



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

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

Acadêmico: Jeffeson Pereira da Silva

Professor Orientador: Prof.Esp.Wictor Alencar Cunha

Professora Co-orientadora: Prof. M.Sc. Patrícia Helena Turola Takamatsu

Macapá – AP

2019

INTRODUÇÃO

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.

Figura 1- Imagem de residências típicas das comunidades ribeirinhas



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

Figura 2 Áreas de ressaca na cidade de Macapá



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

Objetivos

Objetivo Geral

Propor um sistema construtivo em madeira tipo palafita, utilizando madeira da região da foz do rio Amazonas para os montantes e travessas (pernamancas e flechais), assim como tabuas de madeiras em substituição aos painéis de madeira orientada (OSB) sugeridos no SINAT 05, 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.

Objetivos

Objetivos Específicos

- Substituição dos painéis OSB por tabuas e utilização de montantes e travessas de madeira da região da foz do Rio Amazonas baseado nas orientações do SINAT 05, NBR 15575 e NBR 7190.
- 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.

Justificativa

- Construções vernáculas em palafitas de madeira
- Algumas 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).
- 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

Metodologia da Pesquisa

A metodologia dessa pesquisa divide-se em 5 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 norteadado, no capítulo três é feito a coleta de dados (ou ensaio do material estudado) e 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.

REFERENCIA TEORICA

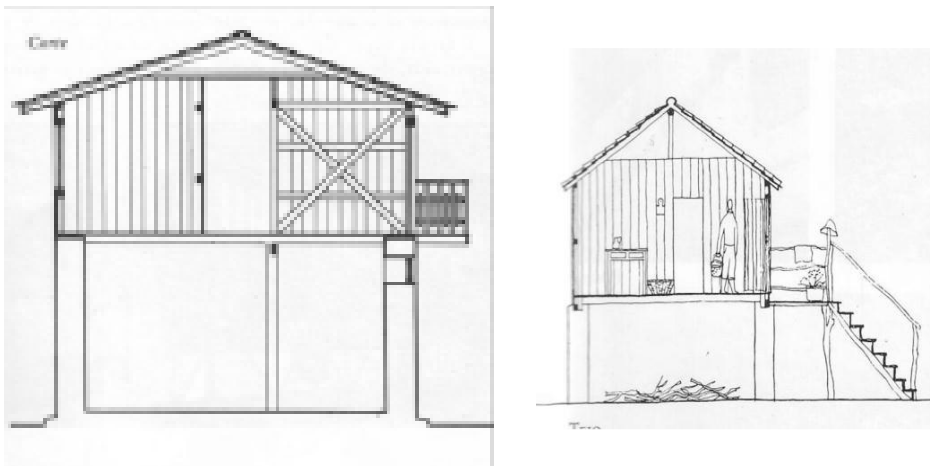
- Aspectos Históricos da Construção em Madeira

Figura 4- Em vermelho, os domínios do Império Português no Século XVI



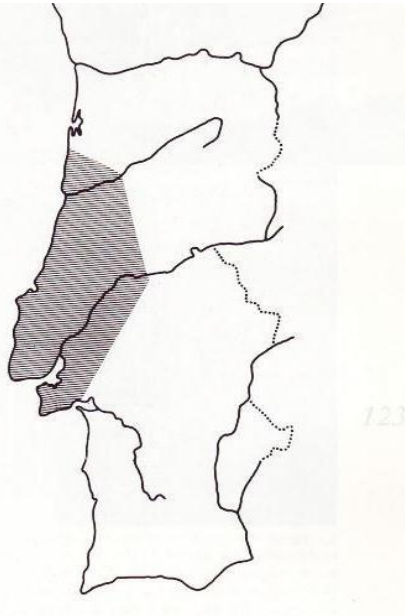
Fonte: <http://www.klepsidra.net/klepsidra4/methuen.html>

Figura 6- Planta (a), Corte (b) e vista lateral de um palheiro na Quinta de Alqueidão, Azambuja em Portugal



Fonte: RIBEIRO, 2011

Figura 5- Mapa de Portugal onde a indicações do início das construções palafíticas.



Fonte: RIBEIRO, 2011



Figura 9- Casa ribeirinha com a varanda coberta

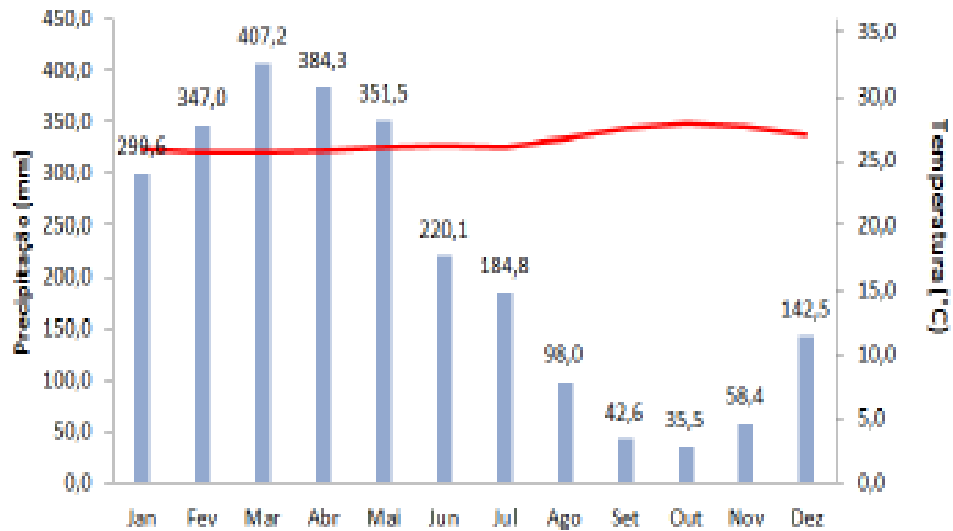


Fonte: CARDOSO, 2008

REFERENCIA TEORICA

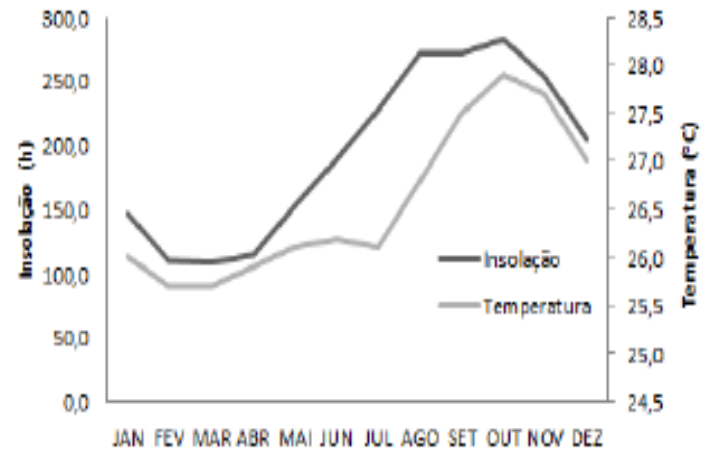
Aspectos Ambientais Climatológicos em Macapá e sua relação com o sistema construtivo em madeira

Figura 11 Precipitação média em Macapá



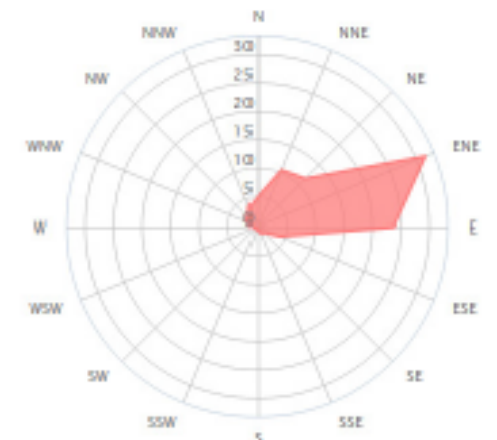
Fonte: TAVARES (2014)

Figura 12 Variabilidade de Insolação e Temperatura



Fonte: TAVARES (2014)

Figura 13 Hodógrafa de vento em Macapá (2008-2014)

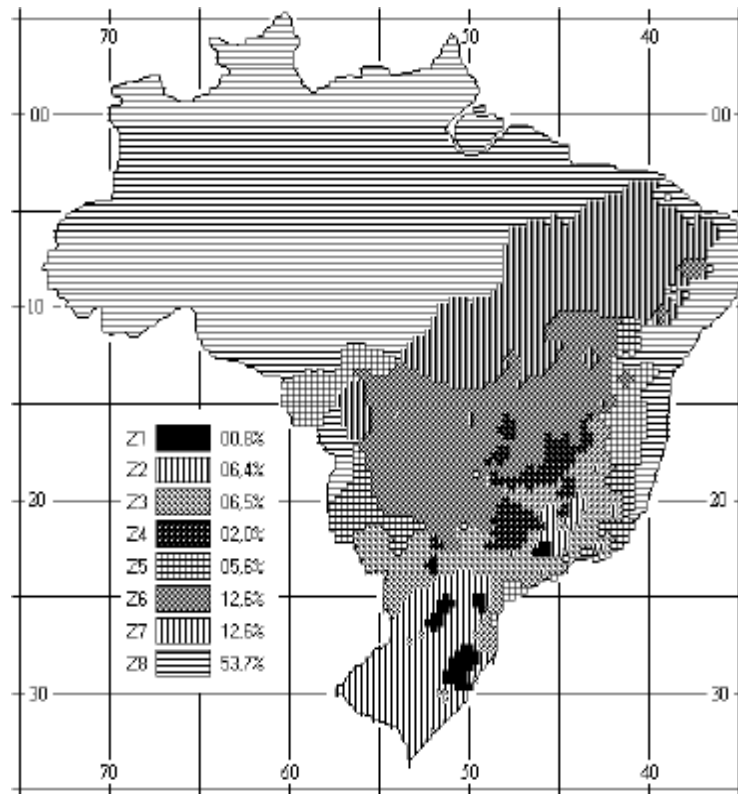


Fonte: TAVARES(2014)

REFERENCIA TEORICA

Aspectos Ambientais Climatológicos em Macapá e sua relação com o sistema construtivo em madeira

Figura 14- O Amapá está classificado na zona bioclimatica 08



Fonte: NBR 15220

Tabela 1- Estratégias para controle passivo da temperatura

Abertura por Ventilação
Grandes (> 40%)

Sombreamento das Aberturas
Sombrear Aberturas

Vedação externa

Cobertura: Leve refletora

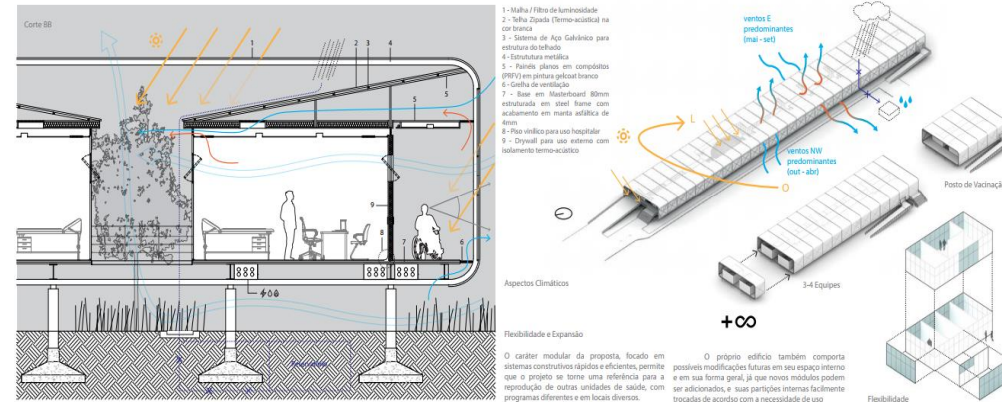
Parede: Leve refletora
Ventilação cruzada permanente

As sensações térmicas são melhoradas através da desumidificação do Ar. Esta estratégia pode ser alcançada renovando o ar interno pelo externo

Vedação externa		Tramitancia Térmica – U (W/m²K)	Atraso Térmico – ϕ (Horas)	Fator Solar – Fso (%)
Parede	Leve	$U \leq 3,0$	$\phi \leq 4,3$	Fso $\leq 5,0$
	Leve Refletora	$U \leq 3,6$	$\phi \leq 4,3$	Fso $\leq 4,0$
	Pesada	$U \leq 2,2$	$\phi \geq 6,5$	Fso $\leq 3,5$
Cobertura	Leve	$U \leq 2,0$	$\phi \leq 3,3$	Fso $\leq 6,5$
	Leve Refletora	$U \leq 2,3FT$	$\phi \leq 3,3$	Fso $\leq 6,5$
	Pesada	$U \leq 2,0$	$\phi \geq 6,5$	Fso $\leq 6,5$

REFERENCIA TEORICA

Estudos de Casos Referenciais



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

Figura 1- Projeto com Menção honrosa Concurso Unidade Básica de Saúde codhab/df

Figura 17- Projeto com Menção honrosa Concurso Unidade



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



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

REFERENCIA TEORICA

Aspectos morfológicos da madeira

Figura 18 - 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	Gêsso 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: NEGAWATT

Fonte NEGAWATT

Tabela 3- 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: Pfiel 2013

REFERENCIA TEORICA

Mandioqueira (*Qualea spp*)



- ◆ **Outros nomes populares:** canela-mandioca, mandioqueira-aspera, 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,1979) 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 (IPT, 1989A).

- Densidade de massa: Aparente a 15% de umidade: 650 kg/m^3 / Básica: 50 kg/m^3 Contração Radial: 4,5% / Tangencial: 8,9% / Volumétrica: 15,1%
- Propriedades Mecânicas Flexão:
 - Madeira verde: 61,1 MPa (623 kgf/cm^2)
 - Madeira a 15% de umidade: 87,3 MPa (890 kgf/cm^2)
- Limite de proporcionalidade - Madeira verde: 34,3 MPa (855 kgf/cm^2)
- Módulo de elasticidade - Madeira verde: 11023 MPa (112400 kgf/cm^2)
- Compressão paralela às fibras
 - Madeira verde: 31,8 MPa (324 kgf/cm^2)
 - Madeira a 15% de umidade: 56,5 MPa (576 kgf/cm^2)
- Limite de proporcionalidade - Madeira verde: 22,8 MPa (232 kgf/cm^2)
- Módulo de elasticidade - Madeira verde: 13700 MPa (139700 kgf/cm^2)
- Cisalhamento - Madeira verde: 7,8 MPa (80 kgf/cm^2)
- Dureza Janka - Madeira verde: 3864 N (394 kgf)
- Tração normal às fibras - Madeira verde: 4,2 MPa (43 kgf/cm^2)
- Fendilhamento - Madeira verde: 0,6 MPa ($6,1 \text{ kgf/cm}^2$)

REFERENCIA TEORICA

Quaruba (*Vochysia máxima*)



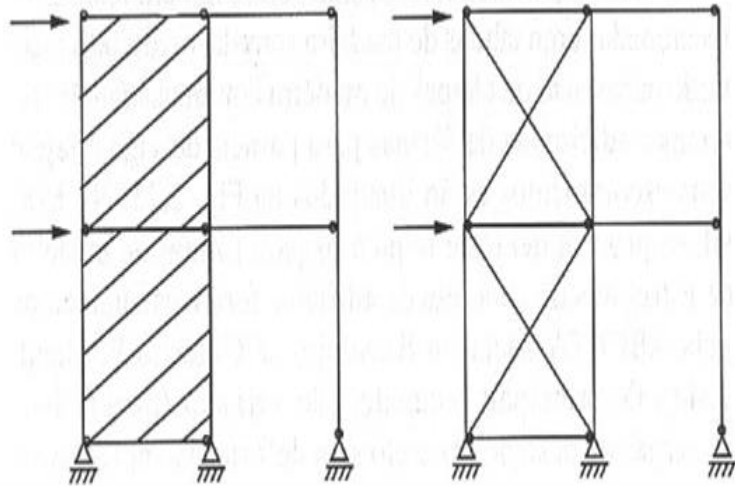
- ◆ **Outros nomes populares:** Guaruba, Guaruba-Cedro, Quaruba-goiaba, quaruba-Verdadeira, Quaruba-Vermelha.
- ◆ **Ocorrência:** Brasil - Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia.
- ◆ **Durabilidade natural:** A resistência da madeira ao apodrecimento varia conforme a espécie. Com relação ao ataque de cupins e fungos, geralmente as madeiras desse gênero são susceptíveis a moderadamente resistentes ao ataque de cupins-de-madeira-seca (IBAMA, 1997A). 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 (JESUS ET AL., 1998)..

- ◆ **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)

REFERENCIA TEORICA

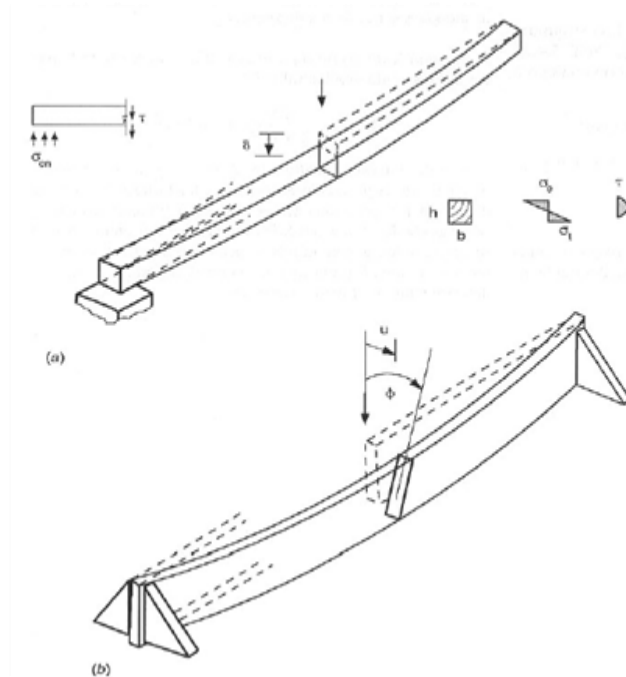
Propriedades Mecânicas da Madeira

Figura 1- Ilustração de Pórtico Flexível com contraventamento



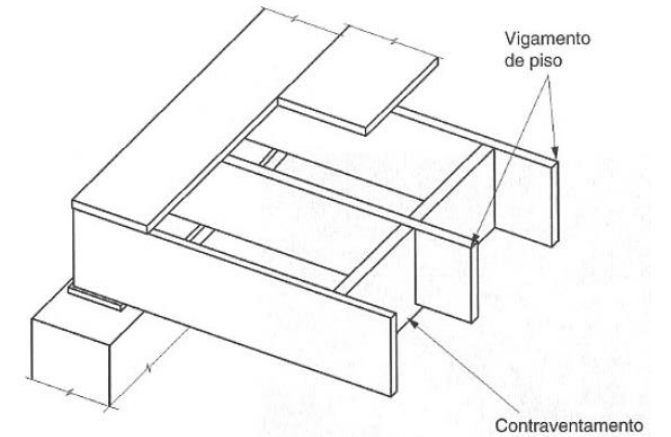
Fonte: Pfeil 2003

Figura 1 - Flexão Simples, (a) viga em flexão no plano vertical, (b) flambagem lateral da viga



Fonte: Pfeil 2003

Figura 25 - Vigamento para piso de madeira



Fonte: Pfeil 2003

REFERENCIA TEORICA

Padrão construtivo wood frame

Figura 32-Estrutural de uma casa no padrão construtivo wood frame



Fonte: Atos Arquitetura 2016

Figura 33 - Fundação tipo radier de um sistema wood frame



Fonte: Adaptado de Duarte et al (2013, p.75)

Figura 34- Painel de OSB



Fonte: TecBuild (2017)

Figura 35 Painel para Laje Seca

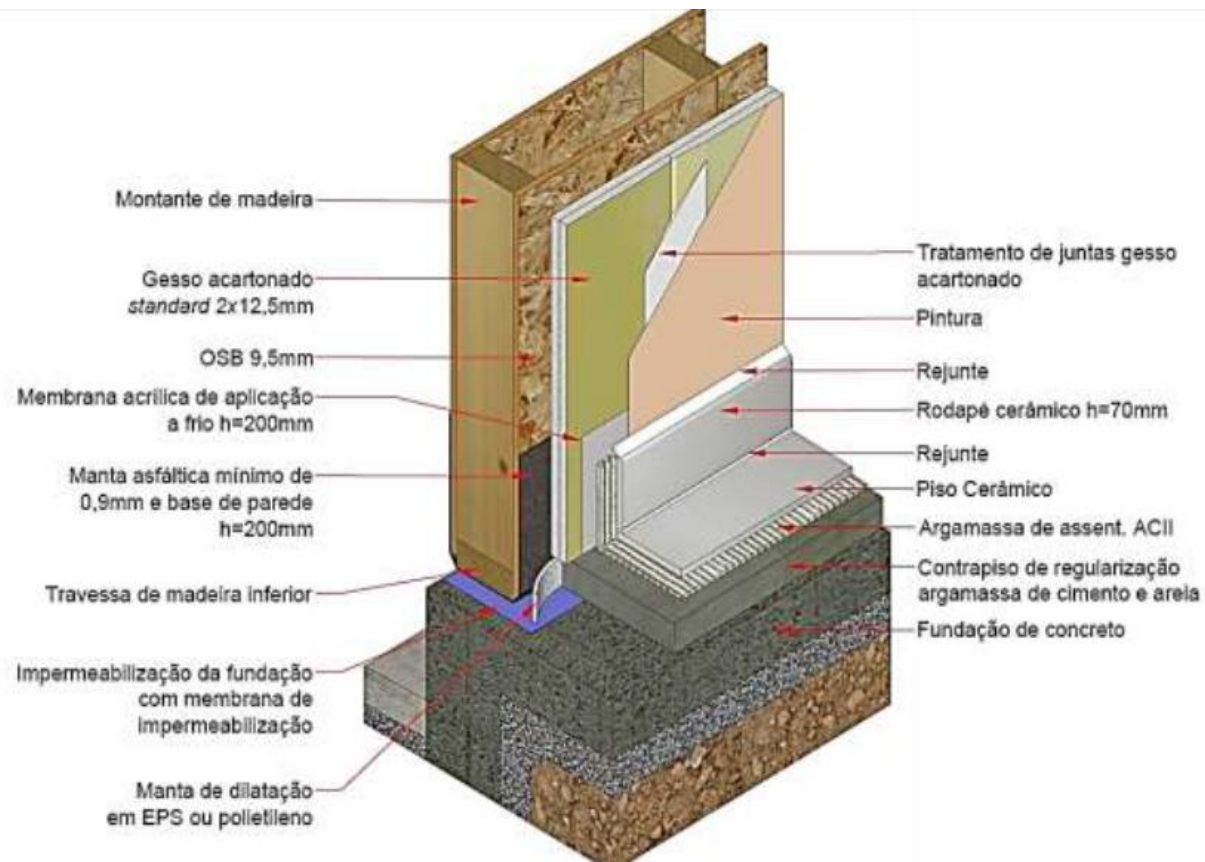


Fonte: Silva (2017)

REFERENCIA TEORICA

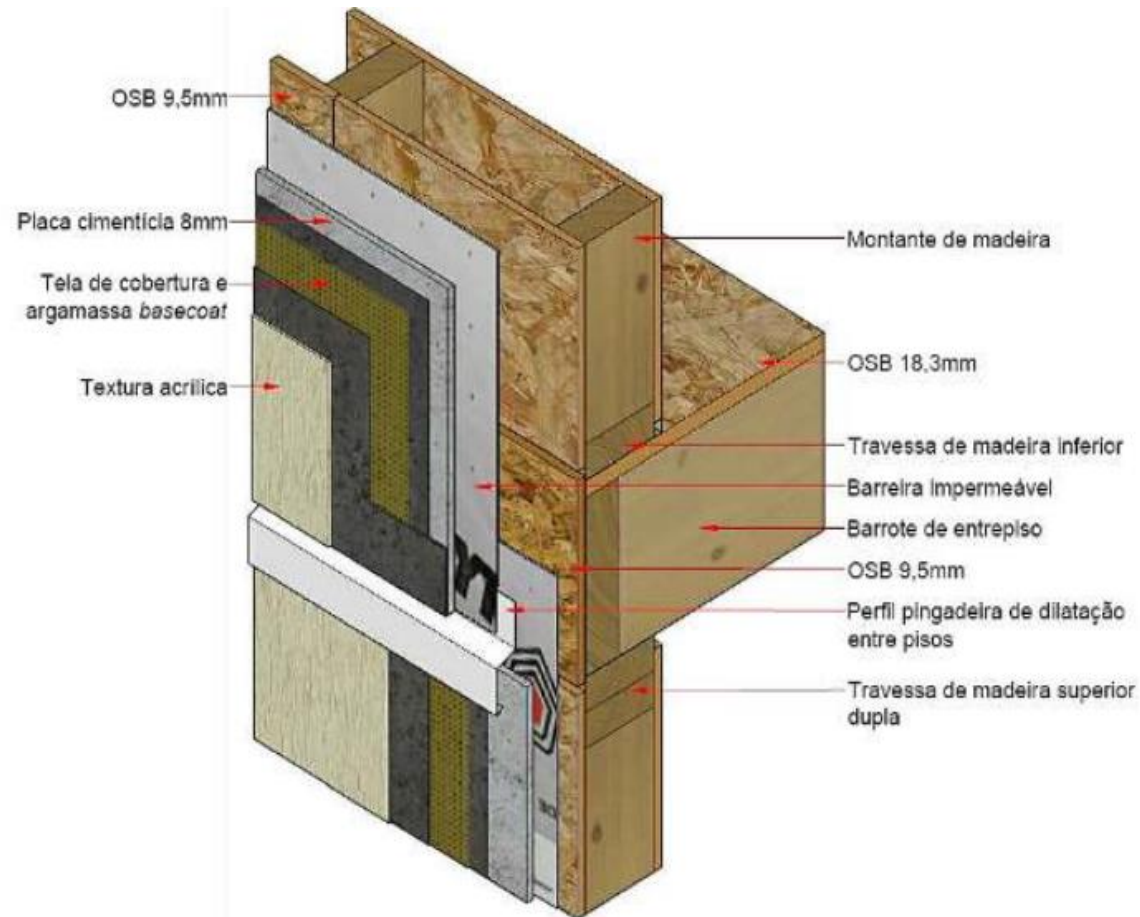
Sistema Construtivo em Madeira serrada no Brasil

Figura 37 - Detalhe de Impermeabilização da base das paredes externas no padrão TECVERDE



Fonte: DATEC 20 2016

Figura 38 Detalhe da ancoragem entre pisos no padrão TECVERDE



Fonte: DATEC20

PROGRAMA EXPERIMENTAL

Programa de requalificação de Unidade Básica de Saúde -UBS

Figura 40 - Localização espacial da UBS Cidade Nova



UBS II - 2 EQUIPES DE ATENÇÃO BÁSICA

Nº	AMBIENTES	Qt. (um)	Área unit. (m²)	Área total (m²)
30 pessoas				
1	Sala de recepção e espera	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				
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	Ex 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 gestão	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	Abriço 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

Figura 39 Local da Obra da UBS Cidade Nova



Fonte: Google Street View

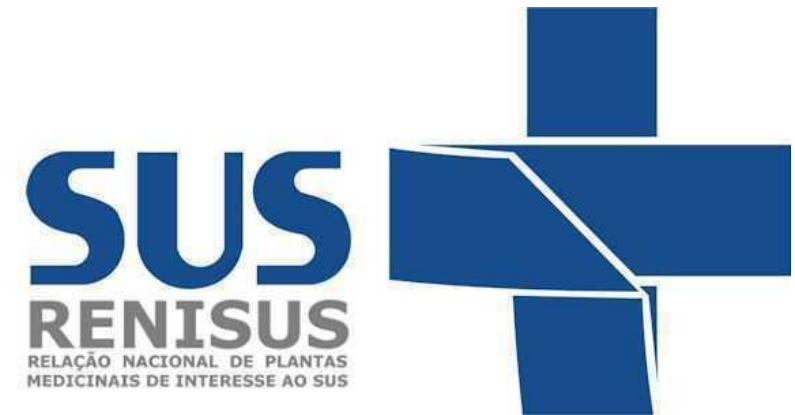
PROGRAMA EXPERIMENTAL

Programa de requalificação de Unidade Básica de Saúde -UBS

Figura 1 Planta de Situação projetada para a UBS Cidade Nova

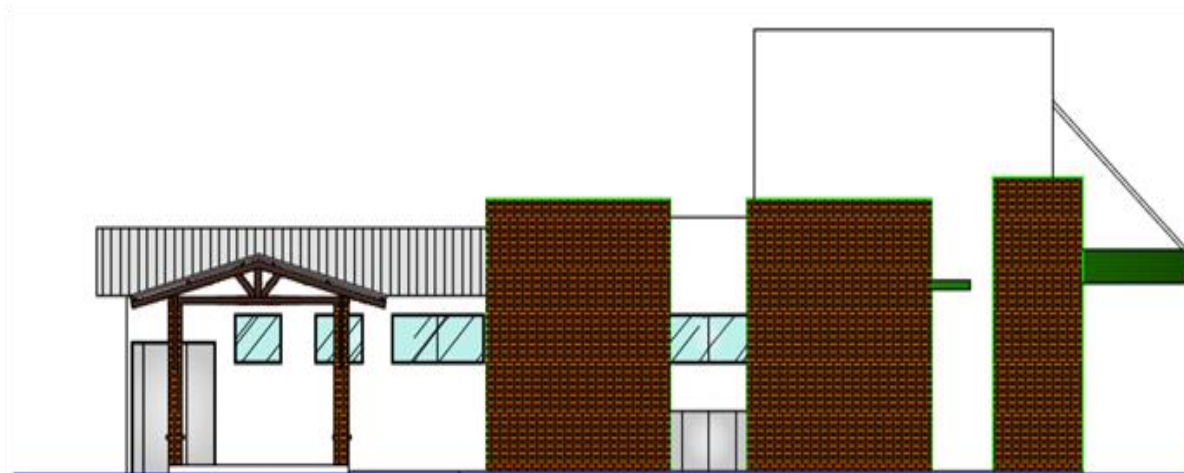
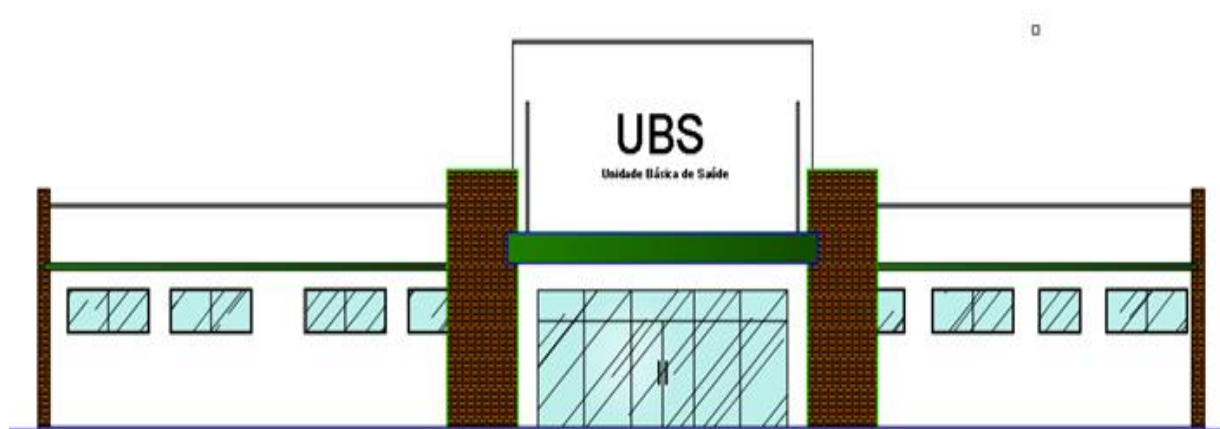
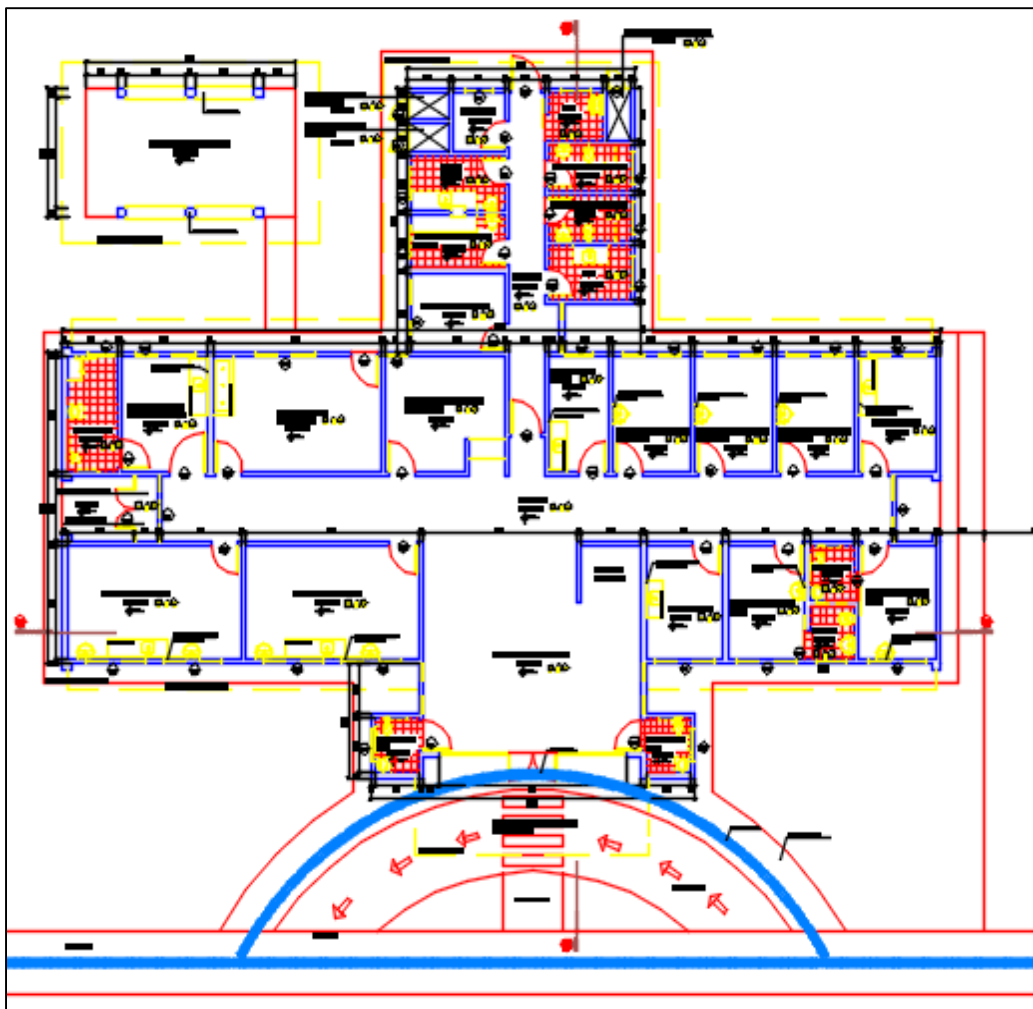


Fonte: <http://transparencia2.macapa.ap.gov.br/licitacao.php>



PROGRAMA EXPERIMENTAL

Programa de requalificação de Unidade Básica de Saúde -UBS



PROGRAMA EXPERIMENTAL

Programa de requalificação de Unidade Básica de Saúde -UBS



PROGRAMA EXPERIMENTAL

Programa de Necessidades

Figura 44- 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 45 Cultivo de Hortaliças em canos



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

Aspecto	Principais Características	Soluções Adotadas
Funcional	<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;
Formal	<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;
Material	<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;
Sustentável	<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

PROGRAMA EXPERIMENTAL

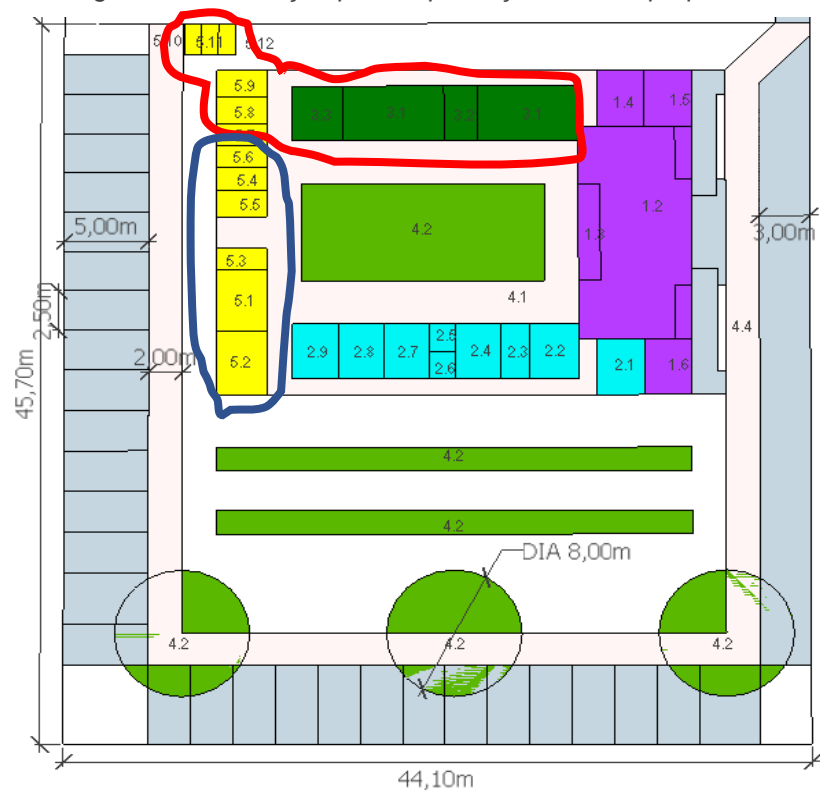
Programa de Necesidades



PROGRAMA EXPERIMENTAL

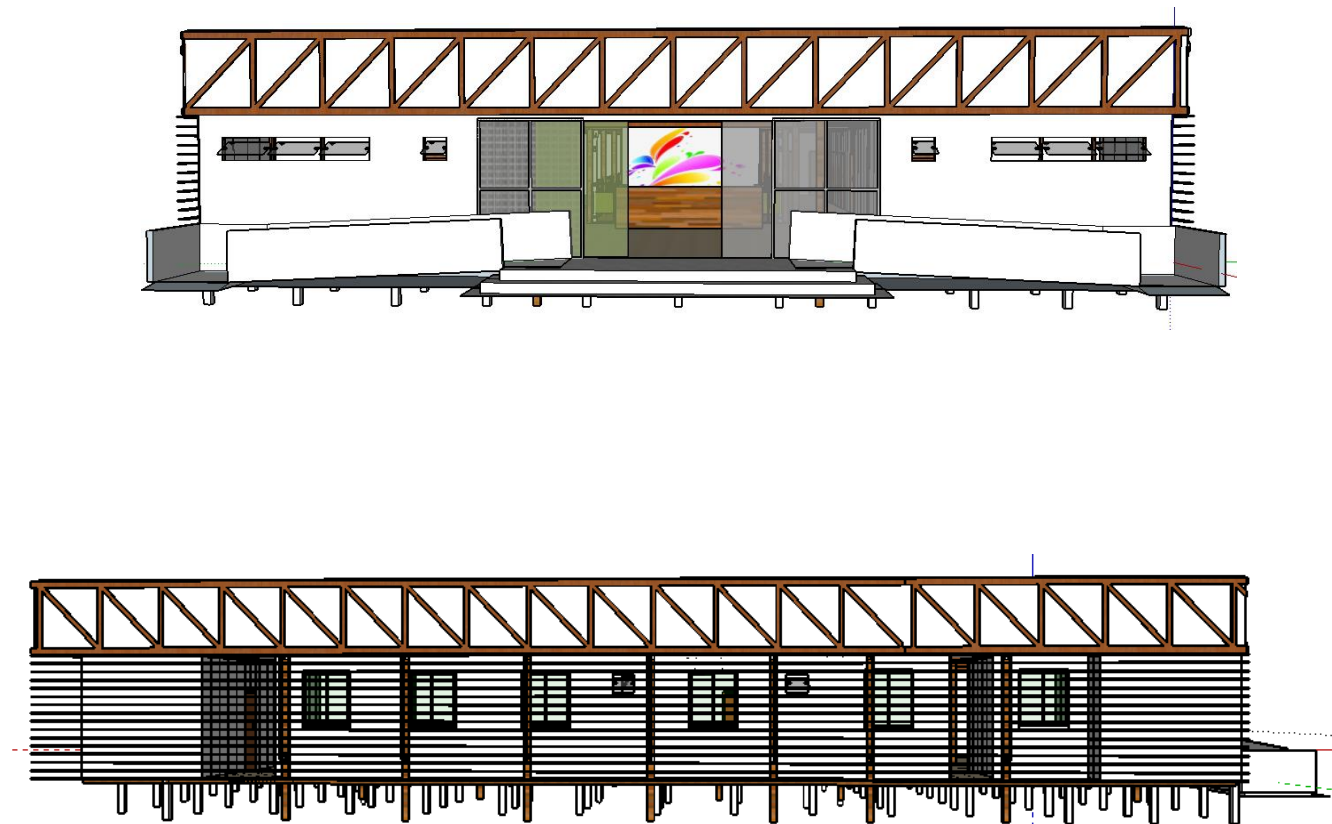
Partido

Figura 46 Setorização para Implantação da UBS proposta



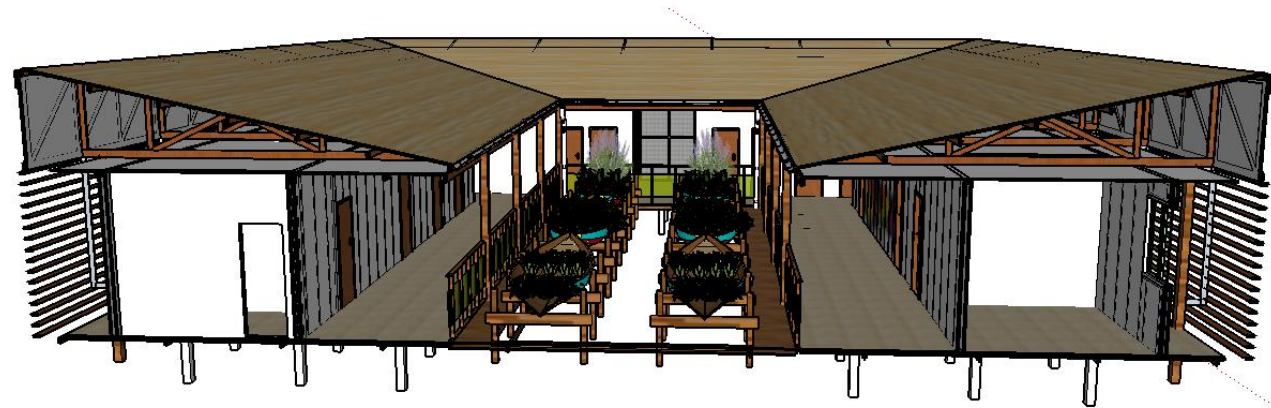
- | | | | |
|--|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 - Acolhimento 1.1 - Rampa Acesso - 65,60m² 1.2 - Sala de Espera - 60,50m² 1.3 - Recepção - 4,35m² 1.4 - Sala de Inalação - 9,34m² 1.5 - Sala Imunização - 12,76m² 1.6 - Farmácia - 12,67m² | <ul style="list-style-type: none"> 2 - Atendimento Ambulatorial 2.1 - Sala TB - 9,42m² 2.2 - Sala Triagem - 10,15m² 2.3 - Wc Triagem - 5,96m² 2.4 - Sala Atendimento 01 - 9,45m² 2.5 - Wc PNE - 2,63m² 2.6 - Wc Atendimento - 2,63m² 2.7 - Sala Atendimento 02 - 9,45m² 2.8 - Sala Atendimento 03 - 9,45m² 2.9 - Sala Atendimento 04 - 9,45m² | <ul style="list-style-type: none"> 3 - Material Biológico 3.1 - Sala Odontologia - 20,83m² 3.2 - Sala Compressor - 7,00m² 3.3 - Sala de Curativos - 10,50m² 4 - Outros 4.1 - Corredor de Acesso - 167,77m² 4.2 - Area Fitoterapica - 130,91m² 4.3 - Area Estacionamento - 374,00m² 4.4 - Area Calçada - 229,50m² | <ul style="list-style-type: none"> 5 - Setor Administrativo 5.1 - Sala ESF - 11,51m² 5.2 - Administração - 12,20m² 5.3 - DML - 3,40m² 5.4 - Almoxarifado - 3,40m² 5.5 - Cozinha - 5,10m² 5.6 - Wc Feminino - 4,20m² 5.7 - Wc Masculino - 4,20m² 5.8 - Espurgo - 5,10m² 5.9 - Esterelização - 5,10m² 5.10 - Resíduos Contaminados - 2,0m² 5.11 - Resíduos Comuns - 2,0m² 5.12 - Resíduos Reciclados - 2,0m² |
|--|--|--|---|

Fonte: Desenvolvido pelo Autor



PROGRAMA EXPERIMENTAL

Partido



PROGRAMA EXPERIMENTAL

Sistema Construtivo Proposto

Tabela 5 - 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

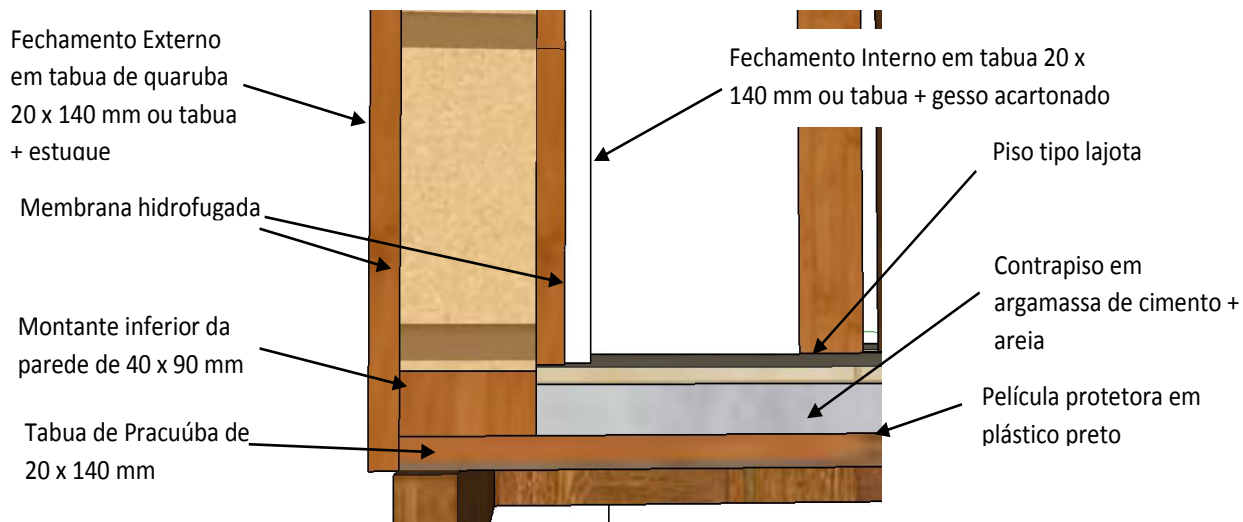
Fonte: Adaptado do DATEC 20

Tabela 6- 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 Primaria	1,21	856	1035,8	1,9
Viga Secundaria	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
Brises em Guaruba	3,85	600	2310,0	4,3

Fonte: Desenvolvido pelo Autor

Figura 1- Detalhe da composição das paredes externas



Fonte: Desenvolvido pelo Autor

PROGRAMA EXPERIMENTAL

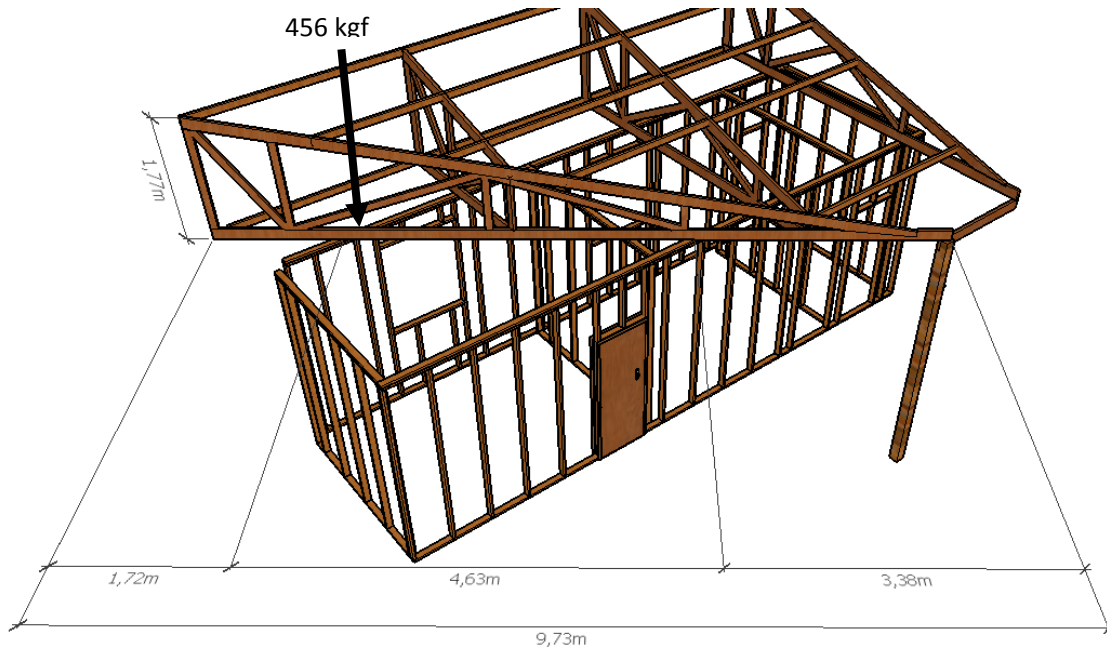
Sistema Construtivo Proposto

Tabela 1- Características da Mandioqueira

Nome Científico	Nome Popular	Classe	E _{co} MPa	f _{co} MPa	f _{to} MPa	ρ _{ap12%} (kg/m ³)
Qualea spp	Mandioqueira	C60	18.971	71,4	89,1	856

Fonte: NBR7190 / 1997

Figura 1- Isométrico da Tesoura em análise



Fonte: Desenvolvido pelo Autor

De acordo com a NBR 7190/97, temos:

$$\lambda = 115 \text{ (grau de esbeltez); } \gamma = 1,4; k_{mod} = k_{mod1} \cdot k_{mod2} \cdot k_{mod3} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,56$$

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

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

$$F_d = 638,4 \text{ kgf (esforço das ações de compressão normal)} \quad f_{cod} = k_{mod} \cdot \frac{f_{co}}{\gamma} \rightarrow f_{cod} = 0,56 \cdot \frac{71,4}{1,4}$$

$$f_{cod} = 285,6 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (resistência de cálculo a compressão normal)} \quad E_{coef} = k_{mod} \cdot E_{co} \rightarrow E_{coef} = 0,56 \cdot 189.710$$

$$E_{coef} = 106.238 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (Modulo de elasticidade efetivo)} \quad \sigma_{Nd} = \frac{F_d}{A} \rightarrow \sigma_{Nd} = \frac{638,4}{36}$$

$$\sigma_{Nd} = 17,73 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (Tensão normal atuante na seção transversal)}$$

Verificação de estado limite ultimo

$$N_e = 2887 \text{ kgf (Carga Critica de Euler)}$$

$$e_i = 0 ; \text{ (excentricidade inicial)}$$

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

$$e_c = 0,019 \text{ cm (excentricidade suplementar)}$$

$$e_1 = 1,019 \text{ cm (excentricidade de 1º ordem)}$$

$$M_d = 835,1 \text{ kgfcm (Momento fletor de cálculo)}$$

$$\sigma_{Md} = 34,80 \text{ kgf/cm}^2 \text{ (Tensão devido ao momento fletor)}$$

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

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

PROGRAMA EXPERIMENTAL

ANALISE DOS RESULTADOS

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 e também ao SINAT 05 . Para que seja atendido a norma NBR 7190 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.

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

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

Análise Estrutural do sistema construtivo proposto

Segundo os cálculos estrutural realizados podemos constatar a estabilidade do pilar (montante) de seção 40 x 90 mm em madeira tipo Mandioqueira (Qualea spp / NBR 7190) 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.

PROGRAMA EXPERIMENTAL

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 CUB (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.

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

PROGRAMA EXPERIMENTAL

1. 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 têm 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 31% 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, demonstradas pelos cálculos estruturais;**
- **A viabilidade econômica comprovada, com uma redução de 31% no custo da edificação**

PROGRAMA EXPERIMENTAL

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 de madeira para edificações em solo amazônico
- ◆ Estudo do conforto térmico no clima amazônico
- ◆ Estudo Estrutural para edificações de até 4 pavimentos;



Proposta de um projeto Arquitetônico em madeira regional +
Urbanização de uma UBS (Unidade Básica de Saúde)

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

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

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

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.

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

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.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

RIBEIRO, Vanessa Cláudia Marques et al. **Construções sobre palafitas: do Inquérito à arquitectura 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, 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>>.

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.

OBRIGADO