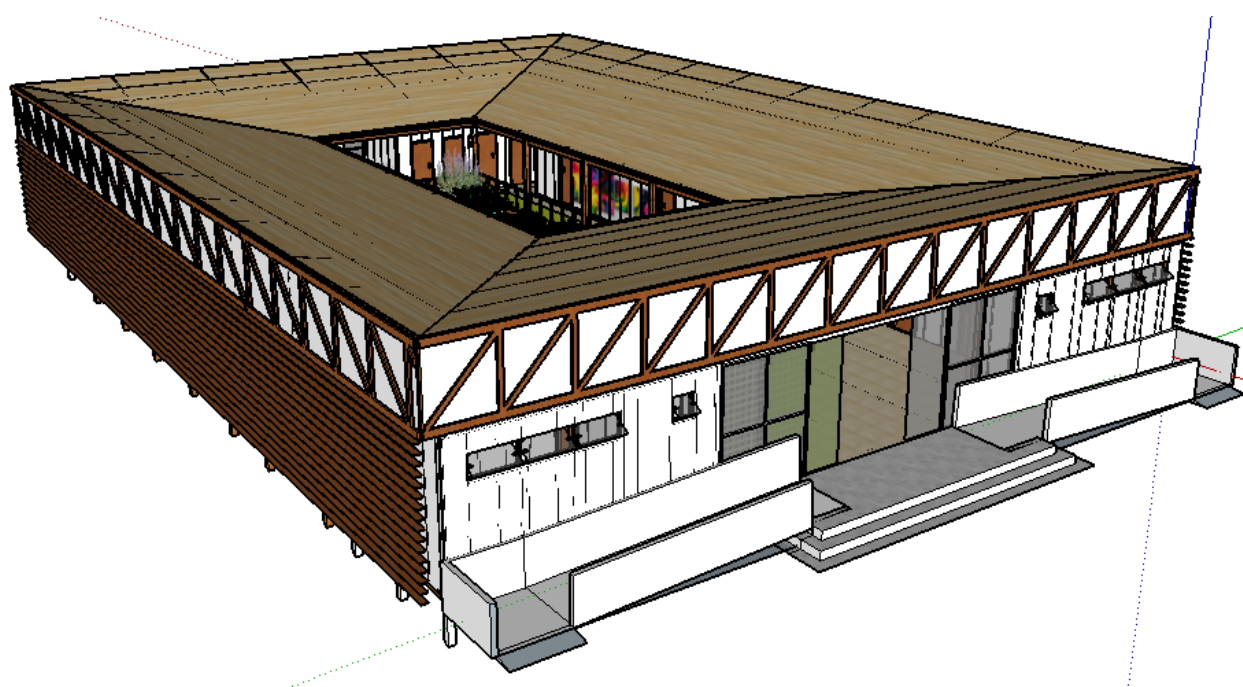
Fonte: Desenvolvido pelo Autor

Figura 53 Vista Superior da UBS



Fonte: Desenvolvido pelo

Figura 55 Vista Isométrica da UBS proposta



Fonte: Desenvolvido pelo Autor

3.3 Sistema Construtivo Proposto

Não tivemos acesso aos estudos geotécnicos realizados pela prefeitura, o que sabemos é que o terreno apresenta um lençol freático elevado e um solo pouco resistente composto de terrenos quaternários. Dessa forma não será possível dimensionar as estruturas de fundação.

Apresentamos um sistema construtivo cuja principal característica é ser estruturado por peças leves de madeira maciça serrada da região com fechamentos em tabuas (Sistemas Leves tipo Light Wood Frame¹³), as paredes estruturais são compostas por quadro estrutural formado por peças de madeira serradas autoclavadas. As peças verticais, denominadas montantes, as peças horizontais superiores e inferiores, denominadas travessas e as vergas e contra vergas são fixadas entre si por meio de pregos do tipo anelados (em rolo) ou do tipo espiralados (ardox) com diâmetro mínimo de 3,1mm e comprimento mínimo de 65mm. O espaçamento entre montantes é determinado de acordo com o cálculo estrutural, sendo o máximo permitido de 600mm.

Tabela 4 - Relação entre ambiente e acabamento

Ambiente	Tipo de revestimento	Acabamento da superfície
Externo	Tabua de Madeira	Selador + Base coat,+ textura acrílica ou Selador e Veniz
Interno em áreas secas	Chapa de Gesso tipo drywall tipo ST	Pintura Acrílica
Interno em áreas molhável (cozinha) e molhada (banheiro)	Chapa de gesso para drywall tipo RU	Placa cerâmica (do piso ao teto no box) Até 1500mm de altura nas demais áreas

Fonte: Adaptado do DATEC 20

Tratamento de juntas entre as tábuas de madeira nas extremidades de paredes (canto vivo) e requadros de aberturas, sobre as tabuas em todas as extremidades de paredes (canto vivo) e requadros de aberturas isentas de contra marcos, são aplicadas cantoneiras perfuradas (do tipo “L”) em madeira PVC ou metálicas galvanizadas, revestidas com argamassa polimérica de base cimentícia (base coat), sendo posteriormente pintadas. O sistema construtivo objeto do trabalho exposto referem-se a paredes estruturais ou paredes de vedação (externas e internas), lajes de pisos (entrepisos) e sistema de cobertura, incluindo lajes e estrutura do telhado formados pelos componentes descritos a seguir. A figura abaixo apresenta de forma simples

¹³ O sistema light wood frame é o nome dado no Brasil para o sistema internacionalmente conhecido como woodframe

todos os elementos utilizados no projeto da UBS com o sistema construtivo em análise.

Figura 56- Esquema 3D do sistema construtivo proposto



Fonte: Desenvolvido pelo Autor

3.3.1 Paredes

A altura das paredes é limitada pelo índice de esbeltes dos montantes. A relação do comprimento vertical livre pela largura não pode ser superior a 50. Como regra, nenhuma parede deve exceder 6 m em altura. É recomendado, entretanto, que paredes portantes de carga não excedam 3 m de altura. O espaçamento entre elementos verticais não pode exceder 60 cm de centro a centro. A dimensão mínima dos montantes é de 40 x 90 mm.

- **Quadro estrutural de parede:** formado por peças e s t r u t u r a i s de madeira maciça serrada de 40 x 90 mm de seção denominadas montantes, travessas, bloqueadores, tratadas quimicamente sob pressão;

- **Componente de fechamento externo:** constituído de tábuas em madeira serrada leve, seção 20 x 140 mm, tratadas quimicamente, a figura 57 apresenta uma representação básica das paredes externas;
- **Componente de fechamento interno:** constituído de tábuas de madeira serrada leve de seção 20 x 140 mm tratadas quimicamente ou chapas de gesso para drywall. O acabamento interno das áreas secas é em duas camadas de com madeira serrada e chapas de gesso para drywall de 12,5mm de espessura em cada face, totalizando aproximadamente 122,5mm de espessura. As faces das paredes das áreas molhadas (banheiro) e molháveis (cozinha, lavanderia), recebem chapa de gesso para drywall (do tipo RU) de 12,5mm de espessura, revestida com placas cerâmicas assentadas com argamassa colante do tipo ACII;
- **Componente de contraventamento:** peças de madeira (horizontais ou diagonais), tábuas de madeira serrada leve de seção 20 x 140 mm, tratadas quimicamente, empregados com função de contraventar a estrutura principal;

3.3.2 *Telhado*

O telhado será composto por telhas onduladas em fibrocimento de 6 mm de espessura, com espaçamento máximo entre apoio de 1000 mm.

3.3.3 *Isolamento Térmico e Acústico*

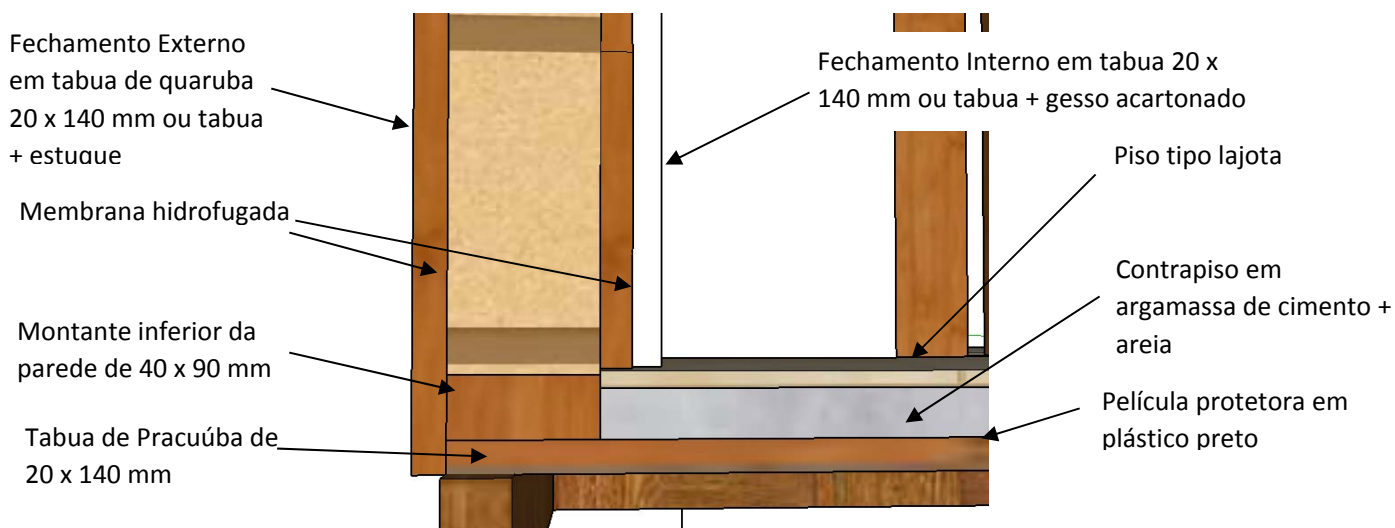
Manta de lã de rocha ou lã de vidro, placa de poliestireno expandido (EPS) ou outro material, com condutividade térmica menor que 0,065 W/(m.K) (condutividade térmica máxima de um material considerado isolante) e resistência térmica total maior que 0,5 m²K/W. Este material contribui com a isolação sonora da parede;

3.3.4 *Outros elementos do sistema*

- **Barreira impermeável à água e ao vapor:** manta ou membrana impermeável (hidro fugada) à água no estado líquido, porém permeável ao vapor d'água em uma única direção;
- **Elemento de fixação:** mecanismo de encaixe, cavilha, parafuso, prego anelado ou ardox, grampo, gancho de ancoragem, chumbador, conector, pino, chapa com dentes estampados e/ou cola. São diversos os tipos de fixação: fixação entre componentes de madeira de cada sistema (chapas,

quadros estruturais, contraventamentos, revestimentos, barreiras, isolantes e esquadrias do fechamento); fixação entre subsistemas (parede-piso, parede-cobertura, piso-fundação, parede-fundação, isolantes);

Figura 57- Detalhe da composição das paredes externas

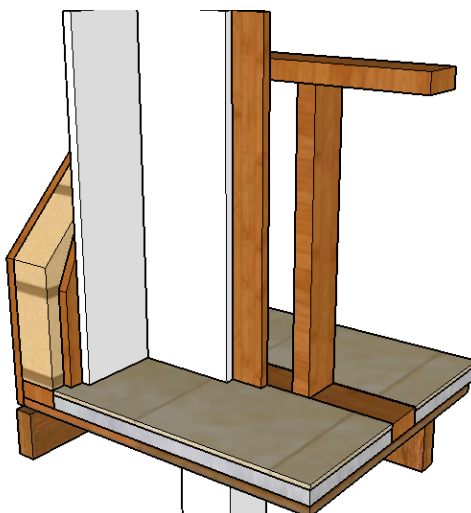


Fonte: Desenvolvido pelo Autor

3.3.5 Tratamento químico da Madeira

As peças estruturais de madeira serrada são submetidas a tratamento químico sob pressão, com os seguintes produtos preservativos e retenções mínimas conforme a ABNT NBR 16143:2013, para edificações somente com um pavimento utilizar: arseniato de cobre cromatado do tipo C (CCA-C) ou solução de cobre, cromo e boro (CCB) com 4,0kg de i.a/m³; ou solução de cobre e azóis do tipo B (CA-B) com 1,7kg de i.a /m³. A penetração deverá ser total, ou seja 100% do alburno e porção permeável;

Figura 58 - Detalhe da estrutura de parede e piso



Fonte: Desenvolvido pelo Autor

Além do desenvolvimento computacional das estruturas foi desenvolvido um pórtico com área de 1m² e 1m de altura da estrutura proposta visando ressaltar o processo construtivo, as dificuldades de manuseios com as madeiras propostas e suas peculiaridades, utilizando prego em aço 25mm ou parafusos em rosca soberba de 25mm. A figura 56 apresenta o referido pórtico com as paredes de fechamento construídas em diversas técnicas e o piso com um contra piso e revestido de lajota tipo IV.

Figura 59 - Pórtico da estrutura



Fonte: Desenvolvido pelo Autor

3.3.6 Furos e cortes

Visto que tanto sistemas elétricos quanto hidráulicos são construídos embutidos nas paredes, haverá, por vezes, a necessidade de furos e/ou cortes nos montantes. Estes devem ser executados conforme indicações da Figura 59. Furos e/ou cortes laterais em montantes estruturais não devem ser efetuados no terço médio da altura do elemento vertical. A profundidade de cortes laterais não deve exceder em 25% a largura do montante e furos devem ter dimensões inferiores a 40% da largura do montante. Além disso, a extremidade de um furo deve estar distanciada no mínimo 1,6 cm (5/8") da face externa dos montantes. Quando necessário furos de diâmetro

maior, devem ser usados montantes duplos, dessa forma, a dimensão do furo fica limitada em 60% da largura do montante.

Figura 60- Esquema de furos e cortes em paredes



Fonte: Cardoso, Larriê / 2015

3.1 Análise Estrutural do sistema proposto

Em primeira análise, levantamos todo o peso da estrutura e conseguimos estabelecer uma carga por m^2 da edificação. Conforme mostra a tabela 06 abaixo:

Tabela 5- Tabela com os valores de volume e peso dos elementos do projeto

Descrição	Volume (m^3)	Densidade (kg/m^3)	Peso Total (kg)	Peso m^2 (kg/m^2)
Contra piso em Argamassa 4 cm	15,78	2000	31560,0	60
Lajota cerâmica	5,26	1800	9468,0	18
Viga Primária	1,21	856	1035,8	1,9
Viga Secundária	7,7	856	6591,2	12,5
Contra piso de Madeira Pracuúba	10,61	1100	11671	22,1
Montante Parede	4,24	856	3629,4	6,9
Travessas Parede	2,44	857	2091,1	3,9
Lã de Rocha das paredes	21,15	32	676,8	1,2
Parede de Madeira Guaruba	28,2	600	16920	32,1
Parede de Gesso a cartonado	7,05	703	4961,1	9,4
Forro de Gesso a cartonado	6,58	703	4626,9	8,7
Lã de Rocha do Forro	15,78	32	504,96	0,9
Peças de Tesoura em mandioqueira	5,29	856	4530,6	8,6
Peças de Terça em mandioqueira	2,11	857	1808,3	3,4
Laje seca em Pracuúba	10,82	858	9283,6	17,6
Brisas em Guaruba	3,85	600	2310,0	4,3

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

A carga total da edificação é de 119.678 kg em uma área de 524 m², com isso conseguimos estabelecer uma carga de 228 kg/m², para as cargas do telhado que iram ser submetidos as tesouras temos um peso do telhado de 13.220 kg ou 25,0 kg/m² ou ainda 75kg/m, para os montantes temos um peso de 51.116 kg ou 97 kg/m², assim como uma sobre carga de 200kgf.

A figura 60 apresenta a forma estrutural da edificação em análise no seu ponto mais crítico para sua estabilidade, pois a mesma apresenta uma meia tesoura com aproximadamente 9,7 metros de comprimento apoiada nas paredes estruturais da edificação, dessa forma encontramos o maior esforço submetido ao montante que é de 256 kgf de peso próprio da estrutura em regime permanente e devemos acrescentar uma carga acidental de 200kgf com uma combinação de carga de 456kgf. O dimensionamento do montante deverá ser feito para esse pior caso. A tabela 06 apresenta os valores das características mecânicas da mandioqueira (*Qualea spp*/ NBR7190:1997). As características geométricas dos montantes deverão ser:

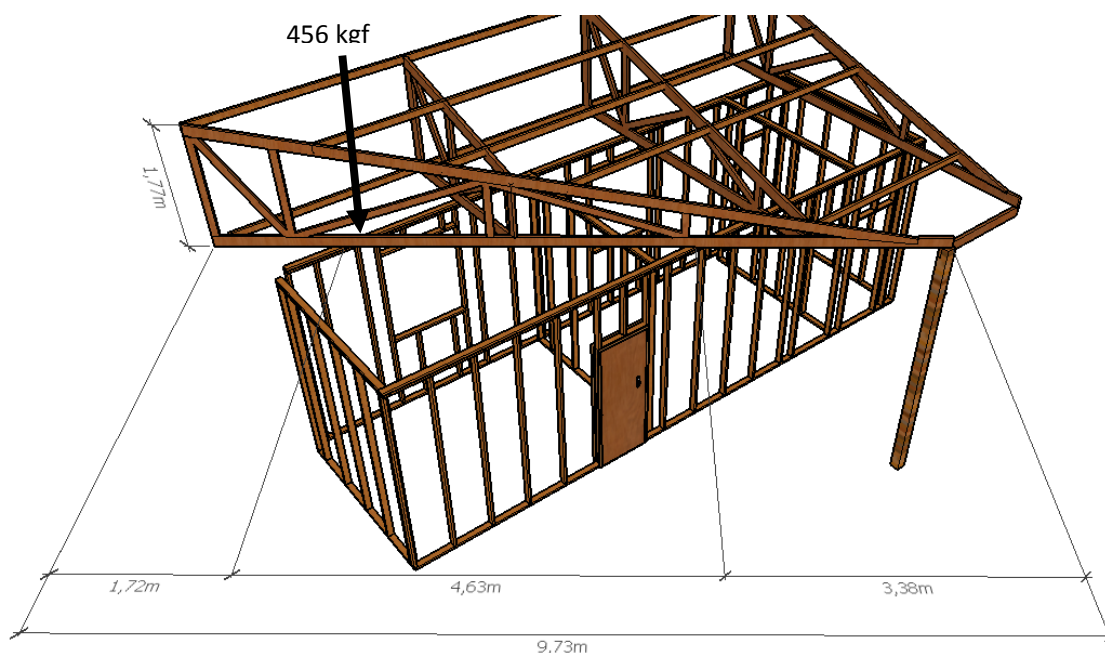
- $L_o = 300$ cm de comprimento do montante
- Seção Transversal = 4 x 9 cm

Tabela 6- Características da Mandioqueira

Nome Cientifico	Nome Popular	Classe	E_{co} MPa	f_{co} MPa	f_{to} MPa	$\rho_{ap12\%}$ (kg/m ³)
<i>Qualea spp</i>	Mandioqueira	C60	18.971	71,4	89,1	856

Fonte: NBR7190 / 1997

Figura 61- Isométrico da Tesoura em analise



Fonte: Desenvolvido pelo Autor

De acordo com a NBR 7190/97, temos:

$\lambda = 115$ (grau de esbeltes);

$\gamma = 1,4$

$k_{mod} = k_{mod1} \cdot k_{mod2} \cdot k_{mod3} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,56$

Combinação das ações: Permanente + acidental = Comb. Ultimo Normal

$$F_d = \sum_{i=1}^n \gamma_{Gi} \cdot F_{Gik} + \gamma_Q [F_{Qi} + \sum_{j=2}^n \psi_{oj} \cdot F_{Qj,k}] \rightarrow F_d = 1,4 \cdot 256 + 1,4 \cdot 200$$

$F_d = 638,4$ kgf (esforço das ações de compressão normal)

$$f_{cod} = k_{mod} \cdot \frac{f_{co}}{\gamma} \rightarrow f_{cod} = 0,56 \cdot \frac{714}{1,4}$$

$f_{cod} = 285,6$ kgf/cm² (resistência de cálculo a compressão normal)

$$E_{coef} = k_{mod} \cdot E_{co} \rightarrow E_{coef} = 0,56 \cdot 189.710$$

$E_{coef} = 106.238$ kgf/cm² (Modulo de elasticidade efetivo)

$$\sigma_{Nd} = \frac{F_d}{A} \rightarrow \sigma_{Nd} = \frac{638,4}{36}$$

$\sigma_{Nd} = 17,73$ kgf/cm² (Tensão normal atuante na seção transversal)

Verificação de estado limite ultimo

$N_e = 2887$ kgf (Carga Critica de Euler)

$e_i = 0$;(excentricidade inicial)

$e_a = L_o / 300 = 1$ cm $\geq h/30 = 9/30 = 0,3$, passou (excentricidade acidental)

$e_c = 0,019$ cm (excentricidade suplementar)

$e_1 = 1,019$ cm (excentricidade de 1º ordem)

$M_d = 835,1$ kgfcm (momento fletor de cálculo)

$\sigma_{Md} = 34,80$ kgf/cm² (Tensão devido ao momento fletor)

$$\frac{\sigma_{Nd}}{f_{cod}} + \frac{\sigma_{Md}}{f_{cod}} < 1 \rightarrow \frac{17,73}{285,6} + \frac{34,80}{285,6} = 0,18 < 1$$

A peça em análise satisfaz a critério de estabilidade do estado limite ultimo da NBR 7190:1997.

4- ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Análise do sistema construtivo proposto

Usualmente no mercado de madeiras do estado do Amapá as pernamancas apresentam uma dimensão entorno de 35 x 75 mm que após serem plainadas reduzem para 30 x 70 mm, com área de seção de 21cm² dimensão que não atende a NBR 7190:1997¹⁴ e também ao SINAT 05¹⁵. Para que seja atendido a norma NBR 7190:1997 e levando em consideração a contração volumétrica realizado pela secagem da madeira será necessário que as seções dos montantes estruturais em madeira verde sejam de 46 x 96 mm para compensar a retração e a plaina da madeira e com isso chegar a dimensão de 40 x 90 mm. Com isso temos um acréscimo de 23% no valor da madeira comprada no comercio local.

Observou-se também que não se realiza o tratamento da madeira no comercio local como se preconiza a NBR 6232:2013 e com isso o SINAT 05 não é atendido, dessa forma se faz necessário que seja desenvolvimento um sistema de tratamento em autoclave que consiga impregnar 100% do alburno da madeira assim como seja utilizado as composições químicas recomendadas, estima-se que o custo desse tratamento aumente o custo da madeira em R\$ 400,00 / m³.

4.2 Análise Estrutural do sistema construtivo proposto

Segundo os cálculos estrutural realizados podemos constatar que a estabilidade do pilar (montante) de seção 40 x 90 mm em madeira tipo Mandioqueira (*Qualea spp* / NBR 7190:1997) e ainda que tendo seu painel estrutural submetido ao maior esforço dentre os painéis da edificação apresentou uma diferença entre o esforço crítico e o esforço ao qual estava submetido de aproximadamente 82%, ou seja, nas condições estabelecidas no estudo a mesma seção poderia ser submetida a esforços 2 ou até mesmo 3 vezes maiores do que os esforços apresentados no estudo.

¹⁴ No item 10.2.1 a NBR 7190:1997 recomenda que seja utilizado peças principais múltiplas com seção mínima de 35cm²

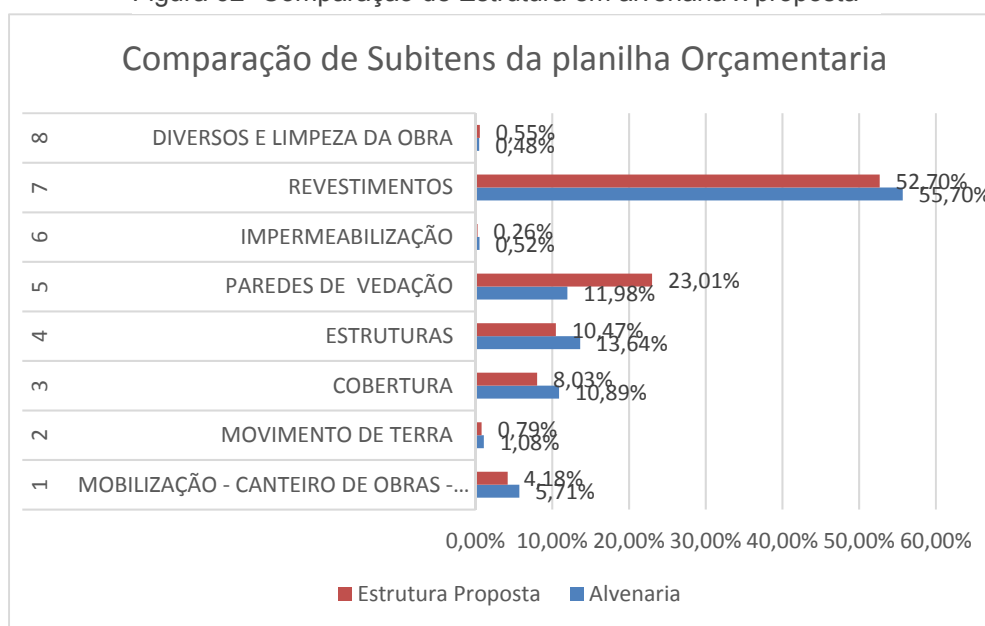
¹⁵ No item 2 tabelas 01 do SINAT 05 é recomendado que a seção mínima seja de 38x89mm ou 33,82 cm²

4.3 Análise Orçamentaria da UBS Cidade Nova em alvenaria x Sistema em madeira regional proposto.

Para a análise orçamentaria foi utilizado a mesma tabela orçamentaria da licitação, porém, foi suprimida item que não fazem parte da análise estrutural, tais como, instalações elétricas, Instalações hidro sanitária e instalações logicas, etc.

O projeto arquitetônico proposto apresentou uma área de 524 m² e um custo total dos itens estruturais de R\$ 268.407,68 sem BDI enquanto que a UBS analisada apresenta uma área de 325m² e um custo total de R\$ 292.155,95, porem como as áreas não são iguais utilizamos do conceito do CUB¹⁶ (Custo unitário básico). Dessa forma encontramos um CUB do modelo proposto de R\$ 512,23 / m² enquanto que a UBS construída no Bairro Cidade Nova apresentou um CUB de R\$ 737,77 / m². A figura 61 apresenta uma comparação dos custos por subitem da planilha orçamentária onde é possível verificar onde a estrutura proposta é mais competitiva com relação a construção em alvenaria, em anexo é apresentado as duas planilhas para análise. De um modo geral a estrutura proposta não necessita de um barracão de obra muito grande uma vez que sua estrutura já vem de fábrica pré-montados, o único item que apresenta valores maiores que o mesmo em alvenaria são as paredes de vedações. Porém isso é justificável uma vez que a mesma é autoportante, em todos os outros subitens o sistema proposto consegue ser mais econômico em relação a construção em alvenaria.

Figura 62- Comparação de Estrutura em alvenaria x proposta



Fonte: Desenvolvido pelo Autor

¹⁶ Conceito de análise de custo, onde se divide o custo total da obra pela área construída, encontrando com isso o custo de execução por metro quadro

5- CONCLUSÕES

Analisando as diversas formas de construções em madeira produzidas no Brasil e no mundo pode-se identificar um padrão construtivo mais adequado para nossa região. Foi verificado que, empiricamente as comunidades ribeirinhas já apresentam um padrão de construção bastante semelhante ao proposto nas construções de casas com alto padrão apresentados neste trabalho, uma vez que a espessura de suas tabuas (≈ 18 mm) e o espaçamento de seus montantes (≈ 500 mm) se encontram dentro de dimensões recomendadas na construção civil atual, porém , precisamos ressaltar que os mesmos não tem acesso a variedade de materiais de construção que sempre estão em constante desenvolvimento tecnológico.

Podemos analisar que madeiras pouco valorizadas pelo mercado local poderiam ser utilizadas na construção de casas de alto padrão com uma redução de até 33% no custo estrutural das casas, desde que sejam submetidos a um tratamento químico contra organismos xilófagos (buscando uma melhor durabilidade do material). Se faz necessário também que seja remodelado o padrão das medidas comerciais das peças de madeira hoje comercializadas no estado do Amapá, para que as mesmas possam atender as recomendações das normas em vigor.

Ressaltamos ainda o esforço do governo federal em humanizar e regionalizar seu atendimento à saúde da população, propondo soluções mais adequadas e criando um sentimento de pertencimento para a comunidade. Por fim podemos concluir que a edificação em madeira é uma opção técnica, econômica, energética e economicamente viável e foi constatado que podemos desenvolver edificações com alta qualidade e mais adequadas para nosso solo e infraestruturas de transporte. Abaixo temos os principais pontos esclarecidos no presente trabalho:

- Foi comprovada a viabilidade técnica na adoção de processo construtivo com uso de madeira regional;
- A viabilidade econômica comprovada, com uma redução de 31% no custo da edificação

5.1 Trabalhos Futuros

O presente trabalho tratou da verificação técnica e econômica da edificação em madeira, o que podemos sugerir como sequência desse estudo é:

- Estudo sobre as fundações em estacas de madeira para edificações em solo amazônico;
- Estudo do conforto térmico no clima amazônico;
- Estudo de edificações de até 4 pavimentos.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

AA.VV. - **Arquitectura Popular em Portugal**, 3ª ed., vol. 2. Lisboa: Associação dos Arquitectos Portugueses, 1988. (1ª ed.: 1961). P. 123.

AMERICAN WOOD COUNCIL. **Details for conventional wood frame construction**. Washington, Dc: American Forest & Paper Association, 2001.

ABNT, **NBR 15575-2:2013 Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para sistemas estruturais**, São Paulo, ABNT 2013 P32

ABNT, **NBR 5628:2001 Componentes Construtivos Estruturais: Determinação da Resistência ao fogo**,

ABNT, **NBR 6232:2013, Penetração e retenção de preservativos em madeira tratada sob pressão**,

ABNT, **NBR 7190:1997, Projeto de estruturas de madeira**

ABNT, **NBR 7203:1982, Madeira serrada e beneficiada**,

ABNT, **NBR 9574:2008, Execução de impermeabilização**,

ABNT, **NBR 10152:2017, Níveis de ruído para conforto acústico – Procedimento**

ABNT, **NBR 14715-1:2010, Chapas de gesso para drywall - Parte 1: Requisitos**.

ABNT, **NBR 15758-1:2009, Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall – Projetos e procedimentos executivos para montagem. Parte 1: Requisitos para sistemas usados como paredes**.

ABNT, **NBR 16143:2013, Preservação de madeiras – Sistema de categorias de uso**.

ANVISA, Ministério da Saúde. **RDC 50 – Regulamenta projetos físicos de estabelecimentos de Saúde**, Versão 1.1, Brasília, ANVISA 2002 P144

BERDINI, Paolo. **Walter Gropius**. Gustavo Gili,, 1986.

BERNI, C. A. et al. **South American timbers-the characteristics, properties and uses of 190 species**. Division of Building Research, CSIRO., 1979.

BRASIL. MINISTERIO DAS CIDADES. **Sistema Nacional de Avaliações Técnicas – SINAT**. 2013b. Disponível em <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos_sinat.php>

CARDOSO, Larrie Andrey. **Estudos do Metodo Construtivo WoodFrame para HIS**, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015 P79

CARDOSO, Daniel R. **Desenho de uma poiesis: comunicação de um processo coletivo de criação na arquitetura**. 2008. P109. Tese (Doutorado)- Universidade Pontifca Católica de São Paulo

CHUDNOFF, M.; ESLYN, W. E.; WAWRIW, R. **Effectiveness of goundline treatments of creosoted pine poles under tropical exposure**. Forest products journal, v. 28, n. 4, p. 28-32, 1978.

DATEC, Ministério das Cidades. **Diretriz DATEC 20 – Sistemas estruturados em peças leves de madeira maciça serrada**, TECVERDE (tipo “Light Wood Framing”), Rev. 01, Brasília, PBQP-H 2017 P49

DUART, Marcelo Adriano et al. **Sistemas Construtivos**. Curitiba, PR: Editora LT, 2013. 104p.

FOLZ, Rosana Rita. **Industrialização da habitação mínima: Discussão das primeiras experiências de arquitetos modernos–1920-1930**. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v. 12, n. 13, p. 95-112, 2009.

GASPAR, Pedro Manuel dos Santos Lima; PALLA, João. **Construções palafíticas da bacia do Tejo: levantamento e diagnóstico do património construído da cultura avieira**. Artitextos, n. 08, 2009.

GALVÃO, Antônio Paulo Mendes. **Documentos 96 – Processo Práticos para preservar a Madeira**, 1ª Edição, Colombo, Embrapa Florestal 2004 P49

GOI, Fernanda Dias. **WOOD FRAME: construção sustentável. Dicas de Arquitetura**, 31 jul. 2014. Disponível em: <<http://dicasdearquitetura.com.br/wood-frame-construcao-sustentavel>>.

GONÇALVES, O.M. **Normas técnicas para avaliação de sistemas construtivos inovadores para habitações**. Coletânea Habitare, Rio de Janeiro, vol.3, p. 43-53. Disponível em: < <http://www.habitare.org.br>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

GLOBALPLAC. **Painel Wall**. Curitiba, PR. 2017. Disponível em: <<http://www.globalplac.com.br/produtos/painel-wall/>>. Acesso em: 27 maio 2018.

LP BUILDING PRODUCTS. LP **Mezanino Cimentício**. 2017. Disponível em: <https://www.lpbrasil.com.br/produtos/lp-mezanino-cimenticio/> . Acesso em: 21 outubro 2018.

GRAÇA, José Ribeiro. **Madeiras utilizadas no estado do Amapá**. Macapá:2018. Entrevista concedida a Silva. Jefferson Pereira

JANKOWSKY, Ivaldo Pontes. **Fundamentos de preservação de madeiras**. USP. Departamento De Ciências Florestais. Piracicaba–SP, 1990.

JUNIOR, Carlito Calil; LAHR, Francisco Antonio Rocco; DIAS, Antonio Alves. **Dimensionamento de elementos estruturais de madeira**. Editora Manole, 2003.

M. Lopes, **Construção Pombalina: Patrimônio Histórico e estrutural Sismo – Resistente**, Sísmica 2010 – 8º Congresso de sismologia e Engenharia Sísmica, 2010

NERI, S. H. A. 2004. **A utilização das ferramentas de geoprocessamento para identificação de comunidades expostas a hepatite A nas áreas de ressacas dos municípios de Macapá e Santana/AP**. 2004. 173f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil/Recursos Hídricos) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

NAHUZ, Augusto Rabelo, et al. **Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil**. IPT—Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo: São Paulo, Brasil 103 (2013).

OLIVEIRA JUNIOR, Jair Antônio. **Arquitetura Ribeirinha sobre as águas Amazônia: o habitat em ambientes complexo**, Dissertação, São Paulo: FAUUSP, 2009 P203

PILOCELLI, Aline et al. **Resistência natural das madeiras de cumaru, cedrinho e paricá submetidas a ensaios de deterioração de campo**. Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science), v. 6, n. 1, p. 10-12953/2177-6830/rcm. v6n1p1-10, 2015.

PEIXOTO, Rocha; GONÇALVES, Flávio. **Etnografia portuguesa: obra etnográfica completa**. Publicações Dom Quixote, 1990.

PFEIL, W.; PFEIL, M. **Estruturas de madeira**. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003. 224p

POSSAMAI, **Madeiras. OSB**. Indaial, SC. 2017. Disponível em: <http://www.possamaimadeiras.com.br/> . Acesso em: 28 outubro 2018.

POWELL, Kevin L.; TILOTTA, David C.; MARTINSON, Karen L. **Assessment of research and technology transfer needs for wood-frame housing**. US Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2008.

RIBEIRO, Vanessa Cláudia Marques et al. **Construções sobre palafitas: do Inquérito à arquitetura regional à contemporaneidade**. 2011. Tese de Doutorado.

RIBEIRO, Aléxia Brandão. **Desempenho térmico de vedações verticais: estudo teórico e simulações computacionais**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

ROMANINI, Amilker et al. **DURABILIDADE NATURAL DA MADEIRA DE QUATRO ESPÉCIES AMAZÔNICAS EM ENSAIOS DE DETERIORAÇÃO DE CAMPO**. Nativa, v. 2, n. 1, p. 13-21, 2014.

SILVA, Marcos Roberto Rolim da. **Construções Sustentáveis: método construtivo em wood frame para unidades residenciais**. Engenharia Civil-Pedra Branca, 2017.

SILVA, Fernando Benigno da. **Sistemas construtivos: Wood frame - construções com perfis e chapas de madeira**. ago. 2010. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/161/sistemas-construtivos-286726-1.aspx>>.

SANTOS, Heloisa Helena Valente. **O uso de Wood Frame na Construção de Edificações Públicas Escola Sustentável**, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010 P55

SANTOS, Heloisa Helena Valente. **O uso do wood-frame na construção de edificações públicas escolares sustentáveis no Estado do Paraná**. 2010.

SEGUNDO, Mauro Pereira, **Madeiras e formas de construir no estado do Amapá**: 2018. Entrevista concedida a Silva, Jeffeson Pereira

SINAT - Sistema Nacional de Avaliação Técnica. **Diretriz SINAT 05 – Sistemas Construtivos estruturados em peças leves de madeira serrada, com fechamentos em chapas (Sistemas leves tipo “Light Wood Framing”)**, Rev. 02, Brasília, PBQP-H 2017 P73

SANTAELLA, Lúcia. **A Teoria Geral dos Signos: como as linguagens significam as coisas**. São Paulo: Cengage Learning, 2008. __. *Semiótica Aplicada: publicidade, vídeo, arte literatura, instituições*, v. 2.

TAVARES, João Paulo Nardin. **Características da climatologia de Macapá-AP**. *Caminhos de Geografia*, v. 15, n. 50, 2014.

THALLON, Rob. **Guia gráfico para construção de quadros**. Taunton Press, 2008.

KOKUBUN, Yuri Endo. **O processo de produção de um sistema construtivo em painéis estruturais pré-fabricados em madeira**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ANEXO A: Programa de Necessidade do Programa Requalifica

		UBS III - 2 EQUIPES DE ATENÇÃO BÁSICA		
Nº	AMBIENTES	Qtd. (um)	Área unit. (m ²)	Área total
1	Sala de recepção e espera	30 pessoas		
		1	45	45
2	Sanitário para pessoa com deficiência	2	2,55	5,1
3	Sala de imunização	1	9	9
4	Farmácia (estocagem/dispensação de medicamentos)	1	14	14
5	Consultório indiferenciado /Acolhimento	3	9	27
6	Consultório com sanitário anexo	2	9	18
6.1	Sanitário do consultório (pessoa com deficiência)	1	2,55	2,55
6.2	Sanitário do consultório	1	1,6	1,6
7	Consultório odontológico			
7.1	Consultório odontológico para 2 Equipos	2	20	40
7.2	Consultório odontológico para 3 Equipos	0	0	0
8	Sala de inalação coletiva	4 pacientes		
		1	6	6
9	Sala de coleta	0	0	0
10	Sala de curativos	1	9	9
11	Sala de Procedimento/Coleta	1	10	10
11	Banheiro	1	4,8	4,8
12	Sala de Procedimento	0	0	0
12.	Banheiro	0	0	0
13	CME simplificada - tipo I			
13.1	E x p u r g o	1	5	5
13.2	Sala de esterilização/estocagem de material esterilizado	1	5	5
14	Sala de administração e gerência	1	7,5	7,5
15	Sala de atividades coletivas/Sala de ACS	1	20	20
16	Almoxarifado	1	3	3
17	Copa	1	4,5	4,5
18	Banheiro para funcionários	2	3,5	7
19	Depósito de material de limpeza (DML)	1	2	2
20	Abrigo externo de resíduos sólidos			
20.1	Depósito de Resíduos Comuns	1	1,4	1,4
20.2	Depósito de Resíduos Contaminados	1	1,2	1,2
20.3	Depósito de Resíduos Recicláveis	1	1,2	1,2
21	Área externa para embarque e desembarque de ambulância	1	21	21

ANEXO B: Planilha de custo das edificações



PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAPÁ
SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS
DEPARTAMENTO DE OBRAS
DIVISÃO DE PLANEJAMENTO PROJETOS E CUSTOS

OBRA: UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE TIPO 2 - CIDADE NOVA

ITEM	CÓD. DO SINAPI	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNI D.	QTDE	PREÇOS		TOTAL	%
					UNITÁRIO	PARCIAL		
LOCAL: MACAPÁ - AP					Data SINAPI: jan/2019			
1		MOBILIZAÇÃO - CANTEIRO DE OBRAS - DEMOLIÇÕES					R\$ 18.695,93	6,40
1.1	74209/001	PLACA DE OBRA EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO	M2	4,5	R\$ 327,07	R\$ 1.471,82		0,50
1.2	99059	LOCACAO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS A CADA 1,50M, SEM REAPROVEITAMENTO	M	120	R\$ 29,75	R\$ 3.570,00		1,22
1.3	74220/001	TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, E= 6MM, COM PINTURA A CAL E REAPROVEITAMENTO DE 2X	M2	77	R\$ 2,78	R\$ 214,06		0,07
1.4	73672	DESMATAMENTO E LIMPEZA MECANIZADA DE TERRENO COM ARVORES ATE Ø 15 CM, UTILIZANDO TRATOR DE ESTEIRAS	M2	1003,12	R\$ 0,32	R\$ 321,00		0,11
1.5	41598	INSTAL/LIGACAO PROVISORIA ELETRICA BAIXA TENSÃO P/CANT OBRA OBRA,M3-CHAVE 100A CARGA 3KWH,20CV EXCL FORN MEDIDOR	UN	1	R\$ 1.225,45	R\$ 1.225,45		0,42
1.7	73658	LIGAÇÃO DOMICILIAR DE ESGOTO DN 100MM, DA CASA ATÉ A CAIXA, COMPO STO POR 10,0M TUBO DE PVC ESGOTO PREDIAL DN 100MM E CAIXA DE ALVE NARIA COM TAMPA DE CONCRETO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	1	R\$ 415,61	R\$ 415,61		0,14
1.8	93584	EXECUÇÃO DE DEPOSITO EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA NÃO INCLUSO O MOBILIARIO	M2	10	R\$ 492,69	R\$ 4.926,90		1,69
1.9	93207	EXECUÇÃO DE ESCRITORIO EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA NÃO INCLUSO O MOBILIARIO	M2	10	R\$ 655,11	R\$ 6.551,10		2,24
2		MOVIMENTO DE TERRA					R\$ 3.740,24	1,28
2.1	93358	ESCAVACAO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE ≤ 1,3M	M3	52,66	R\$ 45,45	R\$ 2.393,40		0,82
2.2	96995	REATERRO DE VALA MANUAL APILOADO COM SOQUETE	M3	32,42	R\$ 27,55	R\$ 893,17		0,31
2.3	72898	CARGA E DESCARGA MECANIZADAS DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M³	M3	46,53	R\$ 3,75	R\$ 174,49		0,06
2.4	72900	TRANSPORTE DE ENTULHO COM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3, RODOVIA PAVIM ENTADA, DMT 0,5 A 1,0 KM	M3	46,53	R\$ 6,00	R\$ 279,18		0,10
3		COBERTURA					R\$ 42.834,51	14,6
3.1	94207	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, COM RECOBRIMENTO LATERAL DE 1/4 DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO > 10°, COM AT' E 2 AGUAS COM ICAMENTO	M²	575	R\$ 37,06	R\$ 21.309,50		7,29
3.2	73744/001	CUMEEIRA PARA TELHA DE FIBROCIMENTO ESTRUTURAL, INCLUSO ACESSORIOS PARA FIXACAO E VEDACAO	M	36,1	R\$ 87,79	R\$ 3.169,22		1,08
3.3	84007	PONTALETES EM MASSARANDUBA SERRADA 3"X3" PARA TELHAS ONDULADAS DE QUALQUER TIPO, MEDIDOS PELA AREA REAL DA COBERTURA DO TELHADO, I NCLUSO FORNECIMENTO E COLOCACAO	M2	435,71	R\$ 18,39	R\$ 8.012,71		2,74
3.4	72105	CALHA EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO NUMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 5 0CM	M	77,73	R\$ 39,98	R\$ 3.107,65		1,06
3.5	72107	RUFO EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO NUMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 25 CM	M	369,91	R\$ 19,56	R\$ 7.235,44		2,48
4		ESTRUTURAS					R\$ 37.594,03	12,8
4.2.1	84216 (SINAPI)	FORMA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO (PILAR, VIGA E LAJE) EM CHAPA D E MADEIRA COMPENSADA RESINADA, DE 1,10 X 2,20, ESPESSURA = 12 MM, 05 UTILIZACOES. (FABRICACAO, MONTAGEM E DESMONTAGEM)	M2	435,8	R\$ 23,40	R\$ 10.197,72		3,49

4.2.2	74254/002 (SINAPI)	ARMAÇÃO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) -FORNECIMENTO/ C ORTE(PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	KG	2045,6 5	R\$ 7,02	R\$ 14.360,46		4,92
4.2.3	73942/002 (SINAPI)	ARMAÇÃO DE ACO CA-60 DIAM. 3,4 A 6,0MM.- FORNECIMENTO / CORTE (C/ PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	KG	835,55	R\$ 7,59	R\$ 6.341,82		2,17
4.2.4	74138/003 (SINAPI)	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=25MPA, INCLUSIVE LANCAMENTO E ADENSAMENTO	M3	0,16	R\$ 587,97	R\$ 94,08		0,03 %
4.2.5	2600782	LAJE PRÉ-FABRICADA PISO H=12CM	M2	28,65	R\$ 140,06	R\$ 4.012,72		1,37
4.2.6	74200/001 (SINAPI)	VERGA 10X10CM EM CONCRETO PRÉ- MOLDADO FCK=20MPA (PREPARO COM BETO NEIRA) AÇO CA60, BITOLA FINA, INCLUSIVE FORMAS TABUA 3A.	M	193,8	R\$ 13,35	R\$ 2.587,23		0,89
5		ALENARIA - VEDAÇÃO					R\$ 33.029,49	11,3
5.1	73982/001 (SINAPI)	ALVENARIA EM TIJOLO CERAMICO FURADO 10X20X20CM, 1/2 VEZ, ASSENTAD O EM ARGAMASSA TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA), JUNTAS 12MM	M2	1038,9 9	R\$ 31,79	R\$ 33.029,49		11,3
6		IMPERMEABILIZAÇÃO					R\$ 1.422,27	0,49
6.1	74106/001 (SINAPI)	IMPERMEABILIZACAO DE ESTRUTURAS ENTERRADAS, COM TINTA ASFALTICA, DUAS DEMAOS.	M2	248,77	R\$ 5,29	R\$ 1.315,99		0,45
6.2	83737 (SINAPI)	IMPERMEABILIZACAO DE SUPERFICIE COM MANTA ASFALTICA (COM POLIMERO S TIPO APP), E=3 MM	M2	1,6	R\$ 48,11	R\$ 76,98		0,03
6.3	83748 (SINAPI)	PROTECAO MECANICA DE SUPERFICIE COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, TRACO 1:3, E=2 CM	M2	1,6	R\$ 18,31	R\$ 29,30		0,01
7		REVESTIMENTO					R\$ 153.506,65	52,5
7.1		PISOS					R\$ 47.832,59	16,3
7.1.1	73919/004 (SINAPI)	CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRACO 1:4 (CIMENTO E AREIA), ESPESSURA 7C M, PREPARO MANUAL	M2	324,29	R\$ 37,29	R\$ 12.092,77		4,14
7.1.2	73920/001 (SINAPI)	REGULARIZACAO DE PISO/BASE EM ARGAMASSA TRACO 1:3 (CIMENTO E AREI A), ESPESSURA 2,0CM, PREPARO MANUAL	M2	360,79	R\$ 12,83	R\$ 4.628,94		1,58
7.1.3	73892/001 (SINAPI)	PISO (CALCADA) EM CONCRETO (CIMENTO/AREIA/SEIXO ROLADO) PREPARO M ECANICO, E ESPESSURA DE 7CM, COM JUNTA DE DILATAÇÃO EM MADEIRA	M2	277,35	R\$ 32,66	R\$ 9.058,25		3,10
7.1.4	2600824	PAVIMENTAÇÃO EM PAVER REJUNTADO COM PÓ DE PEDRA	M2	67,94	R\$ 56,06	R\$ 3.808,72		1,30
7.1.5	2600826	LASTRO DE CASCALHO	M3	13,74	R\$ 51,66	R\$ 709,81		0,24
7.1.6	74223/001 (SINAPI)	MEIO-FIO (GUIA) DE CONCRETO PRE-MOLDADO, DIMENSÕES 12X15X30X100CM (FACE SUPERIORXFACE INFERIORXALTURAXCOMPRIMENTO),REJUNTAD O C/ARG AMASSA 1:4 CIMENTO:AREIA, INCLUINDO ESCAVAÇÃO E REATERRO.	M	34,7	R\$ 30,67	R\$ 1.064,25		0,36
7.1.7	74012/001 (SINAPI)	SARJETA EM CONCRETO, PREPARO MANUAL, COM SEIXO ROLADO, ESPESSURA = 8CM, LARGURA = 40CM.	M	13,88	R\$ 32,51	R\$ 451,24		0,15
7.1.8	2600827	PISO CERAMICO, ASSENTADA COM ARGAMASSA COLANTE, COM REJUNTAMENTO EPOXI	M2	324,29	R\$ 31,88	R\$ 10.338,37		3,54
7.1.9	2600828	RODAPE EM CERAMICA LINHA POPULAR PEI-4 ASSENTADO COM ARGAMASSA TR ACO 1:0,25:3 (CIMENTO, CAL E AREIA) REJUNTE EM EPOXI	M	263,45	R\$ 8,95	R\$ 2.357,88		0,81
7.1.10	2600829	SOLEIRA EM GRANITO	M	33,85	R\$ 98,15	R\$ 3.322,38		1,14
7.2		PAREDE					R\$ 91.449,04	31,3
7.2.1	5975 (SINAPI)	CHAPISCO TRACO 1:3 (CIMENTO E AREIA MEDIA), ESPESSURA 0,5CM, PREP ARO MECANICO DA ARGAMASSA	M2	968,19	R\$ 4,46	R\$ 4.318,13		1,48
7.2.2	5974 (SINAPI)	CHAPISCO TRACO 1:4 (CIMENTO E AREIA GROSSA), ESPESSURA 0,5CM, PREPARO MECANICO DA ARGAMASSA	M²	1150,7 3	R\$ 3,58	R\$ 4.119,61		1,41
7.2.3	73927/009 (SINAPI)	EMBOCO PAULISTA (MASSA UNICA) TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA M EDIA), ESPESSURA 2,0CM, PREPARO MANUAL DA ARGAMASSA	M2	2118,9 2	R\$ 19,64	R\$ 41.615,59		14,4
7.2.4	2600831	AZULEJO 20X20CM, 1A QUALIDADE, ASSENTADO COM ARGAMASSA PRE-FABRIC ADA DE CIMENTO COLANTE, JUNTAS A PRUMO, INCLUINDO SERVICO DE REJU NTAMENTO COM EPOXI	M2	264,95	R\$ 35,32	R\$ 9.358,03		3,20

7.2.5	74134/002 (SINAPI)	EMASSAMENTO COM MASSA ACRILICA, DUAS DEMAOS	M2	885,78	R\$ 8,55	R\$ 7.573,42		2,59
7.2.6	73954/002 (SINAPI)	PINTURA LATEX ACRILICA, DUAS DEMAOS	M2	885,78	R\$ 7,57	R\$ 6.705,35		2,30
7.2.7	2600832	PEITORIL EM GRANITO	M	48,5	R\$ 98,15	R\$ 4.760,28		1,63
7.2.8	73746/001 (SINAPI)	PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRILICA	M2	979,55	R\$ 13,27	R\$ 12.998,63		4,45
7.3		TETO					R\$ 14.225,01	
7.3.1	5975 (SINAPI)	CHAPISCO TRACO 1:3 (CIMENTO E AREIA MEDIA), ESPESSURA 0,5CM, PREP ARO MECANICO DA ARGAMASSA	M2	410,33	R\$ 4,46	R\$ 1.830,07		0,63
7.3.2	73927/008 (SINAPI)	EMBOCO PAULISTA (MASSA UNICA) TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA M EDIA), ESPESSURA 1,5CM, PREPARO MANUAL DA ARGAMASSA	M2	410,33	R\$ 15,64	R\$ 6.417,56		2,20
7.3.3	73955/002 (SINAPI)	EMBOCO PAULISTA (MASSA UNICA) TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA M EDIA), ESPESSURA 1,5CM, PREPARO MANUAL DA ARGAMASSA	M2	362,33	R\$ 6,75	R\$ 2.445,73		0,84
7.3.4	73954/002 (SINAPI)	PINTURA LATEX ACRILICA, DUAS DEMAOS	M2	362,33	R\$ 7,57	R\$ 2.742,84		0,94
7.3.5	73746/001 (SINAPI)	PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRILICA	M2	50,55	R\$ 13,27	R\$ 670,80		0,23
7.3.6	73792/001 (SINAPI)	FORRO EM PLACAS PRE-MOLDADAS DE GESSO LISO, BISOTADO, 60X60CM COM ESPESSURA CENTRAL 1,2CM E NAS BORDAS 3,0CM, INCLUSO FIXACAO COM ARAME E ESTRUTURA DE MADEIRA	M2	2,55	R\$ 46,28	R\$ 118,01		0,04
8		DIVERSOS E LIMPEZA DA OBRA					R\$ 1.332,84	0,46
13.1	2600981	BANCO TIJOLO MACIÇO	M	2	R\$ 191,36	R\$ 382,72		0,13
13.2	9537 (SINAPI)	LIMPEZA FINAL DA OBRA	M2	459,85	R\$ 1,27	R\$ 584,01		0,20
13.3	72881 (SINAPI)	TRANSPORTE LOCAL COM CAMINHAO BASCULANTE 6 M3, RODOVIA PAVIMENTAD A (PARA DISTANCIAS SUPERIORES A 4 KM)	M3 XK M	58,86	R\$ 0,93	R\$ 54,74		0,02
13.4	72208 (SINAPI)	CARGA MECANIZADA E REMOCAO E ENTULHO COM TRANSPORTE ATE 1KM	M3	58,86	R\$ 5,29	R\$ 311,37		0,11
						SUBTOTAL	R\$ 292.155,95	100
						R\$/m²	R\$ 737,77	
						BDI (25%)	R\$ 73.038,99	0
						TOTAL	R\$ 365.194,94	100

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
ARQUITETURA E URBANISMO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
JEFFESON PEREIRA DA SILVA

OBRA: PROPOSTA EM MADEIRA PARA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE TIPO 2 - CIDADE NOVA

LOCAL: MACAPÁ - AP

Data SINAPI: jan/2019

ITEM	CÓD. DO SINAPI	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	QTDE.	PREÇOS		TOTAL	%
					UNITÁRIO	PARCIAL		
1		MOBILIZAÇÃO - CANTEIRO DE OBRAS - DEMOLIÇÕES					R\$ 15.423,63	5,75
1.1	74209/001	PLACA DE OBRA EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO	M2	4,5	R\$ 327,07	R\$ 1.471,82		0,55
1.2	99059	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS A CADA 1,50M, SEM REAPROVEITAMENTO	M	120	R\$ 29,74	R\$ 3.568,80		1,33
1.3	74220/001	TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, E= 6MM, COM PINTURA A CAL E REAPROVEITAMENTO DE 2X	M2	77	R\$ 42,78	R\$ 3.294,06		1,23
1.4	73672	DESMATAMENTO E LIMPEZA MECANIZADA DE TERRENO COM ARVORES ATÉ 15 CM, UTILIZANDO TRATOR DE ESTEIRAS	M2	1003,12	R\$ 0,32	R\$ 321,00		0,12
1.5	41598	INSTAL/LIGAÇÃO PROVISÓRIA ELÉTRICA BAIXA TENSÃO P/CANT OBRA, M3-CHAVE 100A CARGA 3KWH, 20CV EXCL FORN MEDIDOR	UN	1	R\$ 1.425,45	R\$ 1.425,45		0,53
1.7	73658	LIGAÇÃO DOMICILIAR DE ESGOTO DN 100MM, DA CASA À CAIXA, COMPOSTO POR 10,0M TUBO DE PVC ESGOTO PREDIAL DN 100MM E CAIXA DE ALVENARIA COM TAMPA DE CONCRETO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	UN	1	R\$ 415,61	R\$ 415,61		0,15
1.8	93584	EXECUÇÃO DE DEPOSITO EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA NÃO INCLUSO O MOBILIÁRIO	M2	10	R\$ 492,69	R\$ 4.926,90		1,84
2		MOVIMENTO DE TERRA					R\$ 3.642,74	1,36
2.1	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE ≤ 1,3M	M3	52,66	R\$ 45,45	R\$ 2.393,40		0,89
2.2	96995	REATERRO DE VALA MANUAL APOIADO COM SOQUETE	M3	32,42	R\$ 27,55	R\$ 893,17		0,33
2.3	72898	CARGA E DESCARGA MECANIZADAS DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3	M3	36,53	R\$ 3,75	R\$ 136,99		0,05
2.4	72900	TRANSPORTE DE ENTULHO COM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3, RODOVIA PAVIM ENTADA, DMT 0,5 A 1,0 KM	M3	36,53	R\$ 6,00	R\$ 219,18		0,08
3		COBERTURA					R\$ 38.932,69	14,51
3.1	20197	MADEIRA DE 1ª QUALIDADE SERRADA PARA ESTRUTURA DE TELHADO TIPO TESOURA 5X10CM, COM MÃO DE OBRA E TRATAMENTO	M³	5,3	R\$ 2.185,12	R\$ 11.581,14		4,31
3.2	84007	MADEIRA DE 1ª QUALIDADE SERRADA PARA ESTRUTURA DE TELHADO TIPO TERÇA 4X7X400CM, COM MÃO DE OBRA E TRATAMENTO	M³	2,11	R\$ 1.985,12	R\$ 4.188,60		1,56
3.3	94207	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, COM RECOBRIMENTO LATERAL DE 1/4 DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO > 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS COM ICAMENTO	M²	575	R\$ 37,06	R\$ 21.309,50		7,94
		CALAFETAÇÃO DO TELHADO TECPOX, COM MÃO DE OBRA	M²	541	R\$ 2,00	R\$ 1.082,00		0,40
3.5	72107	RUFO EM CHAPA DE ACO GALVANIZADO NUMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 25 CM	M	39,44	R\$ 19,56	R\$ 771,45		0,29
4		ESTRUTURAS					R\$ 25.334,21	9,44

4.2.1	20197 (SINAPI)	MADEIRA DE 1ª QUALIDADE SERRADA PARA PILAR ESTRUTURA PRIMARIO 15X15CM , COM MÃO DE OBRA E TRATAMENTO	M³	3,24	R\$ 2.085,12	R\$ 6.755,79		2,52
4.2.3	20197 (SINAPI)	MADEIRA DE 1ª QUALIDADE SERRADA PARA VIGA ESTRUTURAL PRIMARIA 5X11CM , COM MÃO DE OBRA E TRATAMENTO	M³	1,21	R\$ 2.085,12	R\$ 2.523,00		0,94
4.2.4	20197 (SINAPI)	MADEIRA DE 1ª QUALIDADE SERRADA PARA VIGA ESTRUTURA SECUNDARIO 4X9 CM , COM MÃO DE OBRA E TRATAMENTO	M³	7,7	R\$ 2.085,12	R\$ 16.055,42		5,98
5		PAREDES DE VEDAÇÃO					R\$ 55.660,19	20,74
5.1	20197 (SINAPI)	MADEIRA DE 1ª QUALIDADE SERRADA PARA MONTANTE ESTRUTURAL 4X9CM , COM MÃO DE OBRA E TRATAMENTO	M³	5,512	R\$ 2.085,12	R\$ 11.493,18		4,28
5.2	20197 (SINAPI)	MADEIRA DE 1ª QUALIDADE SERRADA PARA VIGA ESTRUTURAL 4X9CM , COM MÃO DE OBRA E TRATAMENTO	M³	3,172	R\$ 2.085,12	R\$ 6.614,00		2,46
	72105 (SINAPI)	MADEIRA DE 1ª QUALIDADE PLAINADA EM TABUAS 2X14X300CM , COM MÃO DE OBRA E TRATAMENTO	M³	10,61	R\$ 2.085,12	R\$ 22.123,12		8,24
	72105 (SINAPI)	MADEIRA DE 1ª QUALIDADE PLAINADA EM TABUAS 2X14X300CM PARA FECHAMENTO , COM MÃO DE OBRA E TRATAMENTO	M³	3,55	R\$ 2.085,12	R\$ 7.402,18		2,76
	72105 (SINAPI)	MADEIRA DE 1ª QUALIDADE PLAINADA PARA BRISES , COM MÃO DE OBRA E TRATAMENTO	M³	3,85	R\$ 2.085,12	R\$ 8.027,71		2,99
6		IMPERMEABILIZAÇÃO					R\$ 626,49	0,23
6.1	74106/001 (SINAPI)	IMPERMEABILIZACAO DE ESTRUTURAS ENTERRADAS, COM TINTA ASFALTICA, DUAS DEMAOS.	M2	98,34	R\$ 5,29	R\$ 520,22		0,19
6.2	83737 (SINAPI)	IMPERMEABILIZACAO DE SUPERFICIE COM MANTA ASFALTICA (COM POLIMERO S TIPO APP), E=3 MM	M2	1,6	R\$ 48,11	R\$ 76,98		0,03
6.3	83748 (SINAPI)	PROTECAO MECANICA DE SUPERFICIE COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, TRACO 1:3, E=2 CM	M2	1,6	R\$ 18,31	R\$ 29,30		0,01
7		REVESTIMENTOS					R\$ 127.454,85	47,49
7.1		PISOS					R\$ 44.289,98	16,50
7.1.2	73920/001 (SINAPI)	REGULARIZACAO DE PISO/BASE EM ARGAMASSA TRACO 1:3 (CIMENTO E AREI A), ESPESSURA 2,0CM, PREPARO MANUAL	M2	526	R\$ 12,83	R\$ 6.748,58		2,51
7.1.3	73892/001 (SINAPI)	PISO (CALCADA) EM CONCRETO (CIMENTO/AREIA/SEIXO ROLADO) PREPARO MECANICO, E ESPESSURA DE 7CM, COM JUNTA DE DILATAÇÃO EM MADEIRA	M2	277,35	R\$ 32,66	R\$ 9.058,25		3,37
7.1.4	2600824	PAVIMENTAÇÃO EM PAVER REJUNTADO COM PÓ DE PEDRA	M2	67,94	R\$ 56,06	R\$ 3.808,72		1,42
7.1.5	2600826	LASTRO DE CASCALHO	M3	13,74	R\$ 51,66	R\$ 709,81		0,26
7.1.6	74223/001 (SINAPI)	MEIO-FIO (GUIA) DE CONCRETO PRE-MOLDADO, DIMENSÕES 12X15X30X100CM (FACE SUPERIORXFACE INFERIORXALTURAXCOMPRIMENTO),REJUNTADO C/ARG AMASSA 1:4 CIMENTO:AREIA, INCLUINDO ESCAVAÇÃO E REATERRO.	M	34,7	R\$ 30,67	R\$ 1.064,25		0,40
7.1.7	74012/001 (SINAPI)	SARJETA EM CONCRETO, PREPARO MANUAL, COM SEIXO ROLADO, ESPESSURA = 8CM, LARGURA = 40CM.	M	13,88	R\$ 32,51	R\$ 451,24		0,17
7.1.8	2600827	PISO CERAMICO, ASSENTADA COM ARGAMASSA COLANTE, COM REJUNTAMENTO EPOXI	M2	526	R\$ 31,88	R\$ 16.768,88		6,25
7.1.9	2600828	RODAPE EM CERAMICA LINHA POPULAR PEI-4 ASSENTADO COM ARGAMASSA TR ACO 1:0,25:3 (CIMENTO, CAL E AREIA) REJUNTE EM EPOXI	M	263,45	R\$ 8,95	R\$ 2.357,88		0,88
7.1.10	2600829	SOLEIRA EM GRANITO	M	33,85	R\$ 98,15	R\$ 3.322,38		1,24
7.2		PAREDE					R\$ 40.814,09	
7.2.1	4812 (SINAPI)	PLACA DE GESSO ACARTONADO	M²	1166	R\$ 15,34	R\$ 17.886,44		6,66
7.2.2		PLACA DE LA DE ROCHA 5MM	M²	1410	R\$ 12,00	R\$ 16.920,00		6,30
7.2.3	73954/002 (SINAPI)	PINTURA LATEX ACRILICA, DUAS DEMAOS	M2	705	R\$ 7,57	R\$ 5.336,85		1,99
7.2.4	73746/001 (SINAPI)	PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRILICA	M2	50,55	R\$ 13,27	R\$ 670,80		0,25

7.3		TETO					R\$ 42.350,79	
7.3.4	73954/002 (SINAPI)	PINTURA LATEX ACRILICA, DUAS DEMAO S	M2	362,33	R\$ 7,57	R\$ 2.742,84		1,02
7.3.5	73746/001 (SINAPI)	PINTURA COM TINTA TEXTURIZADA ACRILICA	M2	50,55	R\$ 13,27	R\$ 670,80		0,25
7.3.6	73792/001 (SINAPI)	FORRO EM PLACAS PRE-MOLDADAS DE GESSO LISO, BISOTADO, 60X60CM COM ESPESSURA CENTRAL 1,2CM E NAS BORDAS 3,0CM, INCLUSO FIXACAO COM ARAME E ESTRUTURA DE MADEIRA	M2	705	R\$ 43,23	R\$ 30.477,15		11,35
		PLACA DE LA DE ROCHA 5MM	M ²	705	R\$ 12,00	R\$ 8.460,00		
8		DIVERSOS E LIMPEZA DA OBRA					R\$ 1.332,84	0,50
13.1	2600981 9537 (SINAPI)	BANCO TIJOLO MACIÇO	M	2	R\$ 191,36	R\$ 382,72		0,14
13.2		LIMPEZA FINAL DA OBRA	M2	459,85	R\$ 1,27	R\$ 584,01		0,22
13.3	72881 (SINAPI)	TRANSPORTE LOCAL COM CAMINHAO BASCULANTE 6 M3, RODOVIA PAVIMENTAD A (PARA DISTANCIAS SUPERIORES A 4 KM)	M3XKM	58,86	R\$ 0,93	R\$ 54,74		0,02
13.4	72208 (SINAPI)	CARGA MECANIZADA E REMOCAO E ENTULHO COM TRANSPORTE ATE 1KM	M3	58,86	R\$ 5,29	R\$ 311,37		0,12
SUBTOTAL							R\$ 268.407,64	100
							R\$/M ²	R\$ 512,23
BDI (25%)							R\$ 67.101,91	
TOTAL							R\$ 335.509,55	100