



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ – UNIFAP**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA EXATAS E TECNOLÓGICAS – DECET**  
**CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO**

**LEANDRO SANTOS DE SOUZA**

**CONFORTO AMBIENTAL E ENERGIA SOLAR EM HABITAÇÕES RIBEIRINHAS**

**MACAPÁ-AP**  
**FEVEREIRO DE 2021**

**LEANDRO SANTOS DE SOUZA**

**CONFORTO AMBIENTAL E ENERGIA SOLAR EM HABITAÇÕES RIBEIRINHAS**

Monografia apresentada ao curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Ma. Marcelle Vilar da Silva

**MACAPÁ-AP**  
**FEVEREIRO DE 2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá  
Elaborada por Cristina Fernandes – CRB-2/1569

---

Souza, Leandro Santos de.

Conforto ambiental e energia solar em habitações  
ribeirinhas. / Leandro Santos de Souza; orientadora, Marcelle Vilar da  
Silva. – Macapá, 2019.

174 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade  
Federal do Amapá, Coordenação do curso de Arquitetura e Urbanismo.

1. Conforto térmico. 2. Palafitas. 3. Ribeirinhos. I. Silva, Marcelle  
Vilar da, orientadora. II. Fundação Universidade Federal do Amapá. III.  
Título.

711.2 S729c

CDD. 22 ed.

---

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**LEANDRO SANTOS DE SOUZA**

### **CONFORTO AMBIENTAL E ENERGIA SOLAR EM HABITAÇÕES RIBEIRINHAS**

Monografia apresentada ao curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amapá como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Ma. Marcelle Vilar da Silva

Macapá, 16 de dezembro de 2019

#### **BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof<sup>a</sup>. Ma. Marcelle Vilar da Silva**

**Orientadora – UNIFAP**

---

**Prof<sup>a</sup>. Ma. Patricia Takamatsu – UNIFAP**

---

**Prof<sup>a</sup>. Me. Felipe Monteiro - UNIFAP**

## **AGRADECIMENTOS**

Acima de tudo agradeço a Deus.

Agradeço também aos meus pais que me sustentam de todas as formas possíveis e me ensinam todos os dias o caminho da justiça e da honestidade. Que me dizem que eu “só” estudo e que eu preciso estudar. Aos meus amigos que me ajudaram na pesquisa deste trabalho de monografia para a minha conclusão do Curso de Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Amapá - UNIFAP.

Agradeço em especial aos meus líderes de mocidade da Congregação Cenáculo, Natanael Rocha e Jacicleia Monteiro, por me ajudarem financeiramente durante os dois anos finais do meu curso, pois essa ajuda me possibilitou a compra de livros, equipamentos, transporte e alimentação durante a minha rotina na universidade. Por esta ajuda serei grato por toda a vida.

E agradeço a minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Ma. Marcelle Vilar Da Silva, que foi diretamente responsável pela produção deste trabalho. Agradeço por sua paciência, forma de ensino e o tempo que disponibilizou para a elaboração deste que mostrará a aplicabilidade da energia solar na vida ribeirinha.

## RESUMO

Um dos objetivos da arquitetura é de proporcionar uma boa relação do ser humano com sua habitação, por sua vez da habitação com o meio em que ela está, este trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta de habitação de uma residência unifamiliar ribeirinha, baseada nas estratégias de conforto ambiental, para proporcionar uma vivência melhor com o meio-ambiente amazônico, juntamente com o bem estar dos usuários da residência somada a arquitetura de alto desempenho energético. Também se soma a isso o sistema fotovoltaico de geração de energia elétrica, fator esse que nos últimos anos vem mostrando-se cada vez mais presente na vida humana em todo o mundo, dessa forma, é impossível de ignorá-lo neste trabalho, também não se pode deixar de levar em consideração os fatores socioeconômicos e culturais da região ribeirinha e/ou das comunidades remotas inseridas na Amazônia. Os métodos usados na obtenção das informações e dados para a realização deste trabalho foram a pesquisa de campo in loco na comunidade ribeirinha Furo-seco, para fotografar e para levantamento de informações necessárias, entrevista com ribeirinhos, pesquisa em material bibliográfico e fontes de especialistas, o uso de diretrizes para residências como normas e certificações sendo elas a NBR 1.5220 – 3, a NBR 15.575 -1, o RTQ-R e a NBR7.190, o uso da base de cálculo de previsão térmica do CSTB (Centre Scientifique et Technique du Batiment — de Paris) este último mostrou-se melhor aplicável por levar em consideração dados climáticos disponíveis na região e o comportamento dos materiais escolhidos na edificação, dessa forma obtendo resultados que se mostraram satisfatórios para o bom desempenho da residência, com ênfase nos ambientes de permanência prolongada, sendo esses os quartos, culminando na redução da temperatura final interna, assim oferece para os usuários da casa um ambiente melhor sem uso de sistemas de refrigeração, soma-se isso ao uso das estratégias arquitetônicas como orientação solar, ventilação cruzada nos ambientes, escolha da cobertura adequada para a região, escolha do melhor formato para a residência como um todo, assim também como a utilização da linguagem regional da arquitetura vernacular ribeirinha.

**PALAVRA-CHAVE:** Conforto térmico. Palafitas. Sistemas fotovoltaicos. Comunidades remotas. Ribeirinhos.

## **ABSTRACT**

One of the objectives of architecture is to provide a good relationship between the human being and his dwelling, in turn, housing with the environment in which he is, this work aims to present a proposal for housing a single-family riverside residence, based on environmental comfort strategies, to provide a better experience with the Amazonian environment, along with the well-being of the users of the residence added to the architecture of high energy performance. Also added to this is the photovoltaic system of electricity generation, a factor that in recent years has been increasingly present in human life worldwide, thus, it is impossible to ignore it in this work, nor can we fail to take into account the socioeconomic and cultural factors of the riverside region and/ or remote communities inserted in the Amazon. The methods used to obtain the information and data to carry out this work were the field research on site in the furo-seco riverside community, to photograph and to collect the necessary information, interview with riverines, research in bibliographic material and sources of specialists, the use of guidelines for residences as standards and certifications being NBR 1.5220 – 3, NBR 15,575 -1, RTQ-R and NBR7.190, the use of the CSTB thermal forecast calculation base (Centre Scientifique et Technique du Batiment — paris) the latter was better applicable because it took into account the climatic data available in the region and the behavior of the materials chosen in the building, thus obtaining results that proved satisfactory for the good performance of the residence , with emphasis on the environments of prolonged permanence, these being the rooms, culminating in the reduction of the internal final temperature, thus offering for the users of the house a better environment without the use of refrigeration systems, added this to the use of architectural strategies such as solar orientation, cross ventilation in the environments, choice of adequate coverage for the region, choice of the best format for the residence as a whole, as well as the use of the regional language of the ribeirinha vernacular architecture.

**KEY-WORDS:** Thermal comfort. Stilts. Photovoltaic systems. Remote communities.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – DESENHO DE PALAFITA .....	25
FIGURA 2 - INSTITUTO DE TECNOLOGIA VALE (ITV) .....	26
FIGURA 3 - RESIDÊNCIA RIBEINHA PALAFITA EM MEIO A MATA NO RIO FURO-SECO .....	27
FIGURA 4 - PALAFITAS EM COMUNIDADES 1 – RIO FURO-SECO .....	27
FIGURA 5 - PALAFITAS EM COMUNIDADES 1 – RIO FURO-SECO .....	28
FIGURA 6 - JIRAU COM UTENSÍLIOS DOMÉSTICOS.....	28
FIGURA 7 - ESQUEMA DE JIRAU EM DESTAQUE .....	29
FIGURA 8 - PESCA EM IGARAPÉ NO RIO FURO-SECO .....	30
FIGURA 9 - PESCADO AMAZÔNICO – ARACÚ, MANDI E PESCADA-BRANCA... 30	
FIGURA 10 - CAMARÃO PITÚ .....	31
FIGURA 11 - EXTRAÇÃO DE AÇAÍ POR RIBEIRINHO NO RIO FURO-SECO .....	31
FIGURA 12 - SERRARIA LOCAL – RIO FURO-SECO.....	32
FIGURA 13 - IGREJA EM MADEIRA DA REGIÃO .....	32
FIGURA 14 - CATRAIO - EMBARCAÇÃO TÍPICA DA REGIÃO.....	32
FIGURA 15 - CATRAIOS EM PORTO RESIDENCIAL .....	33
FIGURA 16 - MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA, CHAMADO NA REGIÃO DE "MOTOR DE LUZ".....	33
FIGURA 17 - MÁQUINA DE LAVAR ROUPAS .....	34
FIGURA 18 - PLACAS SOLARES EM PALAFITAS NO RIO FURO-SECO.....	36
FIGURA 19 - FOGÃO DE BARRO.....	36

FIGURA 20 - ILHA DO TELES NO ARQUIPÉLAGO DAS ILHAS DO PARÁ.....	37
FIGURA 21 - MUNICÍPIO DE MACAPÁ-AP .....	41
FIGURA 22 - LOCALIZAÇÃO MACAPÁ E CIDADES CIRCUNVIZINHAS.....	42
FIGURA 23 - ÁREAS ÚMIDAS EM MACAPÁ-AP .....	43
FIGURA 24 - PALAFITAS NA ÁREA DE RESSACA DO CANAL DO JANDIÁ EM MACAPÁ-AP .....	44
FIGURA 25 - PALAFITA NA ÁREA DE RESSACA NA 11° AV. DO BAIRRO CONGÓS, MACAPÁ-AP .....	44
FIGURA 26 - PRIMEIRA CÉLULA SOLAR .....	45
FIGURA 27 - SISTEMA ON-GRID .....	47
FIGURA 28 - SISTEMA OFF-GRID.....	47
FIGURA 29 - MATRIZES ENERGÉTICAS DO BRASIL.....	50
FIGURA 30 - RANQUE DE PRODUÇÃO FOTOVOLTAICA.....	51
FIGURA 31 - MANUAL PARA ATENDIMENTO ÀS REGIÕES REMOTAS DOS SISTEMAS ISOLADOS.....	52
FIGURA 32 - MINI-USINA.....	54
FIGURA 33 - ARTESANATO .....	54
FIGURA 34 - TABELA INFORMATIVO .....	55
FIGURA 35 - INVESTIMENTO POR COMUNIDADE.....	55
FIGURA 36 - SISTEMA DE CONTROLE .....	56
FIGURA 37 - COMUNIDADE DA RESERVA EXTRATIVISTA DO RIO UNINI - AM.	57
FIGURA 38 - SISTEMA DE PLACAS SOLARES .....	58

FIGURA 39 – CENTRO DE CONTROLE DA MINI-USINA .....	58
FIGURA 40 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO .....	59
FIGURA 41 - CARTA SOLAR DE MACAPÁ-AP .....	60
FIGURA 42 - APROVEITAMENTO POR FACE EM RELAÇÃO A ORIENTAÇÃO CARDIAL.....	61
FIGURA 43 - ÂNGULO DA PLACA EM RELAÇÃO A INCLINAÇÃO DO SOL.....	61
FIGURA 44 - TRAJETÓRIA SOLAR .....	62
FIGURA 45 - TELHA DE BARRO .....	63
FIGURA 46 - FACHADA INTEGRADA.....	64
FIGURA 47 - TEGOLA SOLARE.....	64
FIGURA 48 - MELHORAMENTO DO PARTIDO E FORMA.....	65
FIGURA 49 - ARQUITETURA ADAPTADA AO MEIO .....	66
FIGURA 50 - MALHA GLOBAL DE LATITUDE E LONGITUDE.....	68
FIGURA 51 - CICLO HIDROLÓGICO .....	70
FIGURA 52 - ZONAS BIOCLIMÁTICAS.....	71
FIGURA 53 - ZONA BIOCLIMÁTICA Z8 .....	72
FIGURA 54 - DETALHAMENTO DO FORRO .....	73
FIGURA 55 - LOCALIZAÇÃO CLIMÁTICA DE MACAPÁ - AP.....	82
FIGURA 56 - VARIAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO.....	83
FIGURA 57 - VARIAÇÃO DA INSOLAÇÃO E TEMPERATURA.....	83
FIGURA 58 - GRÁFICO DE NEBULOSIDADE .....	84
FIGURA 59 - TIPOS DE CÉUS .....	85

FIGURA 60 - VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÍNIMA .....	86
FIGURA 61 - VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÁXIMA .....	86
FIGURA 62 - VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÉDIA.....	87
FIGURA 63 - UMIDADE RELATIVA.....	88
FIGURA 64 - ROSA DOS VENTOS DE MACAPÁ.....	89
FIGURA 65 - VENTOS DA NOITE .....	89
FIGURA 66 - VENTOS DO DIA.....	90
FIGURA 67 - RESIDÊNCIA ROBERT SCHUSTER DE SEVERIANO PORTO.....	91
FIGURA 68 - PLANTA BAIXA, MALHA ORTOGONAL .....	92
FIGURA 69 - PLANTA BAIXA 1° PAV.....	93
FIGURA 70 - PLANTA BAIXA 2° PAV.....	93
FIGURA 71 - REPRESENTAÇÃO DA RESIDÊNCIA ROBERT SCHUSTER .....	94
FIGURA 72 - LOCALIZAÇÃO DAS ILHAS DO PARÁ.....	95
FIGURA 73 - RIO FURO-SECO - PA.....	95
FIGURA 74 - ORGANOGRAMA.....	97
FIGURA 75 - FLUXOGRAMA.....	98
FIGURA 76 – RESIDÊNCIAS RIBEIRINHAS 1.....	99
FIGURA 77 - RESIDÊNCIAS RIBEIRINHAS 2.....	99
FIGURA 78 - IMPLANTAÇÃO.....	100
FIGURA 79 - VENTILAÇÃO CRUZADA.....	101
FIGURA 80 - CORTE ESQUEMÁTICO.....	101

FIGURA 81 - PROPOSTA.....	102
FIGURA 82 - DIAGRAMA.....	103
FIGURA 83 - EIXO ORTOGONAL DA ESTRUTURA DA CASA.....	105
FIGURA 84 - COZINHA EXTERNA.....	106
FIGURA 85 - QUARTOS DA CASA .....	107
FIGURA 86 - SALA DE ESTAR/JANTAR.....	107
FIGURA 87 - BANHEIRO INTERNO E EXTERNO .....	108
FIGURA 88 - FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA .....	108
FIGURA 89 - FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA EM USO.....	109
FIGURA 90 - DEPÓSITO DE COMBUSTÍVEL.....	110
FIGURA 91 - PORTO DE ENTRADA.....	110
FIGURA 92 - DEPÓSITO EXTERNO .....	111
FIGURA 93 - VARANDA FRONTAL E LATERAL .....	111
FIGURA 94 - EFEITO CHAMINÉ NA CASA.....	112
FIGURA 95 - MUXARABI.....	112
FIGURA 96 - HORAS DE SOL PLENO.....	124
FIGURA 97 - HORAS DE SOL PLENO.....	126
FIGURA 98 - RADIAÇÃO ANUAL .....	127
FIGURA 99 - PROFUNDIDADE DA BATERIA.....	128
FIGURA 100 - IMPLANTAÇÃO/ORIENTAÇÃO SOLAR/VENTO.....	130
FIGURA 101 - QUARTO DO CASAL .....	131

FIGURA 102 - QUARTO DO CASAL .....	132
FIGURA 103 - CORTE DA PAREDE NOROESTE 315° - ALFA 57° .....	133
FIGURA 104 – MASCARAMENTO PARA A JANELA DA PAREDE NOROESTE 315° APENAS COM A BEIRAL JÁ EXISTENTE – ALFA 57° .....	134
FIGURA 105 - MASCARAMENTO DA PAREDE NOROESTE 315° - BRISE – ALFA 32° .....	134
FIGURA 106 - MASCARAMENTO DA ABERTURA NOROESTE 315° COM O BEIRAL PROPOSTO – ALFA 32° .....	135
FIGURA 108 - MASCARAMENTO PARA A PAREDE NOROESTE 315° APENAS COM A BEIRAL JÁ EXISTENTE – ALFA 63° .....	136
FIGURA 107 - CORTE DA PAREDE NOROESTE 315° - ALFA 63° .....	136
FIGURA 109 - JANELAS NORDESTE 45° - QUARTOS: CASAL, MENINAS E MENINOS.....	137
FIGURA 111 - MASCARAMENTO PARA A JANELA DA PAREDE NORDESTE 45° - ALFA 15° .....	138
FIGURA 110 - MASCARAMENTO DA PAREDE NORDESTE 45° - ALFA 15° .....	138
FIGURA 112 - CORTE DA PAREDE NORDESTE 45° - ALFA 29° .....	139
FIGURA 113 - MASCARAMENTO DA PAREDE NORDESTE 45° APENAS COM A BEIRAL JÁ EXISTENTE – ALFA 29° .....	140
FIGURA 115 - MASCARAMENTO PARA A JANELA DA PAREDE SUDESTE 135° APENAS COM A BEIRAL – ALFA 41° .....	141
FIGURA 114 - CORTE DA PAREDE SUDESTE 135° DO QUARTO DOS MENINOS – ALFA 41° .....	141
FIGURA 117 - MASCARAMENTO PARA A PAREDE SUDESTE 135° DO QUARTO DOS MENINOS – ALFA 49° .....	142

FIGURA 116 - CORTE DA PAREDE SUDESTE 135° DO QUARTO DOS MENINOS – ALFA 49° .....	142
FIGURA 118 - QUARTO DE HÓSPEDES.....	143
FIGURA 119 - JANELAS DO QUARTO DE HÓSPEDES .....	144
FIGURA 121 - MASCARAMENTO PARA A JANELA DA PAREDE SUDESTE 135° DO QUARTO DE HÓSPEDES – ALFA 40° .....	145
FIGURA 120 - PAREDE SUDESTE 135° DO QUARTO DE HÓSPEDES – ALFA 40° DA JANELA.....	145
FIGURA 122 - PAREDE SUDESTE 135° DO QUARTO DE HÓSPEDES – ALFA 47° .....	146
FIGURA 123 - MASCARAMENTO PARA A PAREDE SUDESTE 135° DO QUARTO DE HÓSPEDES .....	147
FIGURA 124 - PAREDE SUDOESTE 225° DO QUARTO DE HÓSPEDES – ALFA 18° .....	148
FIGURA 125 - MASCARAMENTO PARA A JANELA DA PAREDE SUDOESTE 225° DO QUARTO DE HÓSPEDES.....	148
FIGURA 126 - PAREDE SUDOESTE 225° DO QUARTO DE HÓSPEDES – ALFA 28° .....	149
FIGURA 127 - MASCARAMENTO PARA A PAREDE SUDOESTE 225° DO QUARTO DE HÓSPEDES .....	149
FIGURA 128 - GANHOS E REDUÇÃO – QUARTO DO CASAL.....	150
FIGURA 129 - COMPARATIVO DE REDUÇÃO DE CARGA.....	151
FIGURA 130 - GANHOS E REDUÇÃO – QUARTO DAS MENINAS .....	151
FIGURA 131 - COMPARATIVO DE REDUÇÃO DE CARGA.....	152
FIGURA 132 - GANHOS E REDUÇÃO – QUARTO DOS MENINOS .....	153

FIGURA 133 - COMPARATIVO DE REDUÇÃO DE CARGA.....	153
FIGURA 134 - GANHOS E REDUÇÃO – QUARTO DE HÓSPEDES.....	154
FIGURA 139 - PICOS DE CALOR.....	156
FIGURA 138 - COMPARATIVO DE REDUÇÃO DE CARGA.....	155
FIGURA 140 - REDUÇÕES DE CALOR.....	156
FIGURA 141- BEIRAL DA PROPOSTA ATUAL.....	158
FIGURA 142 - VARIAÇÃO DAS TEMPERATURAS .....	159
FIGURA 143 - TEMPERATURA EFETIVA COM A VARIAÇÃO DA VELOCIDADE DO VENTO .....	160
FIGURA 144 - ESTRUTURA DE MADEIRA DA PAREDE .....	162
FIGURA 145 - PAREDE DE ALVENARIA SIMPLES .....	163
FIGURA 146 - SISTEMA DE ESTEIOS .....	167

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - TABELA DO USO DO DIESEL.....	35
TABELA 2 - SISTEMA FOTOVOLTAICO 1.....	46
TABELA 3 - SISTEMA FOTOVOLTAICO 2.....	47
TABELA 4 - ABERTURA PARA VENTILAÇÃO E SOMBREAMENTO DAS ABERTURAS PARA A ZONA BIOCLIMÁTICA 8 .....	72
TABELA 5 - TIPOS DE VEDAÇÃO EXTERNA PARA A ZONA BIOCLIMÁTICA Z8 .....	72
TABELA 6 - ESTRATÉGIA DE CONDICIONAMENTO TÉRMICO PASSIVO PARA A ZONA BIOCLIMÁTICA 8 .....	73
TABELA 7 - ESTRATÉGIA DE CONDICIONAMENTO TÉRMICO.....	73
TABELA 8 - ABERTURA PARA VENTILAÇÃO.....	74
TABELA 9 - TRANSMITÂNCIA TÉRMICA, ATRASO TÉRMICO E FATOR CALOR SOLAR ADMISSÍVEL PARA CADA TIPO DE VEDAÇÃO EXTERNA .....	74
TABELA 10 - TRANSMITÂNCIA TÉRMICA, ATRASO TÉRMICO E FATOR CALOR SOLAR ADMISSÍVEL PARA CADA TIPO DE VEDAÇÃO EXTERNA .....	75
TABELA 11 - NÍVEIS DE ILUMINAMENTO GERAL PARA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL .....	76
TABELA 12 - PERCENTUAL DE ÁREAS MÍNIMAS PARA VENTILAÇÃO EM RELAÇÃO À ÁREA ÚTIL DO AMBIENTE.....	77
TABELA 13 - CONSIDERAÇÕES SOBRE O PERCENTUAL DE ÁREAS MÍNIMAS DE ABERTURA PARA VENTILAÇÃO .....	77
TABELA 14 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A ILUMINAÇÃO NATURAL .....	78
TABELA 15 - TABELA DE DESCONTO DAS ESQUADRIAS.....	79

TABELA 16 - BONIFICAÇÕES: PONTUAÇÃO ATRIBUÍDA A INICIATIVAS QUE AUMENTEM A EFICIÊNCIA DA EDIFICAÇÃO.....	79
TABELA 17 - REQUISITOS PARA VENTILAÇÃO NATURAL .....	80
TABELA 18 - OS AMBIENTES DEVEM ATENDER AOS SEGUINTE REQUISITOS .....	80
TABELA 19 - CONDIÇÕES EXTREMAS REGISTRADAS NOS ÚLTIMOS ANOS...	84
TABELA 20 - DADOS DA RESIDÊNCIA.....	91
TABELA 21 – PRÉ-DIMENSIONAMENTO .....	96
TABELA 22 - USO DOS CÔMODOS .....	96
TABELA 23 - CÔMODOS.....	104
TABELA 24 - ABERTURA PARA VENTILAÇÃO E SOMBREAMENTO DAS ABERTURAS PARA A ZONA BIOCLIMÁTICA 8 .....	113
TABELA 25 - ABERTURAS PARA A ZONA BIOCLIMÁTICA 8 .....	113
TABELA 26 - ÁREAS DAS ABERTURAS POR CÔMODO EM RELAÇÃO AO PISO .....	114
TABELA 27 - EM RELAÇÃO A PAREDE E A COBERTURA ESCOLHIDA.....	115
TABELA 28 - ESTRATÉGIAS PERMANENTES PARA O VERÃO NA ZONA 8 .....	115
TABELA 29 - NÍVEIS DE ILUMINAMENTO GERAL PARA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL .....	117
TABELA 30 - ÁREAS DAS ABERTURAS POR CÔMODO EM RELAÇÃO AO PISO .....	117
TABELA 31 - JANELA 1 .....	118
TABELA 32 - JANELA 2.....	119
TABELA 33 - BALANCIM .....	119

TABELA 34 - JANELA 3.....	120
TABELA 35 - BONIFICAÇÕES DO PROJETO .....	121
TABELA 36 - BONIFICAÇÃO EM RELAÇÃO A POROSIDADE - 1 .....	121
TABELA 37 - BONIFICAÇÃO EM RELAÇÃO A POROSIDADE - 2 .....	122
TABELA 38 - BONIFICAÇÃO EM RELAÇÃO A ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL.....	122
TABELA 39 - EXEMPLO DE PREVISÃO DE CONSUMO DIÁRIO .....	124
TABELA 40 - EXEMPLO DE PREVISÃO DE CONSUMO MÉDIO MENSAL.....	124
TABELA 41 - PREVISÃO DE CARGAS DO PROJETO DA CASA RIBEIRINHA....	127
TABELA 42 - PREVISÃO DE CARGAS DO PROJETO DA CASA RIBEIRINHA....	128
TABELA 43 - PARÂMETROS DE ESCOLHA .....	129
TABELA 44 - ORÇAMENTO .....	129
TABELA 45 - GANHOS E RUDUÇÃO PARA O QUARTO DOS MENINOS .....	157
TABELA 46 - GANHOS E RUDUÇÃO PARA O QUARTO DO CASAL.....	157
TABELA 47 - GANHOS E RUDUÇÃO PARA O QUARTO DE HÓPSDES .....	157
TABELA 48 - GANHOS E RUDUÇÃO PARA O QUARTO DAS MENINAS .....	158
TABELA 49 - REDUÇÃO DE ACORDO COM A VELOCIDADE DO VENTO - RESUMO .....	160
TABELA 50 - INFORMAÇÕES DA SUCUPIRA .....	161
TABELA 51 - INFORMAÇÕES DA ANDIROBA .....	161
TABELA 52 - INFORMAÇÕES DA TELHA .....	162
TABELA 53 - INFORMAÇÕES BÁSICAS DA JANELA 1 .....	163
TABELA 54 - INFORMAÇÕES BÁSICAS DA JANELA 2 .....	164

TABELA 55 - INFORMAÇÕES BÁSICAS DA JANELA 3.....	165
TABELA 56 - INFORMAÇÕES BÁSICAS – PORTA 1.....	165
TABELA 57 - INFORMAÇÕES BÁSICAS – PORTA 2.....	166
TABELA 58 - INFORMAÇÕES BÁSICAS – PAINEL SOLAR.....	167
TABELA 59 - INFORMAÇÕES BÁSICAS - CONTROLADOR.....	168
TABELA 60 - INFORMAÇÕES BÁSICAS – INVERSOR.....	168
TABELA 61 - INFORMAÇÕES BÁSICAS - BATERIA.....	169

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>2 MODO DE VIDA RIBEIRINHO – VIVENDO SOBRE AS ÁGUAS .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2 Economia e modo de produção ribeirinha.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3 Combustíveis.....</b>	<b>33</b>
<b>3 REVERBERAÇÕES DA INTRODUÇÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NAS COMUNIDADES RIBEIRINHAS .....</b>	<b>36</b>
<b>3.1 Na economia .....</b>	<b>37</b>
<b>3.2 Na arquitetura .....</b>	<b>38</b>
<b>3.3 Na educação .....</b>	<b>39</b>
<b>3.4 Na saúde.....</b>	<b>39</b>
<b>4 MACAPÁ E “AS ÁGUAS” .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1 Localização de Macapá na região amazônica.....</b>	<b>40</b>
<b>4.2 As ressacas em Macapá-AP .....</b>	<b>42</b>
<b>5 HISTÓRICO DA ENERGIA SOLAR E DO USO .....</b>	<b>45</b>
<b>5.1 Sistemas fotovoltaicos.....</b>	<b>46</b>
<b>5.2 Energia solar no Brasil.....</b>	<b>47</b>
<b>5.3 Panorama da energia solar no Brasil.....</b>	<b>48</b>
<b>5.4 Programas e incentivos do governo federal .....</b>	<b>51</b>
<b>5.5 Manual para atendimento às regiões remotas dos sistemas isolados.....</b>	<b>51</b>
<b>6 APLICAÇÕES DE SISTEMAS ISOLADOS EM COMUNIDADES REMOTAS .....</b>	<b>52</b>
<b>7 ADEQUAÇÃO ARQUITETÔNICA ÀS APLICAÇÕES DE SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR.....</b>	<b>59</b>
<b>7.1 Tipos de cobertura .....</b>	<b>62</b>
<b>7.2 Integração entre arquitetura e sistemas fotovoltaicos.....</b>	<b>63</b>
<b>7.3 Melhoramento do partido arquitetônico em busca da eficiência energética.....</b>	<b>64</b>
<b>7.4 Arquitetura bioclimática e conforto ambiental .....</b>	<b>66</b>

<b>7.5 Variáveis climáticas</b> .....	<b>67</b>
7.5.1 Fatores Globais .....	67
7.5.2 Elementos climáticos .....	68
7.5.3 Elementos climáticos .....	69
<b>8 DIRETRIZES PARA RESIDÊNCIAS: NORMAS E CERTIFICAÇÕES</b> .....	<b>70</b>
<b>8.1 NBR 15220 – 3</b> .....	<b>70</b>
<b>8.2 Nbr 15575 -1</b> .....	<b>74</b>
<b>8.3 RTQ-R</b> .....	<b>76</b>
<b>8.4 NBR 7190</b> .....	<b>80</b>
<b>9 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DE MACAPÁ-AP</b> .....	<b>81</b>
<b>10 ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>91</b>
<b>11 PROPOSTA ARQUITETÔNICA DE UMA RESIDÊNCIA RIBEIRINHA INTEGRADA AO SISTEMA FOTOVOLTAICO</b> .....	<b>94</b>
11.1 Programa de necessidades .....	96
11.2 Uso dos cômodos .....	96
11.3 Organograma / Fluxograma.....	97
11.4 Proposta arquitetônica .....	98
<b>12 PARÂMETROS DE CONFORTO AMBIENTAL APLICADAS À EDIFICAÇÃO</b> .....	<b>113</b>
<b>12.1 NBR 15.575-1 – Parâmetros alcançados</b> .....	<b>116</b>
<b>12.2 RTQ-R – Parâmetros alcançados</b> .....	<b>117</b>
<b>12.3 Energia solar no projeto</b> .....	<b>122</b>
12.3.1 Método do mês crítico ou intuitivo.....	123
12.3.2 Alternativa viável de sistema fotovoltaico para a casa ribeirinha.....	125
12.3.3 Projeto elétrico da casa ribeirinha.....	125
<b>13 ANÁLISE DE CONFORTO DOS AMBIENTES DE LONGA PERMANÊNCIA - QUARTOS</b> .....	<b>130</b>
<b>13.1 Quarto do casal</b> .....	<b>131</b>
13.1.1 Janelas do quarto do casal.....	132

<b>13.2 Janelas da parede nordeste 45° dos quartos: casal, meninas e meninos.....</b>	<b>137</b>
13.2.1 Janelas da parede nordeste 45° .....	137
13.2.2 Parede dos quartos do Casal, Meninas e Meninos – Nordeste 45° .....	139
13.2.3 Janela sudoeste do quarto dos meninos 135° .....	140
<b>13.3 Análise do quarto de hóspedes.....</b>	<b>143</b>
13.3.1 Janela e parede da fachada sudeste.....	144
13.3.2 Janela e parede sudoeste 225° .....	147
<b>13.4 Ganhos de calor dos quartos: casal, meninos, meninas e hóspedes .....</b>	<b>150</b>
13.4.1 Quarto do casal.....	150
13.4.2 Quarto das meninas.....	151
13.4.3 Quarto dos meninos.....	152
13.4.4 Quarto de hóspedes.....	154
<b>14 COMPARATIVO GERAL DOS GANHOS TOTAIS DE CALOR DOS QUARTOS DA RESIDÊNCIA .....</b>	<b>155</b>
<b>15 MEMORIAL DESCRITIVO JUSTIFICATIVO .....</b>	<b>161</b>
<b>15.1 Materiais regionais .....</b>	<b>161</b>
15.1.1 Madeira.....	161
<b>15.2 Cobertura.....</b>	<b>162</b>
<b>15.3 Parede.....</b>	<b>162</b>
<b>15.4 Esquadrias.....</b>	<b>163</b>
<b>15.5 Fundação.....</b>	<b>166</b>
<b>15.6 Sistema fotovoltaico.....</b>	<b>167</b>
15.6.1 Painéis fotovoltaicos.....	167
15.6.2 Controlador de carga.....	168
15.6.3 Inversor.....	168
15.6.4 Baterias.....	169
<b>16 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>170</b>
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>172</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O contexto em que esse trabalho se desenvolve é a região ribeirinha, que abrange a costa sudeste do Amapá e o arquipélago das ilhas do Pará. Leva em consideração as relações culturais, econômicas e sociais que essa região apresenta quanto a forma de moradia e seus diversos fatores. A vida ribeirinha apresenta em vários parâmetros, fatores que são partes fundamentais da forma de se viver em palafitas nas ilhas do Pará, dentre eles está o uso de materiais e o acesso a eles; a economia ligada aos produtos retirados da natureza desde a madeira até o pescado; o comércio madeireiro e o uso de combustíveis fósseis tanto para geração de energia elétrica quanto transporte na região.

O objetivo norteador do trabalho é mostrar como o uso da boa arquitetura bioclimática aliada a tecnologia atual pode melhorar a vida ribeirinha, assim como modificá-la com o passar do tempo, possibilitando, desta forma, o acesso aos bens de consumo oferecidos atualmente.

A metodologia utilizada neste trabalho foi a análise e estudo de trabalhos já efetuados em regiões remotas, de modo que o referencial teórico é o resultado já registrado dos mesmos. Também foi utilizada a pesquisa de campo através de registro fotográfico e levantamento de dados importantes para a elaboração deste trabalho. Houve também embasamento nas normas de conforto térmico residencial como a NBR-15.575/2013, norma com foco nas exigências dos usuários para o edifício habitacional, seus sistemas e seu comportamento em uso; a NBR-15.220-3/2005 com o zoneamento do Brasil em regiões bioclimáticas e estratégias para o uso de materiais com recomendações construtivas; o RTQ-R, certificado de eficiência energética para edifícios habitacionais; além dos cálculos de CSTB, que prevê o desempenho energético de um ambiente.

Ao considerar todos esses fatores da vivência ribeirinha e enfatizar sua linguagem vernácula de construção das casas, apresenta-se uma proposta de residência unifamiliar, projetada com os parâmetros de conforto ambiental. Esta proposta também se utiliza da tecnologia fotovoltaica para a melhoria da vida ribeirinha, com o acesso à energia elétrica de maior duração.

A vivência e a origem do autor nesta região possibilitaram um olhar mais íntimo ao falar sobre o modo de vida ribeirinho de mata amazônica. A região obriga seus moradores a buscar por estratégias de sobrevivência tanto na alimentação quanto na

forma de morar. Juntamente com isso também vem dificuldades, sendo a maior delas o uso das mais diversas formas de energia, em especial a elétrica, e a obtenção de uma qualidade de vida considerada boa, já que é uma escolha morar em um lugar assim, condicionado a fatores econômicos e culturais.

Nos capítulos introdutórios se aborda temas relacionados à prática da vivência em regiões ribeirinhas e similares como as áreas alagadas em Macapá-AP. Logo adiante se tem um apanhado de informações sucintas sobre o histórico da energia solar, os incentivos governamentais para o uso da energia fotovoltaica. Após isso se tem aplicações em regiões remotas em meio a floresta Amazônica que foram bem-sucedidas e uma breve caracterização das condições climáticas da região, pois estão intimamente relacionadas as estratégias a serem seguidas na construção.

Outro tema abordado é o da adequação que a casa ou o edifício podem fazer para a potencialização da eficiência energética, tanto no aproveitamento solar quanto nas mudanças de partido para garantir um resultado satisfatório. Tem-se também por base diretrizes de conforto e construção, já citadas, e a aplicação dos métodos de medição de conforto e seus resultados na edificação.

## 2 MODO DE VIDA RIBEIRINHO – VIVENDO SOBRE AS ÁGUAS

É de grande importância para este trabalho embasar os conceitos que descrevem e permeiam a vivência sobre as águas, o modo de vida ribeirinho e o sistema de palafitas amplamente utilizada na região norte do Brasil.

Segundo ÁLVAREZ (2009), o sistema de palafitas, durante a história da humanidade tem sido muito utilizado por diversas culturas e povos ao redor do mundo. Foram encontrados relatos que apontam que há 5.000 (cinco mil) anos já se utilizava esse sistema como abrigo e forma de proteção contra animais e perigos. Houve apenas certas mudanças específicas de povo para povo, sendo regido conforme as particularidades culturais, ambientais e econômicas.

A expressão Palafita vem do Latim “Palum Fictus” que se traduz por “Pau Fincado”, que faz alusão ao emprego de peças de madeiras fincadas no solo, variando o seu tamanho de acordo com a necessidade e condições do terreno escolhido. Vale dizer que o sistema de palafitas é comumente confundido com tipologia de habitação ou até tipologia arquitetônica, mas ele é considerado um sistema construtivo, pois o emprego de alguns materiais pode alternar de país para país, sendo que este tipo de técnica é utilizado na América, África, Ásia e Oceania (ÁLVARES et. al) (FIG.1).

**FIGURA 1 – DESENHO DE PALAFITA**



Fonte: O autor (2018)

A presença do sistema de palafitas no Brasil, é mais comum na Região Norte, que possui índices de precipitação muito elevados e possuem abundância de rios, canais e igarapés, característicos desta região do país. Segundo Álvares et.al. (2015)

com relação à presença de palafitas nas áreas urbanas da Região Norte, se manifestam como alternativa aos habitantes que não possuem condições financeiras para adquirir lotes em terra firme.

Para Norberg-Schulz (1975) citado por Mendes; Perdigão; Pratschke (2015) admite-se que o tipo palafita amazônico possa ser aprimorado para uso em novos projetos habitacionais através da decifração das relações espaciais socialmente produzidas no habitar ribeirinho, observando qualidades topológicas como proximidade, continuidade, sucessão e clausura. Essas informações servem como base para compreensão de modos de vida ribeirinho para apoiar o processo de projeto, seja em áreas habitacionais de comunidades ribeirinhas, que são alvo de remanejamento e reassentamento em áreas urbanas, seja em projetos com fins não habitacionais, a exemplo do Instituto de Tecnologia Vale (ITV) (FIG.2), concebido pelo arquiteto Paulo Mendes da Rocha.

**FIGURA 2 - INSTITUTO DE TECNOLOGIA VALE (ITV)**



Fonte: skyscrapercity.com/2020

A tipologia palafita amazônica se trata de um padrão espacial que pode ser descrito pelo sistema mata-rio-roça-quintal (LOUREIRO, 2001), que é muito presente nas margens dos rios das regiões amazônicas, derivada da condição criada por aquelas pessoas que se adaptaram com a vivência em meio a mata (FIG. 3). Estas pessoas se acostumaram com o clima úmido, as chuvas, a floresta e tiveram que construir suas casas elevadas do chão, em decorrência das cheias já registradas. Esta

condição limita tais habitantes à dependência dos rios, sendo estes o único meio de locomoção de regiões remotas até áreas urbanizadas, o que contribui para um fortalecimento de lações familiares e convivência em comunidade (TRINDADE JÚNIOR, 2002); SIMONIAN, 2010) (FIG. 4 e 5).

**FIGURA 3 - RESIDÊNCIA RIBEINHA PALAFITA EM MEIO A MATA NO RIO FURO-SECO**



Fonte: O autor (2018)

**FIGURA 4 - PALAFITAS EM COMUNIDADES 1 – RIO FURO-SECO**



Fonte: O autor (2018)

**FIGURA 5 - PALAFITAS EM COMUNIDADES 1 – RIO FURO-SECO**

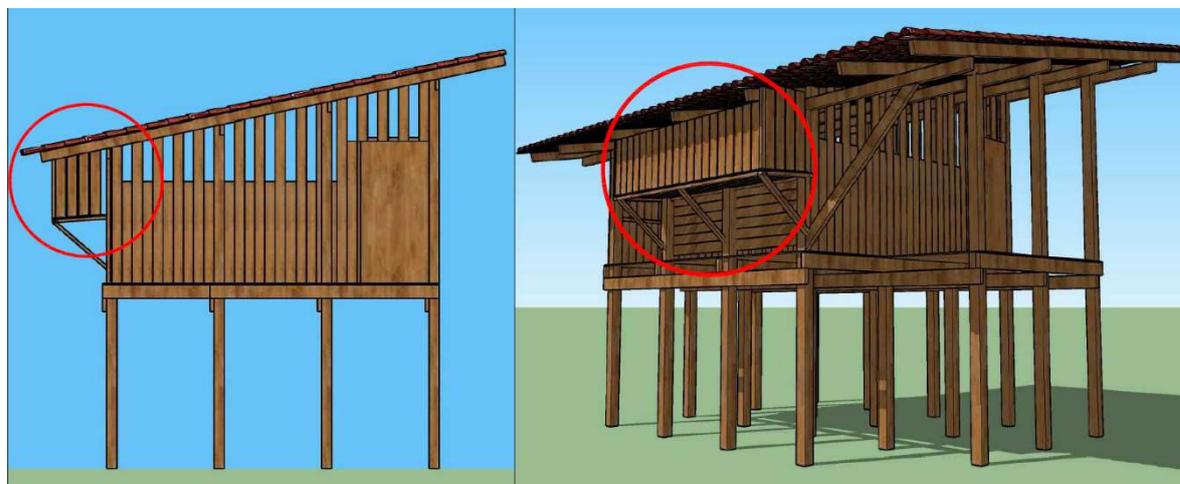
Fonte: O autor (2018)

A relação da casa ribeirinha com a natureza é clara, haja vista a notável dependência das relações econômicas e sociais que tais condições de moradia apresentam ao fazer do rio e da floresta não apenas suas fontes de sustento, mas uma extensão da casa, com uma relação de continuidade com o entorno. Uma das formas plásticas que mostram isso é o jirau da cozinha - extensão de madeira da casa projetada para fora da estrutura geral, que permite o manuseio de alimentos e afins. Ele é todo vazado e permite uma visualização da parte externa (FIG. 6 e 7).

**FIGURA 6 - JIRAU COM UTENSÍLIOS DOMÉSTICOS**

Fonte: O autor (2018)

FIGURA 7 - ESQUEMA DE JIRAU EM DESTAQUE



Fonte: O autor (2018)

Esta forma de habitação não é pensada como um estilo arquitetônico propriamente dito, mas como a soma das técnicas populares de construção em madeira, sem o apoio ou orientação de um arquiteto ou profissional da área. Assim, é uma construção única de região para região, o que se denomina de arquitetura vernacular, que é uma forma de construção que usa materiais locais, algumas técnicas tradicionais, tipologias regionais e que se adequa ao ambiente ([ARCHDAILY online](https://www.archdaily.com.br))<sup>1</sup>. Desta forma esta forma de habitação está adequada às condições e à realidade econômica locais, por apresentar dificuldades de acesso a materiais, mão de obra e técnica especializados.

Certamente o maior dos desafios e também fonte do maior gasto dos ribeirinhos é o consumo de combustíveis fósseis e o uso obrigatório das mais diversas formas dele. Para a alimentação o uso cultural do fogão de barro, elemento ainda muito usado nas casas ribeirinhas, é indispensável na sua forma vernácula. No transporte, é grande o gasto de combustíveis fósseis para a circulação entre as casas, as cidades e as localidades em geral, para fins comerciais, recreativos, religiosos, etc... Todos ligados à forma de viver dessas pessoas.

## 2.2 Economia e modo de produção ribeirinha

---

<sup>1</sup> [archdaily.com.br](https://www.archdaily.com.br)

Por viverem em meio à mata, as famílias dependem exclusivamente da relação com a floresta. Sua economia e modo de produção de renda baseiam-se no que conseguem produzir, desde a pesca e a captura de camarão (FIG. 8, 9 e 10), que são abundantes na Amazônia, até ao plantio e extração de frutas tropicais para a comercialização nas áreas urbanas, como o açaí (FIG. 11). Desta forma muitas famílias vivem da venda ou troca de matérias primas, como a madeira e o açaí, que é parte fundamental da mesa tanto do ribeirão quanto de grande parte das famílias das áreas urbanas próximas (fonte verbal)<sup>2</sup>.

**FIGURA 8 - PESCA EM IGARAPÉ NO RIO FURO-**



Fonte: O autor (2018)

**FIGURA 9 - PESCADO AMAZÔNICO – ARACÚ, MANDI E PESCADA-BRANCA**



Fonte: O autor (2018)

---

<sup>2</sup> Informe retirado dos relatos dos ribeirinhos entrevistados entre 2017 e 2018 na comunidade do Rio Furo-Seco.

**FIGURA 10 - CAMARÃO PITÚ**

Fonte: O autor (2018)

**FIGURA 11 - EXTRAÇÃO DE AÇAÍ POR RIBEIRINHO NO RIO FURO-SECO**

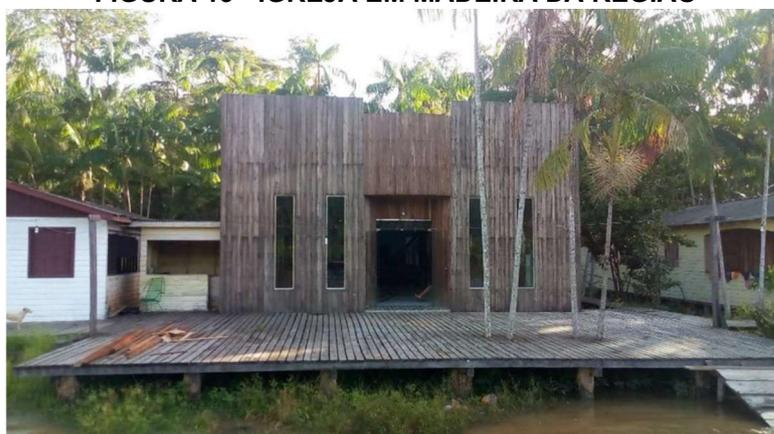
Fonte: O autor (2018)

Grande parte dos moradores vive do que chamam de roçado - uma extensão de terra na floresta onde os próprios moradores derrubam árvores e cortam vegetação desnecessária, para o plantio de espécies de pimentas, milho para ração de porcos, banana para o consumo humano, entre outras espécies de árvores frutíferas e afins. Os moradores expressam orgulho ao falar do seu modo de vida mesmo com as dificuldades de locomoção e acesso a outros bens da modernidade.

Outro meio de produção de capital nas localidades ribeirinhas é a extração de madeira, que é abundante em toda a Amazônia. Não é diferente na comunidade do Rio Furo-Seco no município do Afuá-PA, área de estudo da proposta. Pode-se ver serrarias ao longo do rio (FIG 12), já que a madeira é o principal material de construção residencial e de outras tipologias na região (FIG. 13).

**FIGURA 12 - SERRARIA LOCAL – RIO FURO-SECO**

Fonte: O autor (2018)

**FIGURA 13 - IGREJA EM MADEIRA DA REGIÃO**

Fonte: O autor (2018)

Outra peculiaridade do modo de habitação ribeirinha, é a forma de locomoção, que tem o rio como única via de escoamento de produtos, pessoas, alimentos e matérias primas. O rio mostra-se como parte fundamental da economia, já que tudo depende dele e do tráfego que acontece por ele (FIG. 14 e 15).

**FIGURA 14 - CATRAIO - EMBARCAÇÃO TÍPICA DA REGIÃO**

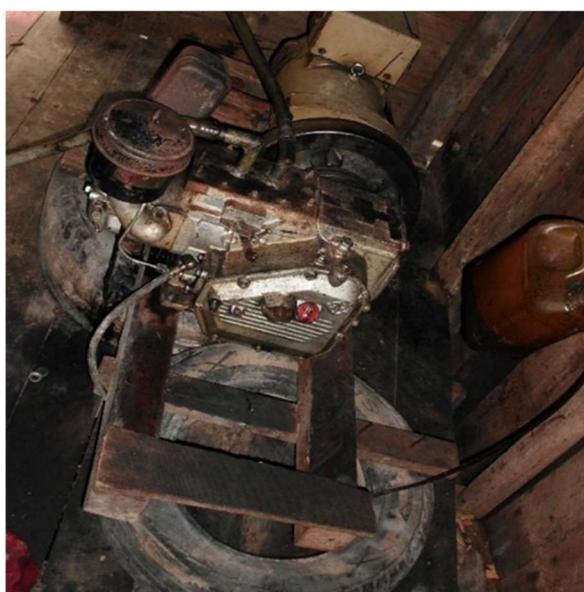
Fonte: O autor (2018)

**FIGURA 15 - CATRAIOS EM PORTO RESIDENCIAL**

Fonte: O autor (2018)

### 2.3 Combustíveis

A outra utilização do combustível é para a geração de energia elétrica. Talvez essa forma seja a de menor retorno equivalente para o usuário, já que é necessário um motor com um sistema complexo para se gerar poucas horas de energia elétrica. Essa prática é utilizada apenas para o necessário como lavar roupa, bater açaí, produzir luz elétrica algumas horas antes da hora de dormir na casa. Às vezes foge a essas regras algum evento específico como jogos de futebol ou acesso a filmes para o lazer dos usuários da casa.

**FIGURA 16 - MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA, CHAMADO NA REGIÃO DE "MOTOR DE LUZ"**

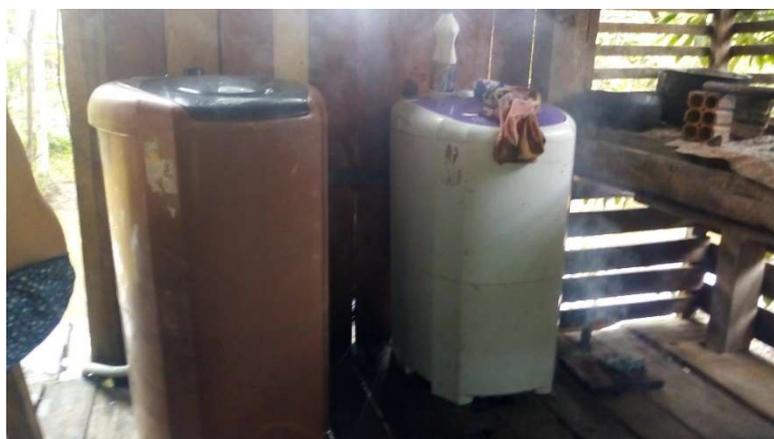
Fonte: O autor (2018)

O uso de combustíveis fósseis para a obtenção de energia elétrica é muito comum nas comunidades ribeirinhas ou comunidades remotas. No caso das comunidades ribeirinhas acontece através do que é chamado pelos moradores de “motor de luz”. Esse método consiste em um motor de combustão normal que aciona um gerador de corrente elétrica para assim ser distribuída na casa (FIG. 16).

O “motor de luz”, como é popularmente conhecido, é um motor a combustão interna simples conectado a um gerador de corrente. Seu uso produz muita poluição em forma de fumaça e poluição sonora. Sua manutenção é obrigatória e de alto custo. Geralmente é construído a uma certa distância da residência por conta do ruído produzido durante o uso. Seu custo-benefício em relação à produção de energia é muito alto, pois para gerar energia elétrica é necessário um leque de condições. Quanto à manutenção, tanto o valor das peças quanto o da mão de obra qualificada se torna mais caro dado o fato do afastamento geográfico dessas regiões. Desta forma não há o uso prolongado deste sistema de energia, que se limita ao uso necessário do trabalho doméstico.

O uso do combustível para eletricidade é bem rígido já que o custo financeiro é muito alto. Assim, as formas de uso energia elétrica nessas comunidades se diferenciam do uso na cidade já que não possuem acesso a rede elétrica convencional. O modo de vida e produção giram em torno de uma rotina diária que está voltada para o uso, na maioria das vezes, restritamente funcional para ligar máquinas de lavar, batedeiras de açaí, refrigeradores para conservação de alimentos e carregamento de meios de comunicação como celulares, rádios e aparelhos de DVD (FIG. 17).

**FIGURA 17 - MÁQUINA DE LAVAR ROUPAS**



Fonte: O autor (2018)

Em conversas com os moradores em comunidades ribeirinhas constatou-se que geralmente se liga perto do horário do almoço, pelo horário da manhã ou no fim da tarde e início da noite para ajudar nas refeições em família. Neste curto espaço de tempo se lava a roupa; se faz o processamento do açaí, que faz parte da janta e do almoço familiar; liga-se o refrigerador e, se possível, TVs e afins para comunicação e acesso a informação. Também se faz necessário o uso constante no tráfego no rio se utilizando das embarcações já citadas nesse trabalho (FIG. 14 e 15).

Com base em entrevistas realizadas com moradores ribeirinhos e na comunidade do Rio Furo-Seco sobre o uso do combustível para uma família ribeirinha se percebe que este faz parte da maior parte da economia familiar, pois é utilizado no transporte entre cidades ou localidades próximas na rotina diária ribeirinha. Logo os lucros são minimizados e se percebe uma produção de subsistência familiar, com a preocupação constante com o uso desregrado de diesel e outros combustíveis.

De acordo com Walber Sena<sup>3</sup>, morador do Rio Furo-Seco, todos os seus empreendimentos como ribeirinho dependem diretamente do uso consciente do diesel. Segundo ele, é gasto cerca de 2 a 3 litros de combustível por dia em seus afazeres domésticos, como o processamento do açaí para consumo familiar, na comunicação para carregar os aparelhos celulares e o rádio, que é uma das mais usadas formas de acesso à informação (TAB 01).

**TABELA 1 - Tabela do uso do Diesel**

USO APROXIMADO EM UM MÊS DE DIESEL			
UNIDADE	QUANTIDADE	USO AO MÊS	USO AO ANO
VALOR(R\$)	5.50R\$	495R\$ / Mês	5.940 \$
QUANTIDADE(L)	2 a 3 Litros	90L / Mês	1.080L
TEMPO(H)	De 2 a 3	90h / Mês	1.080 H

Fonte: Dados retirados de entrevistas com ribeirinhos, 2018

Portanto o uso desse combustível apresenta um custo muito alto para poucas horas de energia diária usada pelos moradores. Desta forma a busca por alternativas mais vantajosas é de fundamental importância, como o emprego de placas solares,

<sup>3</sup> Informação retirada de entrevistas informais com os ribeirinhos

que já são utilizadas por alguns moradores ribeirinhos com condições financeiras de comprar (FIG. 18).

**FIGURA 18 - PLACAS SOLARES EM PALAFITAS NO RIO FURO-SECO**



Fonte: O autor (2018)

Outro combustível muito utilizado pelos ribeirinhos é a madeira para lenha. Esta é utilizada na queima para o preparo de alimentos das refeições diárias, no fogão de barro, este muito recorrente nas residências ribeirinhas e indispensável na linguagem cultural dos moradores (FIG. 19).

**FIGURA 19 - FOGÃO DE BARRO**



Fonte: O autor (2018)

### **3 REVERBERAÇÕES DA INTRODUÇÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NAS COMUNIDADES RIBEIRINHAS**

Nos itens a seguir serão relatadas as mudanças percebidas através de uma vivência ribeirinha de infância; da percepção das observações das visitas de campo; e dos relatos informais nas conversas com moradores das ilhas e com comerciantes

de Macapá e Santana que fornecem o material para os sistemas fotovoltaicos utilizados e outros bens de consumo.

A vida ribeirinha ao longo do Rio Amazonas é marcada por uma série de desafios e padrões que são intimamente ligadas a floresta em si. Essa forma de viver é única, simples e histórica, com raízes na colonização da região. Os desafios e padrões não são diferentes dos vivenciados pelos moradores das ilhas do Pará, (região próxima à capital Macapá-AP), das quais faz parte a comunidade de Furo Seco, dentro da Ilha do Teles (FIG. 20), no Município do Afuá, objeto de estudo deste trabalho.

**FIGURA 20 - ILHA DO TELES NO ARQUIPÉLAGO DAS ILHAS DO PARÁ**



Fonte: O autor (2018)

Quando o uso da energia solar chegou na região, nos últimos anos, foi um “boom” de inovação com mudanças futuras ainda incalculáveis para a vida ribeirinha das ilhas do Pará e de outras regiões com desafios energéticos semelhantes. As mudanças só poderão ser percebidas com o passar do tempo, com mudanças na economia, na vida ribeirinha, na cultura local e na arquitetura das casas em palafitas.

### **3.1 Na economia**

Um das formas de se ganhar dinheiro é com a venda de gelo por pequenos empreendedores ribeirinhos. Já que não há acesso constante a energia, o processo de conservação dos alimentos perecíveis se dá por cubas de isopor e similares que são preenchidos com gelo, trocado uma ou duas vezes por semana. Com o acesso à energia solar o morador poderá conservar por mais tempo seus alimentos em geladeiras e freezers, o que diminuiria a procura por gelo gradativamente.

Vale ressaltar que essa prática de compra de gelo ainda é muito usada para grandes demandas, como por exemplo para a conservação de uma grande quantidade de peixe para a comercialização. A vida ribeirinha seria bruscamente afetada positiva ou negativamente. O acesso à energia possibilitaria ainda o acesso a bens de consumos como eletrodomésticos, modem de internet, TVs e computadores.

As casas que já possuem algum tipo de sistema de placas fotovoltaicas ainda usam o motor a combustão, ainda que em menor escala, pois o uso das placas fornece energia praticamente 24hs. O acesso à energia prolongada também gera mudanças na forma como a casa ribeirinha se comporta em relação a sua dimensão no uso dos cômodos e dos móveis que antes não eram necessários.

### **3.2 Na arquitetura**

Como já citado, o acesso à energia prolongada de qualidade deu início a uma mudança na arquitetura da casa ribeirinha. As mudanças podem ser vistas na forma como um todo, mas também no layout interno de organização dos cômodos e na adição de novos móveis que não eram utilizados antes com muita frequência.

O acesso ao entretenimento é mais direto agora com a internet, com pacotes de streaming e a TV aberta. Este último já era utilizado, porém de forma limitada. A TV era utilizada apenas nos momentos que se fazia necessário bater o açai - ao meio-dia - e ao fim da tarde e início da noite, na hora do jantar, antes de dormir.

Em algumas casas todos se reuniam para assistir a última parte do jornal e talvez um capítulo inteiro da novela das nove. A sala era um lugar grande, com algumas escáfulas para redes e com a maioria das pessoas deitadas no assoalho da casa ou escoradas nas paredes ou nas janelas. Isso mudou com o acesso quase que contínuo à energia.

Como antes o uso da sala era apenas em pouquíssimos horários, não se fazia necessário móveis como sofás, estantes e TVs grandes. Agora as crianças podem assistir vídeos no Youtube ou nas TVs. As salas agora possuem sofás e o uso delas é variável, de acordo com o gosto dos usuários da casa. Todos podem assistir outros programas da grade de programação aberta ou não. Essa mudança simples, é o início de uma série de outras mudanças, que ainda serão vistas pelos próximos anos. É simples, porém significativa, pois isso garante muito mais que acesso a bens de

consumo. Garante acesso a um fluxo maior de informação, o que gera um indivíduo mais crítico e detentor de conhecimento.

### **3.3 Na educação**

Mudanças no aspecto educacional são derivação do acesso à informação, pois o professor poderá ter um repertório melhor com a internet em mãos. Os alunos, por sua vez, poderão fazer pesquisas com mais precisão e podem acompanhar as atualidades do mundo como um todo. Se tornam, desta forma, cidadãos do mundo. Podem até, quem sabe, aprender um novo idioma se tiverem um bom acesso à internet.

### **3.4 Na saúde**

Um dos acidentes mais frequentes da vida ribeirinha é o ataque de cobras, pois dividem o mesmo hábitat natural. É normal que os habitantes ribeirinhos sejam picados por animais peçonhentos e até irem a óbito. O soro antiofídico tem uma vida útil e uma forma adequada de se guardar. Os postos de atendimento médico em comunidades afastadas podem se utilizar da energia solar para manter a temperatura necessária para a manutenção do soro. Outra utilização da energia solar é de grande utilidade para a comunicação com a cidade mais próxima, caso seja necessário o atendimento a outros acidentes que cerceiam a vida nos rios da Amazônia.

## **4 MACAPÁ E “AS ÁGUAS”**

A cidade de Macapá, capital do estado do Amapá-AP, situa-se no extremo norte Brasil. É uma região abundante em rios, igarapés e áreas úmidas. As áreas úmidas, por sua vez, segundo ÁLVARES et.al (2015) permeiam as áreas urbanas da cidade de Macapá em cerca de 20% (vinte por cento). São popularmente chamadas de "ressacas", e constituem sistemas físicos fluviais colmatados, drenados por água doce e ligadas a um curso principal d'água, influenciados fortemente pela pluviosidade e possuindo vegetação herbácea (TAKIYAMA, 2013).

Em relação a Macapá e seu desenvolvimento, pode-se apontar como 'ponto comum' o grande Rio Amazonas, de acordo com o que se aprende com Kevin Lynch no livro A imagem da cidade. O rio pode ser visto como um "limite" no sentido de ser

um elemento linear que funciona como fronteira entre Macapá-AP e as Ilhas do Pará. Também pode ser visto “Ponto Marcante” ou “Ponto Nodal”, nos quais o observador não está diretamente dentro do elemento; ele se apresenta externo ao indivíduo. Porém isto não elimina a relação que há entre os habitantes de Macapá e o Rio Amazonas. A relação destes se dá por ser Macapá a única capital banhada por este rio, que é usado como via de escoamento econômico nas mais diversas escalas.

De acordo com TOCANTINS (1972 citado por Tostes *et.al.* 2017) “o rio comanda a vida”. Isso mostra como toda essa interação de cidade e rio afeta o cotidiano do indivíduo que inconscientemente tem sua vida “comandada pelo rio”. Segundo Tostes (2017) desde sua formação, Macapá possui uma forte conexão com o rio marcada tanto na sua estrutura física, pois a cidade se desenvolveu acompanhando o rio, quanto posteriormente na relação comercial, entre outras, que se desenvolveu com o estado do Pará, que é preservada até os dias atuais. O autor continua dizendo que a paisagem cultural de Macapá foi delineada a partir do influxo integral que existiu com o rio Amazonas assinalando uma relação simbiótica entre seus habitantes, a cidade e o próprio rio.

A vivência humana na Amazônia está diretamente relacionada com a realidade ambiental no qual o indivíduo está inserido. O habitat predomina sobre suas escolhas e/ou decisões de habitações e produção de capital, considerando o rio como barreira ou característica notável e potencialmente lucrativa do ponto de vista do desenvolvimento humano em todas as suas esferas. Sobre isso Tocantins afirma:

Os rios são a fonte perene do progresso, pois sem ele o vale se estiolaria no vazio inexpressivo dos desertos. Esses oásis fabulosos tornaram possível a conquista da terra e asseguraram a presença humana, embelezaram a paisagem, fazem girar a civilização – comandam a vida no anfiteatro amazônico. (TOCANTINS, 2000, p. 278)

Desta forma fica clara a importância fundamental que o Rio Amazonas exerce sobre as vidas dos que nele moram. Não obstante disso Macapá não se mostra diferente à essa íntima relação homem/rio.

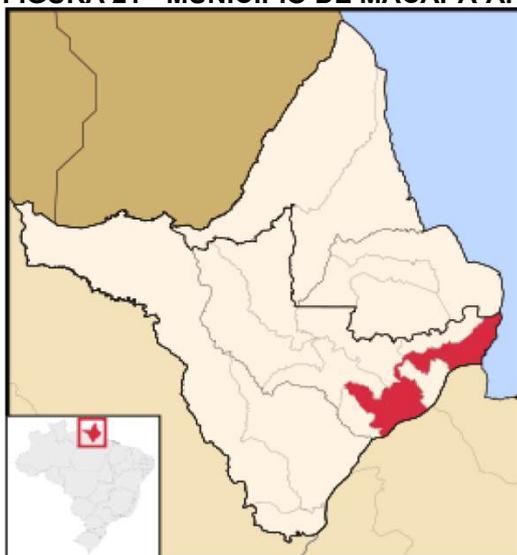
#### **4.1 Localização de Macapá na região amazônica**

Conforme Dickison (1961) citado por Pereira Leite (2006) uma região deve ser considerada como uma unidade natural que surge espontaneamente da autêntica

estrutura da sociedade e sua delimitação deve levar em conta a área geográfica natural, a área histórica, a área econômica e de serviços e a área financeira.

Ao se pensar sobre a localização estratégica do Amapá, mais especificamente a de sua capital Macapá, pode-se perceber que a mesma se encontra conectada pelo Rio Amazonas com outras cidades e com as Ilhas circunvizinhas dentro de uma região que abrange também o estado o Pará. Desta forma ela cria uma rede de relações econômicas e sociais que define sua construção embasada na proximidade e no contexto histórico-cultural da Amazônia (FIG. 21 e 22).

**FIGURA 21 - MUNICÍPIO DE MACAPÁ-AP**

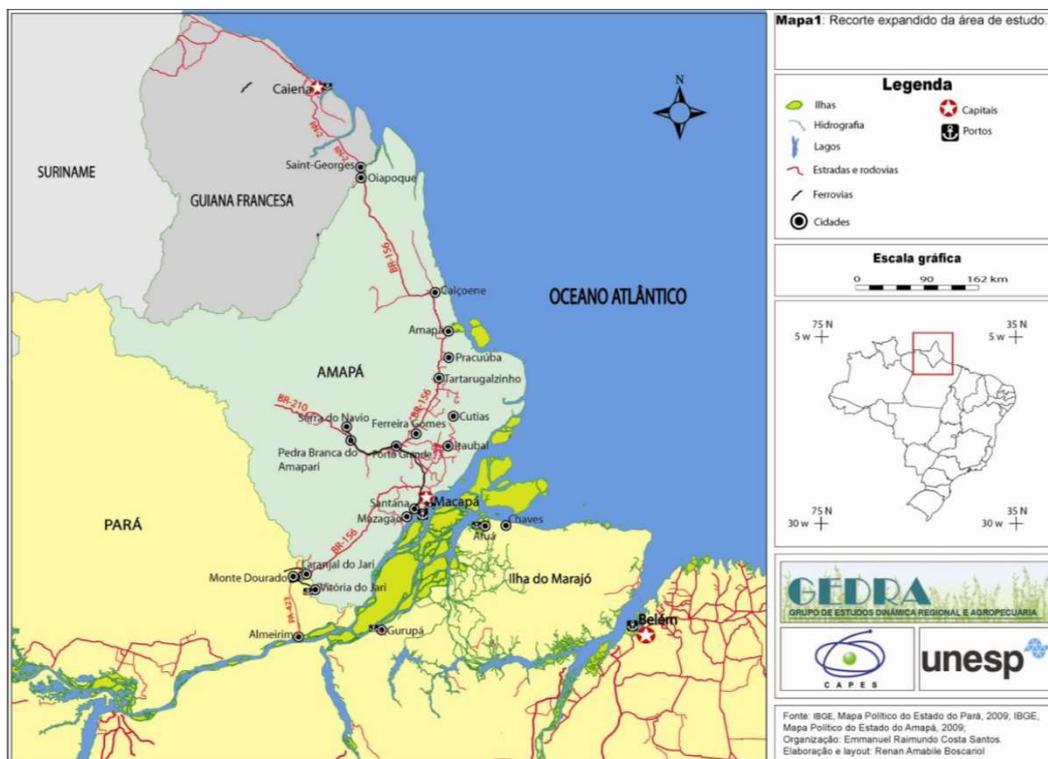


Fonte: IBGE, (2009)

A relação de Macapá com as ilhas do Pará é extremamente forte, já que uma parte considerável da população que hoje vive nela atualmente é de descendência paraense, principalmente os moradores mais antigos. Em relação às conexões econômicas e sociais, pode-se citar que grande parte do açaí consumido na cidade de Macapá é cultivado nas ilhas do Pará. Parte do pescado, que é abundante na região, também vem de pescadores paraenses. Não só isso, mas muitos moradores das ilhas paraenses têm Macapá e Santana como a primeira opção de consumo dos serviços oferecidos pelo estado, bem como o acesso à saúde pública, à segurança policial e ao atendimento jurídico. Isso se dá pela posição geográfica, pois a distância

entre as ilhas do Pará e os municípios de Macapá e Santana é muito menor que a distância entre as ilhas e à sua capital - Belém (informação verbal)<sup>4</sup>.

**FIGURA 22 - LOCALIZAÇÃO MACAPÁ E CIDADES CIRCUNVIZINHAS**



Fonte: IBGE, (2009)

## 4.2 As ressacas em Macapá-AP

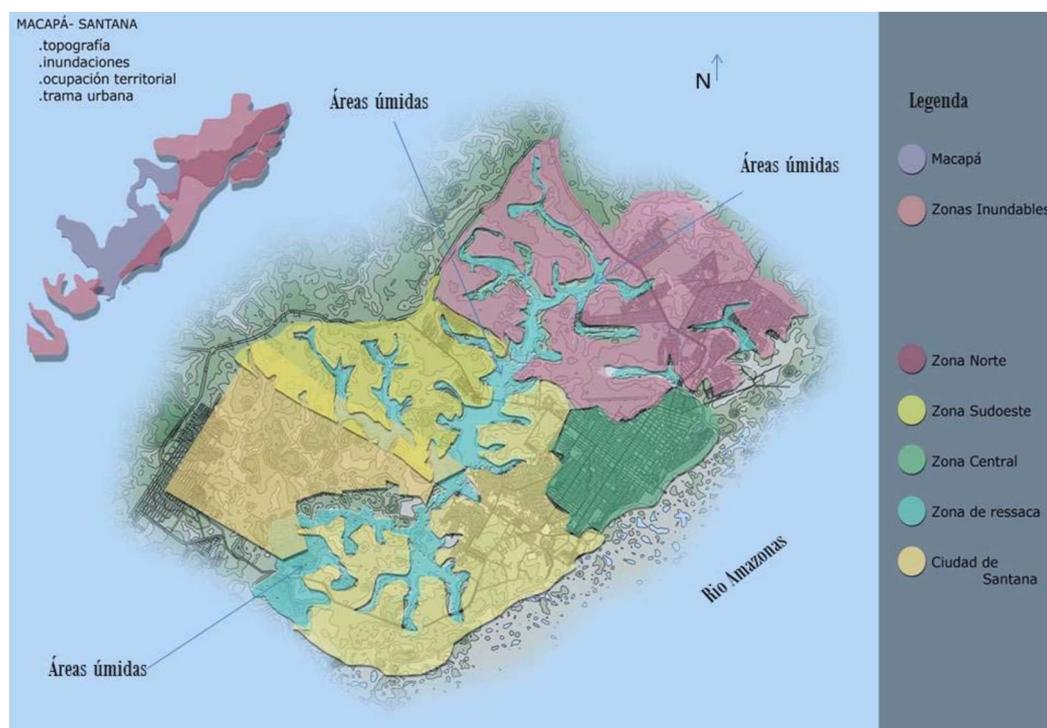
Segundo Moser (1996) citado por Takiyama (2012) em termos globais, as áreas úmidas têm sido discutidas sobre seus valores e funções para a vida humana, tanto no âmbito social, cultural, científico e econômico como controle de enchentes, alimentação dos reservatórios de água subterrânea, controlador do clima, manutenção da biodiversidade, turismo e valor cultural. Desta forma se pode perceber a grande importância que há nas áreas úmidas ou áreas de ressaca.

Dentro da cidade de Macapá-AP as áreas de ressaca ocupam cerca de 20% (vinte por cento) do território urbano, permeando a mesma nas áreas mais baixas, daí se dá a expressão popular “baixada” (FIG. 23). Existem leis que tratam dessas áreas em Macapá com a lei estadual 455/1999, que faz a delimitação e o tombamento das

<sup>4</sup> Informe retirado de entrevista informais com produtores de açaí e moradores das ilhas do Pará.

áreas em questão com a finalidade de preservar o valor paisagístico e a proteção do meio ambiente. Há também a lei estadual 835/2004, que trata da proteção das áreas de ressacas e impede novas invasões e/ou ocupação nas mesmas.

**FIGURA 23 - ÁREAS ÚMIDAS EM MACAPÁ-AP**



Fonte: Tostes (2012)

As habitações em áreas de ressaca são consideradas irregulares, pois se encontram em áreas de proteção ambiental estabelecidas por leis estatuais. Porém este tipo de habitação se dá em decorrência de aspectos econômicos, pois os moradores dessas áreas não possuem condições financeiras para adquirirem lotes no meio urbano, sendo estas áreas procuradas como a alternativa mais viável financeiramente.

No entanto, a forma com que os moradores habitam estes locais está transformando o ambiente de equilíbrio ambiental e de regularização de temperatura em locais de proliferação de doenças, decorrentes das más condições de higiene das edificações e do tratamento com o entorno (FIG. 24). As más condições também decorrem do fato de essas áreas não serem atendidas por serviços estatuais como água encanada, luz elétrica, segurança pública e saúde pública.

**FIGURA 24 - PALAFITAS NA ÁREA DE RESSACA DO CANAL DO JANDIÁ EM MACAPÁ-AP**



Fonte: prb10.org.br

**FIGURA 25 - PALAFITA NA ÁREA DE RESSACA NA 11° AV. DO BAIRRO CONGÓS, MACAPÁ-AP**



Fonte: salesnafez.com.br

A tipologia da edificação adotada para esse tipo de ocupação é a palafita (FIG. 25). As características desta ocupação, como já se viu, é uso em áreas alagadas e o uso da madeira, que neste caso é utilizada pelo valor deste material de construção na cidade de Macapá, e pela facilidade que há na construção popular ou vernácula. Desta

forma a paisagem de Macapá e de Santana é influenciada por essa condição, que gera uma imagem muito comum nestas cidades.

## 5 HISTÓRICO DA ENERGIA SOLAR E DO USO

O uso da energia solar está presente na vida humana mais do que pensamos direta ou indiretamente. Quando usamos a força do vento, estamos usando energia solar. Quando comemos alguma fruta ou alimento, estamos usando também o sol como fonte de energia. Esta fonte de energia limpa é usada diretamente em todas as áreas da vida humana.

De acordo com STROMBRASIL online<sup>5</sup> o início da era moderna da energia solar foi em 1954, quando Calvin Fuller, um químico dos Bell Labs nos Estados Unidos desenvolveu o processo de dopagem do silício ou Dopagem eletrônica, que consiste em um procedimento de adição de impurezas químicas a um elemento semicondutor para transformá-lo em um elemento mais condutor, porém, de forma controlada. Fuller partilhou a sua descoberta com o físico Gerald Pearson que melhorou o experimento.

**FIGURA 26 - PRIMEIRA CÉLULA SOLAR**



Fonte: strombrasil.com (2020)

---

<sup>5</sup> <http://www.strombrasil.com.br>

Posteriormente Pearson descobriu que a amostra exibia um comportamento fotovoltaico. A primeira célula solar foi formalmente apresentada na reunião anual da National Academy of Sciences, em Washington e anunciada numa coletiva de imprensa no dia 25 de Abril de 1954 (FIG. 26).

## 5.1 Sistemas fotovoltaicos

Antes de discutirmos a inserção dos benefícios da energia solar devemos compreendê-la melhor para propor uma melhor forma de usá-la. Um sistema de energia solar fotovoltaico é um sistema capaz de gerar energia elétrica através da radiação solar. De acordo com site STROMBRASIL online<sup>6</sup> existem basicamente dois tipos sistemas fotovoltaicos, os sistemas conectados à rede (On-Grid) e o sistemas isolados (Off-grid).

Na TAB. 2 está o sistema conectado à rede, que é o mais usada nas áreas urbanas. Esse uso está sendo cada vez mais popularizado com a redução do valor do sistema e com os incentivos do governo federal (FIG. 27).

Na TAB. 3 está o sistema isolado da rede. Este sistema é o mais usado em regiões remotas e isoladas, sem acesso ao sistema convencional de transmissão de energia (FIG. 28).

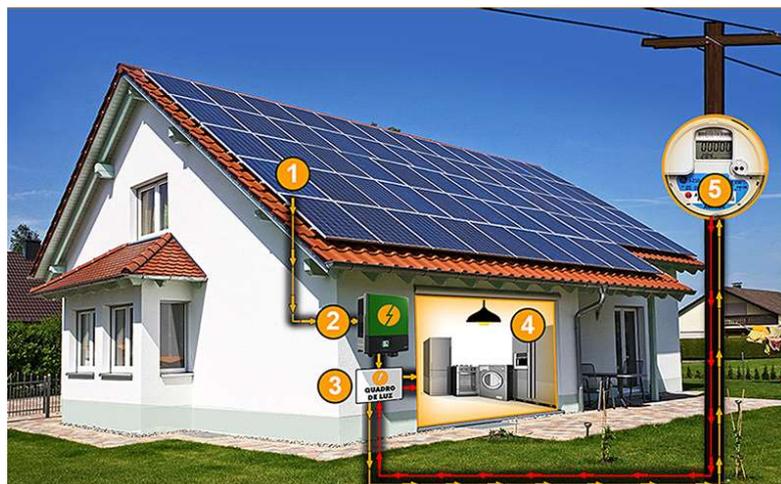
**TABELA 2 - Sistema fotovoltaico 1**

Sistema conectado à rede (On-Grid)	
Componentes	Placa solar
	Inverso de carga
	Energia da rede
	Quadro de luz
	Relógio bi-direcional

Fonte: O autor (2018)

<sup>6</sup> <http://www.strombrasil.com.br>

FIGURA 27 - SISTEMA ON-GRID



Fonte: energiatecsolar.com (2017)

TABELA 3 - Sistema fotovoltaico 2

Sistemas Isolados (Off-grid)	
Componentes	Placa solar
	Inverso de carga
	Controlador de carga
	Banco de baterias

Fonte: O autor (2018)

FIGURA 28 - SISTEMA OFF-GRID



Fonte: neosolar.com (2017)

## 5.2 Energia solar no Brasil

Segundo Tavares (2014) foi por volta dos anos 50 que se deu o início do desenvolvimento de módulos fotovoltaicos no Instituto Nacional de Tecnologia (INT) e no Centro Tecnológico de Aeronáutica (CTA) – hoje Centro Técnico Aeroespacial,

sendo realizado, em 1958, o primeiro simpósio brasileiro de energia solar. O início do desenvolvimento de células fotovoltaicas de silício cristalino na Universidade de São Paulo (USP) teve por base o conhecimento em microeletrônica.

Segundo Tavares (2014) o desenvolvimento de tecnologia de filmes finos começou na década de 1970, no Instituto Militar de Engenharia (IME), na cidade do Rio de Janeiro. Foi montada uma linha completa de processamento de células fotovoltaicas com dimensões de 5 x 5 cm. Um dos principais resultados obtidos foi a produção de um módulo fotovoltaico de 30 x 30 cm com 5% de eficiência.

Nos anos 70, segundo Tavares (2014), o desenvolvimento desse setor tecnológico no Brasil, iniciado duas décadas antes, equiparava-se ao que ocorria nos países de vanguarda no mundo incentivado em grande parte pela crise internacional do petróleo. No início dos anos 80 duas fábricas de módulos fotovoltaicos foram estabelecidas no país, porém ao longo dos anos 80 vários grupos de pesquisa redirecionaram seus trabalhos para outros campos e devido à falta de incentivo às fábricas, que reduziram significativamente a produção ou foram extintas.

Nos anos de 1978 foi criada a Associação Brasileira de Energia Solar (ABENS) que possuía vários escritórios regionais nos estados brasileiros. Porém, uma década depois as atividades foram interrompidas. Nos anos 90, células fotovoltaicas mais aprimoradas foram desenvolvidas para serem testadas no primeiro satélite brasileiro (Tavares 2014).

Com o passar do tempo, nos anos 90, a difusão dessa tecnologia no Brasil ficou defasada em relação ao que ocorria em outros países como Alemanha, Japão e outros países europeus com incentivos direcionados ao desenvolvimento tecnológico e industrial, com ênfase na aplicação da energia solar residencial. Como marco, pode-se citar o Programa 1.000 Telhados Fotovoltaicos iniciados em 1990, na Alemanha (Tavares 2014).

### **5.3 Panorama da energia solar no Brasil**

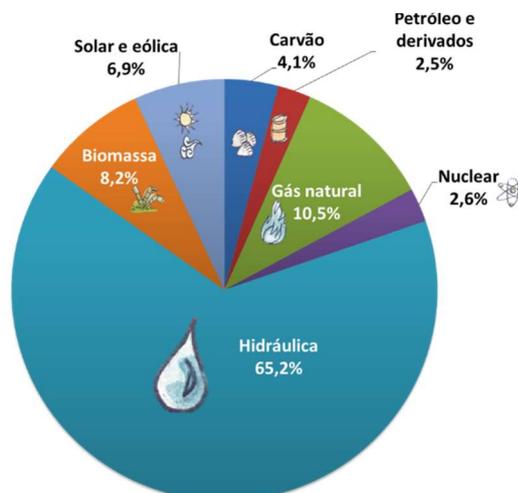
O território brasileiro recebe uma elevada quantidade de radiação solar quando comparados com países europeus, onde a tecnologia fotovoltaica é disseminada para a produção de energia elétrica. Constata-se que o avanço tecnológico no Brasil tem passado por fases de crescimento.

Atualmente segundo a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) até dezembro de 2018, o setor de energia solar no Brasil possuía 48.613 sistemas fotovoltaicos instalados que, junto às usinas solares, somavam 1,84 GW de capacidade instalada. As previsões apontam que até 2024, o Brasil terá aproximadamente 887 mil sistemas de energia solar (On Grid) instalados por todo território brasileiro. Desde o final de 2012, a energia solar no Brasil se tornou uma opção para os consumidores que desejam gerar a sua própria energia, através da instalação e utilização dos chamados sistemas fotovoltaicos conectados à rede ou On-Grid.

O principal motivo do crescimento da procura por sistemas fotovoltaicos residências ou comerciais é a redução financeira que essa prática proporciona nas contas dos consumidores, fazendo desse fato o catalizador da popularização da tecnologia. Por sua vez o mercado percebe a tendência, os preços diminuem e o incentivo à pesquisas, tanto no campo econômico, dado o fato dos inúmeros impactos que isso pode proporcionar nos mercados financeiros, quanto na pesquisa pelo melhoramento dessa tecnologia. Por outro lado, o aumento do consumo dessa tecnologia, tanto residencial quanto comercial, levanta a discussão política e normativa desse setor no Brasil, já que o consumo de energia elétrica é estatal, e que por sua vez possui um órgão que faz a fiscalização e o monitoramento das políticas da relação entre o consumidor e o estado brasileiro. O órgão é a ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica.

Em 2019 a ANEEL estudou autorizar um aumento da tarifa de produção residencial de energia elétrica, o que na prática seria taxar o sol. A justificativa segundo a agência é que os produtores de energia no sistema On-Grid, que são sistemas conectados a rede elétrica, usam o sistema de transmissão e pagam menos encargos por isso, gerando uma transferência de custos para os consumidores que não geram sua energia. Porém tal proposta se torna injustificada dado o fato que somente cerca de 6,9% das matrizes de energia elétrica no Brasil derivam de produções fotovoltaicas e eólicas, diante das quase 65,2% geradas através da energia hidroelétrica ([www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)) (FIG. 29).

**FIGURA 29 - MATRIZES ENERGÉTICAS DO BRASIL**



Fonte: epe.gov.br (2019)

Tal relação entre a ANEEL, o setor de produção de energia fotovoltaica e o consumidor pode representar um retrocesso em relação aos incentivos para uma melhor propagação da prática de produção elétrica fotovoltaica no Brasil.

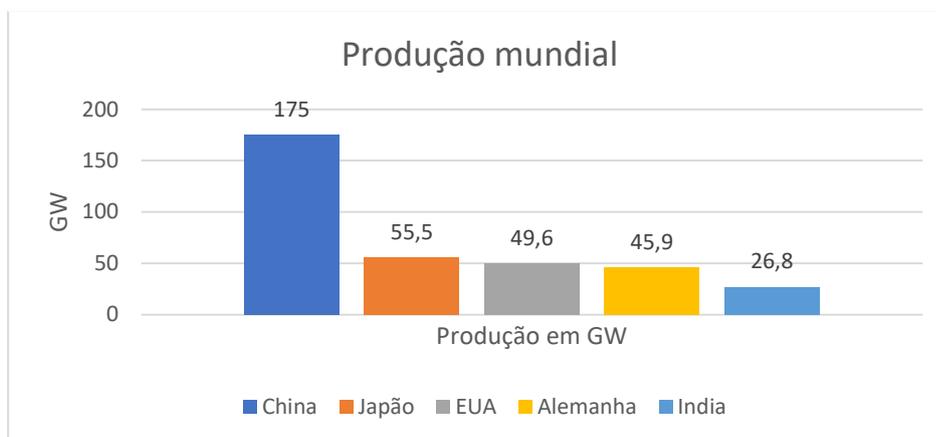
A geração de energia fotovoltaica no mundo está caminhando para um crescimento jamais visto. A atuação dos governos e agências juntamente com o desenvolvimento da tecnologia e do mercado consumidor, cada vez mais informado, tanto em relação a um crescimento da sustentabilidade resultado da popularização de energias renováveis, quanto na redução monetária das contas de energia elétrica das residências, faz com que países inteiros possam cada vez mais investir em matrizes energéticas renováveis. Da mesma forma que o estado não tarifando ou atribuindo encargos para os consumidores, os mercados privados que vendem e aprimoram a tecnologia fotovoltaica também são grandes atores sociopolíticos na difusão da tecnologia.

Mas, na atual corrida das energias limpas, a solar é que deve subir ao pódio, segundo um estudo realizado pela Agência Internacional de Energia (International Energy Agency ou IEA, em inglês), que mostrou a energia fotovoltaica como líder da geração renovável mundial até 2040, ([www.blog.bluesol.com](http://www.blog.bluesol.com), 2018).

Dentre os países que mais produzem energia fotovoltaica pode-se citar os cinco primeiros colocados, sendo eles: a China produzindo até esse ano 175 GW; Japão produzindo 55,5 GW; EUA produzindo 49,6 GW; Alemanha produzindo 45,9 GW; e

Índia produzindo 26,8 GW de energia elétrica. Confira, abaixo, a lista dos 5 países com maior potência acumulada de energia solar hoje no mundo (FIG. 30).

**FIGURA 30 - RANQUE DE PRODUÇÃO FOTOVOLTAICA**



Fonte: blog.bluesol.com (2018)

#### 5.4 Programas e incentivos do governo federal

O Governo Federal no período da administração do PT (Partido dos Trabalhadores) no ano de 2015 fez bons investimentos no melhoramento do acesso à energia para lugares onde se tem difícil acesso. O maior dos investimentos foi no Programa do Aceleração do Crescimento – PAC. Esse programa teve por objetivo fazer com que o país crescesse como um todo, em diversas áreas. Porém, daremos mais atenção nas ramificações deste como o “Luz para Todos”, também do Governo Federal (BRASIL, 2015).

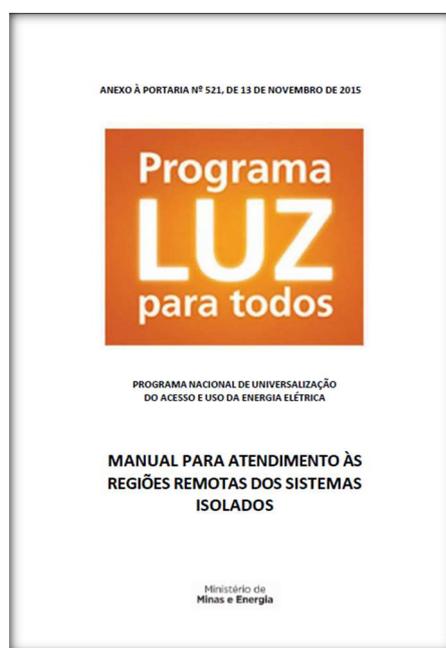
O mapa da exclusão elétrica no país, segundo o governo, revela que as famílias sem acesso à energia estão majoritariamente nas localidades de menor índice de Desenvolvimento Humano e nas famílias de baixa renda. Cerca de 90% delas têm renda inferior a três salários-mínimos (BRASIL, 2015).

Com a aplicação deste programa do Governo Federal houve vários resultados, uns bons e outros nem tanto, visto que o programa ainda não cumpriu a meta estabelecida até 2014 por motivos administrativos e econômicos. Porém, houve um bom resultado que foi o chamado “MANUAL PARA ATENDIMENTO ÀS REGIÕES REMOTAS DOS SISTEMAS ISOLADOS” (BRASIL, 2015).

#### 5.5 Manual para atendimento às regiões remotas dos sistemas isolados

Segundo o Ministério de Minas e Energia<sup>7</sup> (MME), o objetivo do manual é estabelecer os procedimentos, critérios técnicos e financeiros que devem ser observados, as atribuições das partes envolvidas para os atendimentos com o serviço público de energia elétrica em regiões remotas dos sistemas isolados, por meio de microssistemas Isolados de geração e distribuição de energia elétrica (MIGDI) ou sistemas individuais de geração de energia elétrica com fonte intermitente (SIGFI), (mme.gov.br, 2017) (FIG. 31).

**FIGURA 31 - MANUAL PARA ATENDIMENTO ÀS REGIÕES REMOTAS DOS SISTEMAS ISOLADOS**



Fonte: gov.br (2017)

## **6 APLICAÇÕES DE SISTEMAS ISOLADOS EM COMUNIDADES REMOTAS**

É importante definirmos um conceito de comunidade. Hanley<sup>8</sup> (1999 citado por HENRI; BRASIL, 2006) usa a nomenclatura de “comunidades remotas” e as define como um assentamento humano de baixa densidade populacional, com restrições ao uso de fontes de energia convencionais, infraestrutura urbana deficiente, baixo nível de atividade econômica, difícil acesso e distância dos mercados consumidores. Na

---

<sup>7</sup> [https://www.mme.gov.br/luzparatodos/downloads/manual\\_sistemas\\_isolados](https://www.mme.gov.br/luzparatodos/downloads/manual_sistemas_isolados)

<sup>8</sup> <http://www.researchgate.net>

Amazônia tais parâmetros costumam ser característicos de comunidades não atendidas pelo sistema de energia elétrica.

Um exemplo que se adotará neste trabalho, com relação ao uso da energia solar em comunidades remotas na Amazônia, será o abordado no Trabalho de Conclusão de Curso de Andrea Lopes Villaça, que tem por título “A implantação de mini-redes de energia solar em comunidades isoladas do Amazonas”. Esta pesquisa foi escolhida por se encaixar nos parâmetros já abordados nesse trabalho, com características ribeirinhas e o afastamento destas comunidades de centros urbanos.

De acordo com Villaça (2011), estamos vivendo a Era do Aquecimento Global, onde a ação do Homem em nome do ‘desenvolvimento’ destrói a cada dia mais o planeta em que se vive. Porém, esse ‘desenvolvimento’ ainda não é para todos. O Brasil é um país rico em recursos naturais, mas ainda há muitas pessoas, como as famílias ribeirinhas, que vivem sem energia elétrica, às margens da inclusão social. A utilização das formas alternativas de energia, como a luz solar, pode ser uma solução para tirar diversas famílias do escuro sem agredir o meio-ambiente.

As comunidades escolhidas como objeto de estudo de Villaça (2011), no Estado do Amazonas, foram as de São Sebastião do Rio Preto, localizada no município de Autazes, no centro amazonense a aproximadamente 108 km de Manaus, capital do Amazonas; Terra Nova, no município de Barcelos na margem direita do Rio Negro, e maior município do Estado; Mourão e Santo Antônio localizadas no município de Eirunepé a sudoeste de Manaus, a 1160 km de distância da capital; Nossa Senhora do Carmo, localizada no município de Beruri; Santa Luzia (Lago Grande), Nossa Senhora do Nazaré, São José (Lagoa do Pretinho) e Santa Maria localizadas no município de Maués na margem direita do Rio Maués Açu; Bom Jesus do Paduari, Aracari e Sobrado localizadas no município de Novo Airão a Oeste de Manaus, a aproximadamente 115 km de distância da capital através de estrada totalmente asfaltada. A comunidade de Sobrado possui 15 famílias e foi a primeira comunidade a receber energia através do projeto (VILLAÇA, 2011).

A utilização da energia solar, recurso abundante e renovável, torna-se um importante aliado para atingirmos o objetivo de levar a energia elétrica a comunidades que vivem isoladas, onde não é possível levar a energia convencional, devido aos altos custos com linhas de transmissão. O objetivo deste trabalho é apresentar a experiência da ELETROBRÁS Amazonas Energia e Consórcio Guascor/Kyocera na

implantação de mini-redes de energia solar para atendimento às comunidades isoladas da região do Amazonas. Essas estratégias usadas para a inserção dessa tecnologia estão baseadas no manual para atendimento às regiões remotas dos sistemas isolados, criado pelo Governo Federal (VILLAÇA, 2011).

É necessário ter uma área pré-estabelecida para o local das placas que compõem a mini-usina de energia fotovoltaica (FIG. 32).

**FIGURA 32 - MINI-USINA**



Fonte: (VILLAÇA, 2011)

**FIGURA 33 - ARTESANATO**



Fonte: (VILLAÇA, 2011)

O trabalho continua mostrando algumas características econômicas e culturais das comunidades. Como já previsto no conceito de comunidades remotas, as

iniciativas econômicas são basicamente as mesmas nas comunidades amazônicas como pesca, produção de farinha, caça, extrativismo, pequenas plantações, que são chamadas de roçado, e o artesanato também (FIG. 33).

Com base na tabela pode-se verificar os gastos e/ou investimentos necessários para a implantação de energia solar em residências na Amazônia (FIG. 34).

**FIGURA 34 - TABELA INFORMATIVO**

INFORMAÇÕES POR COMUNIDADE				
Item	Município	Comunidade	Potência por planta (KW)	Extensão rede distribuição (m)
1	Autazes	S Sebastião do Rio Preto	10,8	250
2	Barcelos	Terra Nova	16,2	735
3	Beruri	N. Senhora do Carmo	10,8	267
4	Eirunepé	Mourão	13,50	1.196
5		Santo Antonio	10,80	720
6	Maués	N. Senhora de Nazaré	10,80	631
7		Santa Luzia	16,20	320
8		Santa Maria	16,20	272
9		São José	13,50	380
10	Novo Airão	Aracari	10,80	458
11		Bom Jesus do Puduari	18,90	460
12		Sobrado	13,50	240
		<b>TOTAL</b>	<b>162</b>	<b>5.929</b>

Fonte: (VILLAÇA, 2011)

**FIGURA 35 - INVESTIMENTO POR COMUNIDADE**

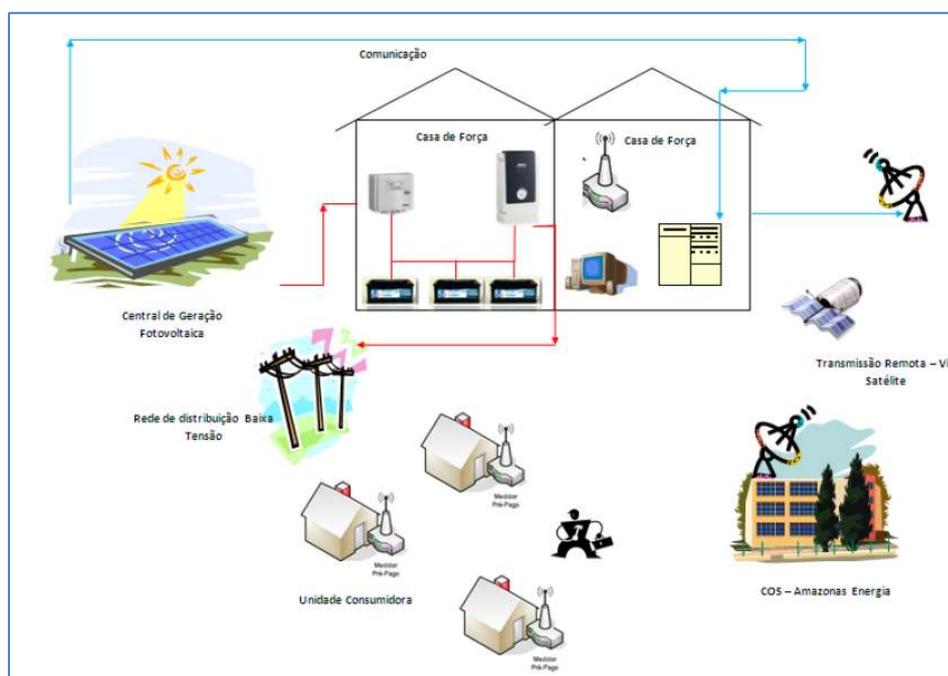
Localidade	Município	Domicílios Atendidos	Potência Instalada (kW)	Investimento (RS)
Santa Luzia	Maués	23	16,2	608.900,06
Santa Maria	Maués	21	16,2	640.944,17
São Jose	Maués	13	13,5	544.061,16
Nossa Senhora de Nazaré	Maués	16	10,8	489.680,35
Sobrado	Novo Airão	15	13,5	552.293,89
Aracari	Novo Airão	14	10,8	464.509,85
Bom Jesus do Puduari	Novo Airão	26	18,9	722.660,29
Santo Antonio	Eirunepé	15	10,8	484.150,94
Mourão	Eirunepé	20	13,5	586.864,29
São Sebastião do Rio Preto	Autazes	11	10,8	463.083,72
Nossa Senhora do Carmo	Beruri	12	10,8	459.782,43
Terra Nova	Barcelos	23	16,2	652.806,16
<b>Total</b>		<b>209</b>	<b>162</b>	<b>6.669.737,31</b>
<b>Observação:</b> Estava previsto para serem ligados através das mini-usinas 222 consumidores, mas até o momento foram ligados 209 UC's.				

Fonte: (VILLAÇA, 2011)

O investimento total foi de 6,7 milhões de reais que foram financiados pelo Programa “Luz para Todos” do Governo Federal. Na tabela da FIG. 35 se tem o investimento total em cada comunidade (VILLAÇA, 2011).

O sistema utilizado é composto por blocos de geração fotovoltaica, tendo todos os parâmetros elétricos disponíveis em uma casa de força através de um sistema de controle, armazenamento e inversão. Todas essas informações dos parâmetros elétricos de geração, demanda (mini-rede), fluxo de potência, temperatura, umidade, irradiação solar e sensor de presença estão em uma Unidade Terminal Remota – UTR (FIG. 36), são transmitidas via satélite para o centro de operação das mini-usinas fotovoltaicas, localizado em Manaus (VILLAÇA, 2011).

**FIGURA 36 - SISTEMA DE CONTROLE**



Fonte: (VILLAÇA, 2011)

Tomando-se outro trabalho como referência se tem Araújo (2014), “Eletrificação rural em comunidades isoladas na Amazônia: Introdução da energia solar fotovoltaica na reserva extrativista do Rio Unini, AmE” que mostrará, neste caso específico, as possibilidades do uso da energia solar em regiões remotas.

De acordo com o trabalho de ARAÚJO (2014) realizado em comunidades remotas na Amazônia, os desafios para levar energia elétrica às comunidades são extremamente complexos, considerando sua grande extensão territorial e suas populações humanas habitando áreas com floresta compacta, densa rede hidrográfica e alagáveis. Nestas condições, a tecnologia solar fotovoltaica tem sido considerada

uma das melhores alternativas para energização de regiões isoladas, distantes e/ou remotas. A concessionária é a Eletrobras Amazonas Energia – AmE. Este trabalho teve como objetivo avaliar a apropriação da tecnologia introduzida, sua aceitabilidade por parte dos moradores da Comunidade Terra Nova, bem como sua sustentabilidade no âmbito social, econômico e ambiental (ARAÚJO, 2014).

A comunidade está localizada na Reserva Extrativista do Rio Unini, no município de Barcelos, estado do Amazonas. A análise dos resultados mostrou que a tecnologia introduzida provocou mudanças positivas na qualidade de vida na comunidade proporcionadas pela acessibilidade à energia elétrica de qualidade, não poluente e com baixo custo em relação à economia familiar (ARAÚJO, 2014).

A Reserva Extrativista Rio Unini foi criada a partir das reivindicações das populações ribeirinhas do rio. Constitui-se em área utilizada por essas comunidades tradicionais, cuja subsistência se baseia no extrativismo. As residências (FIG. 37) estão agrupadas linearmente na margem do rio Unini em área não inundável (terra firme). A habitação é própria, considerando que a comunidade recebeu recentemente do Governo Federal um documento de direito de uso da terra por ser uma reserva extrativista.

**FIGURA 37 - COMUNIDADE DA RESERVA EXTRATIVISTA DO RIO UNINI - AM**



Fonte: ARAÚJO (2014)

A energia captada pelo sistema de placas (FIG. 38) é direcionada para uma mini-usina (FIG. 39) onde ela precisa ser transformada em energia alternada para o uso convencional em eletrodomésticos comuns.

**FIGURA 38 - SISTEMA DE PLACAS SOLARES**



Fonte: ARAÚJO (2014)

**FIGURA 39 – CENTRO DE CONTROLE DA MINI-USINA**



Fonte: ARAÚJO (2014)

O banco de baterias serve especificamente para guardar/armazenar energia, mas, existe um limite de armazenagem. A energia elétrica sai da mini usina para a rede de distribuição e é encaminhada pela fiação e cabos até cada um dos consumidores (FIG. 40).

**FIGURA 40 - REDE DE DISTRIBUIÇÃO**



Fonte: ARAÚJO (2014)

A partir dos estudos de caso realizados nestes trabalhos percebe-se que a habitação em comunidades remotas e/ou isoladas em meio a Amazônia tem um grande custo de vida. Este é um dos motivos pelos quais as políticas públicas precisam facilitar a vivência em tais lugares e a integração dos moradores como cidadãos brasileiros, com direitos ao acesso à energia elétrica.

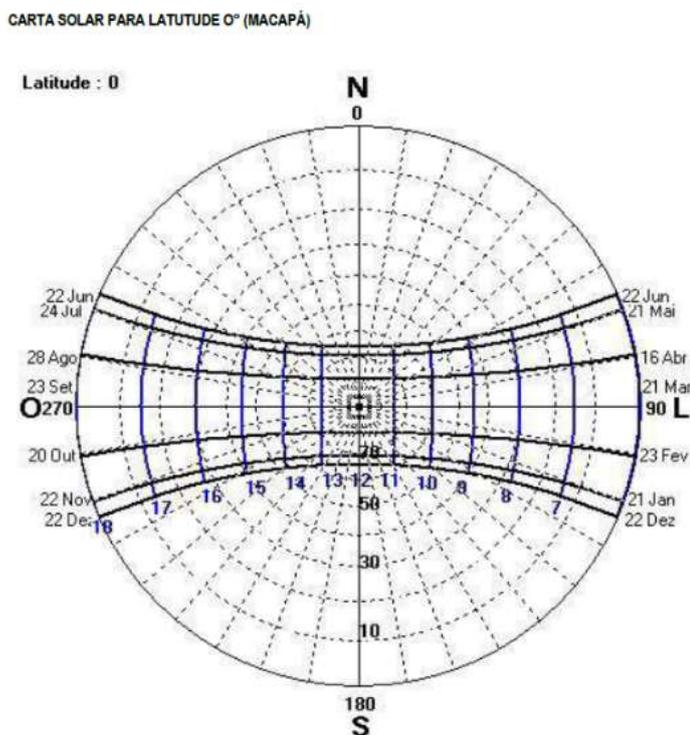
## **7 ADEQUAÇÃO ARQUITETÔNICA ÀS APLICAÇÕES DE SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR**

Percebe-se que a principal utilização dos sistemas fotovoltaicos, sejam eles isolados ou integrados à rede, é em prol de residências. Assim a arquitetura tem um papel fundamental, pois ela pode ajudar ou prejudicar a eficiência dos sistemas na residência. Não é apenas instalar as placas solares, é necessária inclinação, orientação e um bom projeto, ou seja, uma boa arquitetura.

O passo inicial para isso é entendermos a nossa localização no globo terrestre. Usamos a carta solar (FIG. 41), que neste caso é a de Macapá - AP – Latitude: 0° Sul.

A importância desta informação se dá pelo fato de a eficiência das placas solares estar diretamente ligada à sua disposição no telhado ou em outro local.

**FIGURA 41 - CARTA SOLAR DE MACAPÁ-AP**

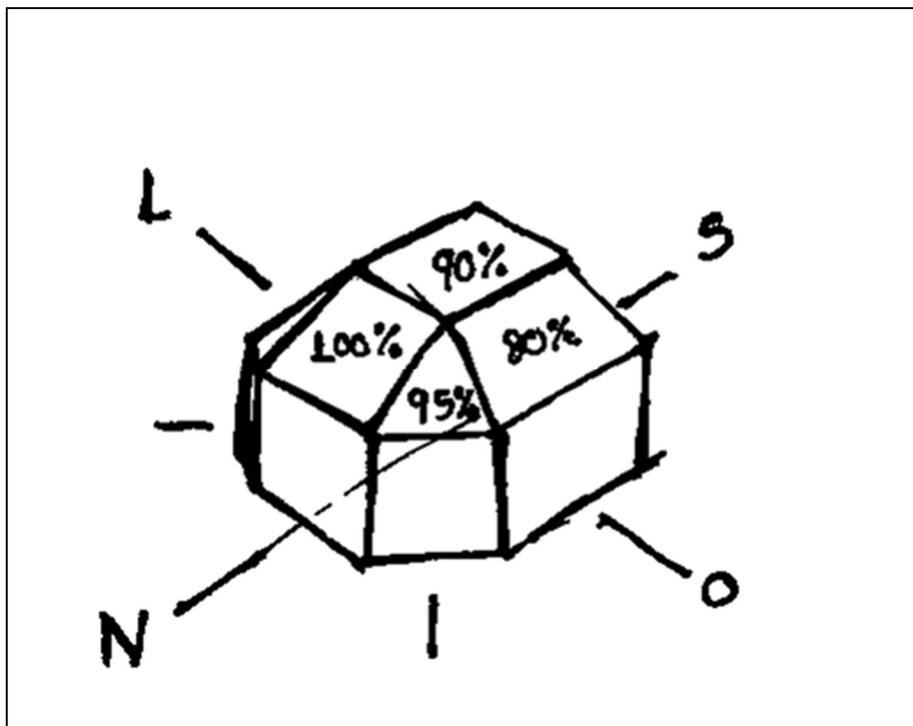


Fonte: PROGRAMA SOL-AR

No tocante a posição das placas, o ângulo ideal para produzir o máximo de energia com os painéis fotovoltaicos é a face Norte, com um grau de inclinação igual ao da latitude. A título de exemplo, Macapá, capital do Amapá, fica situada na latitude  $00^{\circ} 02' 18.84''$  N e longitude  $51^{\circ} 03' 59.10''$  O, portanto o melhor ângulo para o painel solar nesta cidade é de quase  $0^{\circ}$  de inclinação para a orientação Norte. Na prática, nem sempre se vai ter a inclinação e a direção perfeitas, pois a perda da produção de energia é pequena e totalmente aceitável. De modo geral o painel pode ser instalado em quase todas as águas do telhado, exceto as voltadas para o Sul, pois nessa direção há pouca ocorrência de radiação devido a inclinação.

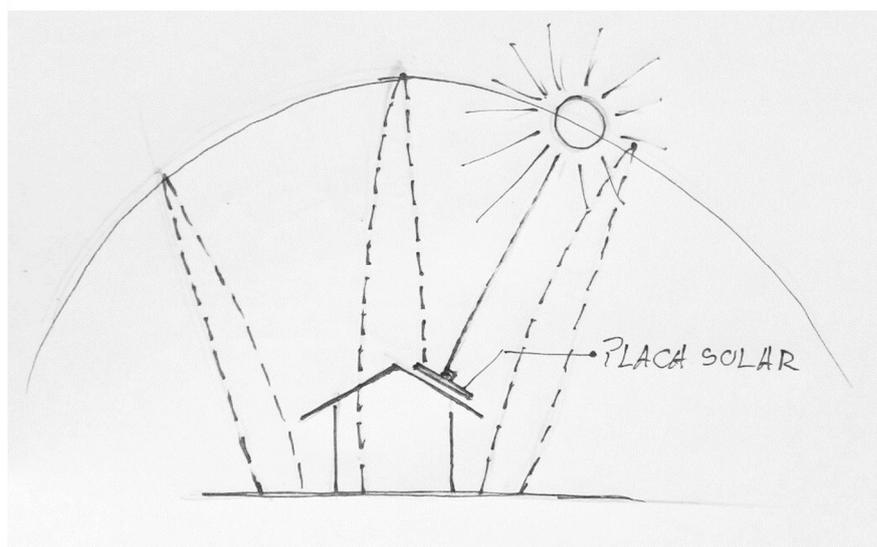
As FIG. 42 e 43 exemplificam o desempenho dos painéis. Placas orientadas ao Norte, com ângulo de inclinação igual às latitudes, terão praticamente 100% de aproveitamento. É possível ver que mesmo virado para O ou L ainda há rendimento.

**FIGURA 42 - APROVEITAMENTO POR FACE EM RELAÇÃO A ORIENTAÇÃO CARDIAL**



Fonte: O autor (2018)

**FIGURA 43 - ÂNGULO DA PLACA EM RELAÇÃO A INCLINAÇÃO DO SOL**

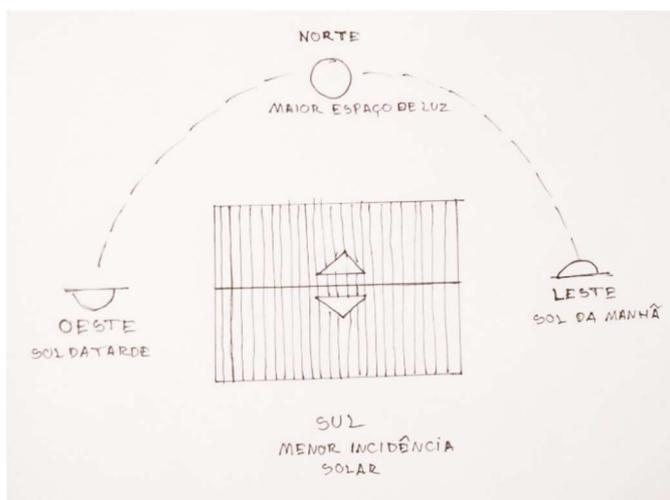


Fonte: O autor (2018)

Quando há a oportunidade de se pensar todo o projeto, desde o seu partido, pode-se projetar uma das águas do telhado voltada para o norte. Então, um telhado com face voltada ao norte, e sem sombras nesta área do telhado, é recomendado para a instalação do painel solar fotovoltaico. Desta forma se captará mais energia solar já que acompanhará a trajetória do sol no sentido longitudinal Leste-Oeste, isso

considerando que se usará o telhado como suporte para as placas. Em outros casos há a construção de estruturas que irão adequar as placas à sua inclinação e orientação necessárias, de forma que facilite a sua manutenção, pois podem ser bloqueadas por folhas, poeira e afins (FIG. 44).

**FIGURA 44 - TRAJETÓRIA SOLAR**



Fonte: O autor (2018)

## 7.1 Tipos de cobertura

A escolha do tipo de cobertura da edificação é de fundamental importância, pois poderá ajudar na instalação das placas de modo mais eficiente. Os painéis fotovoltaicos são presos ao telhado através de um sistema de fixação. Cada tipo de telhado pede um sistema de fixação diferente. O sistema de fixação representa uma parte importante do orçamento da residência e, por isso, o tipo de telhado ou cobertura deve ser levado em consideração quando se efetua projeto de uma residência que receberá energia solar.

As telhas de barro do tipo francês ou do tipo capa-canal são a segunda melhor opção. São muito usadas na região pelo fato de proporcionarem uma melhora na temperatura ambiente, o que a tornam a escolha mais viável, tanto pela facilidade de instalação das placas fotovoltaicas, quanto pela melhora da manutenção da temperatura da edificação. (FIG. 45).

**FIGURA 45 - TELHA DE BARRO**

Fonte: portalsolar.com (2017)

## 7.2 Integração entre arquitetura e sistemas fotovoltaicos

Através do site PORTALSOLAR online<sup>9</sup>, um sistema integrado de energia fotovoltaica integrada (BIPV) consiste em integrar módulos fotovoltaicos ao invólucro do edifício, podendo ser disposto em telhado e/ou fachada. Ao atuar simultaneamente como material de envelope de construção e gerador de energia, essa orientação pode gerar economias em materiais e custos de eletricidade, reduzir o uso de combustíveis fósseis e adicionar interesse sustentável ao edifício. Qualquer prática de incorporar o painel na construção e na concepção é conhecido como BIPV - Building Integrated PhotoVoltaics) (FIG. 46).

Com o avanço de tecnologias se incorporou alguns elementos na arquitetura que antes eram apenas artefatos com um uso já conhecido desde a antiguidade. A título de exemplo se tem a telha cerâmica, que além de cumprir a função de cobertura é também um elemento arquitetônico belo, por isso é tão usada.

De acordo com o site VIVAGREEN online<sup>10</sup>, outra forma de integrar a arquitetura com tecnologia é o desenvolvimento de avanços no uso de elementos já utilizados, como a Tegola Solare (FIG. 47), que é uma célula voltaica integrada à uma telha cerâmica.

---

<sup>9</sup> portalsolar.com.br

<sup>10</sup> Vivagreen.com.br

**FIGURA 46 - FACHADA INTEGRADA**

Fonte: portalsolar.com(2017)

**FIGURA 47 - TEGOLA SOLARE**

Teiha para captação de energia solar

Fonte: vivagreen.com(2018)

### **7.3 Melhoria do partido arquitetônico em busca da eficiência energética**

Para a elaboração de qualquer projeto, o arquiteto deverá levar em consideração alguns parâmetros que, atualmente, são praticamente obrigatórios para se ter uma boa arquitetura - a eficiência energética. Essa eficiência não se limita tão somente à geração da energia consumida pela edificação, mas no aproveitamento de condicionantes naturais, como a iluminação natural, tão abundante na Região Norte do Brasil.

Pode-se citar também o uso de formas que favoreçam um conforto ambiental interno aos usuários da edificação, como, por exemplo, o mascaramento ideal da radiação solar e a valorização dos ventos, que é conseguida através da ventilação

cruzada. Para que isto aconteça é necessário um bom projeto, ou seja, um bom partido, não como uma forma de inovação, mas para torná-lo uma prática comum nas construções atuais. Outros fatores a serem considerados no projeto são o conforto visual e acústico, pois são imprescindíveis para um bom desempenho energético (FIG. 48).

**FIGURA 48 - MELHORAMENTO DO PARTIDO E FORMA**



Fonte: [soarquiteturaverde.blogspot.com](http://soarquiteturaverde.blogspot.com) ( 2010)

Há de se considerar também o local que ficará o banco de baterias, sistema de armazenamento de energia, pois deve ser de fácil acesso para as vistorias periódicas de medição de voltagem e possíveis aquecimentos. Deverá ser feito o dimensionamento do cabeamento que conduzirá a energia pela casa, fator de grande relevância, pois irá refletir na potência que o sistema irá utilizar para levar energia aos equipamentos eletrônicos da residência, visto que um comprimento linear dos condutores refletirá na resistência, que é um obstáculo da condução de energia elétrica com cabos de cobre.

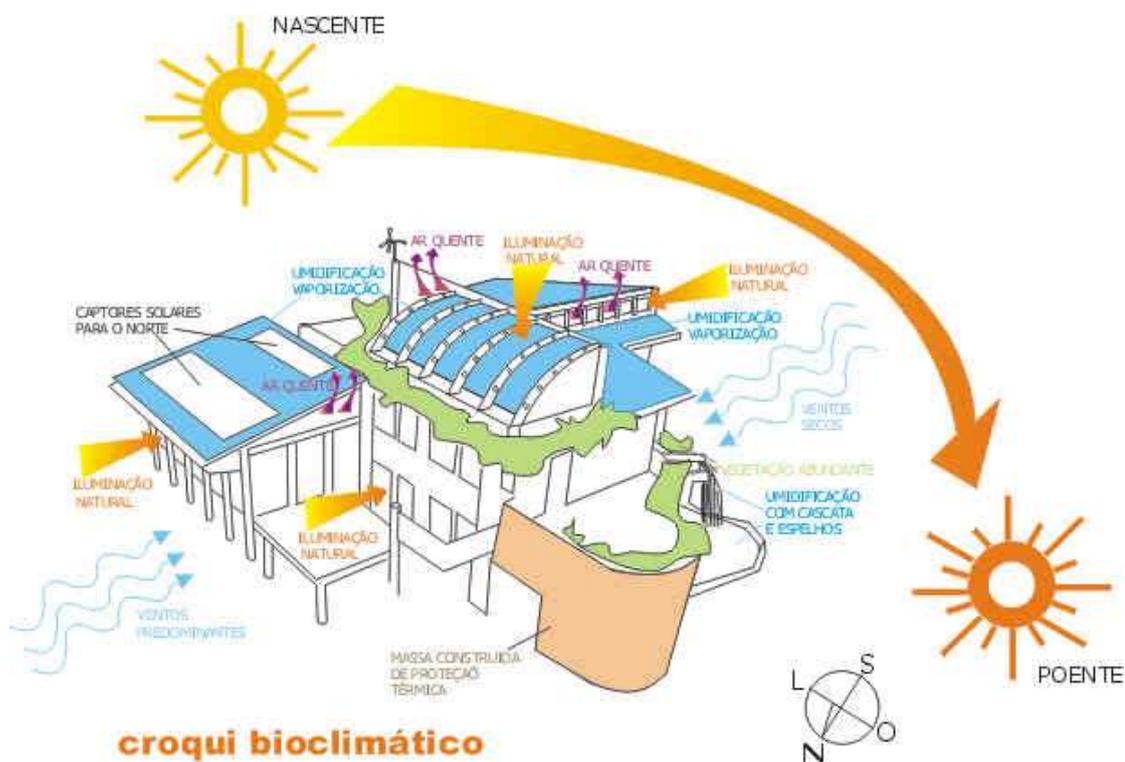
Pode-se constatar que a arquitetura, no que tange ao projeto residencial, pensa na forma dos cômodos da residência, pois levará a um melhoramento no projeto para receber o sistema fotovoltaico. Isso vai desde a inclinação até ao melhor lugar para a localização das baterias, de forma que não venha ocupar um cômodo para o qual não foi projetado, como quartos e áreas de serviço, o que nos leva a introduzir no programa de necessidades um lugar ou cômodo específico.

## 7.4 Arquitetura bioclimática e conforto ambiental

De acordo com o site VITRUVIUS *online*<sup>11</sup> a arquitetura bioclimática também é conhecida como a de alta eficiência energética, porque economiza e conserva a energia que capta, produz ou transforma no seu interior, reduzindo, portanto, o consumo energético e a suposta poluição ambiental. Em geral, é uma arquitetura pensada com o clima do lugar, o sol, o vento, a vegetação e a topografia, com um desenho que permite tirar proveito das condições naturais do lugar, assim estabelecendo condições adequadas de conforto físico e mental dentro do espaço físico em que se desenvolve.

A arquitetura bioclimática visa a estruturação ou o partido do projeto arquitetônico de acordo com as características bioclimáticas de cada local, nos seus mínimos detalhes, se permitindo o uso de elementos arquitetônicos como brises, peles de vidro, materiais com alto desempenho energético, cores, texturas etc. (FIG. 49).

**FIGURA 49 - ARQUITETURA ADAPTADA AO MEIO**



Fonte: [soarquiteturaverde.blogspot.com](http://soarquiteturaverde.blogspot.com) (2010)

<sup>11</sup> vitruvius.com

## 7.5 Variáveis climáticas

Entende-se como variáveis climáticas todas as condições proporcionadas pela natureza em qualquer lugar da terra, se leva em consideração, a inclinação da terra, a quantidades de radiação recebida no local, a altura a nível do mar, e localização no globo terrestre. Esses fatores levarão à uma percepção da grandiosidade e da diversidade climática ao redor do globo, o que nos mostra três formas de estudar e/ou abordar o clima de forma didática para uma melhor compreensão, são esses, Fatores Globais, Fatores Locais e Elementos Climáticos que iremos discorrer de forma sucinta, tendo em vista que o trabalho entende que o conhecimento do clima e suas variáveis é de profundo importância porém o objetivo é a busca por uma boa arquitetura que se adapte ou se relacione melhor com o mundo ao seu redor e que ao mesmo tempo proporcione uma agradável relação com os usuários da edificação pensada com essas diretrizes formidáveis da arquitetura contemporânea.

### 7.5.1 Fatores Globais

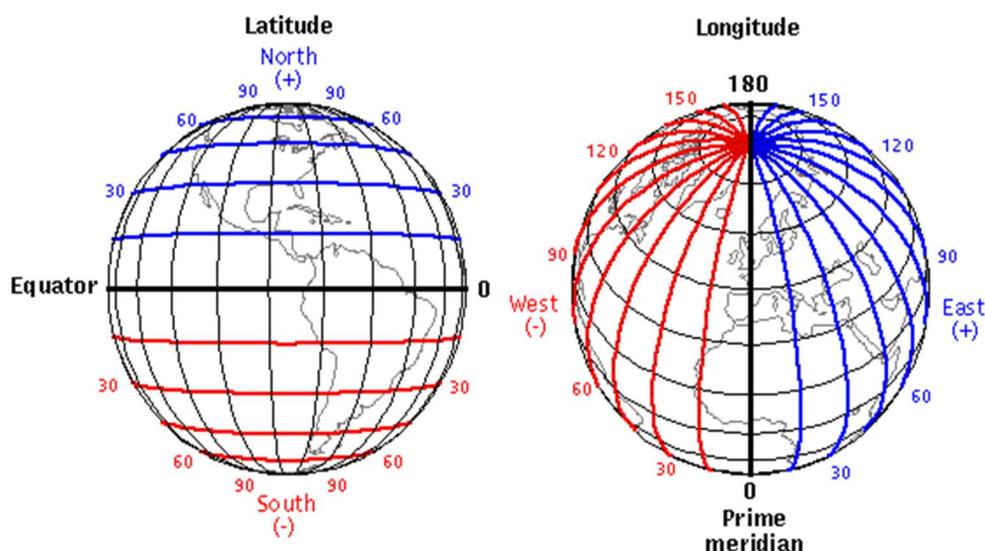
Fatores globais são compreendidos como aqueles que condicionam, estabelecem e dão origem ao clima mundial, ou seja, radiação solar, latitude, longitude, altitude, ventos e massas de água e terra. Logo podemos perceber a abrangência do tema clima, pois os itens citados influenciam toda terra de diferentes modos, mas com a mesma força.

Pode-se discorrer sobre o tema começando pela radiação solar, pois o sol é o maior influenciador do clima a nível global. A radiação solar é a energia transmitida pelo sol, motor de todo o sistema de vida terrestre, sob a forma de ondas eletromagnéticas ou luz. A energia solar nas camadas mais altas da atmosfera contém certa quantidade de energia, que varia em função da distância da terra ao sol.

Deve-se levar também em conta a latitude, longitude e altura, que formam o conjunto de coordenadas que localiza um ponto no globo terrestre. É um conjunto de linhas imaginárias que se cruzam formando uma malha. Essa malha forma um conjunto de informações utilizadas por quase todos hoje na terra. A **latitude** é a distância ao Equador medida ao longo do meridiano de Greenwich. Esta distância mede-se em graus, podendo variar entre 0° e 90° para Norte (N) ou para Sul (S). A **longitude**, algumas vezes representada pela letra grega  $\lambda$  (lambda), descreve a

localização de um lugar na Terra medido em graus, de zero a 180 para leste (L) ou para oeste (O), a partir do Meridiano de Greenwich (FIG. 50).

**FIGURA 50 - MALHA GLOBAL DE LATITUDE E LONGITUDE**



Fonte: tripod.lycos.com (2020)

A altitude está ligada ao nível do mar. É um dos fatores que exerce maior influência sobre a temperatura da terra. Ao aumentar a altura, o ar está menos carregado de partículas sólidas e líquidas, que são as partículas que absorvem a energia contida na radiação solar e a difunde, aumentando a temperatura do ar, o que gera chuvas e tempestades.

Há uma importância nesse aspecto, pois é muito valorizado pelos arquitetos na hora da concepção arquitetônica projetual. Há a utilização da ventilação natural tanto nos projetos residenciais quanto nos urbanos, do conforto na escala da residência unifamiliar até a escala da cidade como um todo.

Segundo Romero (2000), a proporção entre as massas de terra e os corpos de água num dado território produz um impacto característico no clima. As massas continentais de terra produzem grandes variações, mesmo ao longo de uma mesma latitude, verificando-se também grandes extremos estacionais junto a uma dada região. Nesse aspecto as interações de temperatura se dão por reações físicas de absorção de energia vinda do sol. Nesse ponto se leva em conta os aspectos topográficos da região e a presença de corpos hídricos que terão enorme influência.

### **7.5.2 Elementos climáticos**

De acordo com Romero (2000), a topografia é a descrição ou delimitação exata e pormenorizada de um terreno, de uma região, com todos os seus acidentes geográficos, topologia, configuração de uma extensão de terra com a posição de todos os seus acidentes naturais ou artificiais. As variações contidas no terreno afetarão e determinarão o microclima de um determinado espaço, pois isso pode mudar a direção de ventos, causar sombreamento e uma absorção de energia do sol que aquece massas de terras.

“Os fatores climáticos locais são aqueles fatores que condicionam, determinam e dão origem ao microclima, isto é, ao clima que se verifica num ponto restrito (cidade, bairro, rua etc.), tais como a topografia, a vegetação e a superfície do solo natural ou construído. A forma da superfície terrestre afeta particularmente o microclima.” (ROMERO, 2000)

A vegetação também contribui muito para os microclimas, pois funciona, muitas vezes, como um mascaramento do solo. Também, pelo fato de as plantas fazerem a fotossíntese, acabam por roubar do ambiente energia luminosa e calor, baixando assim a temperatura de um trecho de rua ou cidade. O solo é um fator preponderante na criação de um clima localizado, já que ele pode refletir a radiação ou absorvê-la. Conhecer os materiais que constituem e que influenciam um ambiente é imprescindível, pois as reações físicas que ocorrem com estes materiais resultarão nas sensações percebidas pelos usuários da casa, edifício ou cidade.

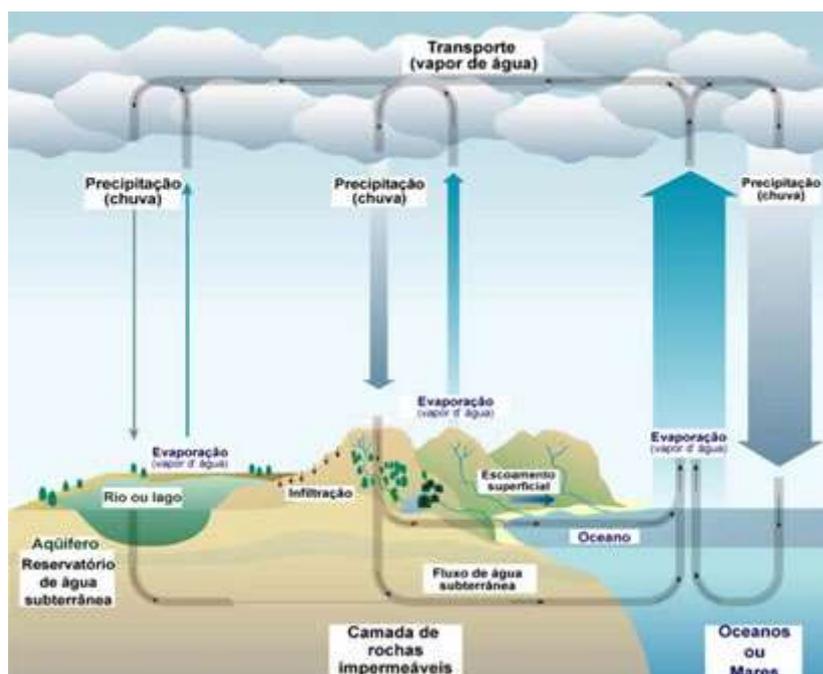
### **7.5.3 Elementos climáticos**

Segundo Romero (2000), em Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano, os elementos climáticos são aqueles que representam os valores relativos a cada tipo de clima, ou seja, a temperatura, a umidade do ar, as precipitações e os movimentos do ar. Então, estes fatores sofrerão variação de região para região.

Em Romero (2000) vê-se que o vapor d'água contido no ar se origina da evaporação natural da água; da evapotranspiração dos vegetais, que na região norte é tão grande que essas massas de vapor são conhecidas com “Rios Voadores”; e de outros processos de menor importância. A capacidade do ar de conter vapores d'água aumenta com a temperatura. A distribuição do vapor sobre a terra não é uniforme, sendo, em média, maior nas zonas equatoriais e menor nos polos, acompanhando os padrões anuais de radiação e temperatura.

A evaporação das águas de superfície leva à formação de nuvens que redistribuem a água na forma de chuva ou precipitações. Esta água flui através de córregos e rios e volta para o oceano, completando assim o ciclo hidrológico. Todo esse processo é regido pelo sol, que “empresta” para estes corpos ou massas energia em forma de calor, por toda terra e com muita oscilação (FIG. 51).

**FIGURA 51 - CICLO HIDROLÓGICO**



Fonte: cprm.gov.br (2020)

## 8 DIRETRIZES PARA RESIDÊNCIAS: NORMAS E CERTIFICAÇÕES

A arquitetura em sua totalidade não é apenas fruto de inspiração ou genialidade. É também um conglomerado de normas e regras estabelecidas com critérios minuciosos, para que ela possa ser pensada e executada com o máximo de segurança, pois trata direta e indiretamente com vida humanas e isso requer responsabilidade. As diretrizes que norteiam um bom desempenho energético são, de igual modo, rigorosas, pois visam o conforto ideal para o usuário da edificação ou da cidade.

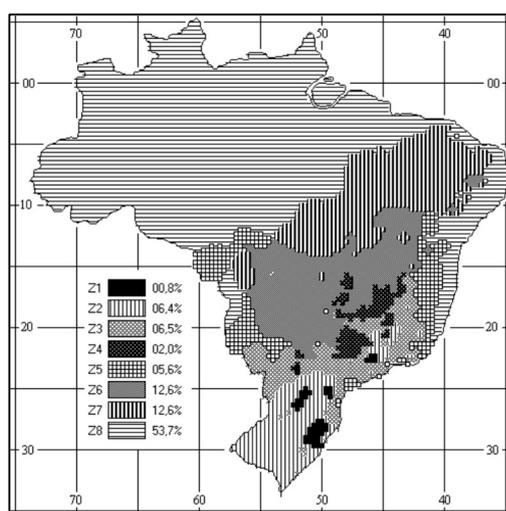
### 8.1 NBR 15220 – 3

Neste trabalho se abordará a NBR 15220-3”, a NBR 15575-1” e o RTQ-R (Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de

Edificações Residenciais). Estes serão os principais parâmetros utilizados para o projeto residencial desde trabalho de conclusão de curso.

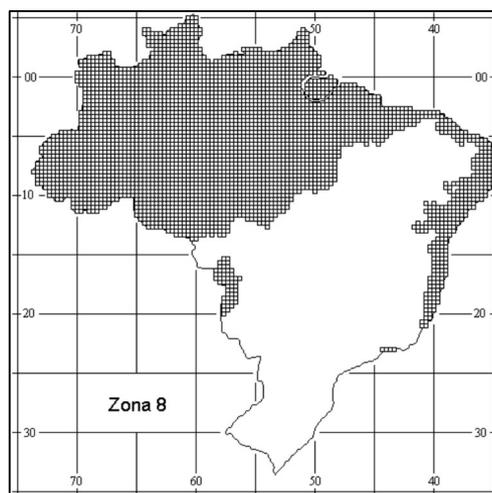
Neste trecho a norma regulamentadora faz um Zoneamento Bioclimático do País (FIG. 52) com recomendações de materiais da construção civil que mais se adequam a cada zona, em termos de conforto. Dentre as informações pertinentes aos materiais, é colocado, por exemplo, o tempo de transmitância de cada um deles. O zoneamento divide o país em 8 zonas bioclimáticas, de Z1 à Z8, que mede o nível de precipitação nas áreas.

**FIGURA 52 - ZONAS BIOCLIMÁTICAS**



Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

A zona que nos interessa é a que se localiza no nosso instrumento de pesquisa que fica a sudoeste do Estado do Amapá e a nordeste das ilhas do Pará, nas localidades próximas ao arquipélago do Afuá. Esta é a zona Z8, a maior do país, que ocupa 53% deste. Esta zona possui suas diretrizes específicas de construção para o conforto ambiental das residências nela localizadas (FIG. 53).

**FIGURA 53 - ZONA BIOCLIMÁTICA Z8**

Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

Na TAB. 4 pode-se ver a recomendação para a zona bioclimática 8. As aberturas precisam ser grandes, para melhor ventilação. Recomenda-se ainda o sombreamento das mesmas.

**TABELA 4 - ABERTURA PARA VENTILAÇÃO E SOMBREAMENTO DAS ABERTURAS PARA A ZONA BIOCLIMÁTICA 8**

Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas
Grandes	Sombrear aberturas

Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

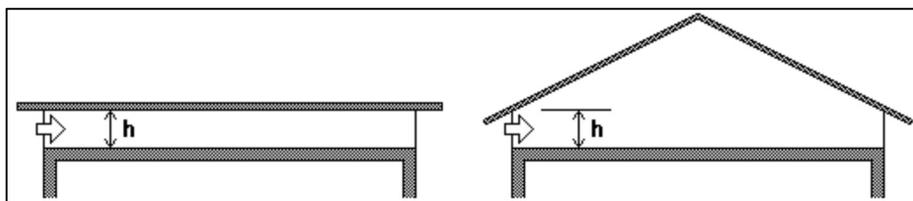
Na TAB. 5 pode-se ver a recomendação em relação a vedação externa. A recomendação para a parede e a cobertura é que sejam leves e refletoras para um melhor desempenho da edificação para o usuário (FIG. 54).

**TABELA 5 - TIPOS DE VEDAÇÃO EXTERNA PARA A ZONA BIOCLIMÁTICA Z8**

Vedação Externa
Parede: Leve Refletora
Cobertura: Leve Refletora

Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

FIGURA 54 - DETALHAMENTO DO FORRO



Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

Nas TAB. 6 tem-se as recomendações de estratégias para a edificação durante a estação do verão. Esta é a parcela do ano que possui as temperaturas mais elevadas. Desta forma, recomenda-se a ventilação cruzada permanente na edificação.

**TABELA 6 - ESTRATÉGIA DE CONDICIONAMENTO TÉRMICO PASSIVO PARA A ZONA BIOCLIMÁTICA 8**

ESTAÇÃO	Estratégia de condicionamento térmico passivo
	J) Ventilação Cruzada permanente
	Nota:
VERÃO	O condicionamento passivo será insuficiente durante as horas mais quentes. O código J é o mesmo adotado na metodologia utilizada para definir o Zoneamento Bioclimático do Brasil (ver anexo

Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

Pode-se ver na TAB. 7 as estratégias de condicionamento térmico para a edificação. São elas: ventilação cruzada, renovação do ar, desumidificação dos ambientes e uso de resfriamento artificial para o ambiente, que é a instalação de ar-condicionado nos ambientes.

**TABELA 7 - ESTRATÉGIA DE CONDICIONAMENTO TÉRMICO**

ESTRATÉGIA	DETALHAMENTO
F	As sensações térmicas são melhoradas através da desumidificação dos ambientes. Esta estratégia pode ser obtida através da renovação do ar interno por ar externo através da ventilação dos ambientes.
I e J	A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelo ambiente da edificação. Isto significa que os ambientes têm janelas em apenas duas fachadas, também deve-se atentar para os eventos predominante da região e para o entorno, pois pode alterar significativamente a direção do vento.
K	O uso de resfriamento artificial será necessário para amenizar a eventual sensação de desconforto térmico por calor.

Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

Outras informações necessárias são as tabelas do anexo C da NBR15220-3. Suas informações são complementares as já apresentadas neste item. A TAB. 8 apresenta diretrizes construtivas relativas às aberturas para ventilação.

**TABELA 8 - ABERTURA PARA VENTILAÇÃO**

Abertura para ventilação	A (em % da área de piso)
Pequena	10% < A < 15%
Média	15% < A < 25%
Grande	A > 40%

Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

Na TAB. 9 se tem diretrizes construtivas relativas a transmitância térmica, atraso térmico e calor solar para paredes externas e para coberturas. Em relação a esta tabela, estão informados apenas os dados necessários a este trabalho, os dados da zona Z8.

**TABELA 9 - TRANSMITÂNCIA TÉRMICA, ATRASO TÉRMICO E FATOR CALOR SOLAR ADMISSÍVEL PARA CADA TIPO DE VEDAÇÃO EXTERNA**

Vedação externa		Transmitância térmica – U W/m <sup>2</sup> .K	Atraso térmico-φ Horas	Fator Solar-FS (%)
Parede	Leve refletora	U ≤ 3,60	φ ≤ 4,3	FS ≤ 4,0
Cobertura	Leve refletora	U ≤ 2,30.FT	φ ≤ 3,3	FS ≤ 6,5

Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

## 8.2 Nbr 15575 -1

De acordo com a NBR 5575,

“Normas de desempenho são estabelecidas buscando atender às exigências dos usuários, que, no caso desta norma, referem-se a sistemas que compõem edificações habitacionais, independentemente dos seus materiais constituintes e do sistema construtivo utilizado. O foco desta norma está nas exigências dos usuários para o edifício habitacional e seus sistemas, quanto ao seu comportamento em uso e não na prescrição de como os sistemas são construídos.” (NBR 5575: Edificações Habitacionais: Desempenho, 2013)

Assim a NBR 5575 (2013), para os efeitos desta Norma, se apresenta como uma lista geral de exigências dos usuários. Sendo atendidos os requisitos e critérios estabelecidos nesta norma, considera-se para todos os efeitos que estejam satisfeitas as exigências do usuário. As exigências do usuário relativas à segurança são expressas pelos seguintes fatores: segurança estrutural; segurança contra o fogo; segurança no uso e na operação. As exigências do usuário relativas à habitabilidade são expressas pelos seguintes fatores: estanqueidade; desempenho térmico;

desempenho acústico; desempenho lumínico; saúde, higiene e qualidade do ar; funcionalidade e acessibilidade; conforto tátil e antropodinâmico. As exigências do usuário relativas à sustentabilidade são expressas pelos seguintes fatores: durabilidade; manutenibilidade; impacto ambiental.

Em relação aos requisitos de segurança contra incêndio, as exigências da NBR 15575 (2013) são: proteger a vida dos ocupantes das edificações e áreas de risco, em caso de incêndio; dificultar a propagação do incêndio, reduzindo danos ao meio ambiente e ao patrimônio; proporcionar meios de controle e extinção do incêndio; condições de acesso para as operações do corpo de bombeiros (com relação a esta última, o corpo de bombeiros não terá acesso, pois a residência estará localizada em meio a mata, o que aumenta as recomendações sobre segurança); possibilitar a saída dos ocupantes da edificação em condições de segurança; garantir condições razoáveis para o emprego de socorro público, onde se permita o acesso operacional de viaturas, equipamentos e seus recursos humanos, com tempo hábil para exercer as atividades de salvamento (pessoas retidas) e combate a incêndio (extinção); evitar ou minimizar danos à própria edificação, às outras adjacentes, à infraestrutura pública e ao meio ambiente.

Outro fator importante é o desempenho luminoso. Durante o dia, as dependências da edificação habitacional listadas na (TAB. 10) devem receber iluminação natural conveniente, oriunda diretamente do exterior ou indiretamente, através de recintos adjacentes. Para o período noturno, o sistema de iluminação artificial deve proporcionar condições internas satisfatórias para a ocupação dos recintos e a circulação nos ambientes, com conforto e segurança.

**TABELA 10 - TRANSMITÂNCIA TÉRMICA, ATRASO TÉRMICO E FATOR CALOR SOLAR ADMISSÍVEL PARA CADA TIPO DE VEDAÇÃO EXTERNA**

<b>Dependência</b>	<b>Iluminância geral (lux) para o nível mínimo de desempenho M</b>
Sala de estar; Dormitório; copa / cozinha; área de serviço.	≥ 60
Banheiro; corredor ou escada interna à unidade; corredor de uso comum (prédios); escadaria de uso comum (prédios); garagens/estacionamentos	Não exigido

Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

Os requisitos de iluminação natural podem ser atendidos mediante adequada disposição dos cômodos (arquitetura); correta orientação geográfica da edificação; dimensionamento e posição das aberturas; tipos de janelas e de envidraçamentos;

rugosidade e cores dos elementos (paredes, tetos, pisos etc...); inserção de poços de ventilação / iluminação; eventual introdução de domos de iluminação, etc...

A norma também dispõe de informações quanto aos níveis mínimos de iluminação artificial. Os níveis gerais de iluminação promovidos nas diferentes dependências dos edifícios habitacionais por iluminação artificial devem atender ao disposto na TAB. 11.

**TABELA 11 - NÍVEIS DE ILUMINAMENTO GERAL PARA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL**

<b>Dependência</b>	<b>Iluminamento geral para o nível mínimo de desempenho lux</b>
Sala de estar; Dormitório; Banheiro; Área de serviço	≥100
Copa/cozinha	≥200*
Corredor ou escada interna à unidade Corredor de uso comum (prédios) Escadaria de uso comum (prédios) Garagens/estacionamentos internos e cobertos	≥75*
Garagens/estacionamentos descobertos	≥20*

\* Valores retirados da NBR 5413

NOTA: Deve-se verificar e atender as condições mínimas exigidas pela legislação local.

\* Valores retirados da NBR 5413

NOTA: Deve-se verificar e atender as condições mínimas exigidas pela legislação local.

Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

### 8.3 RTQ-R

Este documento apresenta requisitos técnicos, bem como os métodos para a classificação de edificações residenciais quanto à eficiência energética. As edificações submetidas a este RTQ devem atender às normas da ABNT vigentes e aplicáveis. Cabe ressaltar que os organismos de inspeção são os OIAs e o Imetro. Eles alertam os problemas que porventura possam ocorrer com a edificação pela não observância das normas das ABNTs. Também tem como objetivo criar condições para a etiquetagem do nível de eficiência energética de edificações residenciais unifamiliares e multifamiliares.

Para obtenção dos níveis de eficiência A ou B, havendo mais de uma unidade habitacional autônoma no mesmo lote, estas devem possuir medição individualizada de eletricidade e água. Estão excluídas deste pré-requisito edificações construídas até a publicação deste RTQ. Este RTQ especifica a classificação do nível de eficiência para edificações residenciais, conforme as prescrições descritas nos itens

correspondentes: Unidades Habitacionais Autônomas; Edificações Unifamiliares; Edificações Multifamiliares; Áreas de Uso Comum de edificações multifamiliares ou de condomínios de edificações residenciais. O item que iremos destacar é o Item Edificações Unifamiliares que é o nosso caso de implantação na região ribeirinha das ilhas do Pará.

**Edificações Unifamiliares:** A classificação do nível de eficiência de edificações unifamiliares é equivalente ao resultado da classificação da unidade habitacional autônoma, porém a norma tem outra forma de classificação que são as unidades habitacionais autônomas. Este item tem por objetivo estabelecer os critérios para avaliação do nível de eficiência energética das unidades habitacionais autônomas (UH), que serão utilizadas na classificação das edificações unifamiliares e multifamiliares.

**Envoltória:** Esta seção descreve os critérios para avaliação do desempenho da envoltória de unidades habitacionais autônomas. Os pré-requisitos da envoltória são avaliados em cada ambiente separadamente. As UHs devem atender aos seguintes pré-requisitos de ventilação natural:

a) Percentual de áreas mínimas de abertura para ventilação:

Ambientes de permanência prolongada devem possuir percentual de áreas mínimas de aberturas para ventilação, conforme a TAB 12.

**TABELA 12 - PERCENTUAL DE ÁREAS MÍNIMAS PARA VENTILAÇÃO EM RELAÇÃO À ÁREA ÚTIL DO AMBIENTE**

Ambiente	Percentual de abertura para ventilação em relação à área de piso (A)		
Ambientes de permanência prolongada	ZB 1 a 6	ZB 7	ZB 8
	$A \geq 8\%$	$A \geq 5\%$	$A \geq 10\%$

Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

Na TAB. 13 se tem as considerações das aberturas para a ventilação e suas interações com o percentual das áreas mínimas.

**TABELA 13 - CONSIDERAÇÕES SOBRE O PERCENTUAL DE ÁREAS MÍNIMAS DE ABERTURA PARA VENTILAÇÃO**

Considerações sobre as aberturas para ventilação
A Tabela de Desconto das Esquadrias na tabela 13 pode ser utilizada para a determinação da área de abertura para ventilação. No caso de esquadrias não contempladas na tabela 12, deve-se calcular a área efetiva de abertura para ventilação, desconsiderando os caixilhos;
Para dormitórios com área superior a 15,00 m <sup>2</sup> , o pré-requisito deve ser atendido para 15,00 m <sup>2</sup> . A área restante não precisa ser contabilizada para o pré-requisito;

---

A área de corredor deve ser desconsiderada do cálculo da área útil do ambiente, mesmo se o corredor for contíguo a algum ambiente de permanência prolongada.

---

Para a UH atingir nível A, pelo menos 50% dos banheiros, com exceção dos lavabos, deve possuir ventilação natural.

---

Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

#### b) Ventilação cruzada:

Nas Zonas Bioclimáticas 2 a 8, a unidade habitacional deve possuir ventilação cruzada proporcionada por sistema de aberturas compreendido pelas aberturas externas e internas. Portas de acesso principal e de serviço não serão consideradas como aberturas para ventilação. O projeto de ventilação natural deve promover condições de escoamento de ar entre as aberturas localizadas em pelo menos duas diferentes fachadas (opostas ou adjacentes) e orientações da edificação, permitindo o fluxo de ar necessário para atender condições de conforto e higiene.

**Iluminação natural:** O acesso à iluminação natural em ambientes de permanência prolongada deve ser garantido por uma ou mais aberturas para o exterior. A soma das áreas de aberturas para iluminação natural de cada ambiente deve corresponder a no mínimo 12,5% da área útil do ambiente.

Na TAB. 14 pode-se analisar considerações sobre a iluminação natural para as edificações.

#### TABELA 14 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A ILUMINAÇÃO NATURAL

---

A Tabela de Desconto das Esquadrias (Anexo II) pode ser utilizada para a determinação da área de abertura para iluminação natural. No caso de esquadrias não contempladas no Anexo II, deve-se calcular a área efetiva de abertura para iluminação, desconsiderando os caixilhos;

---

Para dormitórios com área superior a 15,00 m<sup>2</sup>, o pré-requisito deve ser atendido para 15,00 m<sup>2</sup>. A área restante não precisa ser contabilizada para o pré-requisito.

---

A área de corredor deve ser desconsiderada do cálculo da área útil do ambiente, mesmo se o corredor for contíguo a algum ambiente de permanência prolongada

---

Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

Na TAB. 15 estão algumas sugestões de esquadrias para a iluminação natural da edificação.

TABELA 15 - TABELA DE DESCONTO DAS ESQUADRIAS

Nº	Tipo de janela	Iluminação	%Abertura para iluminação natural	%Abertura para ventilação natural
1	Abrir 90°(ou de giro) 1ou 2 folhas		90°	90°
2	De correr (ou deslizante) 2 folhas		80	45
8	Maxim-ar (abertura 90°)		80	80
16	Pinázio		60	40

Esquadrias previstas no pré-projeto desde trabalho, que poderão ser mudadas no decorrer do mesmo.

Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

**Bonificações:** Iniciativas que aumentem a eficiência da UH poderão receber até 1 (um) ponto na classificação geral da UH somando os pontos obtidos por meio das bonificações. Para tanto, estas iniciativas devem ser justificadas e comprovadas (TAB. 16).

TABELA 16 - BONIFICAÇÕES: PONTUAÇÃO ATRIBUÍDA A INICIATIVAS QUE AUMENTEM A EFICIÊNCIA DA EDIFICAÇÃO

BONIFICAÇÕES		
b1	bonificação referente à ventilação natural	cuja pontuação varia de zero a 0,40 pontos
b2	bonificação referente à iluminação natural	cuja pontuação varia de zero a 0,30 pontos
b3	bonificação referente ao uso racional de água	cuja pontuação varia de zero a 0,20 pontos
b4	bonificação referente ao condicionamento artificial de ar	cuja pontuação varia de zero a 0,20 pontos
b5	bonificação referente à iluminação artificial	cuja pontuação varia de zero a 0,10 pontos
b7	bonificação referente a refrigeradores instalados na UH	cuja pontuação varia de zero a 0,10 pontos

Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

**Ventilação natural** (até 0,40 pontos): As UHs de até dois pavimentos devem comprovar a existência de porosidade mínima de 20% em pelo menos duas fachadas com orientações distintas, expressa pela relação entre a área efetiva de abertura para ventilação e a área da fachada (a verificação da porosidade é feita para cada fachada). Todos os ambientes de permanência prolongada da UH devem atender aos seguintes requisitos (TAB.17).

**TABELA 17 - REQUISITOS PARA VENTILAÇÃO NATURAL**

Utilização de dispositivos especiais (como venezianas móveis, peitoris ventilados, torres de vento e outros), que favoreçam o desempenho da ventilação natural, mas permitam o controle da luz natural, da incidência de chuvas e dos raios solares e a manutenção da privacidade (0,16 pontos);
Existência de aberturas externas (janelas, rasgos, peitoris ventilados, etc.) cujo vão livre tenham o centro geométrico localizado entre 0,40 e 0,70 m medidos a partir do piso (0,06 pontos)
Na Zona Bioclimática 8, as aberturas intermediárias (portas, rasgos, etc.) devem apresentar permeabilidade em relação à circulação do ar, quer seja na própria folha da esquadria, quer na forma de bandeiras móveis ou rasgos verticais. A área livre desses componentes deve corresponder a, no mínimo, 30% da área da abertura intermediária quando a mesma estiver fechada e devem ser passíveis de fechamento (0,06 pontos).

Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

#### **Iluminação natural** (até 0,30 pontos)

a) Profundidade de ambientes com iluminação natural proveniente de aberturas laterais (0,20 pontos). A maioria dos ambientes de permanência prolongada, cozinha e área de serviço/lavanderia 50% mais 1 com iluminação natural lateral deve ter profundidade máxima.

#### **Iluminação artificial** (até 0,10 pontos) (TAB. 18).

**TABELA 18 - OS AMBIENTES DEVEM ATENDER AOS SEGUINTE REQUISITOS**

Para obter 0,05 pontos, as UHs devem possuir 50% das fontes de iluminação artificial com eficiência superior a 75 lm/W ou com Selo Procel em todos os ambientes
Para obter 0,10 pontos, as UHs devem possuir 100% das fontes de iluminação artificial com eficiência superior a 75 lm/W ou com Selo Procel em todos os ambientes
Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

## **8.4 NBR 7190**

Esta Norma fixa as condições gerais que devem ser seguidas no projeto, na execução e no controle das estruturas correntes de madeira, tais como pontes, pontilhões, coberturas, pisos e cimbres. Além das regras desta Norma, devem ser obedecidas as de outras normas especiais e as exigências peculiares de cada caso.

As construções a serem executadas, total ou parcialmente, com madeira, devem obedecer ao projeto elaborado por profissionais legalmente habilitados. O projeto é composto por memorial justificativo, desenhos e, quando há particularidades do projeto que interfiram na construção, por plano de execução.

## **9 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DE MACAPÁ-AP**

Uma análise neste nível é de profunda importância para o desenvolvimento de um trabalho que leve em consideração fatores que apresentarão informações para se rebater em resultados plausíveis.

Segundo Tavares (2014), a climatologia de base para Macapá no período entre 1961-1990 revela um clima bastante sazonal, com grandes volumes de precipitação (chuvas) no primeiro semestre do ano, diminuindo gradativamente até formar uma curta estação seca. Assim no decorrer da pesquisa foi feita a análise da sazonalidade das variáveis meteorológicas, além do cálculo do Balanço Hídrico Climatológico e da Classificação Climática de Macapá, segundo diferentes metodologias, e os resultados mostram que a cidade de Macapá possui clima equatorial, com o período chuvoso estendendo-se de dezembro a julho, quando ocorre 90% do total anual de precipitação, principalmente devido a influência da Zona de Convergência Intertropical. Além disso, nos meses secos (agosto a novembro) ocorre o déficit de umidade do solo e a temperatura máxima média do mês mais quente, outubro, atinge 32,6°C.

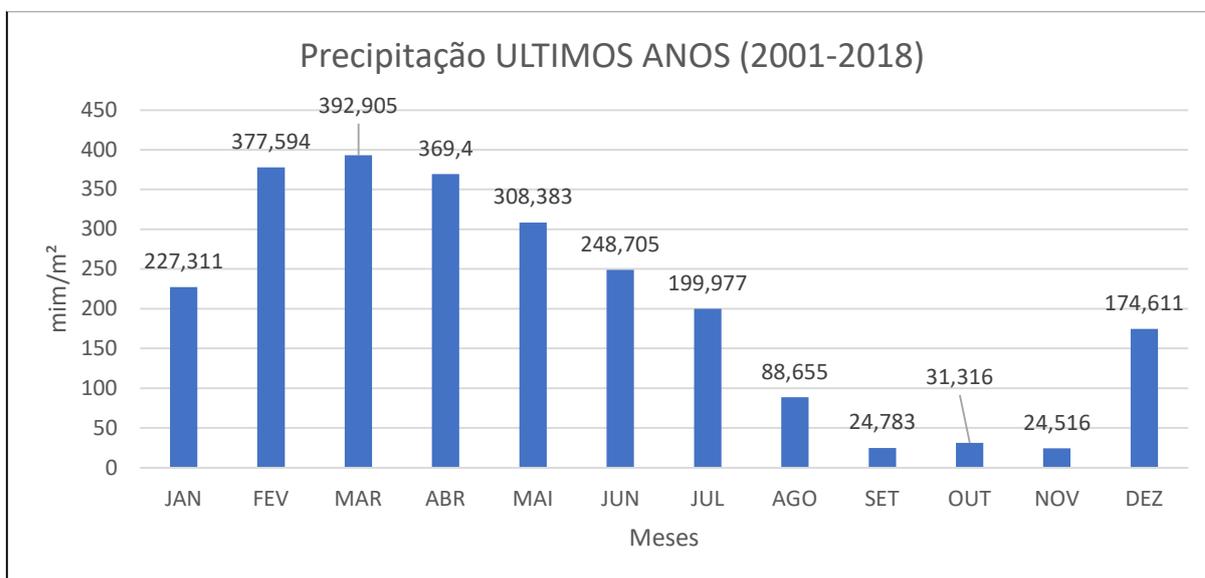
Com base na FIG. 55, se pode notar que a posição geográfica da cidade de Macapá lhe garante uma localização estratégica em relação aos ventos e à proximidade com o Rio Amazonas. Vale destacar que esta é a única capital do Brasil banhada por ele.

FIGURA 55 - LOCALIZAÇÃO CLIMÁTICA DE MACAPÁ - AP



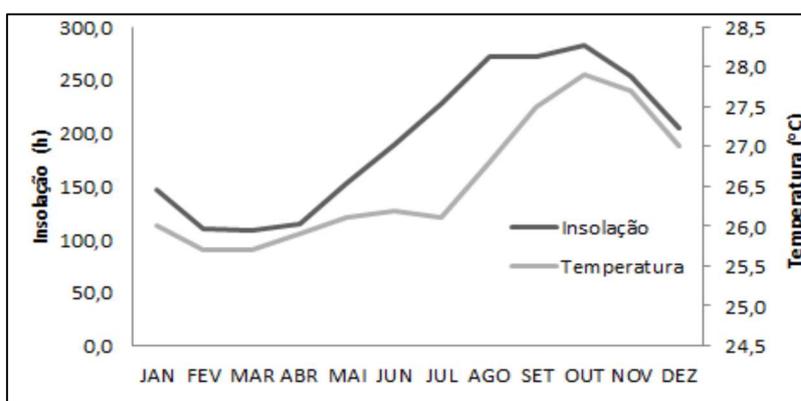
Fonte: TAVARES (2014)

**CHUVAS:** As chuvas na cidade de Macapá, assim como os ventos, têm suas variações ao longo do ano. Na FIG. 56 há dados das precipitações em Macapá ao longo do ano, derivados de uma observação e medição dos anos de 2001 à 2018. Segundo o gráfico há um aumento gradativo das chuvas começando no mês de dezembro do ano anterior até seu pico em março, com uma diminuição até julho. Assim, do mês de agosto até novembro há uma considerável queda de precipitação. Vale ressaltar que pode haver mudanças significativas desse ritmo de chuvas, devido aos fenômenos climáticos (El Niño, efeito estufa, etc...) que geram uma quebra no padrão desse regime.

**FIGURA 56 - VARIAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO**

Fonte: inmet.br (2017)

Como se sabe, a incidência de radiação solar é maior na região tropical do que em outras regiões da Terra. A elevação do sol ao meio-dia, medida em Macapá, varia em torno de  $90^\circ$ , já que a cidade é atravessada pela Linha do Equador. Assim, a quantidade de energia que atinge a superfície, por dia, varia entre 34 e 36 MJ/m<sup>2</sup>, dependendo da época do ano SILVA (2001). A diferença de temperatura e insolação possui grandes variações no decorrer do ano (FIG. 57). A insolação atinge um pico entre os meses de agosto e outubro e a temperatura faz quase o mesmo desenho, uma vez que a relação entre elas é diretamente proporcional (FIG. 57).

**FIGURA 57 - VARIAÇÃO DA INSOLAÇÃO E TEMPERATURA**

Fonte: inmet.br (2017)

Vale ressaltar uma relação entre os gráficos das FIGs. 56 e 57. Quando há uma diminuição na precipitação há um aumento nas temperaturas, resultado do aumento

da isolação, já que a temperatura é a reação dos corpos quando submetidos as uma radiação.

Na TAB.19 pode-se verificar os extremos dos fatores referentes à temperatura que influenciam diretamente na umidade relativa do ar (VILHENA, SILVA & FREITAS, 2018). A base de dados foi o INMET.

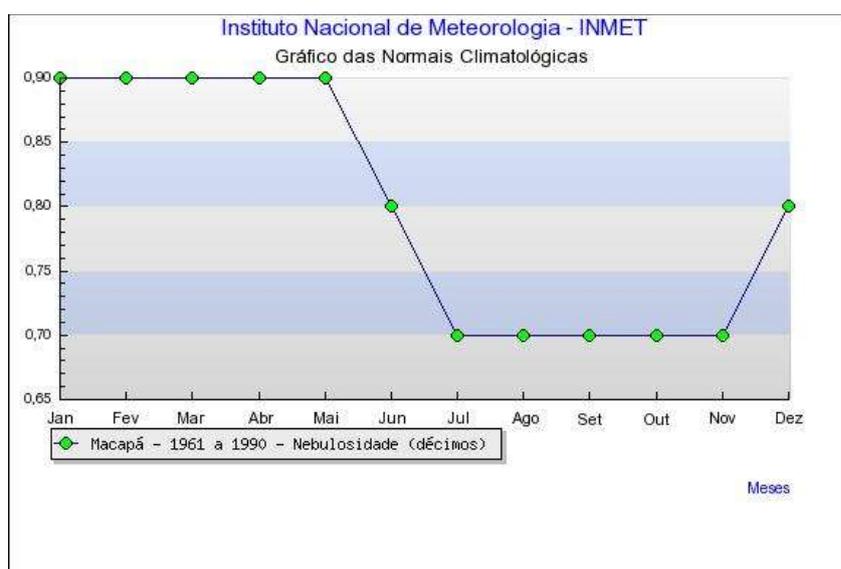
**TABELA 19 - CONDIÇÕES EXTREMAS REGISTRADAS NOS ÚLTIMOS ANOS**

Variáveis bioclimáticas de temperatura e umidade relativa do ar	Data	Temperatura/umidade
Variável	Período	Valor
Temperatura máxima (°C)	05/10/2016	36,6 °C
Temperatura mínima (°C)	31/01/2016	19,6°C
Umidade relativa (%)	1981 - 2010	88,1%

Fonte: Autor (2018)

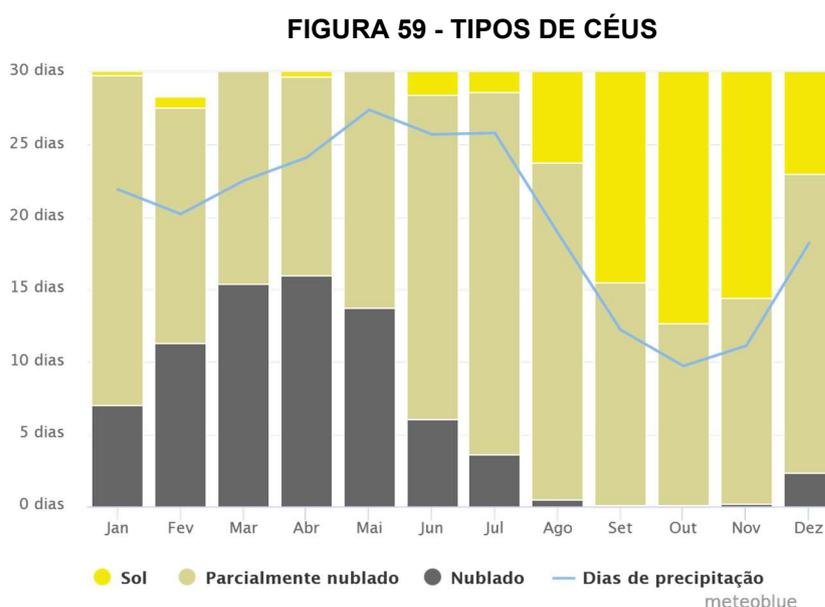
**NEBULOSIDADE:** É definida como a cobertura do céu por nuvens, nevoeiro e outros. É um fator de extrema importância, pois a radiação é bloqueada pelas nuvens, diminuindo assim a passagem de boa parte da quantidade de luz solar recebida na região. É uma das desvantagens de um sistema de captação de radiação fotovoltaicas, mas não o desqualifica, pois, mesmo com certos níveis de nebulosidade, as placas conseguem captar energia, já que a luz possui espectros não visíveis ao olho humano (FIG. 58).

**FIGURA 58 - GRÁFICO DE NEBULOSIDADE**



Fonte: inmet.br (2017)

Podemos classificar os “tipos de céus” que existem em Macapá ao longo do ano e de acordo com cada mês segundo METEOBLU online<sup>12</sup> que forneceu os dados. A FIG. 59 mostra o número mensal dos dias de sol, dos parcialmente nublados, dos nublados e das precipitações. Dias com menos de 20% de cobertura de nuvens são considerados como dias de sol, com 20 a 80% de cobertura de nuvens como parcialmente nublados e com mais de 80% como nublados.

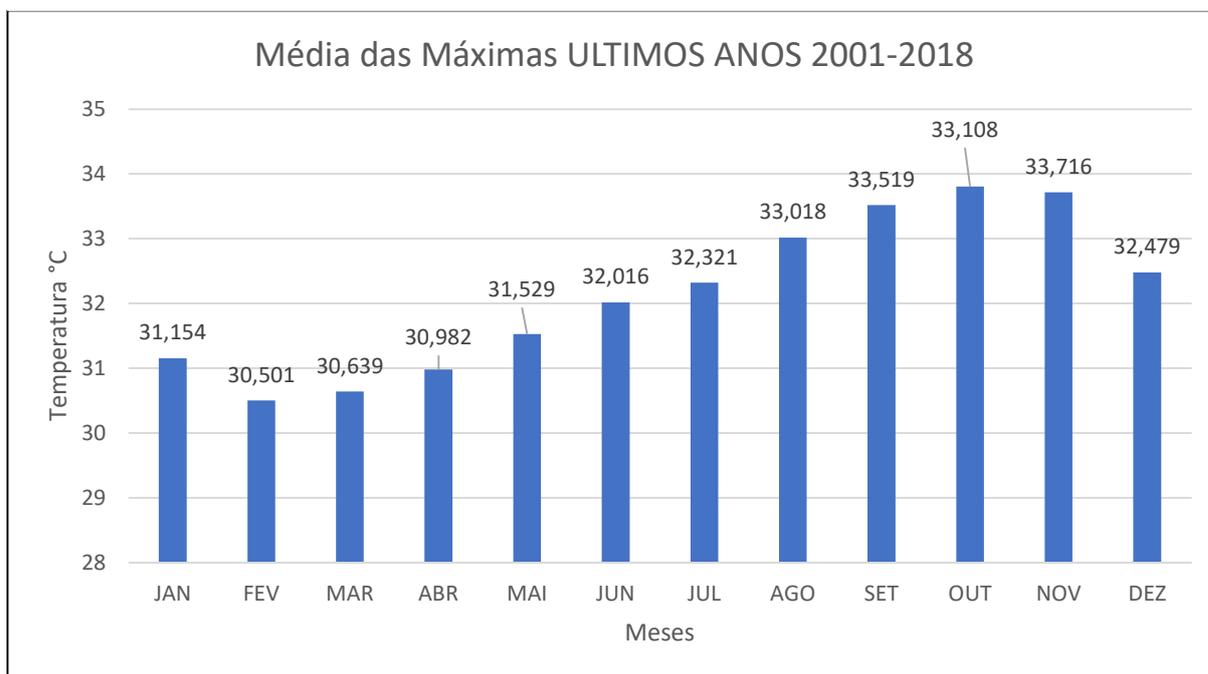


Fonte: (www.meteoblue.com, 2017)

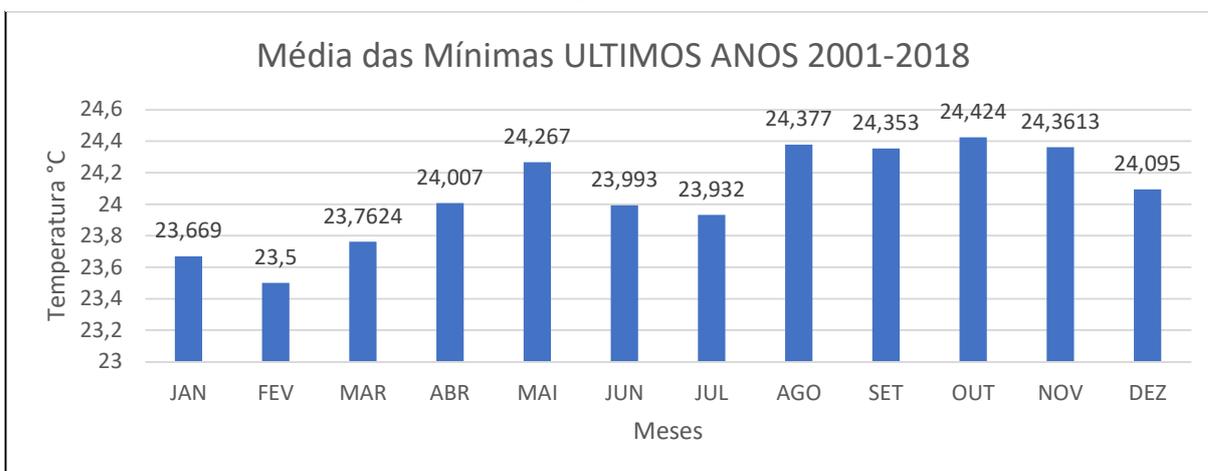
**TEMPERATURAS:** Na FIG. 60 pode-se verificar que de janeiro a maio há um aumento da temperatura marcando inicialmente 31,154C°, com uma queda em fevereiro para 30,501C° e aumentando gradativamente até outubro com 33,108C°, com uma queda novamente até janeiro.

Nas temperaturas mínimas anuais verifica-se que os meses de menor temperatura são janeiro, fevereiro e julho. Vale destacar que de janeiro até julho estão os meses com maior nebulosidade, que bloqueia a radiação e baixa a temperatura mensal (FIG. 61).

<sup>12</sup> <http://www.meteoblue.com>

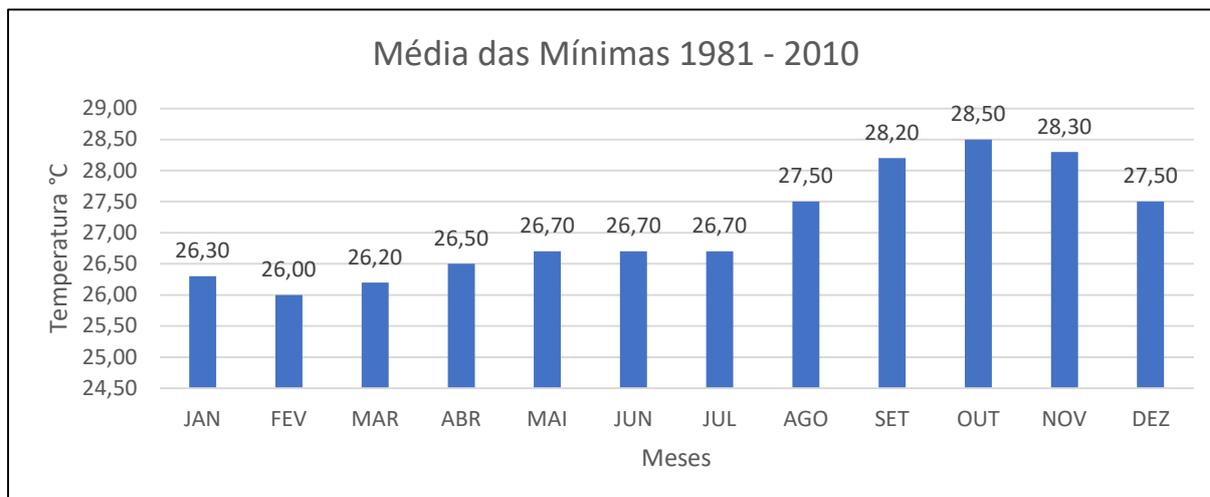
**FIGURA 61 - VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÁXIMA**

Fonte: inmet.br (2018)

**FIGURA 60 - VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÍNIMA**

Fonte: inmet.br (2018)

No gráfico das temperaturas médias (FIG. 62) verifica-se um ritmo constante durante o ano, com o registro mais baixo em fevereiro, de 26 C° e o mais alto em outubro, de 28,5C°. A variação entre eles é de apenas 2,5C° em nove meses. Vale ressaltar que os dados de nebulosidade e temperatura são inversamente proporcionais.

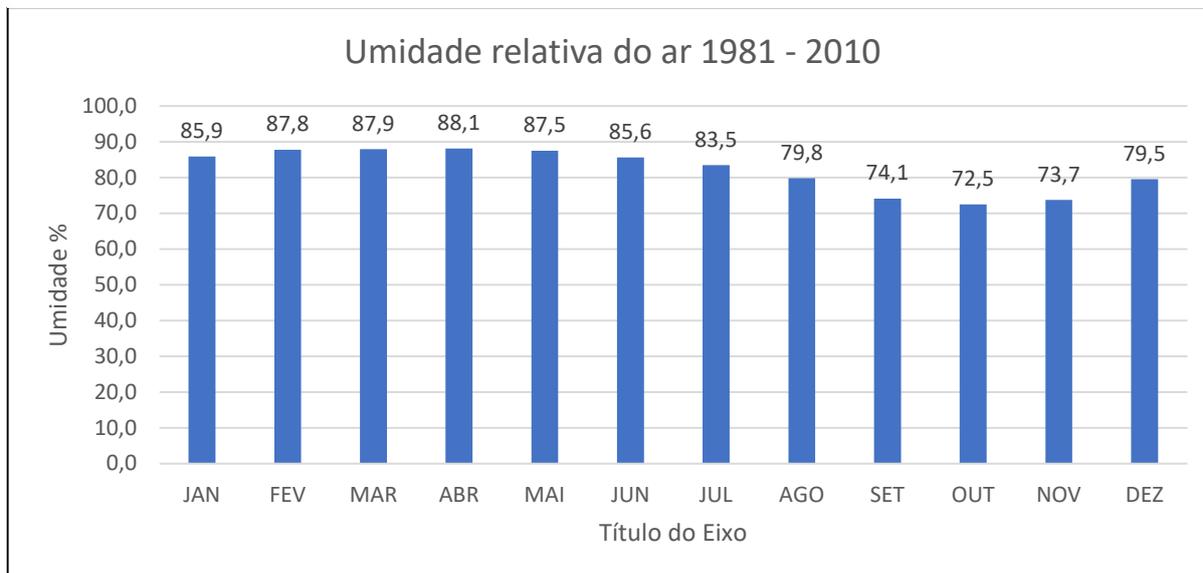
**FIGURA 62 - VARIAÇÃO DA TEMPERATURA MÉDIA**

Fonte: inmet.br (2018)

**UMIDADE RELATIVA DO AR:** A estação chuvosa tem umidade relativa maior que a estação seca, devido a convergência de umidade em grande escala que ocorre sobre a região amazônica nessa época do ano (FIGUEROA; NOBRE, 1990). Do ponto de vista do conforto ambiental térmico, os meses com maior umidade são os menos confortáveis, pois influenciam na sensação térmica. A saturação de umidade na pele inibe a evaporação do suor do corpo, dando assim a sensação de “tempo abafado”, característica da região tropical, efeito da Zona de Convergência Intertropical.

No gráfico a seguir pode-se verificar essa variação da umidade por mês ao longo do ano, segundo os dados fornecidos da INMET. Analisando as informações do gráfico (FIG. 63) se percebe que a umidade tem uma elevação no mês de dezembro com 79,5%, com seu pico em abril com 90% e decai a 72,5% no mês de outubro. Se compararmos este gráfico com o de nebulosidade poderemos ver que os ritmos das variações são parecidos, pois é natural que os dias mais nublados sejam os mais úmidos. Porém, mesmo que a região seja tão nebulosa ainda há muita radiação solar, o que não elimina o uso de sistemas fotovoltaicos, mas é um fator que temos que ter sempre em mente. Vale mencionar que as placas de captação solar absorvem também a radiação não visível, o espectro infravermelho que fica abaixo dos espectros visíveis ao olho humano e que passa pelas nuvens.

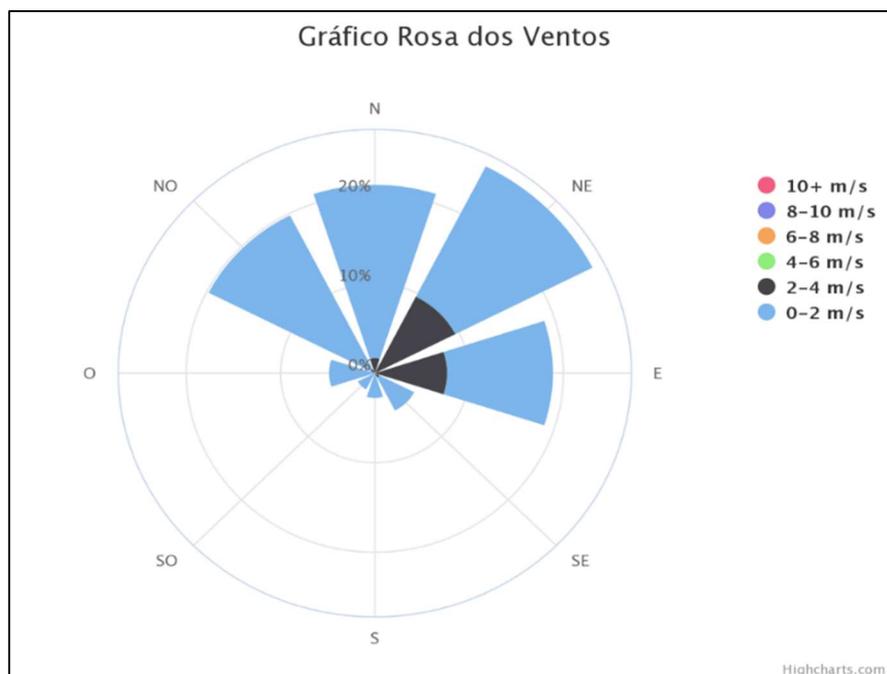
FIGURA 63 - UMIDADE RELATIVA



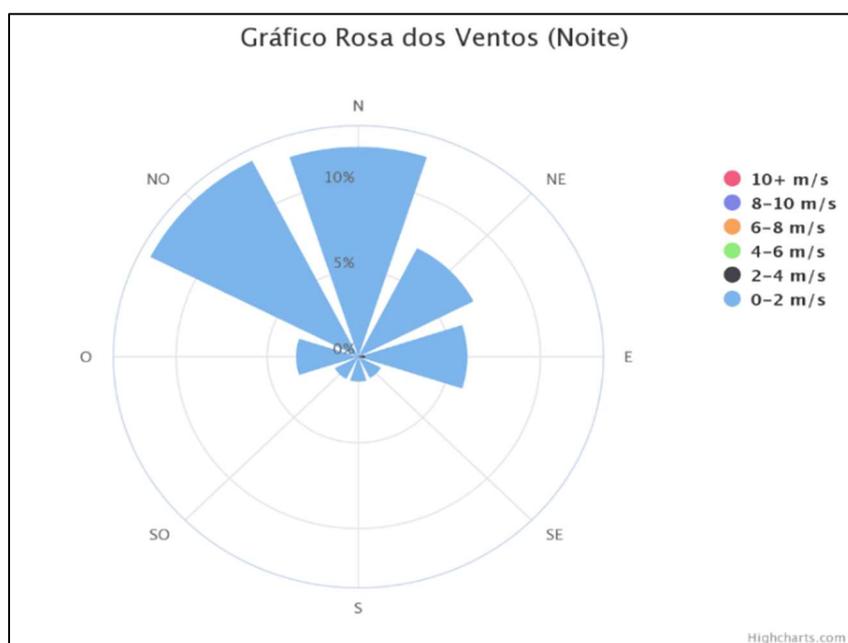
Fonte: inmet.br (2017)

**VENTOS:** A cidade de Macapá possui ventos predominantes a Nordeste na maior parte do ano, como se pode constatar na rosa dos ventos referente a mesma (FIG. 64). Esse aspecto do clima é de grande importância, pois a chuva acompanha a direção do vento, e o gráfico mostra algumas variações deste ao longo do ano em porcentagem e velocidade. Pode-se perceber que a velocidade normal pode ir de 2 m/s até 4m/s, desconsiderando as velocidades em tempestades, ventanias e chuvas.

De modo geral temos ventos em todas as direções, porém, a predominância é a nordeste, norte, noroeste e leste respectivamente. Começando pelo Nordeste tem-se 25,89% de vento vindo desta direção sendo que 16,34% são ventos de 0-2m/s e 9,55% são ventos de 2-4m/s. Ao Norte, ao todo, tem-se 21,01%, onde 19,37% de velocidade de 0-2m/s e 1,64% são de ventos de 2-4m/s, 1,64%. Ao Noroeste 19,3% de ventos de 0-2m/s. A Leste temos ao todo 18,73% onde 11,23% são os ventos com velocidade de 0-2m/s e 7,5% os de 2-4m/s. As direções não citadas possuem menos de 5% de ventos, logo iremos desconsiderá-las (FIG. 64).

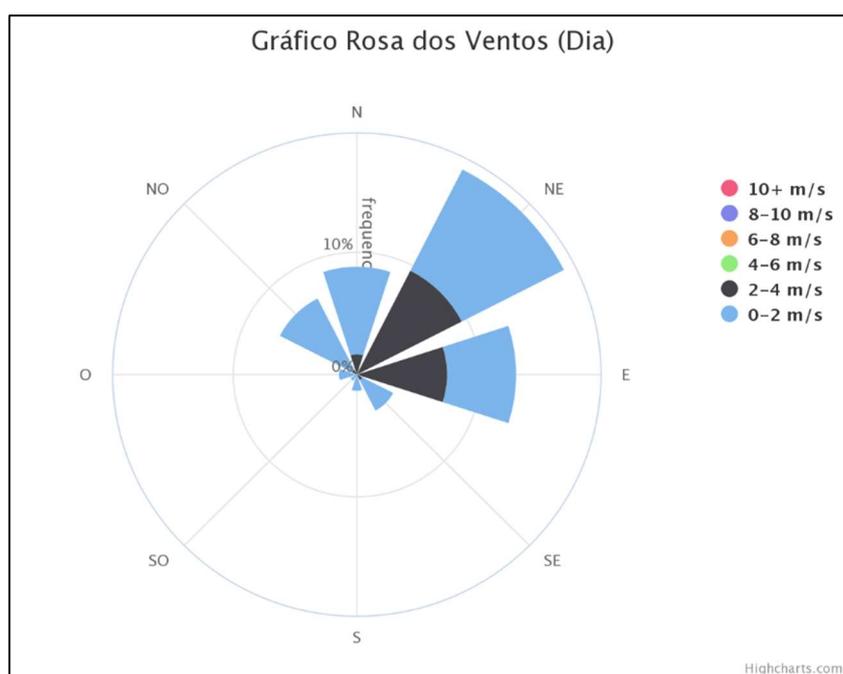
**FIGURA 64 - ROSA DOS VENTOS DE MACAPÁ**

Os ventos à noite tomam uma outra direção. Tem-se a predominância respectivamente a noroeste, norte, nordeste e leste. A noroeste se tem 12,76% dos ventos atingindo de 0-2 m/s; a norte se tem 12,02% de ventos com velocidade de 0-2 m/s; a nordeste 7,04% com velocidade de 0-2 m/s; e a leste com 5,64% com velocidade de 0-2 m/s (FIG. 65).

**FIGURA 65 - VENTOS DA NOITE**

Os ventos pelo horário da manhã também sofrem variações de direção durante o ano. As predominâncias no caso da manhã são: nordeste, leste, norte e noroeste, respectivamente. A nordeste se tem, ao todo, 18,79% de ventos, sendo que 9,29% são de velocidade de 0-2 m/s e 9,5% de 2-4 m/s. A leste com 12,74%, sendo que 5,59% são com velocidade de 0-2 m/s e os 7,15% de 2-4 m/s. A norte se tem 8,79% a todo, onde 7,17% são de 0-2 m/s e 1,62% de 2-4 m/s (FIG. 66).

**FIGURA 66 - VENTOS DO DIA**



Vale destacar que o estudo dos ventos e suas interações com o meio é de fundamental importância para uma boa arquitetura que tenha como objetivo intrínseco proporcionar o conforto para seus usuários. Sendo assim, o arquiteto deve levar em consideração este fator ambiental na concepção do partido, pois o mesmo influenciará na escolha da orientação cardinal; na altura, caso seja uma edificação com mais de 4 andares; na escolha das esquadrias que possam, dentro dos requisitos já destacados neste trabalho, atender com exatidão as necessidades de ventilação natural; e também no layout ou em como a casa vai se arranjar arquitetonicamente no lote ou região escolhida para a construção. Assim, os ventos da região selecionada para o projeto efetuarão uma excelente proposta arquitetônica, adequada às especificidades regionais.

## 10 ESTUDO DE CASO

Neste estudo de caso se tem uma proposta de habitação que adequada às condições regionais, climáticas e arquitetônicas da área escolhida de estudo. Trata-se de uma área com especificidades únicas e particulares, o que exige do profissional da arquitetura a sensibilidade e a capacidade de percebê-las. A habitação que se destaca é a Residência Robert Schuster, de Severiano Porto (TAB. 20).

**TABELA 20 - DADOS DA RESIDÊNCIA**

<b>Proprietários Originais:</b>	Robert Schuster (Viena, 1930) e Luzia Silva Gonçalves de Alencar (Manaus, 1959)
<b>Proprietário Atual</b>	Edson Gil Costa
<b>Profissional:</b>	Severiano Mário Vieira de Magalhães Porto (Uberlândia, 1930)
<b>Data:</b>	Início do projeto / conclusão da obra: dez. 1977-1981
<b>Endereço:</b>	Rua Quink, margem direita do Igarapé do Mariano, Loteamento Tarumã, Cidade: Manaus - Estado: Amazonas.
<b>Área do terreno:</b>	5.790m <sup>2</sup>
<b>Área construída:</b>	315.62m <sup>2</sup>
<b>Premiações:</b>	Prêmio Projeto de Habitação Unifamiliar do Instituto dos Arquitetos do Brasil do Rio de Janeiro, em 1978

Fonte: archdaily.com.br (2017)

A casa foi construída na região amazônica e o arquiteto soube utilizar muito bem as formas já muito recorrentes do modo de produção vernácula. As casas ribeirinhas utilizam a palafita como sistema de construção e não como um estilo arquitetônico, pois esta forma de construir é muito recorrente em todo o mundo (FIG. 67).

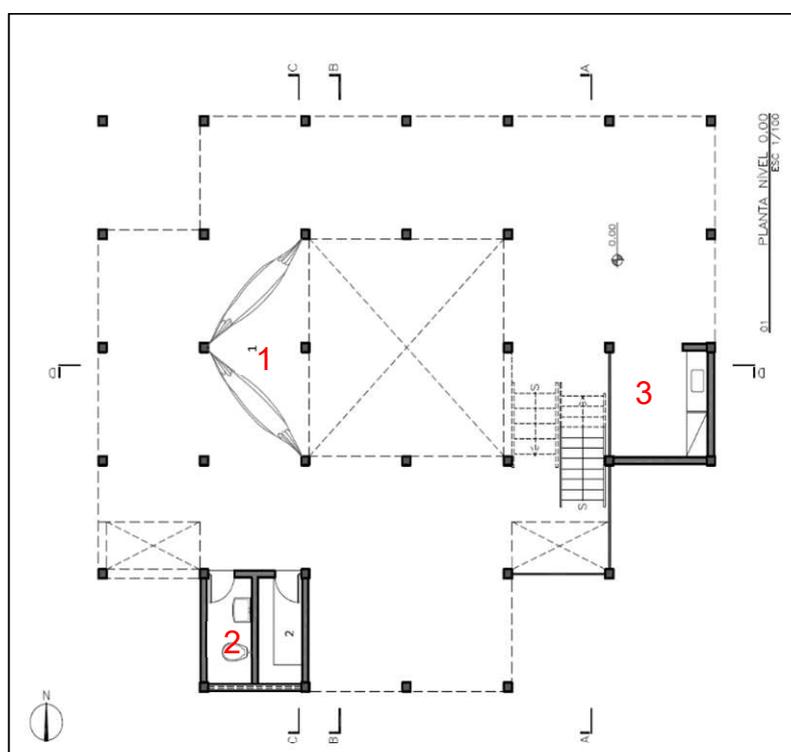
**FIGURA 67 - RESIDÊNCIA ROBERT SCHUSTER DE SEVERIANO PORTO**



Fonte: archdaily.com.br (2017)

A casa é aberta e em *pilotis*. A estrutura é toda em madeira, sob uma malha ortogonal de 2,5mx2,5m (FIG. 68). A modulação foi calculada para permitir a armação de redes nas diagonais. Em qualquer parte da casa é possível armar numa rede, o que é muito importante em projetos de residências nesta região, pois dormir em redes ou passar muito tempo nelas faz parte da cultura nortista. Outro motivo para o uso ortogonal são os esforços e a capacidade que a madeira tem de vencer vãos e as medidas neste tipo de malha, e que possibilita o uso das medidas já convencionais e utilizadas pelo mercado madeireiro regional.

**FIGURA 68 - PLANTA BAIXA, MALHA ORTOGONAL**

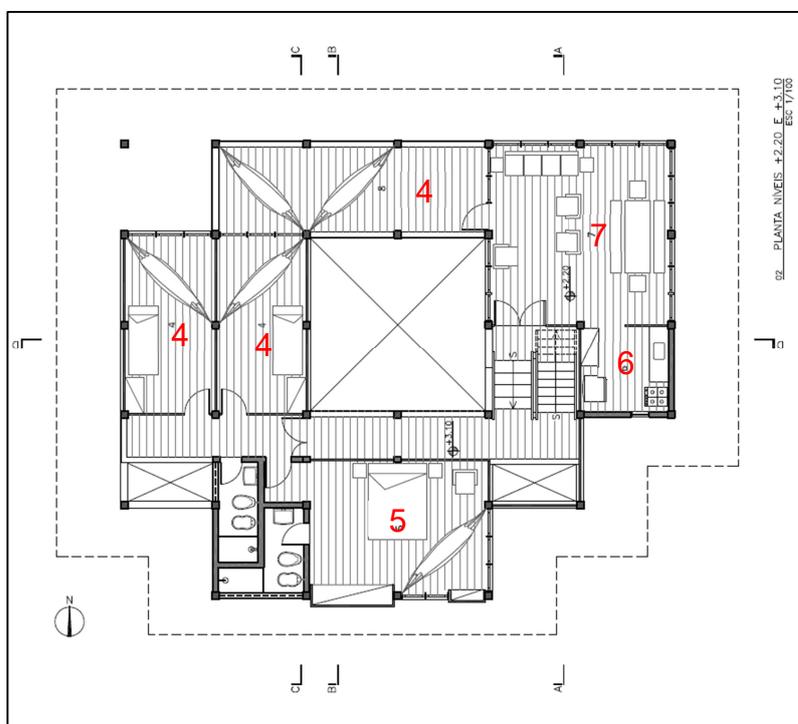


Fonte: archdaily.com.br (2017)

A edificação se desenvolve no segundo pavimento, em torno de um vazio interior, que conecta visualmente os dois primeiros pavimentos. No pavimento térreo pode-se perceber o uso dos esteios, ou *pilotis*, que é tanto parte do sistema de palafita, quanto uma das características do modernismo. Porém é empregado juntamente com isto o uso dos materiais da região, com predominância da madeira. A casa dispõe de: 1- Pilotis; 2- Depósito; 3- Copa; 4- Quarto; 5- Suíte; 6- Cozinha; 7- Estar/jantar; 8- Varanda; 9- Caixa de água.

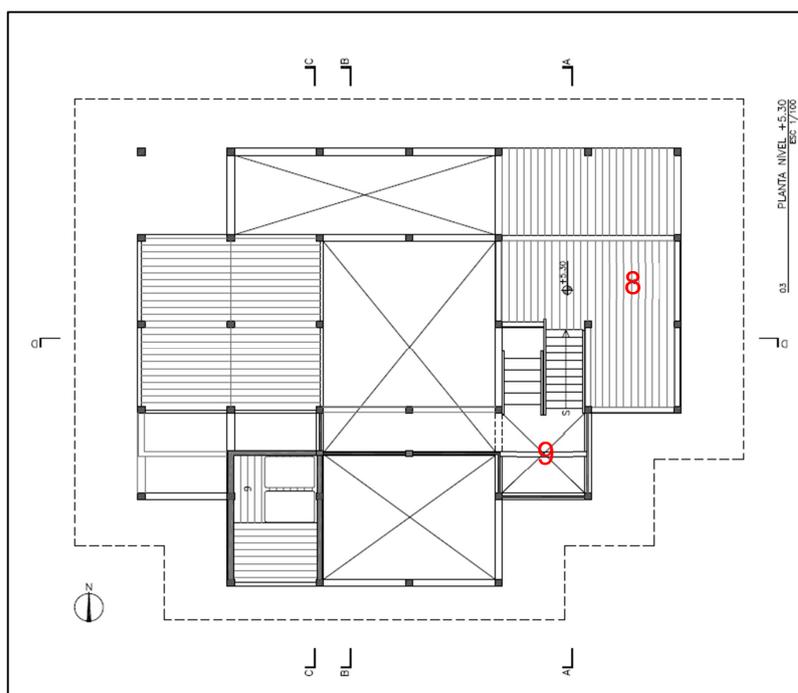
No tocante ao partido arquitetônico, usado como norte pelo arquiteto para a execução da obra, pode-se destacar sua genialidade em conciliar exterior com o interior de forma leve e bela (FIG. 69 e 70).

FIGURA 69 - PLANTA BAIXA 1° PAV.



Fonte: archdaily.com.br (2017)

FIGURA 70 - PLANTA BAIXA 2° PAV.



Fonte: archdaily.com.br (2017)

Uma grande cobertura de duas águas protege a casa das chuvas. As esquadrias são todas em madeira e quase todas venezianas. Os pisos são em

madeira e nas varandas, fechamentos e muxarabis a madeira predomina. Pouca alvenaria é utilizada, mas é protegida pela mata densa da região amazônica.

Esta residência foi uma das obras primas da arquitetura amazônica, feita por um dos maiores representantes da arquitetura brasileira, Severiano Mário Porto. Nela é expresso o sentimento e a tradição da casa ribeirinha, extremamente ligada ao modo de vida da região e com um excelente projeto modernista (FIG. 71).

**FIGURA 71 - REPRESENTAÇÃO DA RESIDÊNCIA ROBERT SCHUSTER**



Fonte: archdaily.com.br (2017)

## **11 PROPOSTA ARQUITETÔNICA DE UMA RESIDÊNCIA RIBEIRINHA INTEGRADA AO SISTEMA FOTOVOLTAICO**

Ao se pensar sobre a tipologia da casa ribeirinha se chega à conclusão de que este modo de construção pode ser pensado dentro das diretrizes de projetos de arquitetura, levando em consideração ventos, topografia, climatologia, sem deixar de valorizar a economia, o uso de materiais comuns e típicos da região agregados ao modo de produção, juntamente com os aspectos culturais e sociais.

A área de implantação do projeto está localizada nas regiões das Ilhas do Pará, em uma localização de difícil acesso e em meio a floresta amazônica. A ilha fica a aproximadamente 21 km de distância da capital Macapá e a aproximadamente 12 km da cidade de Santana (FIG. 72).

A comunidade se encontra no Rio “Furo-seco”, que dá nome a mesma. Os moradores fazem parte de uma grande população que vive nas margens dos rios da Amazônia (FIG. 73).

FIGURA 72 - LOCALIZAÇÃO DAS ILHAS DO PARÁ



Fonte: google/maps,(2020)

FIGURA 73 - RIO FURO-SECO - PA



Fonte: google/maps, (2020)

A comunidade vive basicamente do extrativismo na floresta Amazônica, tendo aproximadamente 300 famílias em toda a extensão do rio que corta a ilha no sentido transversal. As práticas econômicas mais usuais são a extração de madeira, principalmente para fins construtivos, e a pesca, que é abundante na região – quase todos os homens dessa região trabalham com a comercialização do pescado nos portos próximos à região de Macapá, Santana e Mazagão.

### 11.1 Programa de necessidades

A residência abrigará uma família contendo 8 (oito) pessoas, são eles os pais e seis (6) filhos, adolescentes e crianças. Dos filhos, 4 (quatro) são homens de 6 a 17 anos, com os mais velhos tendo 15 e 17 e os mais novos 8 e 10, estes ainda dormem com os pais. Há ainda duas meninas, de 15 e 6 anos, que dormem separadas dos demais filhos. A família utiliza, prioritariamente, redes para dormir, por este motivo, apesar de estar prevista uma cama por quarto, o uso na prática é de redes nos quartos (TAB. 21).

**TABELA 21 – PRÉ-DIMENSIONAMENTO**

<b>Cômodos</b>	<b>Área mínima (m<sup>2</sup>)</b>
Varanda	27.91
Sala de estar	14.10
Sala de jantar	14.10
Quarto do casal	14.10
Quarto dos filhos	9.00
Quarto das filhas	9.00
Quarto de hóspedes	9.00
Banheiro social	4.58
Cozinha externa	28.96
Sanitário externo	2.03
Trapiche	31.93
Depósito de combustível	5.97
Depósito externo	9.00
<b>Total:</b>	<b>179.68m<sup>2</sup></b>

Fonte: O autor (2020)

### 11.2 Uso dos cômodos

É necessário destacar que a casa ribeirinha possui alguns cômodos com funções diferentes das casas em áreas urbanas. Salas de estar, jantar, corredor e varanda são usados, muitas vezes para dormir fora do horário habitual (TAB.22).

**TABELA 22 - USO DOS CÔMODOS**

<b>Cômodo</b>	<b>Função</b>	<b>Usuário</b>
Varanda	Contemplação da natureza, recepcionar e circulação	Todos da casa e recepção social
Sala de estar	Na casa ribeirinha a função pode ser tanto para convivência social, assistindo TV ou conversando, quanto para dormir, já que o projeto deixa a possibilidade de atar redes em todos os cômodos, se necessário.	Todos da casa e recepção social
Sala de jantar	Para refeições e socialização tanto dos usuários da casa quanto para usuários externos.	Todos da casa e recepção social
Quarto do casal	Dormitório.	Eventualmente o casal

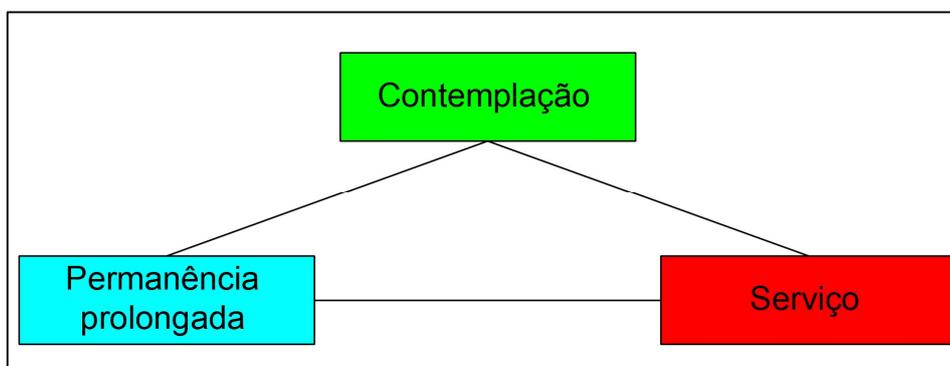
Quarto dos filhos	Dormitório.	Os filhos
Quarto das filhas	Dormitório.	As filhas
Quarto de hóspedes	Dormitório.	Convidados e parentes
Banheiro social	Banho.	Todos da casa e convidados
Cozinha externa	Feitura de refeições e manipulação de alimentos e animais.	Todos da casa e convidados
Sanitário externo	Para apoio de quem vem do trabalho externo na floresta	Eventualmente para quem não precisa entrar na casa.
Trapiche	Para circulação, manipulação de animais e recepção de pessoas e porto para embarcações.	Todos da casa e recepção social.
Depósito de combustível	Guardar combustível para segurança dos usuários da casa.	Apenas pessoas autorizadas
Depósito externo	Para guardar ferramentas usados no dia a dia da vida ribeirinha.	Apenas pessoas autorizadas

Fonte: O autor (2018)

### 11.3 Organograma / Fluxograma

O organograma da residência é simples, já que a mesma não apresenta uma complexidade entre os cômodos, porém se torna necessário representar a hierarquia presente entre eles (FIG. 74).

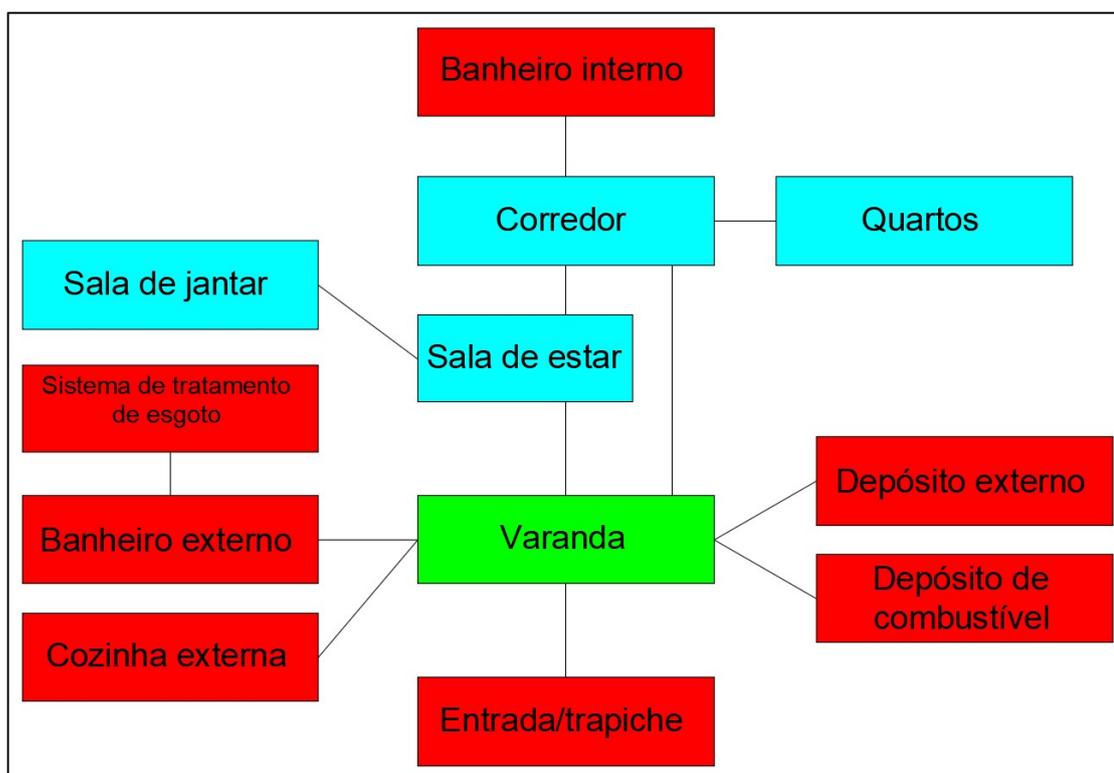
**FIGURA 74 - ORGANOGRAMA**



Fonte: O autor (2020)

Em relação ao fluxograma, este é de fundamental importância para as decisões arquitetônicas, já que se não for bem elaborado pode acarretar problemas futuros para os usuários da residência, como conflitos, sensações negativas e a forma de se relacionar com a própria casa (FIG. 75).

FIGURA 75 - FLUXOGRAMA



Fonte: O autor (2020)

#### 11.4 Proposta arquitetônica

A proposta tem como finalidade apresentar um projeto de casa ribeirinha dentro dos padrões de conforto térmico, com o melhor desempenho possível para seus usuários, sem deixar de atender as necessidades funcionais dos moradores. Tem também como objetivo a utilização de matérias primas locais e forma de construir regional, intimamente ligados com a tradição e a cultura regionais.

O apelo estético/visual e cultural desse sistema construtivo é muito característico das regiões amazônicas, como já destacado no trabalho. Pode-se perceber a ligação do modo de viver com o modo de produção local, já que as casas apresentam o uso predominante da madeira; da palha, para a cobertura; de telhas de fibrocimento e telhas cerâmicas (FIG.76 e 77).

O principal objetivo da proposta é proporcionar uma forma adequada do sistema construtivo seguindo o uso adequado da madeira, atrelado ao conforto e à segurança, sem esquecer das ligações culturais que as ilhas do Pará compartilham entre si e com o Amapá, que no passado era apenas um território. Na implantação

leva-se em consideração os fatores locais como o Rio Furo-seco, um pequeno igarapé que passa dentro do terreno (FIG. 78).

**FIGURA 76 – RESIDÊNCIAS RIBEIRINHAS 1**



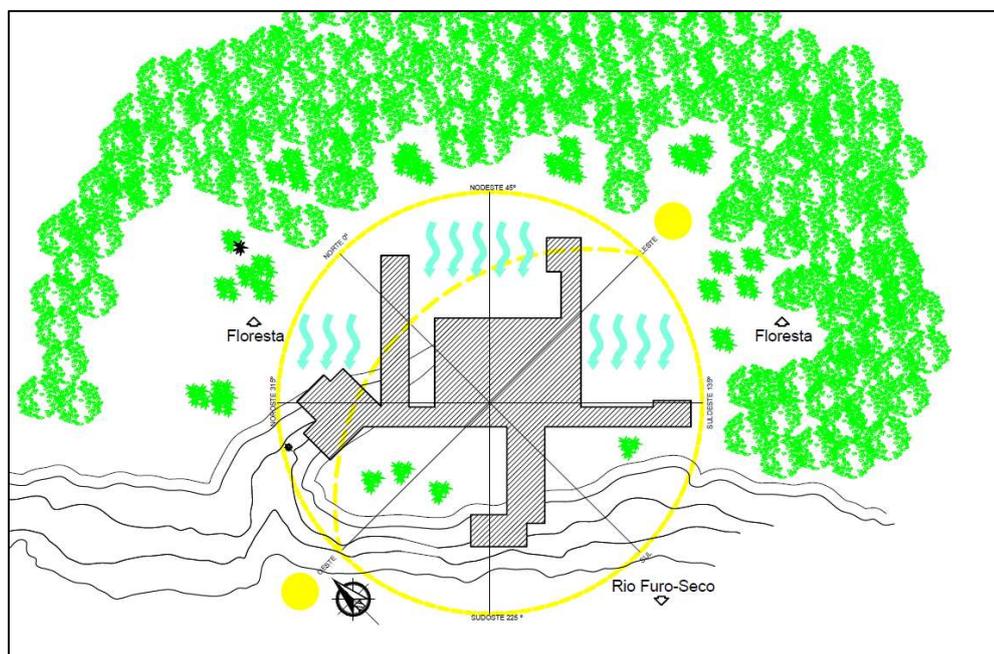
Fonte: O autor (2020)

**FIGURA 77 - RESIDÊNCIAS RIBEIRINHAS 2**



Fonte: O autor (2020)

FIGURA 78 - IMPLANTAÇÃO



Fonte: O autor (2020)

O projeto prevê aberturas para que haja a ventilação cruzada, para saída do calor dos ambientes e aproveitamento dos ventos da região. A disposição dos ambientes contribui com esta atribuição. Os quartos poderão receber esses ventos; e a cozinha, por ser um cômodo à parte, está favorável para uma boa circulação de ar, o que é muito importante, já que é utilizado fogão à lenha com produção de muita fumaça (FIG. 79).

A ventilação cruzada no corte transversal da edificação tem o objetivo de retirar o calor interno. Opta-se pelo uso do forro com mesma inclinação do telhado para uma sensação de ampliação do ambiente, bem como para facilitar a passagem do vento, com o efeito chaminé. (FIG. 80).

A escolha de se respeitar o modo de construção tradicional da região, levantando a residência em, no mínimo, 1.50m do chão, possibilita que o vento passe por baixo da edificação, aliviando a sensação térmica interna.

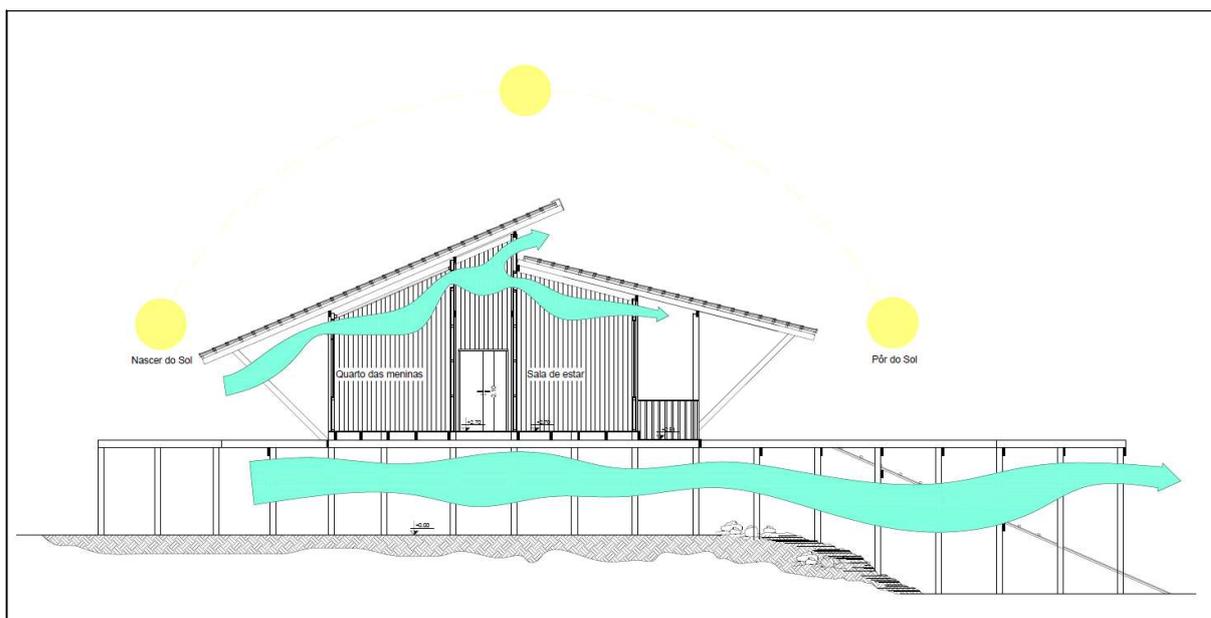
Na FIG. 81 e 82 se pode perceber a liberdade criativa presente na organização dos cômodos dentro da linguagem residencial da região, preservando as interações necessárias de espaço com fluidez entre os ambientes.

FIGURA 79 - VENTILAÇÃO CRUZADA



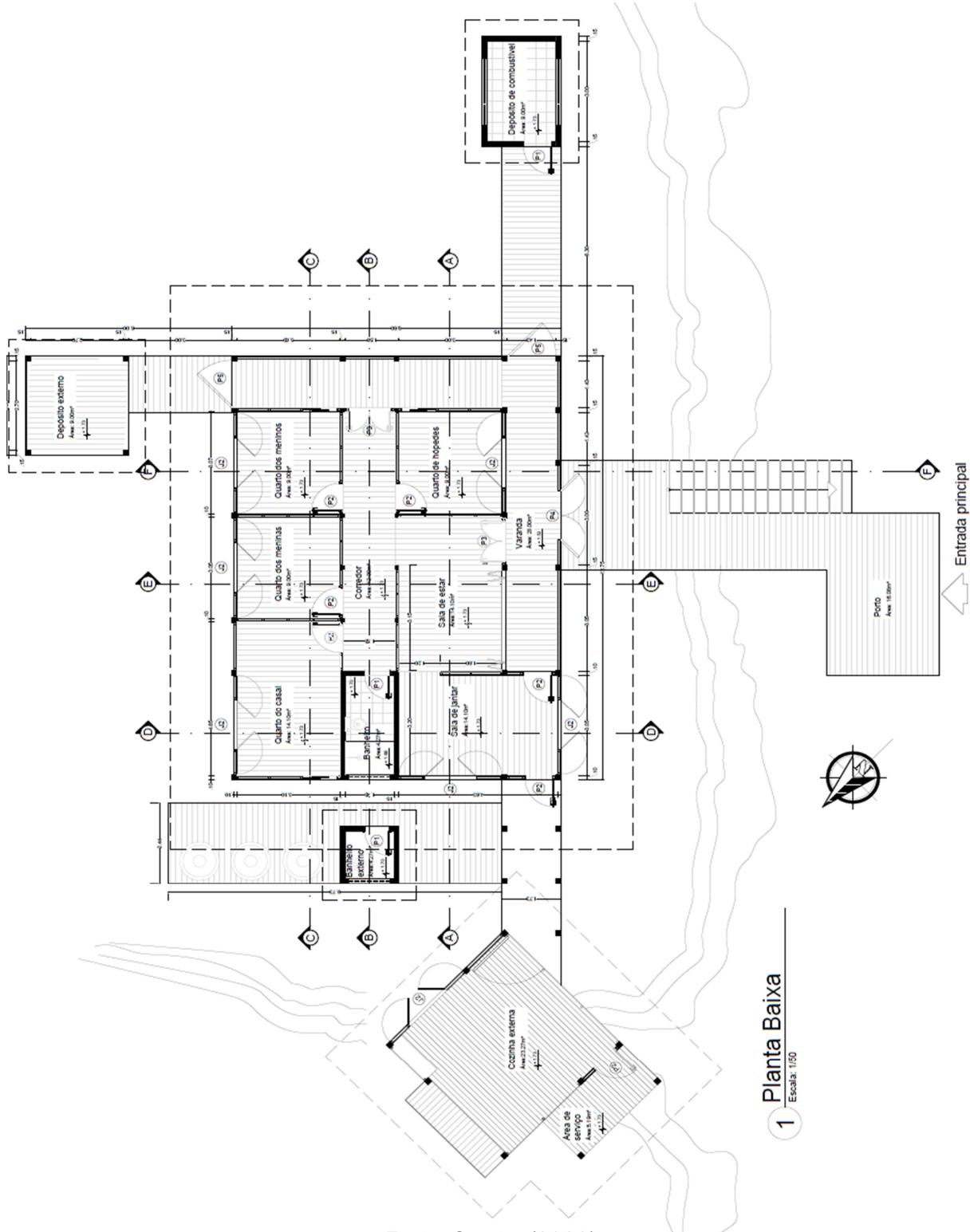
Fonte: O autor (2020)

FIGURA 80 - CORTE ESQUEMÁTICO



Fonte: O autor (2020)

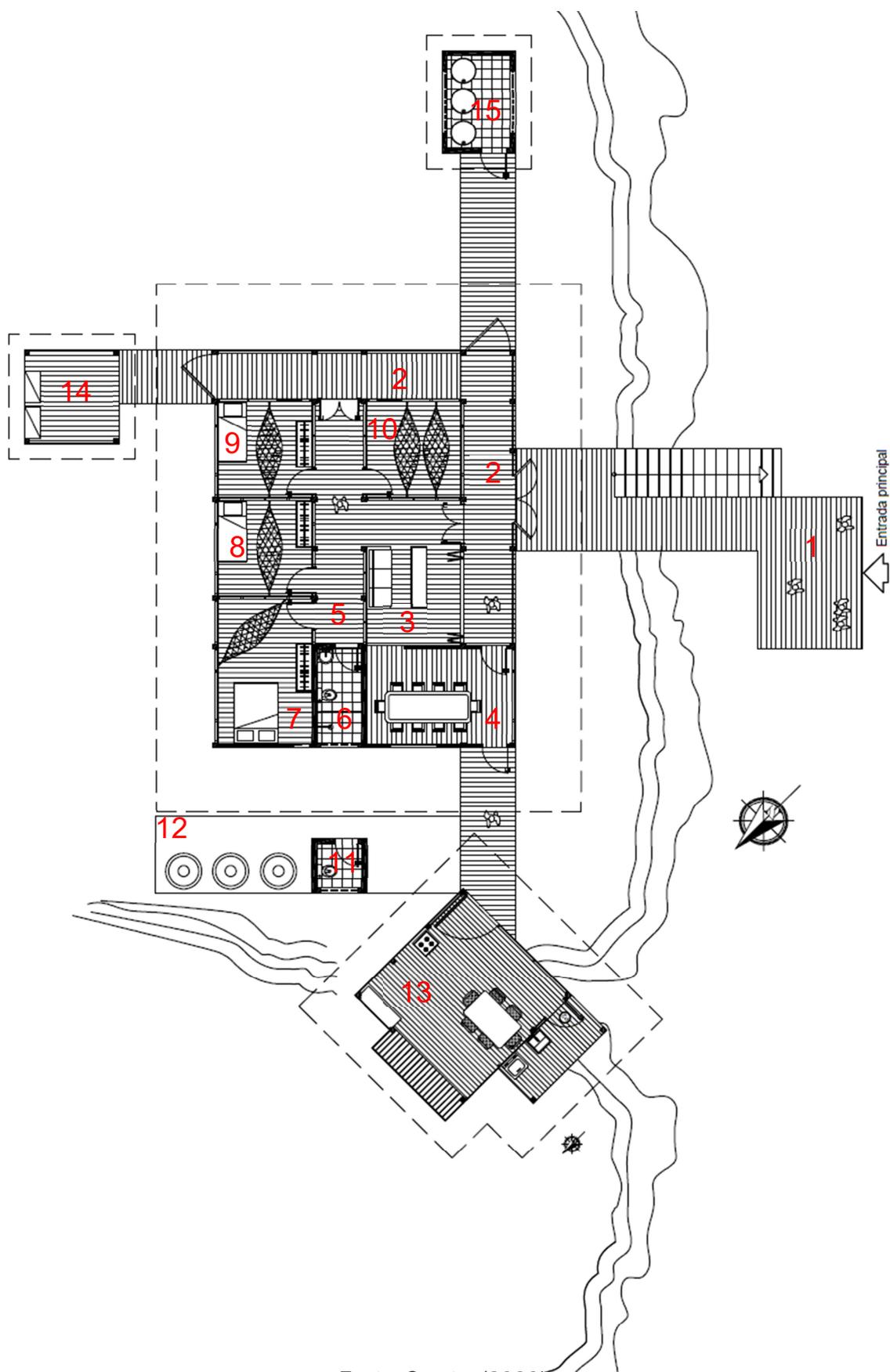
FIGURA 81 - PROPOSTA



1 Planta Baixa  
Escala: 1/100

Fonte: O autor (2020)

FIGURA 82 - DIAGRAMA



**TABELA 23 - CÔMODOS**

<b>Nº</b>	<b>Cômodo</b>
1	Trapiche
2	Varanda
3	Sala de estar
4	Sala de jantar
5	Corredor
6	Banheiro interno
7	Quarto do Casal
8	Quarto das Meninas
9	Quarto dos Meninos
10	Quarto dos Hóspedes
11	Banheiro Externo
12	Fossas cépticas
13	Cozinha Externa
14	Depósito Externo
15	Depósito Externo de Combustível

Fonte: O autor (2018)

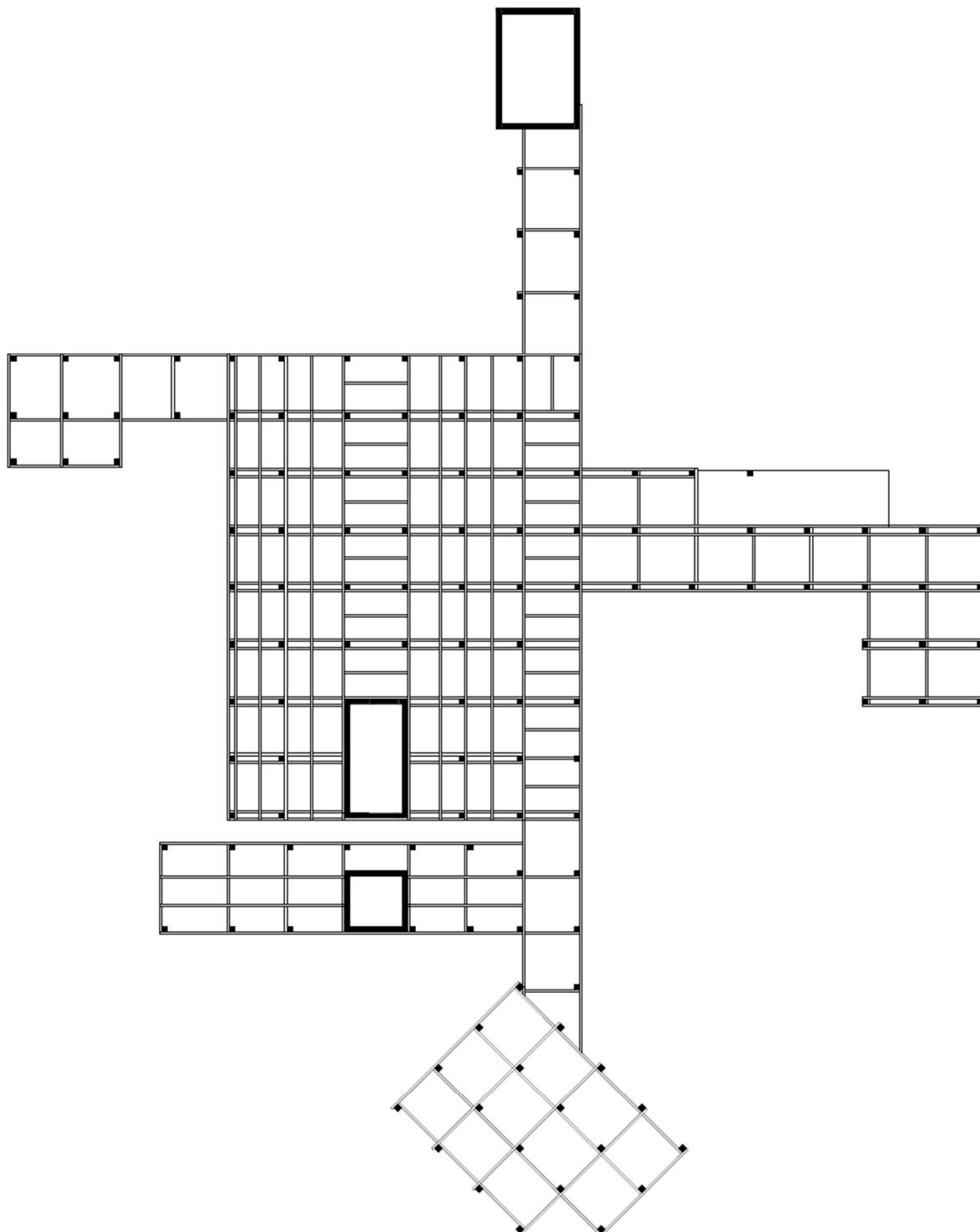
Na proposta atual se opta pelo uso ortogonal dos esteios de sustentação das paredes da casa e estão locados em eixo de 3m x 3m para um melhor comportamento estrutural e para facilitar e otimizar a concepção dos ambientes internos da casa, sem deixar de lado uma proposta mais livre para a edificação (FIG. 83). Facilita também o uso de redes, que é uma cultura regional muito predominante nas regiões amazônicas e que deve ser respeitada.

Ao analisar as casas ribeirinhas durante pesquisa de campo na área de estudo, pôde-se notar algumas tendências na forma como elas se comportam, uma delas é o uso da cozinha como um ambiente externo da casa (FIG. 84). Em entrevista se pôde constatar que este uso ocorre pelo grande movimento que acontece neste ambiente; pelo uso do fogão de barro, que produz fumaça; e pela manipulação constante de alimentos que exalam odores desagradáveis pelo restante da residência.

A escolha de alinhar a cozinha aconteceu também como estratégia para favorecer as placas fotovoltaicas, para o aproveitamento máximo de horas de sol pleno. Optou-se por orientar a cozinha para o norte, tendo em mente que o sol nasce a oeste e se põem a leste, com uma leve inclinação para o norte. O intuito desta

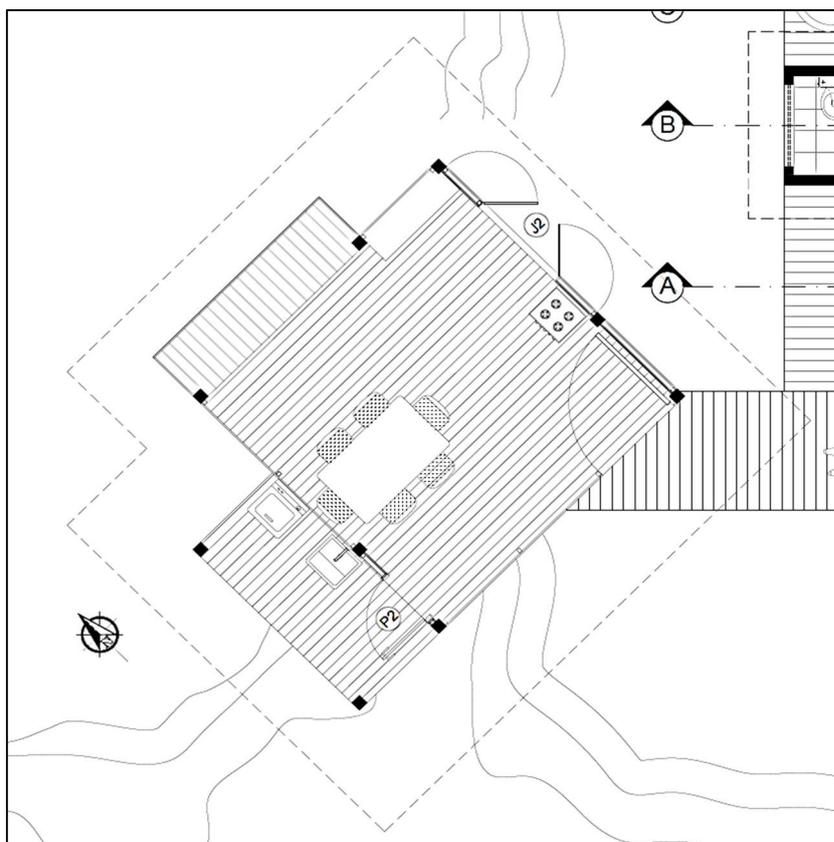
decisão arquitetônica é de adequar a arquitetura aos costumes ribeirinhos e não impor uma organização arquitetônica que não é funcional para a sua realidade.

**FIGURA 83 - EIXO ORTOGONAL DA ESTRUTURA DA CASA**



Fonte: O autor (2020)

FIGURA 84 - COZINHA EXTERNA

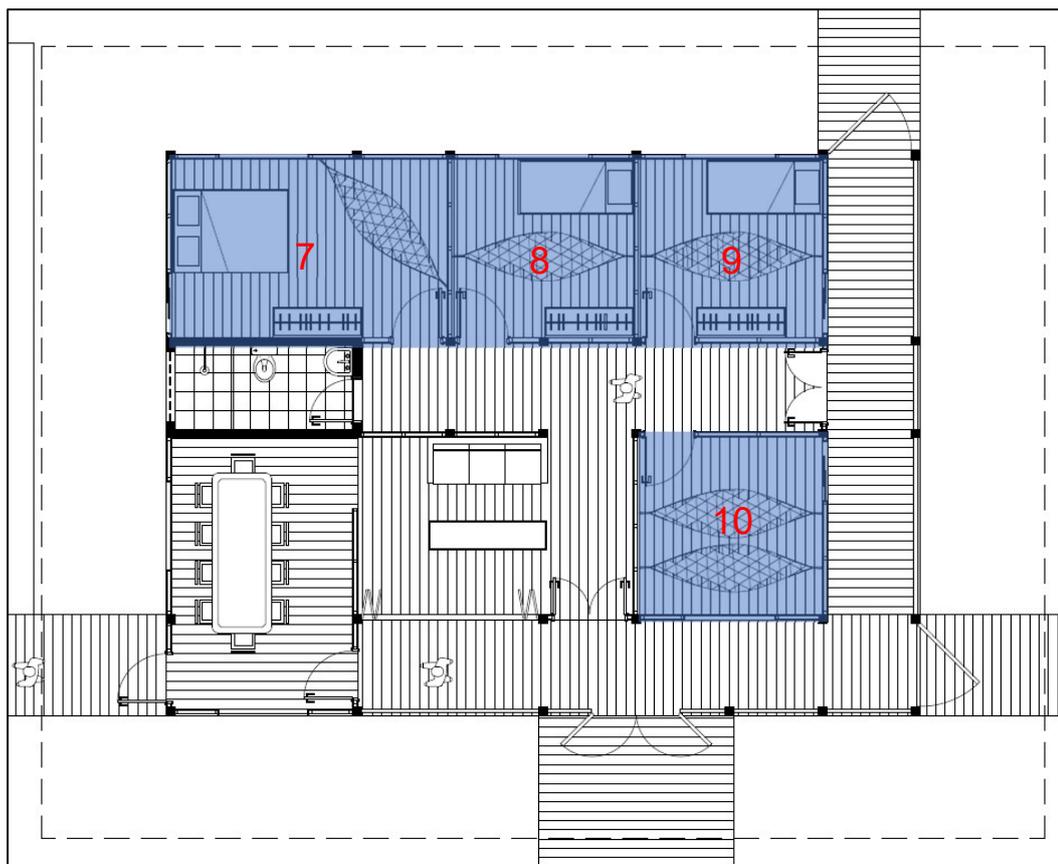


Fonte: O autor (2020)

Os quartos estão locados em um único eixo da edificação, com a exceção do quarto de hóspedes, para atender requisitos de ventilação cruzada e iluminação direta, pois estes são os principais ambientes neste projeto. Outra relação que a proposta apresenta é o uso corredor nas casas ribeirinhas. Este fator também foi valorizado, pois o corredor também é usado, nestas edificações, como lugar para se dormir ocasionalmente (FIG. 85). A sala de jantar (4) e a sala de estar (3) foram locadas próximas para um melhor fluxo entre os ambientes. Estão conectadas às varandas externas para a otimização entre os ambientes e a valorização da fachada principal da casa (FIG. 86).

Um diferencial desta proposta é a presença de um banheiro interno. É uma escolha importante no projeto, pois muitas casas só possuem um banheiro externo, nos fundos da residência, o que dificulta o acesso pelos usuários. Porém, também foi previsto outro banheiro, externo, para que os usuários utilizem sem ter que adentrar na casa. (FIG. 87).

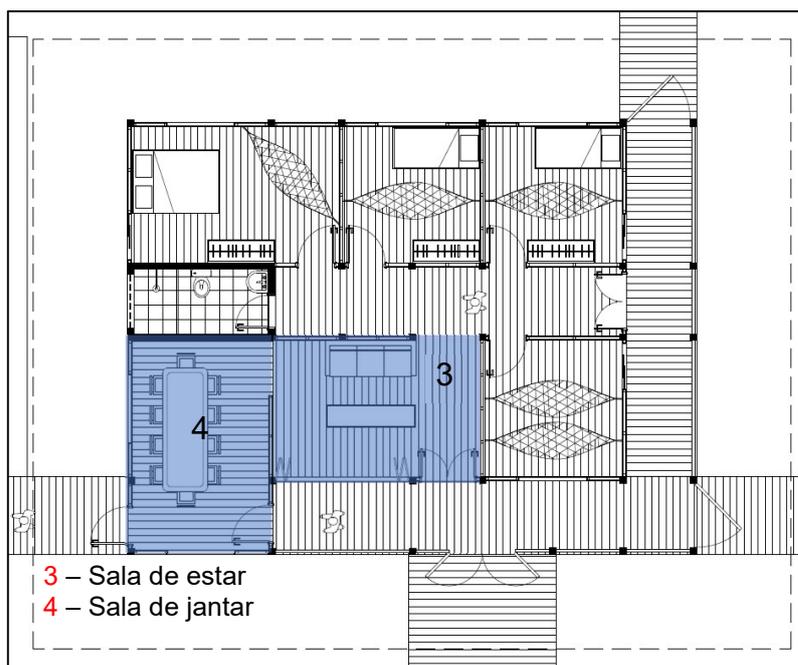
FIGURA 85 - QUARTOS DA CASA



- 7 – Quarto do casal  
 8 – Quarto das meninas  
 9 – Quarto dos meninos  
 10 – Quarto dos hóspedes

Fonte: O autor (2020)

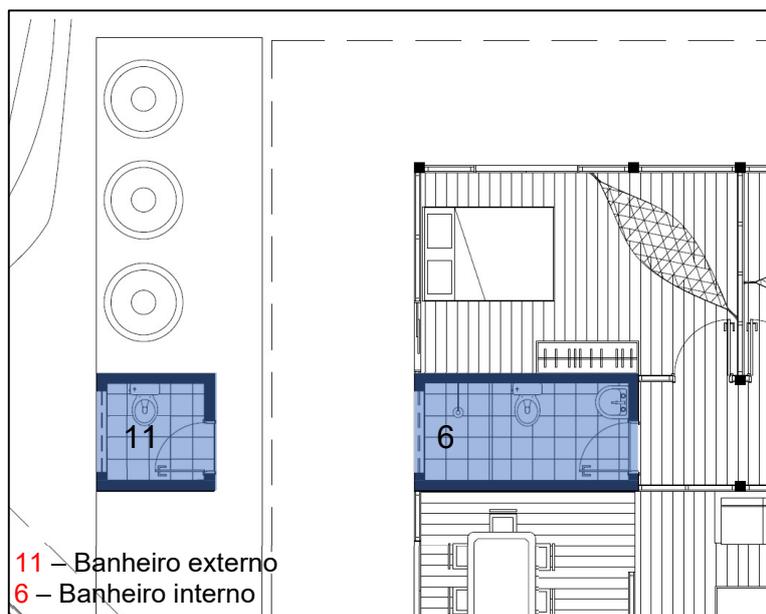
FIGURA 86 - SALA DE ESTAR/JANTAR



- 3 – Sala de estar  
 4 – Sala de jantar

Fonte: O autor (2020)

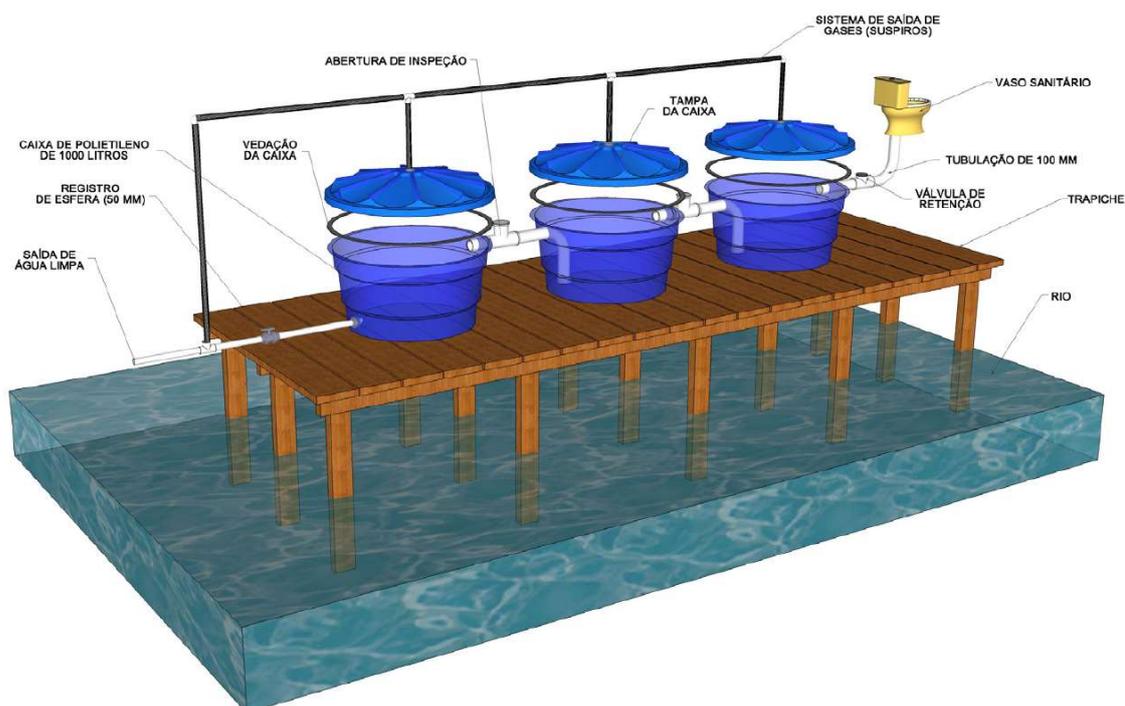
FIGURA 87 - BANHEIRO INTERNO E EXTERNO



Fonte: O autor (2020)

Outra proposta para a residência, reafirmando o objetivo de tornar o projeto mais eficiente, foi a utilização do sistema de fossa séptica biodigestora adaptada para várzeas, pensada pela EMBRAPA – AP que adaptou uma ideia empregada em outras regiões do país para as casas ribeirinhas e que pode ser utilizada em áreas de ressaca (FIG. 88).

FIGURA 88 - FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA



Fonte: EMBRAPA-AP (2018)

Outro ponto considerado foi a clara necessidade de tratamento do esgoto doméstico, que é jogado diretamente no rio, sem nenhuma preocupação com o que isso pode causar ao meio ambiente e aos próprios moradores, já que eles utilizam a água do rio para todos os afazeres domésticos, inclusive tomar banho e preparar as refeições diárias (FIG. 89).

**FIGURA 89 - FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA EM USO**



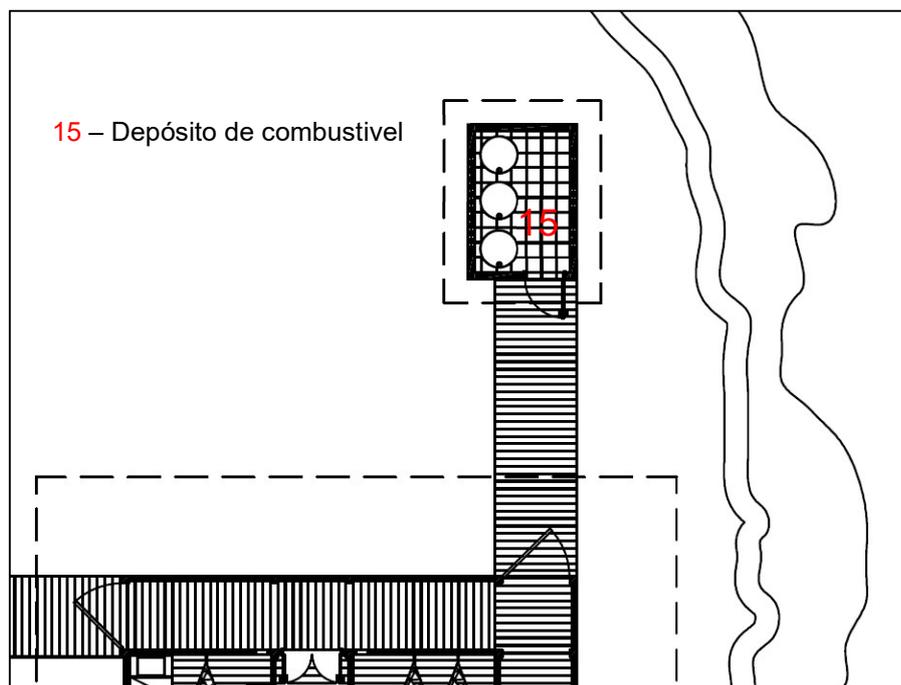
Fonte: EMBRAPA-AP

No projeto foi previsto ainda um cômodo para acondicionamento de combustível, e está ligado a uma prática da economia local, a venda deste produto. Há de se destacar que a venda de combustível é uma prática autorizada somente para órgãos como postos de abastecimento, porém, como é de cultura local e usado apenas para os afazeres domésticos, como o transporte e geração de energia nos motores de combustão, e vendido para outros moradores que farão o mesmo uso, optou-se por projetar este cômodo da maneira mais segura possível.

Por questões de segurança, o cômodo foi projetado afastado da residência, que é feita inteiramente de madeira e passiva de incêndio. A distância foi dimensionada como uma área de segurança, caso haja um princípio de incêndio, e o material usado para a construção desse cômodo foi a alvenaria simples de tijolo e cimento, com estrutura de concreto armado (FIG. 90).

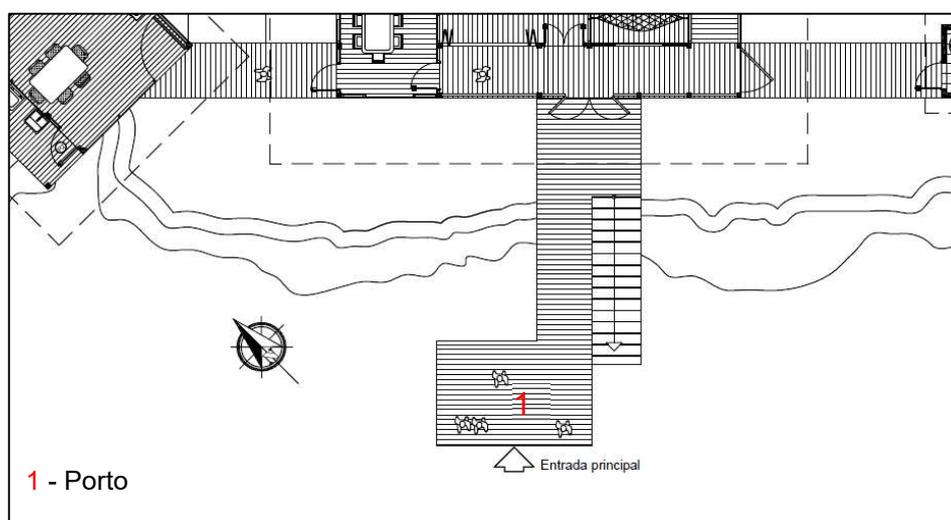
Como se trata a de uma de uma casa ribeirinha, um elemento é indispensável para quem mora nas margens dos Rio Amazônia, um porto. Ele é usado para embarque e desembarque; manutenção da casa; tráfego de alimentos, combustíveis e pessoas; área de contemplação para os moradores; dentre outros (FIG. 91).

FIGURA 90 - DEPÓSITO DE COMBUSTÍVEL



Fonte: O autor (2020)

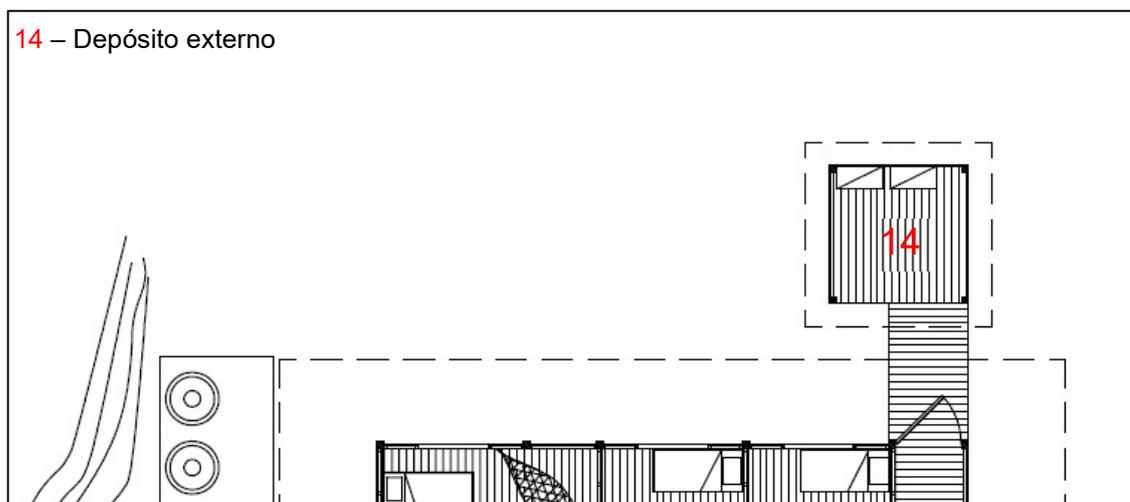
FIGURA 91 - PORTO DE ENTRADA



Fonte: O autor (2020)

Ao ver, *in loco*, a dinâmica da casa dos ribeirinhos, uma coisa não passou despercebida, a relação que têm com os trabalhos em meio a mata. São atividades como carregar materiais para a floresta e o uso de motosserra e outros equipamentos de corte e limpeza de terreno. Verificou-se a necessidade um depósito, com acesso rápido a estes materiais e equipamentos, sem ter que adentrar na casa, também para se evitar sujar dentro desta (FIG. 92).

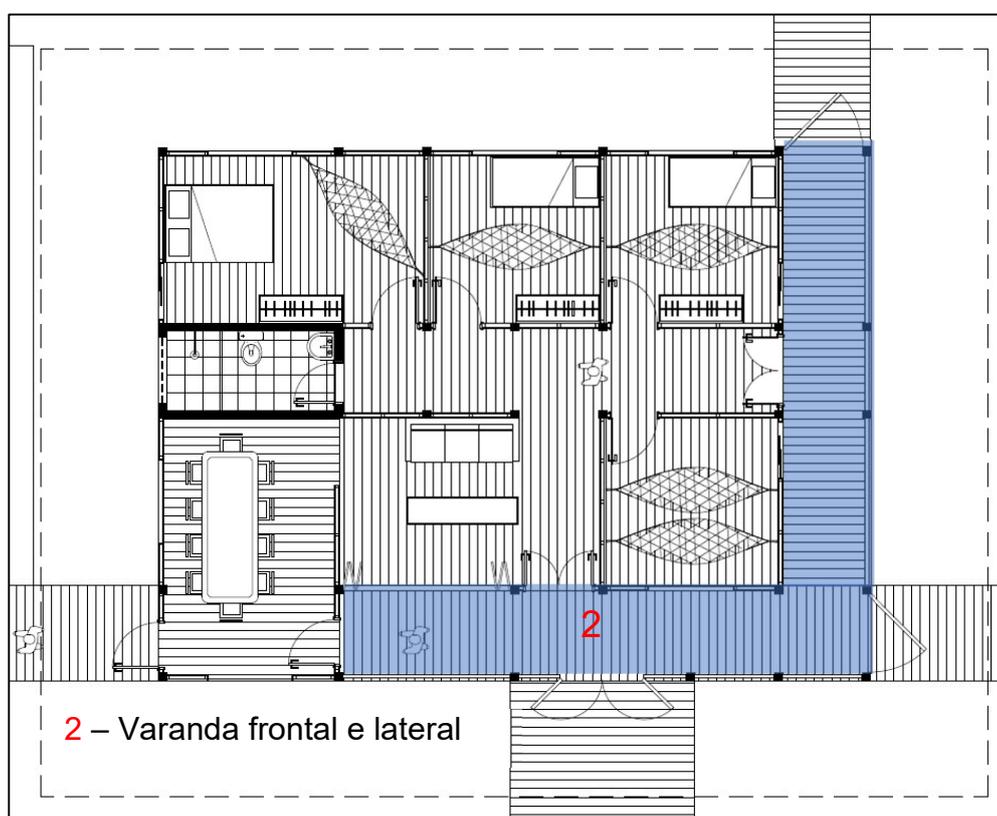
FIGURA 92 - DEPÓSITO EXTERNO



Fonte: O autor (2020)

Outro ambiente comum nas casas ribeirinhas é a varanda, usada para lazer, contemplação e convivência. A proposta adota este ambiente justamente para não romper a forma já estabelecida pela cultura local. Neste caso a varanda foi localizada em duas fachadas da casa, a sudeste e a sudoeste, esta última de frente para o pôr do sol, para a contemplação dos usuários da casa e valorização do entorno (FIG. 93).

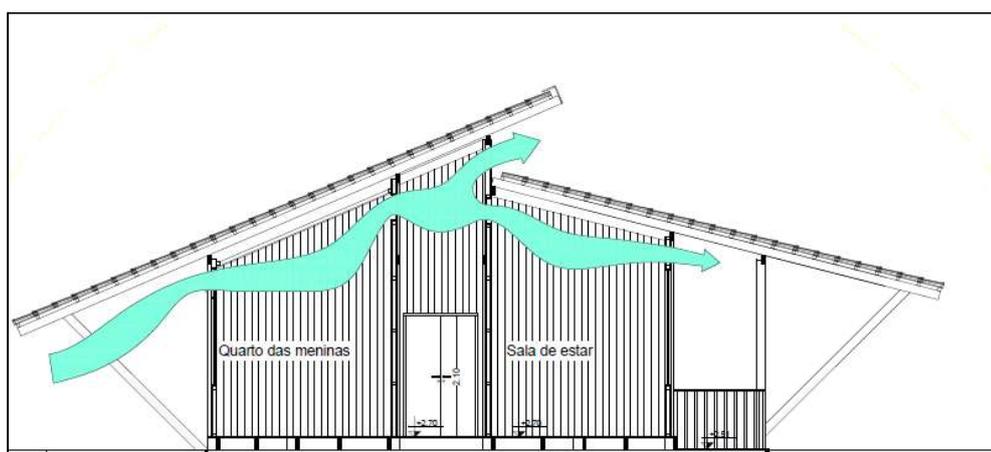
FIGURA 93 - VARANDA FRONTAL E LATERAL



Fonte: O autor (2020)

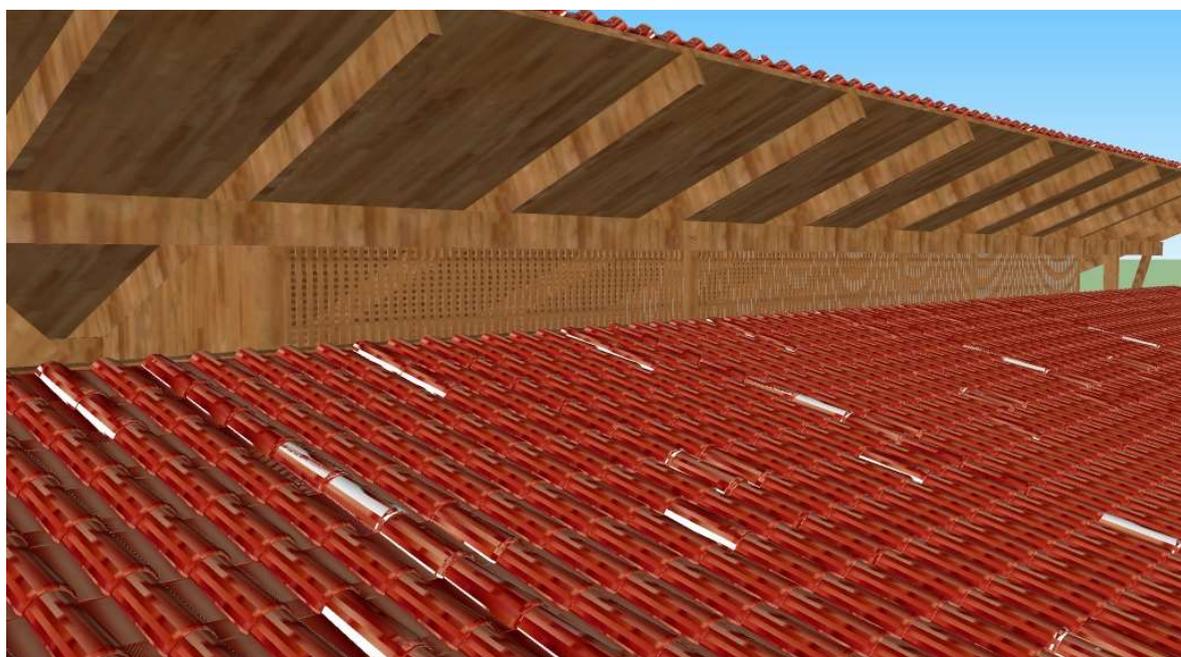
A ventilação natural permite a renovação do ar e o conforto térmico constantes na construção. O efeito chaminé trata da movimentação do ar em virtude das diferenças de temperatura e, conseqüentemente, da pressão em um ambiente fechado. O ar quente tende a subir, por ser menos denso, e o ar frio a descer, por ser mais denso. Quanto maior o pé direito, maior a velocidade de exaustão do ar na parte superior (FIG. 94).

**FIGURA 94 - EFEITO CHAMINÉ NA CASA**



Fonte: O autor (2020)

**FIGURA 95 - MUXARABI**



Fonte: O autor (2020)

Outro elemento utilizado na casa é o muxarabi, utilizado na parte superior do telhado, podendo ser visto na fachada frontal principal orientada à sudoeste (FIG. 95). A escolha deste elemento está relacionada tanto ao aspecto estético da obra quanto

ao uso funcional, para a passagem de ar dentro da residência, pois auxilia o efeito chaminé, de forma a melhorar o desempenho energético da casa dessa e reduzir a temperatura interna.

## 12 PARÂMETROS DE CONFORTO AMBIENTAL APLICADAS À EDIFICAÇÃO

Como já foi citado, o projeto se apoia em normas e diretrizes de conforto para obter a melhor eficiência energética possível. Assim sendo, é necessário fazer o resumo das normas e constatar se o projeto atingiu os requisitos ou se aproximou dos mesmos. Com base na TAB. 24 se ajuíza que as diretrizes quanto às aberturas grandes para a ventilação e quanto ao sombreamento destas foram atendidas.

**TABELA 24 - ABERTURA PARA VENTILAÇÃO E SOMBREAMENTO DAS ABERTURAS PARA A ZONA BIOCLIMÁTICA 8**

Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas
Grandes - <b>OK</b>	Sombrear aberturas - <b>OK</b>



Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

Na TAB. 25 há as porcentagens para as aberturas de acordo com a área do piso. Em relação ao caso em questão, foram adotadas aberturas com 40% da área do piso, recomendada para a zona 8.

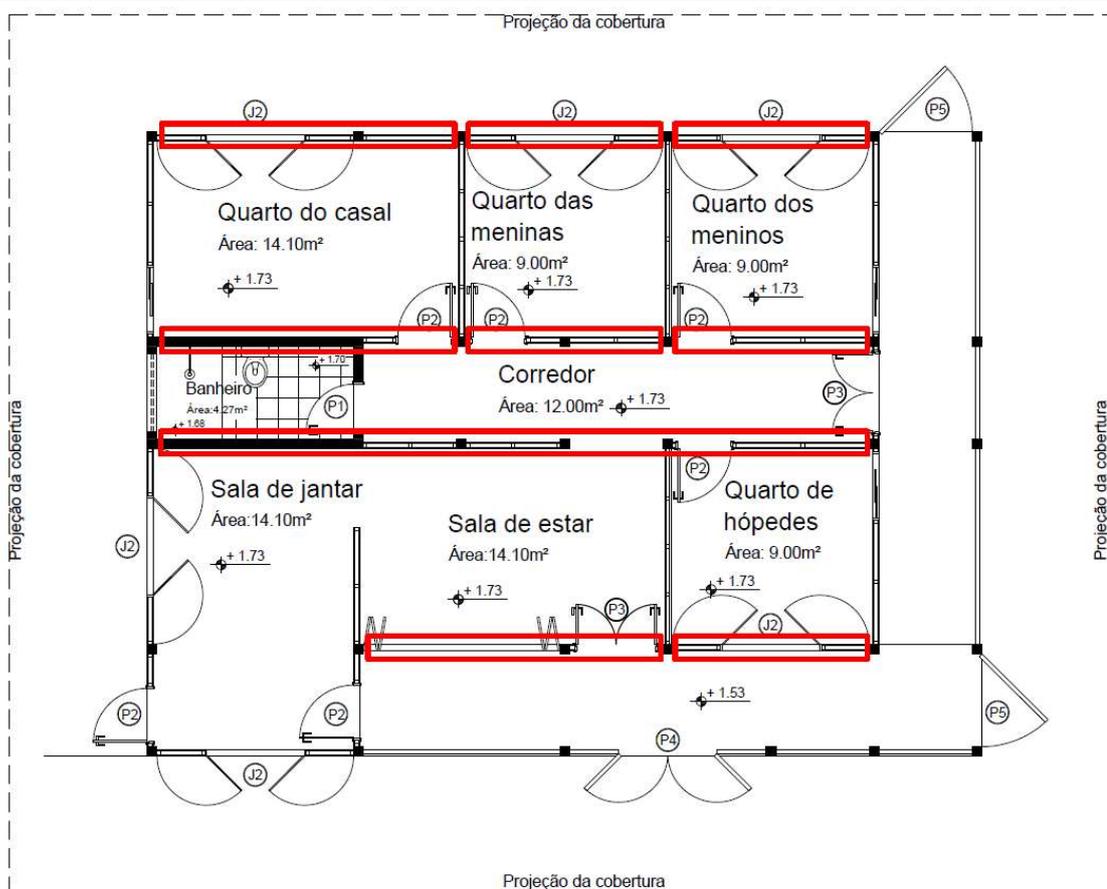
**TABELA 25 - ABERTURAS PARA A ZONA BIOCLIMÁTICA 8**

Aberturas	
Pequenas	10% < Área do piso < 15%
Médias	15% < Área do piso < 25%
Grandes	Área do piso > 40%

Fonte: (NBR 15220: Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático, 2003)

Na TAB. 26 estão dispostas as informações quanto a área que as aberturas atingiram em relação a área do piso. As marcações em vermelho são as aberturas que estão acima da linha de corte da planta baixa. São aberturas para a ventilação cruzada e o efeito chaminé.

**TABELA 26 - ÁREAS DAS ABERTURAS POR CÔMODO EM RELAÇÃO AO PISO**

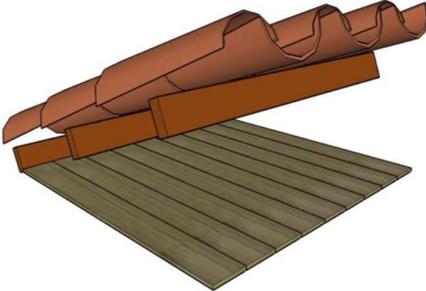


Cômodo	Área do ambiente – m <sup>2</sup>	Área da abertura em relação ao piso – m <sup>2</sup>	Área da abertura equivalente à 40%	Atingiu	Não atingiu
Sala de estar	14.10	10,44	5,64	Sim	
Sala de jantar	14.10	10,04	5,64	Sim	
Corredor	12.00	5.8	4,8	Sim	
Quarto do casal	14.10	7,03	5,64	Sim	
Quarto das meninas	9.00	4,39	3,6	Sim	
Quarto dos meninos	9.00	6,28	3,6	Sim	
Quarto de hóspedes	9.00	6,28	3,6	Sim	
Banheiro	4.27	0,72	1,07		Não

Fonte: O autor (2020)

Na TAB. 27 as informações das propriedades físicas da parede e da cobertura escolhidas, são as recomendadas pela NBR 15.220-3. Na TAB. 28 está o resumo das estratégias quanto a ventilação cruzada permanente no ambiente durante o verão.

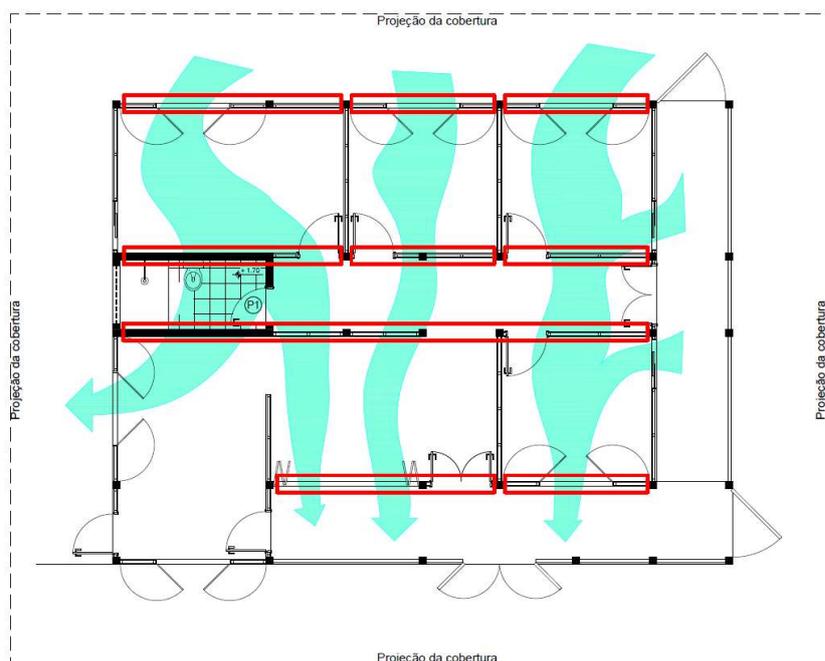
**TABELA 27 - EM RELAÇÃO A PAREDE E A COBERTURA ESCOLHIDA**

Paredes	Transmitância (W/m <sup>2</sup> k)	Atraso Térmico (h)
Leve Refletora	< 3,60	< 4,30
Cobertura escolhida no projeto	2,12	2,2
Descrição: Painel de madeira (2,0cm) Câmara de ar (5,0cm)		
		
Cobertura	Transmitância (W/m <sup>2</sup> k)	Atraso Térmico (h)
Leve Refletora	< 2,30	< 3,30
Cobertura escolhida no projeto	2,02	3,3
Descrição: Forro madeira (1,0cm) Câmara de ar (> 5,0 cm) Telha cerâmica		
		

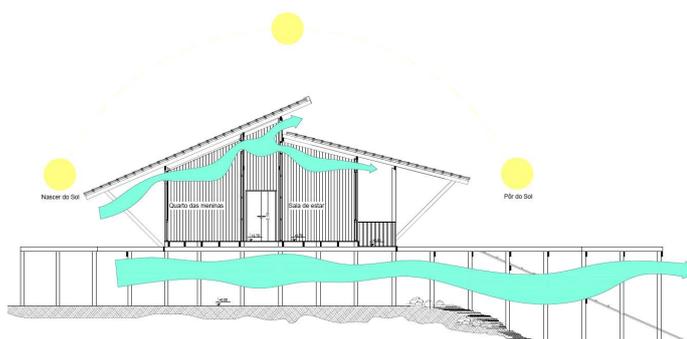
Fonte: O autor (2020)

**TABELA 28 - ESTRATÉGIAS PERMANENTES PARA O VERÃO NA ZONA 8**

<b>ESTAÇÃO</b> <b>VERÃO</b>	Estratégia de condicionamento térmico passivo J) Ventilação Cruzada permanente Nota: O condicionamento passivo será insuficiente durante as horas mais quentes. O código J é o mesmo adotado na metodologia utilizada para definir o Zoneamento Bioclimático do Brasil.
<b>ESTRATÉGIA</b> <b>I e J</b>	<b>DETALHAMENTO</b> A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelo ambiente da edificação. Isto significa que os ambientes têm janelas em apenas duas fachadas, também deve-se atentar para os eventos predominante da região e para o entorno, pois pode alterar significativamente a direção do vento.



Ventilação cruzada em corte:



Fonte: O autor (2020)

## 12.1 NBR 15.575-1 – Parâmetros alcançados

A NBR 15.575-1 é uma norma que trata do desempenho de edificações habitacionais e apresenta características indispensáveis de uma obra para o consumidor, com o objetivo de prezar pelo conforto, acessibilidade, higiene, estabilidade, vida útil da construção, segurança estrutural e contra incêndios. Tendo em vista que a casa se encontra nas regiões remotas das ilhas do Pará, os parâmetros apresentados por esta norma são deficientes ou não atingidos, por questões culturais; limitações financeiras; e de deslocamento até estas regiões.

Em relação a iluminação artificial na casa, há de se considerar que a energia que esta irá consumir é proveniente de bateria. Por isto, optou-se pelo uso da lâmpada tipo LED, que possui um bom índice de eficiência energética (TAB. 29).

**TABELA 29 - NÍVEIS DE ILUMINAMENTO GERAL PARA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL**

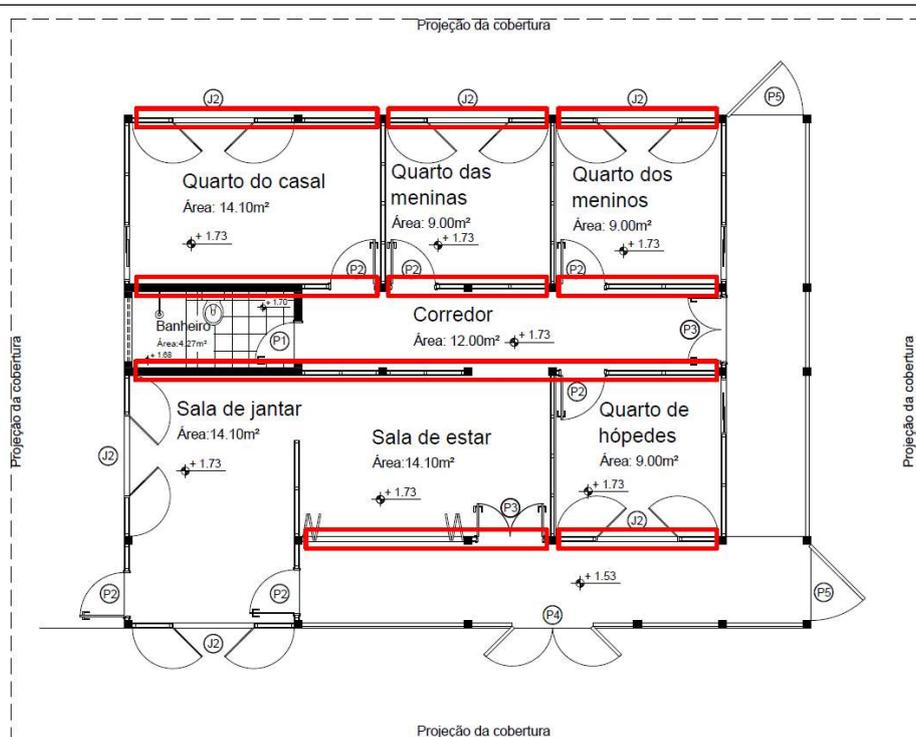
Dependência	Iluminamento geral para o nível mínimo de desempenho lux	Lumies da luminária usada
Sala de estar; Dormitório; Banheiro; Área de serviço	≥100	Lâmpada de uso específico para baterias 12v.
Copa/cozinha	≥200*	A Lâmpada LED Taschibra TKL 12V ilumina os ambientes por até 20 mil horas. Emite uma luz fria, com temperatura de 6500 K, e possui 9 watts.
Corredor ou escada interna à unidade	≥75*	Fluxo luminoso: 700 lm
Corredor de uso comum		Eficiência luminosa: 100 lm/W
Escadaria de uso comum		No caso da cozinha há duas lâmpadas.
Garagens/estacionamentos internos e cobertos		

Fonte: O autor (2020)

## 12.2 RTQ-R – Parâmetros alcançados

Na TAB. 30, em vermelho, se mostra que as aberturas exigidas pelo RTQ-r, de 12,5% em relação ao piso, já foi abrangida pela NBR 15.220-3, que para a zona 8 é de 40%, no verão, para os ambientes.

**TABELA 30 - ÁREAS DAS ABERTURAS POR CÔMODO EM RELAÇÃO AO PISO**

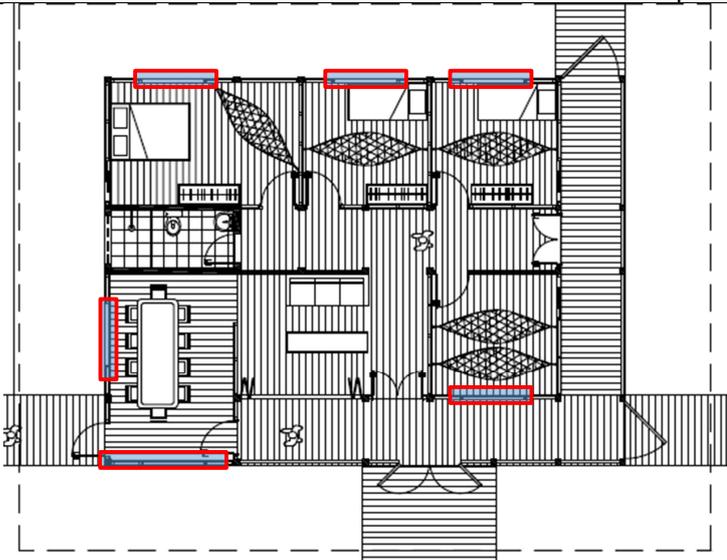


Cômodo	Área do ambiente – m <sup>2</sup>	Área da abertura em relação ao piso – m <sup>2</sup>	Área da abertura equivalente à 40%	Atingiu	Não atingiu	Abertura 12,5% do RTQ-r
Sala de estar	14.10	10,44	5,64	Sim		Ok
Sala de jantar	14.10	10,04	5,64	Sim		Ok
Corredor	12.00	5.8	4,8	Sim		Ok
Quarto do casal	14.10	7,03	5,64	Sim		Ok
Quarto das meninas	9.00	4,39	3,6	Sim		Ok
Quarto dos meninos	9.00	6,28	3,6	Sim		Ok
Quarto de hóspedes	9.00	6,28	3,6	Sim		Ok
Banheiro	4.27	0,72	1,07		Não	Ok

Fonte: O autor (2020)

Das TAB. 31 a 34 há uma relação das esquadrias utilizadas na proposta da edificação. Tais esquadrias atendem às exigências do RTQ-r para as aberturas, já que todas estas esquadrias foram retiradas o anexo II deste documento.

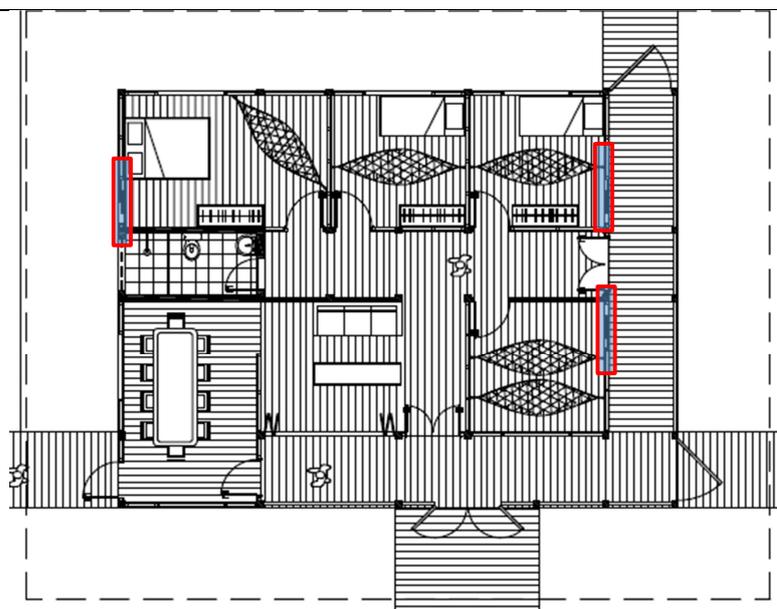
**TABELA 31 - JANELA 1**

N°	1°	Iluminação
Tipo de janela	Abrir 90°(ou de giro) 1ou 2 folhas	
%Abertura para iluminação natural	90°	
%Abertura para ventilação natural	90°	
Cômodos	Quarto do casal/ Quarto das meninas/ Quarto dos meninos/ Quarto de hóspedes/ Sala de jantar	
		

Fonte: O autor (2020)

TABELA 32 - JANELA 2

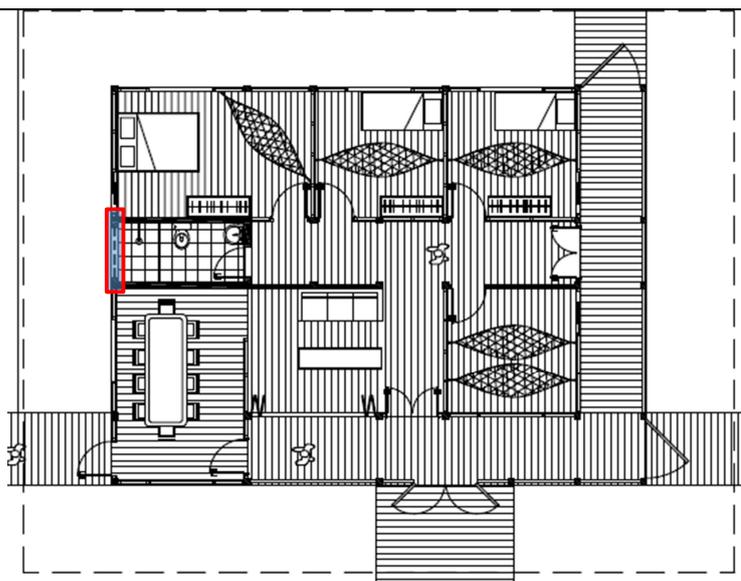
N°	2°	Iluminação
Tipo de janela	De correr (ou deslizante) 1 folhas	
%Abertura para iluminação natural	80°	
%Abertura para ventilação natural	45°	
Cômodos		Quarto do casal/ Quarto das meninas/ Quarto dos meninos/ Quarto de hóspedes



Fonte: O autor (2020)

TABELA 33 - BALANCIM

N°	8°	Iluminação
Tipo de janela	Maxim-ar (abertura 90°)	
%Abertura para iluminação natural	80°	
%Abertura para ventilação natural	80°	
Cômodos		Banheiro interno



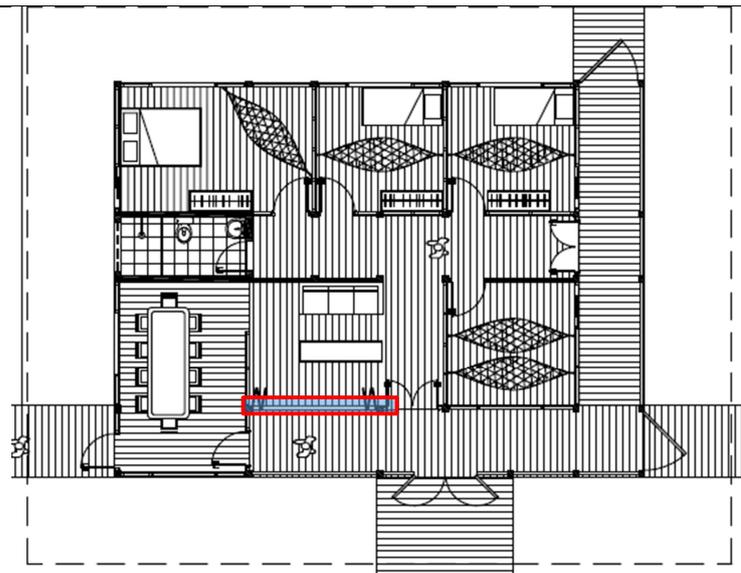
Fonte: O autor (2020)

**TABELA 34 - JANELA 3**

N°	15°	Iluminação
Tipo de janela	Tipo camarão	
%Abertura para iluminação natural	90°	
%Abertura para ventilação natural	90°	

Cômodos

Sala de estar



Fonte: O autor (2020)

Com base nos parâmetros já demonstrados, em relação a ventilação cruzada permanente; aberturas para iluminação natural; iluminação artificial; e utilização de estratégias para o alcance de eficiência energética, segue-se a TAB. 35 com as pontuações ou bonificações atingidas pelo projeto com base no RTQ-r. Nota-se que não atinge 1 (um) ponto, pois alguns parâmetros não foram atendidos.

**TABELA 35 - BONIFICAÇÕES DO PROJETO  
BONIFICAÇÕES ATINGIDAS NO PROJETO**

b1	bonificação referente à ventilação natural	cuja pontuação varia de zero a 0,40 pontos	OK
b2	bonificação referente à iluminação natural	cuja pontuação varia de zero a 0,30 pontos	OK
b3	bonificação referente ao uso racional de água	cuja pontuação varia de zero a 0,20 pontos	-
b4	bonificação referente ao condicionamento artificial de ar	cuja pontuação varia de zero a 0,20 pontos	-
b5	bonificação referente à iluminação artificial	cuja pontuação varia de zero a 0,10 pontos	OK
b7	bonificação referente a refrigeradores instalados na UH	cuja pontuação varia de zero a 0,10 pontos	-
TOTAL			0,80

Fonte: O autor (2020)

Um aspecto importante do RTQ-r é a bonificação, resultante da porosidade, ou seja, de áreas vazadas ou/e aberturas, como janelas e portas, com o mínimo de 20% em pelo menos duas fachadas de orientações distintas. As duas fachadas escolhidas para a avaliação foram, respectivamente, a nordeste (45°) (TAB. 36), e a sudoeste (225°) (TAB. 37), por apresentarem taxa de porosidade acima solicitado pelo RTQ-r.

**TABELA 36 - BONIFICAÇÃO EM RELAÇÃO A POROSIDADE - 1**

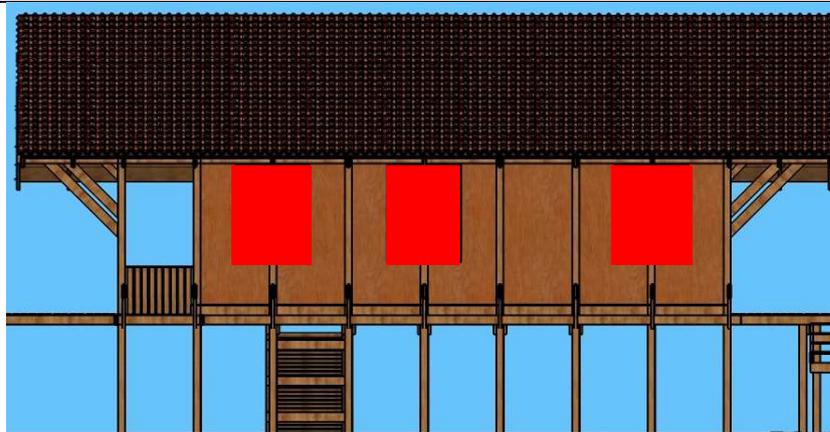
Fachada	Área da fachada (m <sup>2</sup> )	Área mínima 20%	Área da porosidade (m <sup>2</sup> )	Pontuação do RTQ-r – 0,40
Fachada principal	38,01m <sup>2</sup>	7,60m <sup>2</sup>	15,48m <sup>2</sup>	0,40 / OK



Fonte: O autor (2020)

TABELA 37 - BONIFICAÇÃO EM RELAÇÃO A POROSIDADE - 2

Fachada	Área da fachada (m <sup>2</sup> )	Área mínima 20%	Área da porosidade (m <sup>2</sup> )	Pontuação do RTQ-r – 0,40
Fachada posterior	35,55m <sup>2</sup>	6,91m <sup>2</sup>	9,00m <sup>2</sup>	0,40 / OK



Fonte: O autor (2020)

Na TAB. 38 estão as exigências quanto a pontuação em relação à iluminação artificial. No caso deste projeto, o tipo de lâmpada está disposto na mesma.

TABELA 38 - BONIFICAÇÃO EM RELAÇÃO A ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

Exigências quanto a iluminação artificial	Lâmpada usada no projeto	Pontuação
Para obter 0,05 pontos, as UHs devem possuir 50% das fontes de iluminação artificial com eficiência superior a 75 lm/W ou com Selo Procel em todos os ambientes.	Lâmpada de uso específico para baterias 12v. A Lâmpada LED Taschibra TKL 12V ilumina os ambientes por até 20 mil horas. Emite uma luz fria, com temperatura de 6500 K, e possui 9 watts. Fluxo luminoso: 700 lm Eficiência luminosa: 100 lm/W <b>No caso da cozinha há duas lâmpadas*</b>	0,15
Para obter 0,10 pontos, as UHs devem possuir 100% das fontes de iluminação artificial com eficiência superior a 75 lm/W ou com Selo Procel em todos os ambientes		

Fonte: O autor (2020)

### 12.3 Energia solar no projeto

Um aspecto indispensável neste projeto é o uso do sistema fotovoltaico para geração de energia limpa e renovável. Como já abordado anteriormente a região norte do Brasil tem uma alta taxa de insolação (como pode ser visto no capítulo caracterização climática de Macapá - FIG. 55), durante um grande espaço de tempo. Desta forma tal característica não poderia ser ignorada neste projeto. O fator energético juntamente com os fatores econômicos, para a redução de gastos, vem

trazendo a inserção do uso dessa tecnologia, que ainda acontece de forma pequena, porém com grandes chances de aumento na popularidade.

É verdade que o uso da tecnologia fotovoltaica está ligado muito mais ao fator econômico do que a uma preocupação com o uso de energias renováveis, ou ainda com uma preocupação direta com as mudanças que o homem pode causar na natureza, porém isto não representa nenhum demérito para esta tendência emergente em lugares remotos. A consequência direta disto é a popularização do uso de energias renováveis impactando diretamente na natureza.

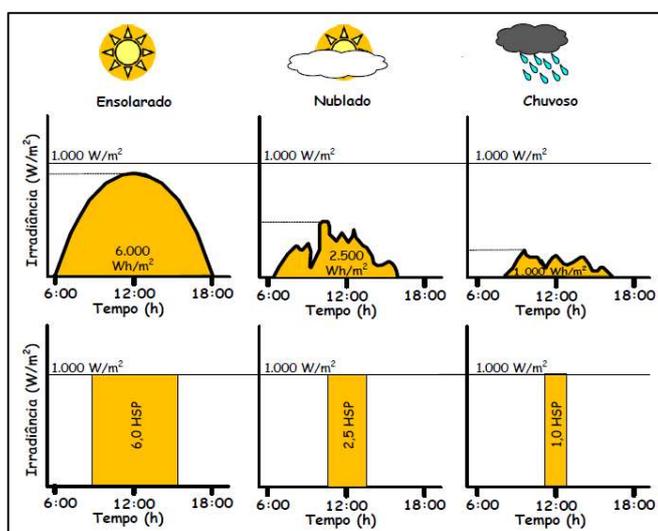
Outro aspecto percebido *in loco*, durante o desenvolvimento do trabalho, foi que a comercialização do sistema fotovoltaico se dá muito empiricamente no que tange à instalação e à relação do comércio com o consumidor. Não há o desenvolvimento de um projeto específico para cada casa, com o máximo de eficiência energética, mas sim a venda e a instalação dentro dos limites econômicos de cada usuário. Usa-se apenas como método uma equivalência entre o consumo mínimo de energia e a capacidade de geração energética por parte dos equipamentos, sem deixar de lado o valor de investimento.

### 12.3.1 Método do mês crítico ou intuitivo

Segundo o Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos (2014), o método do mês crítico, também chamado de intuitivo, consiste no dimensionamento do sistema fotovoltaico off-grid considerando um balanço de energia no espaço de um ano, no qual ocorrem as condições médias mais desfavoráveis para o sistema, ou seja, para que o sistema possa funcionar adequadamente no mês de menor radiação. Desta forma o sistema produzirá mais energia nos meses em que as condições forem mais favoráveis.

O método se baseia na grandeza de sol pleno que se pode medir durante o mês de menor insolação. O número de Horas de Sol Pleno (HSP) reflete o número de horas em que a irradiância solar deve permanecer constante e igual a  $1 \text{ kW/m}^2$  ou  $1.000 \text{ W/m}^2$ , de forma que a energia resultante seja equivalente à energia disponibilizada pelo sol no local em questão, acumulada ao longo do dia (FIG. 96).

FIGURA 96 - HORAS DE SOL PLENO



Fonte: Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos (2014)

Em seguida é necessário o levantamento da demanda e do consumo de energia elétrica da residência. Vale lembrar que a residência proposta fica em meio à mata e a vida ribeirinha não requer uma quantidade grande de equipamentos domésticos. Os eletrodomésticos usados são poucos e variam de um rádio, que pode ser usado com pilha, a um ventilador. O projeto pode prever a carga de uma TV ou um computador para prover tanto a interação da família com a informação, quanto ajudar no aprendizado das crianças e no lazer doméstico (TAB. 39).

TABELA 39 - EXEMPLO DE PREVISÃO DE CONSUMO DIÁRIO

Carga	Potência (w)	Horas de utilização por dia	Dias de utilização	Consumo diário (wh)
equipamento 1	15	X	3 x 4 /7 =	25,71
equipamento 2	60	X	2 x 2 /7 =	34,29
equipamento 3	100	X	1,5 x 7 /7 =	150,00
Potencial total			consumo diário total	210,00

Fonte: O autor (2020)

O uso de energia médio mensal também deve ser previsto com base no tempo de uso dos eletrodomésticos previstos na casa (TAB. 40).

TABELA 40 - EXEMPLO DE PREVISÃO DE CONSUMO MÉDIO MENSAL

Aparelho elétricos	Potência máxima (W)	Dias estimados Uso/mês	Média utilização/Dia	Consumo médio mensal (kWh)
equipamento 1	4.500	30	32mim	72
equipamento 2	800	30	10mim	4
equipamento 3	1.000	30	10mim	5

Fonte: Acervo do autor (2020)

A dificuldade de se prosseguir com esse método é que para o sistema funcionar plenamente no pior cenário do ano em relação à insolação, radiação e taxa de nebulosidade, é o alto gasto financeiro para arcar com o tamanho deste sistema, que, em tese, sustentaria uma residência por 24hs quando o sol ficasse bloqueado ou durante a noite. Desta forma, como se trata de uma casa ribeirinha o fator econômico deve ser preponderante para que possa ser viável.

O projeto não tem a ambição de sustentar uma casa inteira imediatamente. Porém não é descartável que esta possibilidade ocorra, tendo em vista que o sistema é durável e sua manutenção prolonga a vida útil do equipamento. Já que o investimento traz um retorno financeiro a médio prazo, é possível que ele possa ser ampliado com o passar do tempo, pois um fator que pode ser percebido nas casas com acesso à energia é o aumento de consumo por conta da possibilidade de uso. Desta forma, a casa ribeirinha que começa com um sistema modesto para uso diário simples, pode se tornar um sistema complexo com capacidade de sustentar uma casa por longos períodos.

### 12.3.2 Alternativa viável de sistema fotovoltaico para a casa ribeirinha

Em pesquisa de campo com levantamento de dados, tanto em forma de questionário, quanto de conversas coloquiais com vendedores e ribeirinhos, percebeu-se um distanciamento do método do pior cenário com a realidade vista durante o desenvolvimento deste trabalho. Os sistemas que são vendidos para comunidades ribeirinhas são para reduzir seus gastos de consumo em combustíveis fósseis, para a geração de energia, e não para a dependência total desse sistema. Mas isto não deve ser descartado para um futuro próximo devido aos avanços que estão ocorrendo na tecnologia fotovoltaica.

Desta forma, a melhor solução encontrada foi a simulação da compra dos componentes do sistema Off-grid no mercado de Macapá, seguindo as orientações dos técnicos com experiência no desenvolvimento de projetos segundo a realidade do consumidor em Macapá.

### 12.3.3 Projeto elétrico da casa ribeirinha

Neste trabalho, para obtenção dos dados de radiação solar, se utilizou o *software* Radiasol2, do pacote SOLARCARD, criado no Laboratório de Energia Solar

da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O programa é de uso simples e é disponibilizado na internet, no endereço eletrônico <<http://www.solar.ufrgs.br/#softwares>>. Este programa disponibiliza dados de radiação solar de vários lugares do Brasil em todos os meses.

Na FIG. 97 estão os dados da localização no sistema, com informações de radiação, umidade relativa, temperatura máxima, média e mínima no período de um ano, no local onde será instalado o sistema. Com o auxílio do Google Maps, pôde-se encontrar com mais precisão a localização da proposta, localizada no Rio Furo-Seco, no arquipélago das ilhas do Pará.

**FIGURA 97 - HORAS DE SOL PLENO**

Entrada Manual de Dados - Estação Nova

Entre com os dados da localização do sistema:

Latitude: Longitude: Nome:

-0,17 51,313

Mês	Radiação*	Umidade Relativa	Temp. Máxima	Temp. Média	Temp. Mínima
Janeiro	5,00	80	27,0	24,0	21,0
Fevereiro	4,78	80	27,0	24,0	21,0
Março	4,89	80	27,0	24,0	21,0
Abril	5,05	80	27,0	24,0	21,0
Mai	4,80	80	30,0	24,0	21,0
Junho	5,21	80	30,0	24,0	21,0
Julho	5,39	80	30,0	24,0	21,0
Agosto	5,67	80	30,0	24,0	21,0
Setembro	5,83	80	30,0	27,0	21,0
Outubro	5,85	80	30,0	27,0	21,0
Novembro	5,95	80	30,0	27,0	21,0
Dezembro	5,31	80	30,0	27,0	21,0

Salvar Fechar Incluir

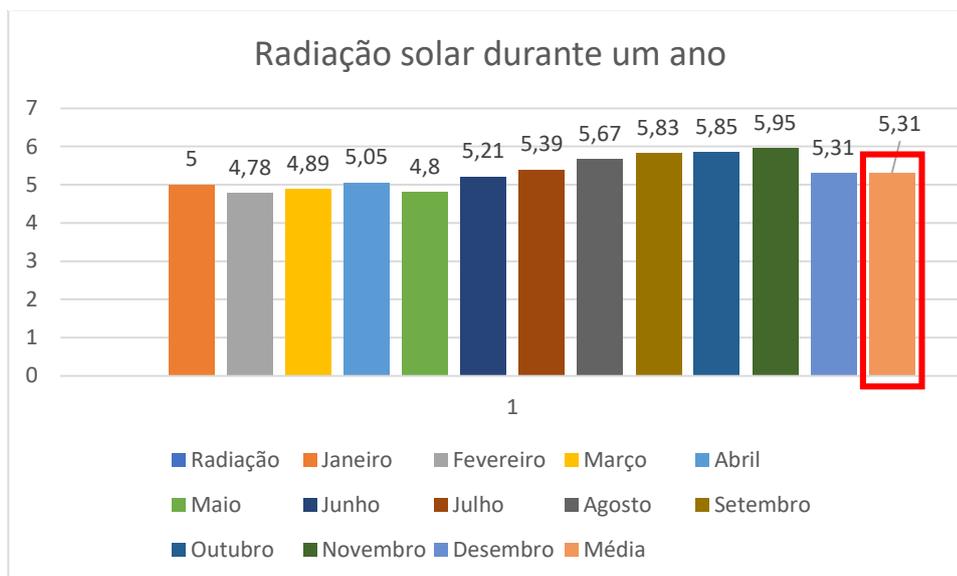
Capturar pela interpolação Capturar pelos mapas

\* Radiação em kWh/m<sup>2</sup>-dia

Fonte: O autor (2019)

Para fins de projeto, considerar-se-á a radiação média, dada a grandeza de kWh/m<sup>2</sup>-dia de 5 horas, dado que a média das radiações é igual a 5,31 kWh/m<sup>2</sup>-dia ao ano (FIG. 98).

FIGURA 98 - RADIAÇÃO ANUAL



Fonte: O autor (2019)

### 12.3.3.1 Demanda de carga da casa

A casa ribeirinha possui uma quantidade baixa de equipamentos eletrônicos. Previu-se, com base em conversas informais e pesquisa de campo, uma quantidade de equipamentos mínima para o uso diário de trabalho e recreação.

Incluiu-se neste trabalho dois freezers horizontais pequenos, com potência de 500W, para o uso na conservação de pescado, tanto para o comércio, quanto para o consumo próprio; e duas tomadas, para uso geral, de 60W, para se carregar celulares, pequenos rádios e outros equipamentos com bateria (TAB. 41).

TABELA 41 - PREVISÃO DE CARGAS DO PROJETO DA CASA RIBEIRINHA

Equipamento elétrico	Quantidade	Potência (W)	Utilização diária (horas)	Consumo diário (Wh/dia)
Tv 35" LCD	1	95	6	570
Lâmpadas	26	9	2	468
Ventilador de mesa	3	72	5	1080
Freezer horizontal	2	500	6	8.000
Modem de internet	1	8	6	192
TUG's	2	60	2	240
Consumo Total				10.550

Fonte: O autor (2020)

Uma parte importante do processo de desenvolvimento do projeto é destacar as baterias. Elas representam uma das partes mais caras do projeto, logo sua vida útil deve ser preservada com qualidade e segurança. Na FIG. 99 está a variação na

profundidade de descarga da bateria em relação a sua vida útil. Nos cálculos foi usado 50% da profundidade, para que a vida útil da bateria esteja dentro de uma média para melhor manutenção.

**FIGURA 99 - PROFUNDIDADE DA BATERIA**

Vida útil em função da descarga**		
Profundidade da descarga	Número de ciclos	Vida útil em Anos
10%	2500	6,84
20%	1500	4,10
30%	900	2,46
40%	600	1,64
50%	440	1,20
60%	360	0,98
70%	220	0,60
80%	140	0,38

DETERMINE A PROFUNDIDADE (%)

20%

Fonte: <http://r.catec.com.br> (2020)

A TAB. 42 prevê a potência real do sistema em Watts para que se encontre a quantidade de placas, baterias, controlador e inversor de forma simples.

**TABELA 42 - PREVISÃO DE CARGAS DO PROJETO DA CASA RIBEIRINHA**

AUTONOMIA SISTEMA (HORAS)	Dados			TENSÃO DO SISTEMA (12 OU 24v)
	Quantidade	Potência (W)	Utilização diária (horas)	Consumo diário (Wh/dia)
6				24
Equipamento elétrico				
Tv 35" LCD	1	95	6	570
Lâmpadas	26	9	2	468
Ventilador de mesa	4	72	5	1080
Freezer horizontal	2	500	8	8000
Modem de internet	1	8	24	192
TUG's	2	60	2	240
Consumo total				10.550
Consumo diário corrigido				13.187,5
Utilize o valor encontrado no consumo diário corrigido, para determinar a quantidade de placas (Arredondar o valor obtido sempre para mais de 50 em 50 watts)				Watts 13.200,00

Fonte: O autor (2020)

Este método é usado para simplificar a aquisição dos dados, para o prosseguimento do trabalho e para se aproximar com mais precisão da realidade

comercial local entre as ilhas do Pará e as cidades de Macapá e Santana, que, por sua vez, são as fornecedoras dos equipamentos. Com o resultado dos cálculos da TAB. 39, chega-se aos seguintes valores para cada equipamento do sistema fotovoltaico (TAB. 43).

**TABELA 43 - PARÂMETROS DE ESCOLHA**

<p style="text-align: center;"><b>KIT FOTOVOLTAICO OFF-GRID</b></p> <hr/> <p><b>POTÊNCIA DO SISTEMA</b> 4125 W</p> <hr/> <p><b>CONTROLADOR DE CARGA</b> 22,91667 A</p> <hr/> <p><b>POTENCIA DO INVERSOR</b> 500 W</p> <hr/> <p><b>CAPACIDADE DE BATERIAS</b> 687,5 A</p>	Forma de escolha de equipamentos
	Para determinar a quantidade de placas necessária deve se escolher uma existente no mercado e dividir a potência do sistema pela potência da placa (W)
	O controlador de carga de ser superior mais próximo existente (A)
	A potência do inversor deve ser igual ao calculado ou maior aproximado (W)
	Para determinar a quantidade de baterias necessárias, deve escolher uma existente no mercado e dividir pela capacidade calculada (A)

Fonte: O autor (2020)

Na TAB. 44 podem ser vistos os componentes do kit off-grid isolado para uma casa ribeirinha. Nota-se que se trata de um investimento relativamente alto, porém os valores podem mudar com o tempo pela procura do produto, pois, em relação ao alto custo de vida do estilo ribeirinho, este investimento se mostra totalmente viável. Tendo em vista os dados na TAB. 1 deste trabalho, o valor gasto em combustível para se obter, no máximo, 3 horas de energia elétrica, é equivalente a R\$ 3.940,00 (três mil, novecentos e quarenta reais) por ano. Se considerarmos este valor ao ano, em três anos, com os gastos em combustível, se pagaria o valor do sistema fotovoltaico.

Vale ressaltar que o valor de R\$ 3.940,00 é apenas para 3 horas de energia elétrica durante períodos de serviços domésticos. Não se contabiliza uma margem para uso de energia em momentos recreativos como assistir filme, ouvir música, acessar a internet, ou mesmo assistir TV despreocupado com o tempo e o valor gasto para manter o motor de luz funcionando.

**TABELA 44 - ORÇAMENTO**

Equipamento	Potência	Marca	Qtd	Valor	Total
Painel Solar (W)	335 (W)	UpSolar	8	599,00	4.792,00
Controlador(A)	60(A)	Epever Viewstar VS6048AU	1	939	939
Inversor(W)	2000(W)	Senoidal Epever SHI2000-42	1	2.469,00	2.469,00

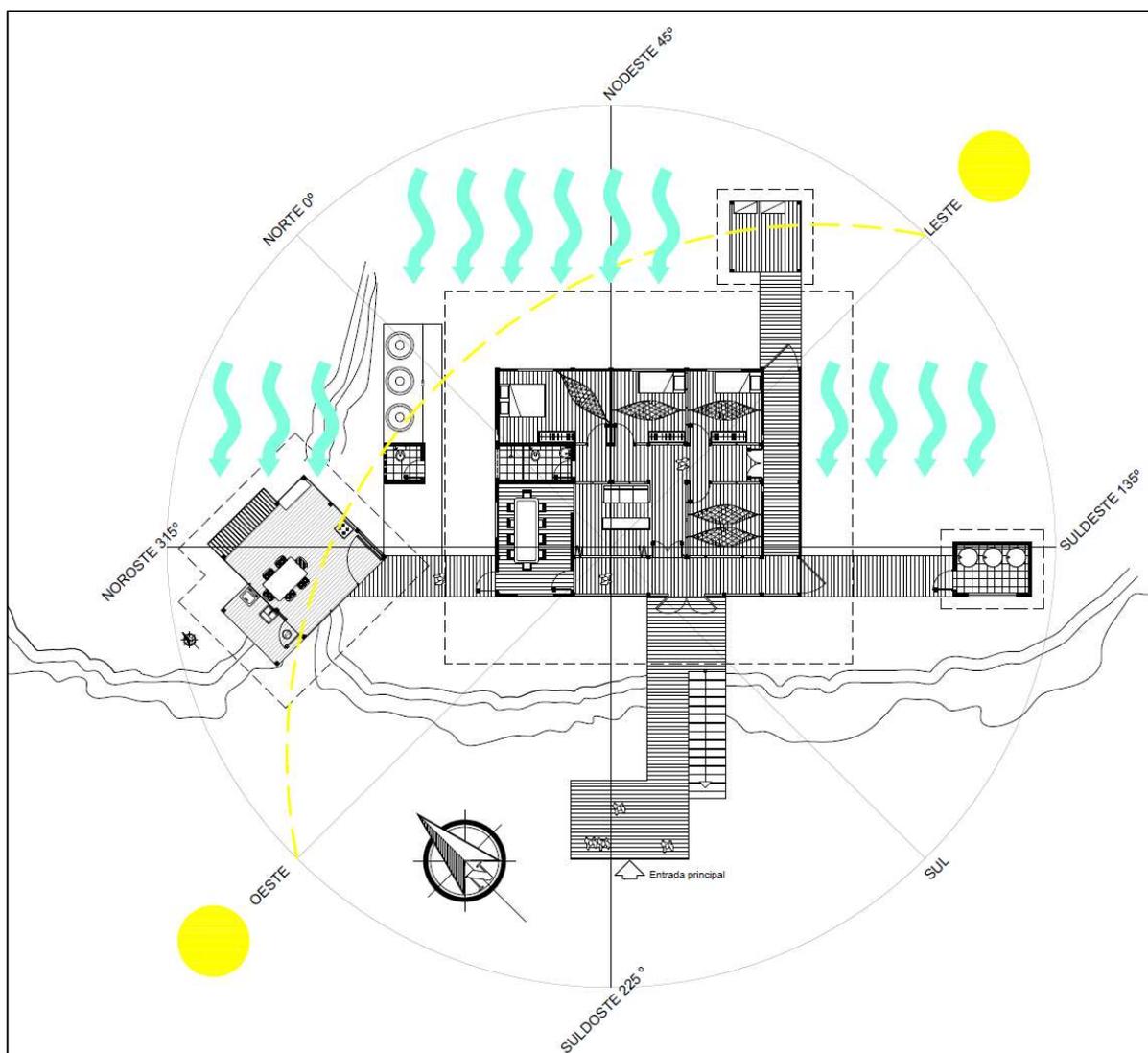
Bateria(A)	220(A)	Bateria Estacionária Heliar Freedom DF4100	4	1.199,00	4.796,00
					Total Geral: 12.996,00

Fonte: O autor (2020)

### 13. ANÁLISE DE CONFORTO DOS AMBIENTES DE LONGA PERMANÊNCIA - QUARTOS

A análise da envoltória se torna essencial para se obter a previsão do desempenho térmico do projeto arquitetônico. Em uma arquitetura bioclimática as escolhas como material, forma, orientação e cores devem ser norteadoras para uma boa eficiência energética. Na FIG. 100 se pode ver a implantação da proposta.

FIGURA 100 - IMPLANTAÇÃO/ORIENTAÇÃO SOLAR/VENTO



Fonte: O autor (2020)

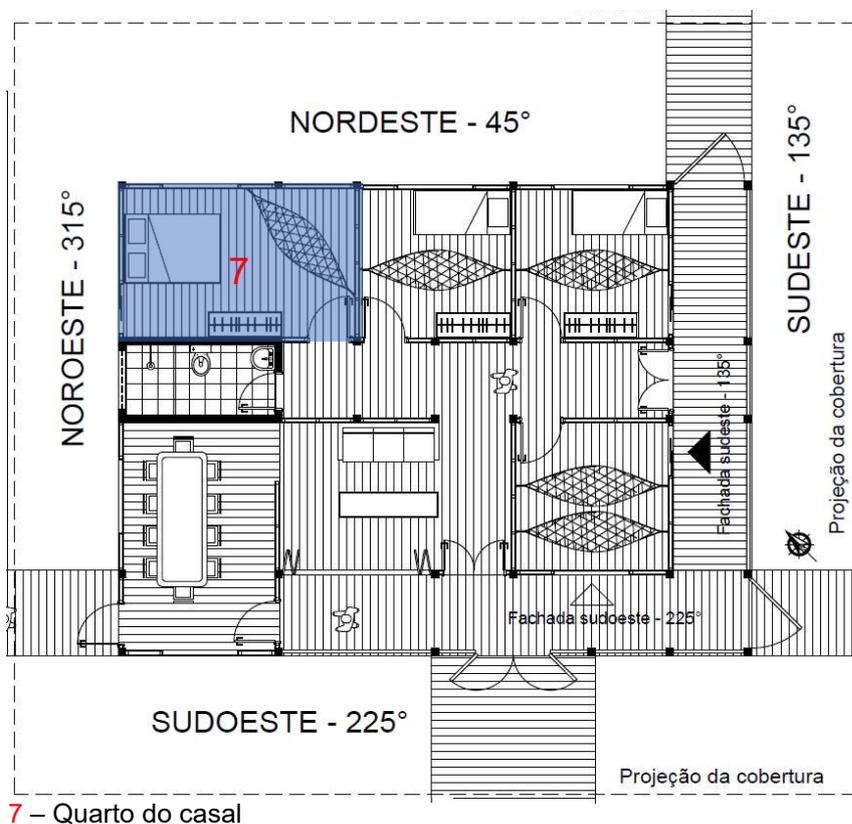
Nota-se a inclinação da casa em relação ao sol e a preocupação com que a ventilação possa ser mais aproveitada para o efeito chaminé (FIG. 94).

Neste capítulo serão analisadas as proteções geradas por beirais, primeiramente para as aberturas, e visa seguir as recomendações da NBR 15 220-3. Esta norma sugere sempre sombrear as aberturas, pois, através delas, ocorrerão ganhos de calor. Busca-se então a entrada de radiação e de luz difusa. Em seguida, sabendo-se que este mesmo beiral, também assegura uma proteção para a fachada, no sentido de demonstrar a atuação desta proteção nas paredes das fachadas, também serão demonstradas as proteções e reduções de carga para as paredes.

### 13.1 Quarto do casal

O quarto do casal (FIG. 101) é considerado um dos cômodos mais importantes da edificação, sendo o único com um brise para a fachada noroeste, o que se verá mais a frente. Este cômodo possui duas fachadas, uma a noroeste ( $315^\circ$ ) e outra a nordeste ( $45^\circ$ ). Possui duas aberturas, uma em cada fachada, com ventilação predominante a nordeste, para proporcionar a ventilação cruzada no ambiente.

FIGURA 101 - QUARTO DO CASAL



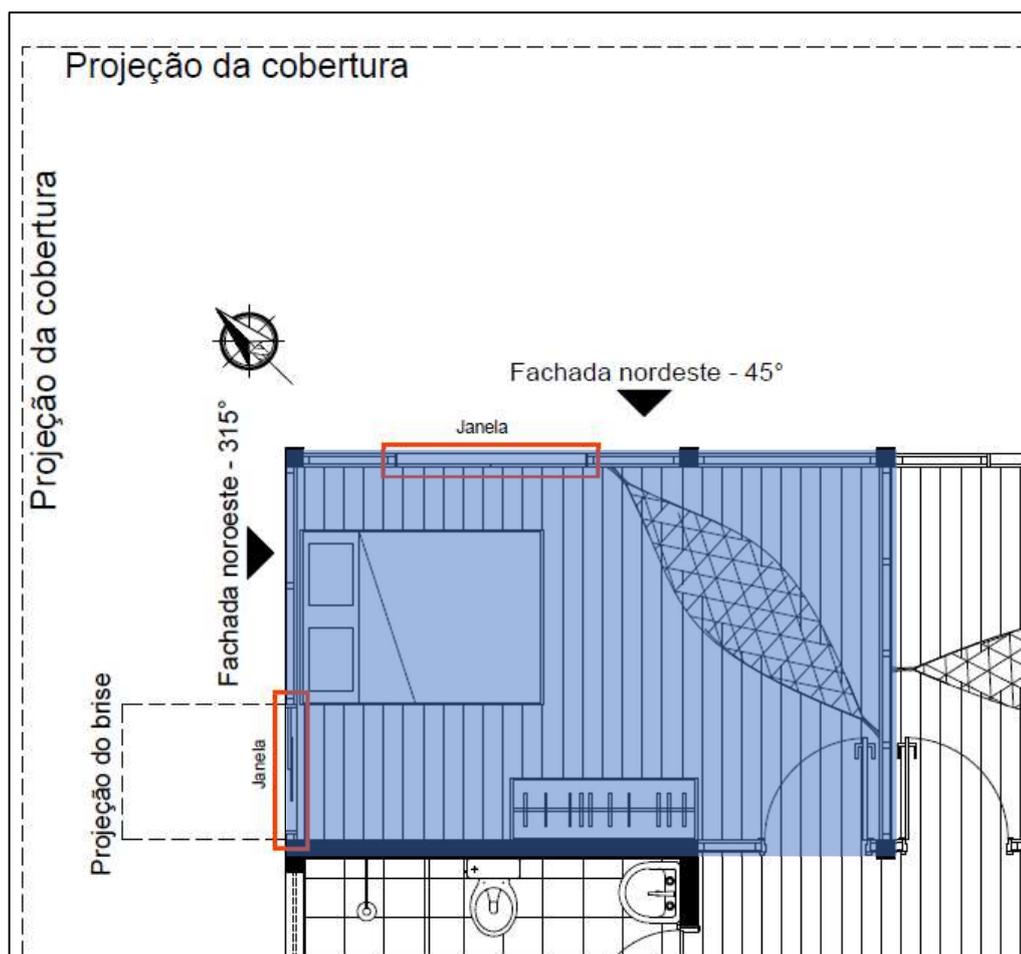
Fonte: O autor (2020)

### 13.1.1 Janelas do quarto do casal

#### 13.1.1.1 Janela Noroeste

Na FIG. 102 se observa as janelas das fachadas noroeste e nordeste, fachadas estas que recebem radiação em diferentes horários durante o dia. A fachada noroeste recebe radiação durante os horários de 13h20 às 15h30 entre os dias 22 de novembro e 21 de janeiro.

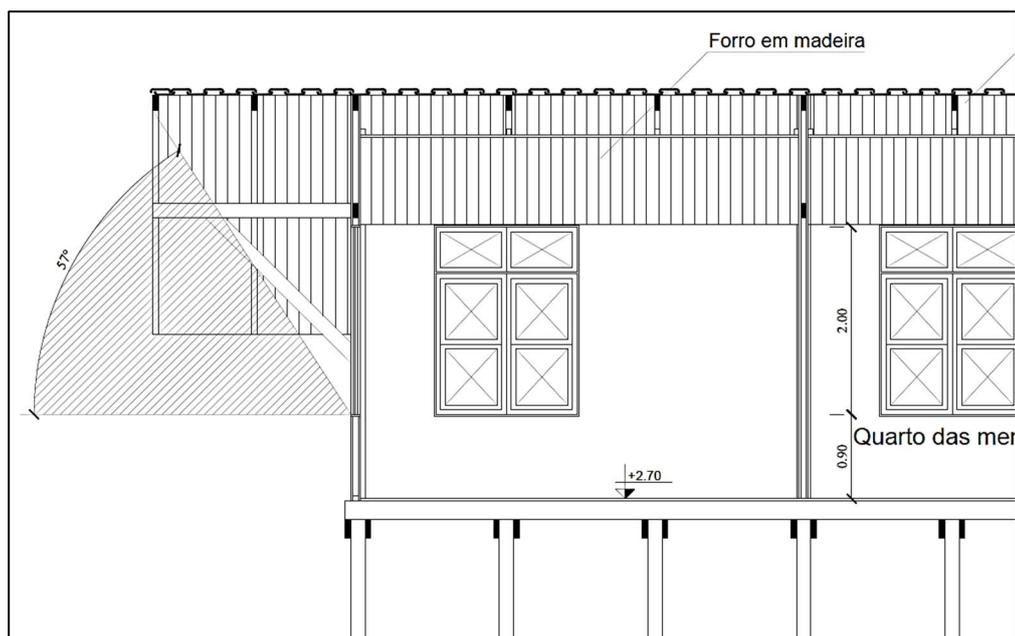
FIGURA 102 - QUARTO DO CASAL



Fonte: O autor (2020)

Na FIG. 103 pode ser visto o corte na edificação mostrando o alfa de 57° em relação a parede noroeste (315°) da casa, onde se encontra uma das aberturas para ventilação cruzada. Esta proteção é gerada apenas pelo beiral. Vale destacar que o corte também mostra a fachada noroeste, sem o brise que está destacado na FIG. 102, que fica sobre a abertura desta parede.

FIGURA 103 - CORTE DA PAREDE NOROESTE 315° - ALFA 57°



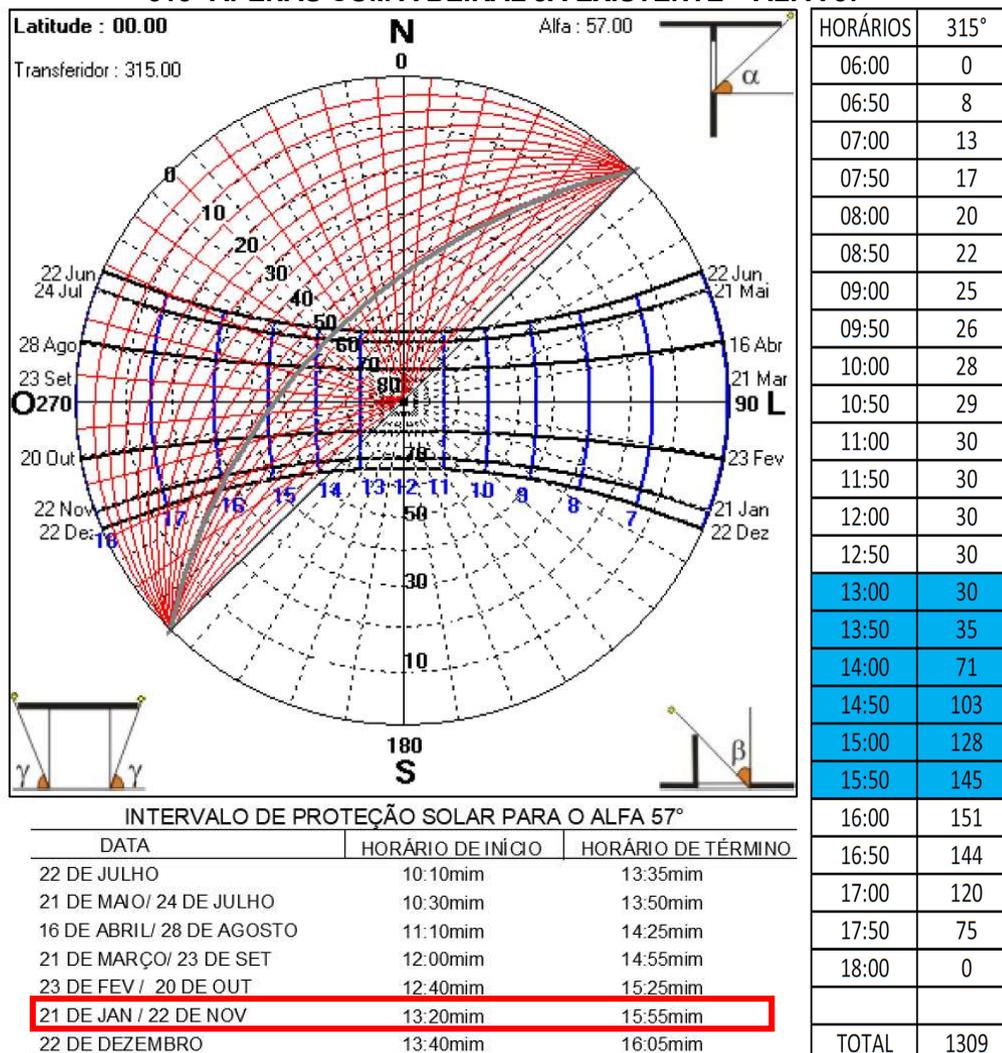
Fonte: O autor (2020)

Na FIG. 104 tem-se o mascaramento da proteção proporcionada pelo beiral na janela da fachada noroeste, nos horários de proteção da radiação solar direta, ou seja, no intervalo em que o beiral bloqueia a radiação solar. Pode-se ver os horários em que a janela está protegida de penetração de radiação direta, devido ao sombreamento gerado pelo beiral na parede.

Vale destacar ainda que a FIG. 103 demonstra a proteção do beiral já existente, sem o uso de recursos como brises, especificamente para a janela da fachada noroeste (315°). Pode-se entender que há possibilidade do aumento da proteção para esta fachada, para bloquear com mais eficiência a radiação solar no quarto do casal e proporcionar maior redução de temperatura e aumento do conforto ambiental.

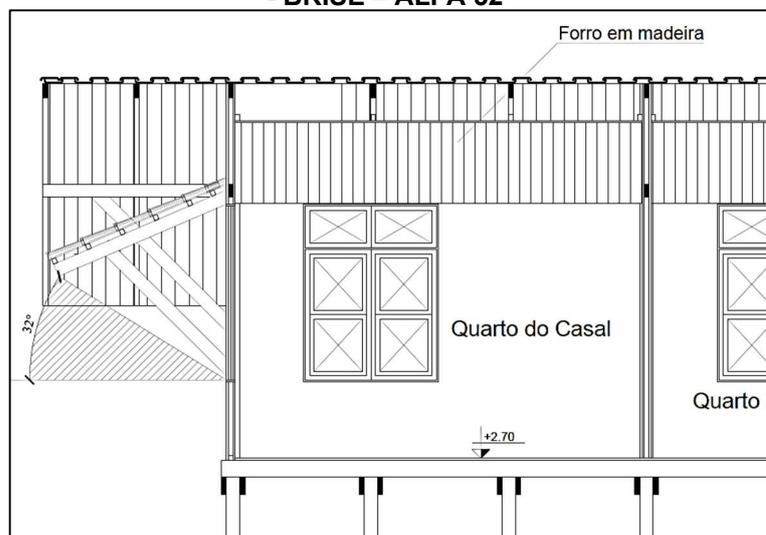
Na FIG. 105 pode ser visto a inserção de uma das estratégias arquitetônicas para a redução da penetração de radiação em um ambiente. Neste caso a estratégia adotada é o brise, muito simples para bloquear a radiação na abertura da fachada noroeste (315°). O brise irá proteger a janela ou a abertura da parede em destaque.

**FIGURA 104 – MASCARAMENTO PARA A JANELA DA PAREDE NOROESTE 315° APENAS COM A BEIRAL JÁ EXISTENTE – ALFA 57°**



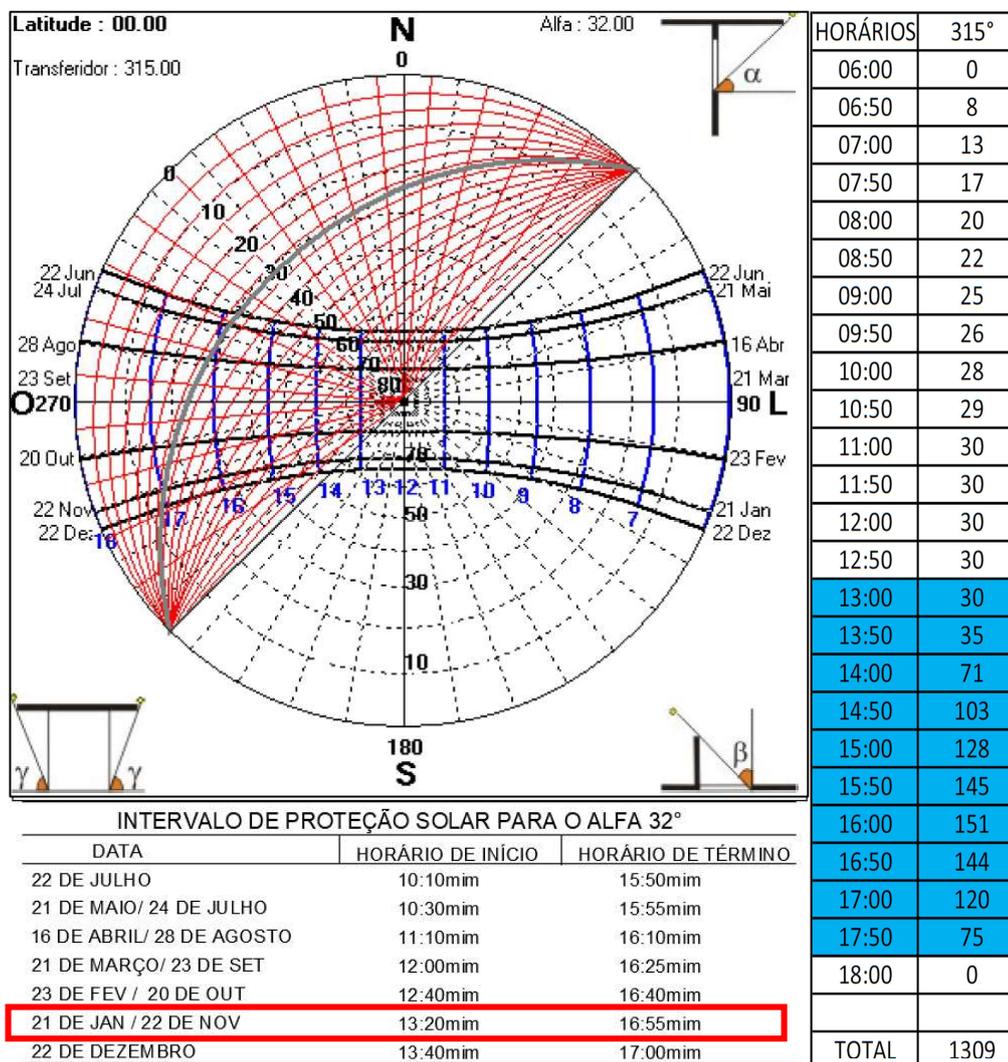
Fonte: O autor (2020)

**FIGURA 105 - MASCARAMENTO DA PAREDE NOROESTE 315° - BRISE – ALFA 32°**



Fonte: O autor (2020)

**FIGURA 106 - MASCARAMENTO DA ABERTURA NOROESTE 315° COM O BEIRAL PROPOSTO – ALFA 32°**



Fonte: O autor (2020)

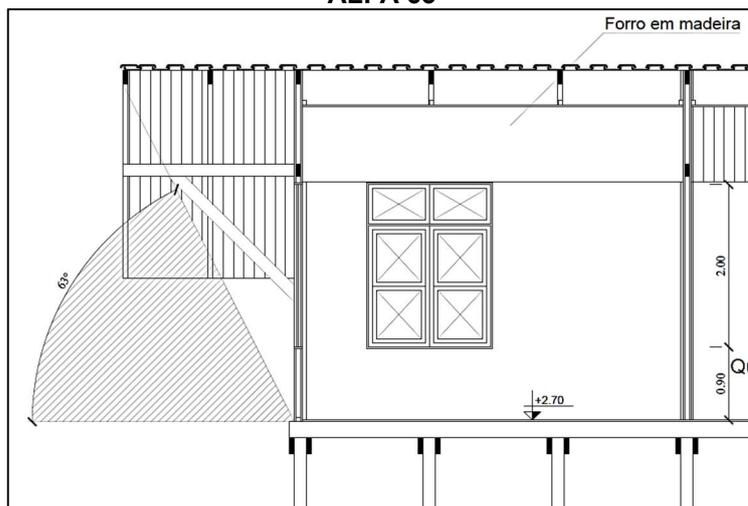
Na FIG. 106 se tem o sombreamento da janela, que é o resultado da estratégia adotada para proteger a abertura na parede noroeste (315°). Nota-se o aumento na proteção em relação aos horários atingidos pelo brise.

Pode-se ver que os horários se estendem de 13h00 às 17h50, do dia 22 de novembro ao dia 21 de janeiro. Há o bloqueio, com eficiência, da radiação penetrante no ambiente, o que proporciona uma maior eficiência energética para o usuário da casa.

### 13.1.1.2 Parede noroeste do quarto do casal

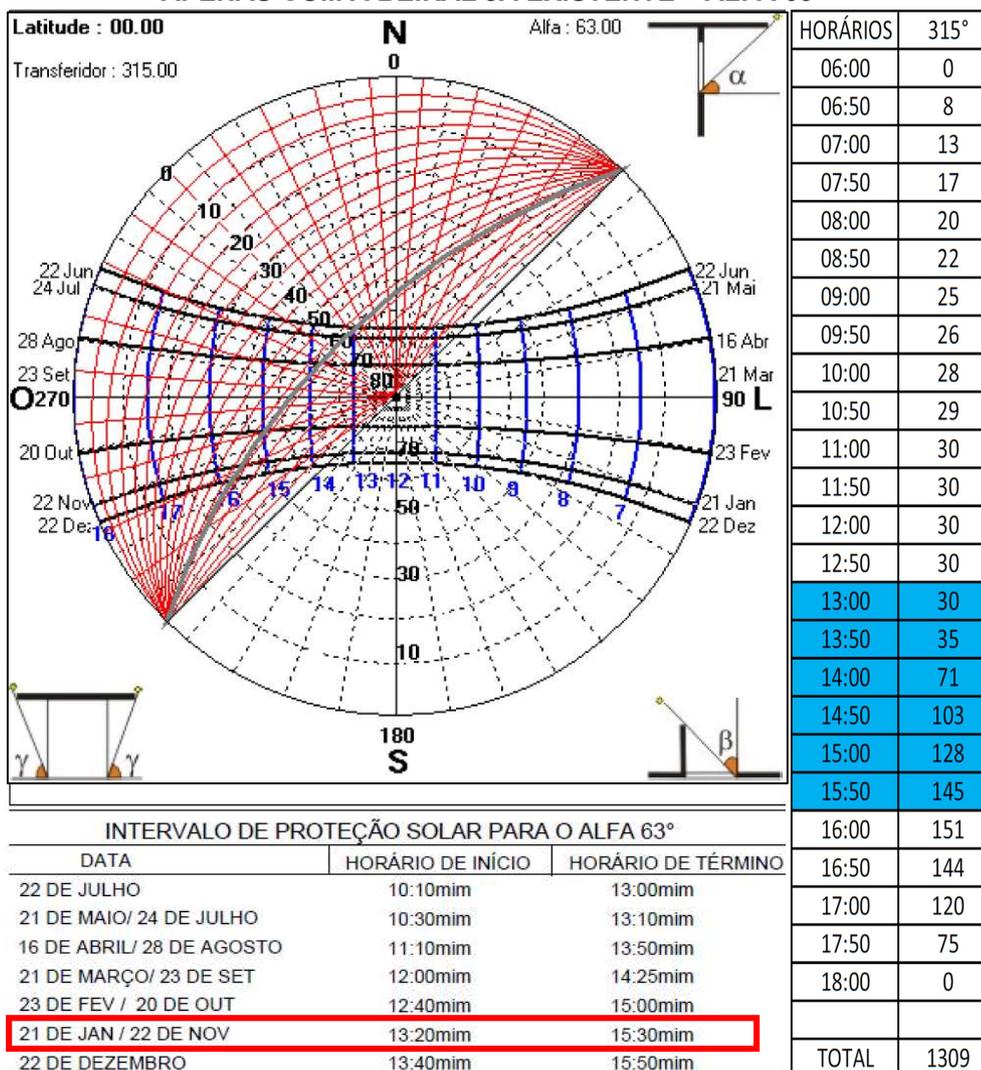
Agora há a relação da parede com o beiral já existente (FIG. 107), sem levar em consideração a existência do brise para esta fachada.

**FIGURA 108 - CORTE DA PAREDE NOROESTE 315° - ALFA 63°**



Fonte: O autor (2020)

**FIGURA 107 - MASCARAMENTO PARA A PAREDE NOROESTE 315° APENAS COM A BEIRAL JÁ EXISTENTE – ALFA 63°**



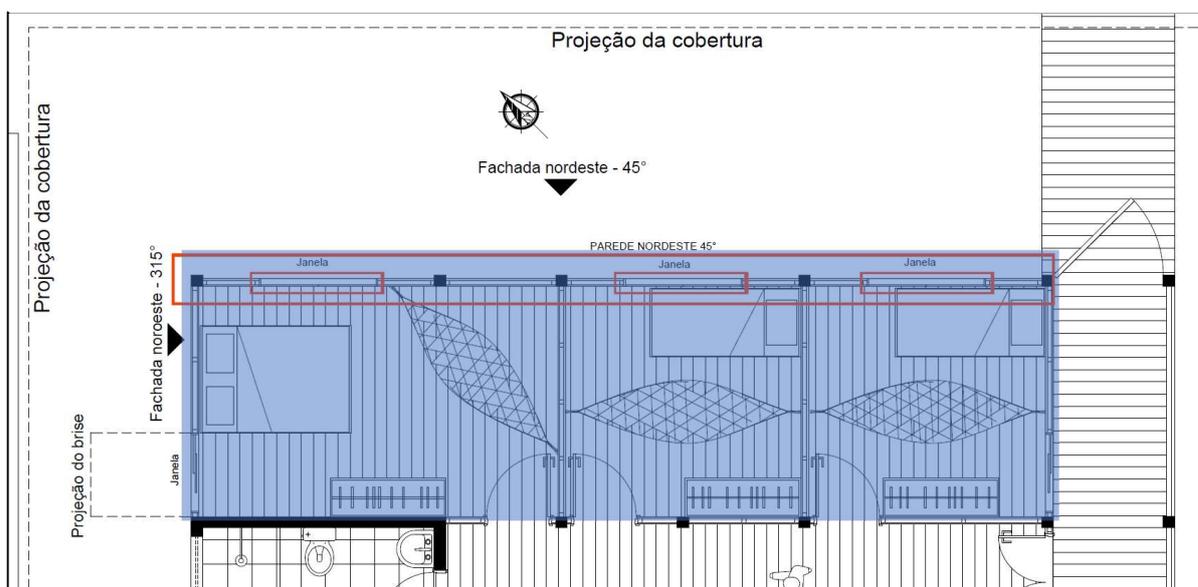
Fonte: O autor (2020)

Na FIG. 108 se tem os horários de proteção para a parede noroeste ( $315^\circ$ ), durante o ano, tendo como ângulo alfa, da cobertura em relação a parede,  $63^\circ$ , proporcionando uma proteção para essa parede de 13h20 às 15h30, no dia 22 de novembro.

### 13.2 Janelas da parede nordeste $45^\circ$ dos quartos: casal, meninas e meninos

Um fator que deve ser destacado nessa etapa da análise é que os quartos do casal, das meninas e dos meninos dividem a mesma fachada nordeste ( $45^\circ$ ). Deste modo, todos os quartos nesta orientação terão os mesmos horários de proteção já analisados anteriormente, tanto na relação entre a cobertura e a parede, quanto na relação entre a cobertura e a janela (FIG. 109).

FIGURA 109 - JANELAS NORDESTE  $45^\circ$  - QUARTOS: CASAL, MENINAS E MENINOS

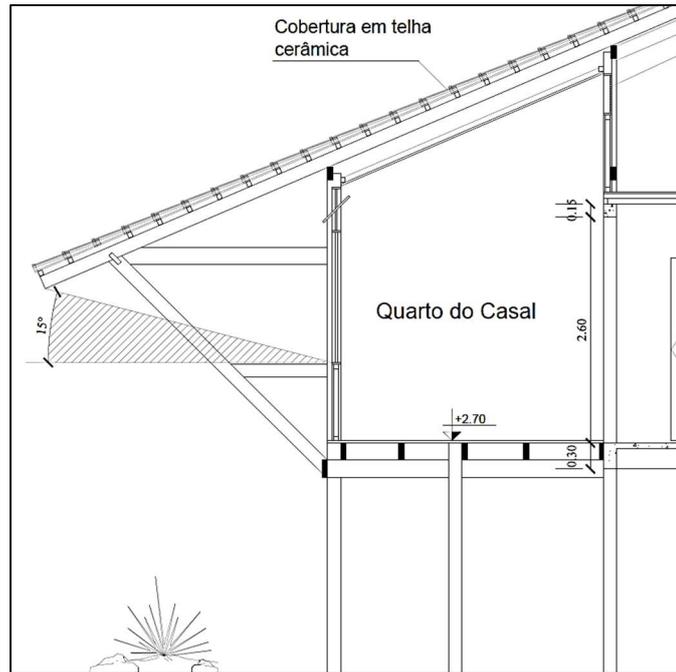


Fonte: O autor (2020)

#### 13.2.1 Janelas da parede nordeste $45^\circ$

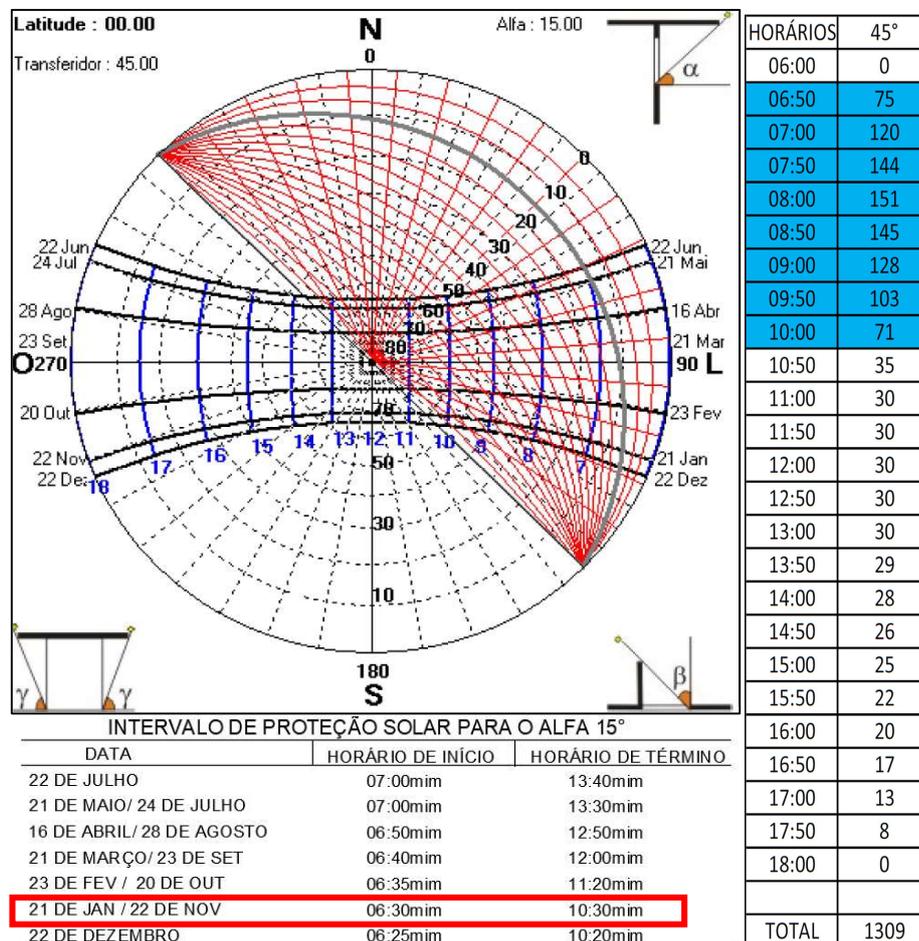
Na FIG. 110 se tem o corte da parede nordeste ( $45^\circ$ ) com a cobertura já existente e o ângulo alfa em relação a abertura da parede. Desde a concepção do projeto se buscou abranger todos os horários de radiação direta, penetrando na edificação pela abertura.

**FIGURA 111 - MASCARAMENTO DA PAREDE NORDESTE 45° - ALFA 15°**



Fonte: O autor (2020)

**FIGURA 110 - MASCARAMENTO PARA A JANELA DA PAREDE NORDESTE 45° - ALFA 15°**



Fonte: O autor (2020)

Na FIG. 111 há os horários de intervalo de proteção para a abertura da parede nordeste ( $45^\circ$ ), na relação da janela com o beiral, projetado para proteger todos os horários necessários para diminuir a penetração de radiação no ambiente do quarto do casal, protegendo das 06h20 às 10h30, no dia 22 de novembro.

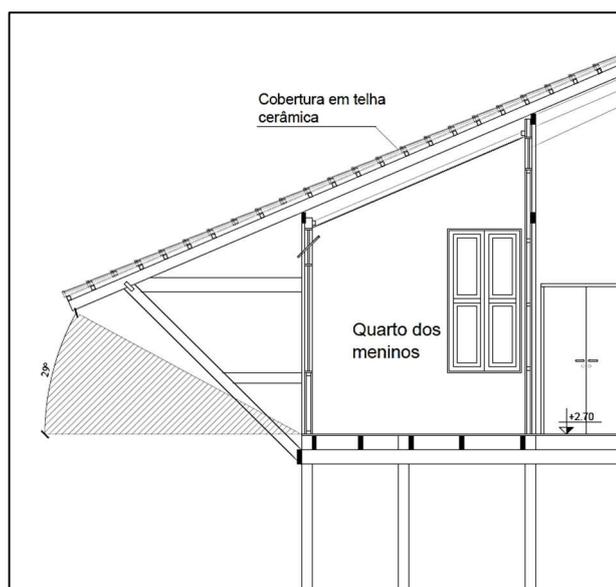
O alfa escolhido para o beiral é baixo, deixando-o mais comprido e se afastando da parede por mais de 3m de distância. Isto obriga a se optar por um apoio maior, como pode ser visto na figura anterior (FIG. 110).

### 13.2.2 Parede dos quartos do Casal, Meninas e Meninos – Nordeste $45^\circ$

Se faz necessário a análise das paredes do quarto pois são as áreas que mais recebem radiação solar, o que afeta o comportamento ambiental interno do quarto do casal. No corte da FIG. 112 se tem a parede da fachada nordeste ( $45^\circ$ ) com o ângulo alfa de  $29^\circ$  em relação a parede e o beiral. Optou-se por se preencher todos os horários de radiação, com o objetivo de se alcançar a maior redução possível da penetração de radiação neste cômodo.

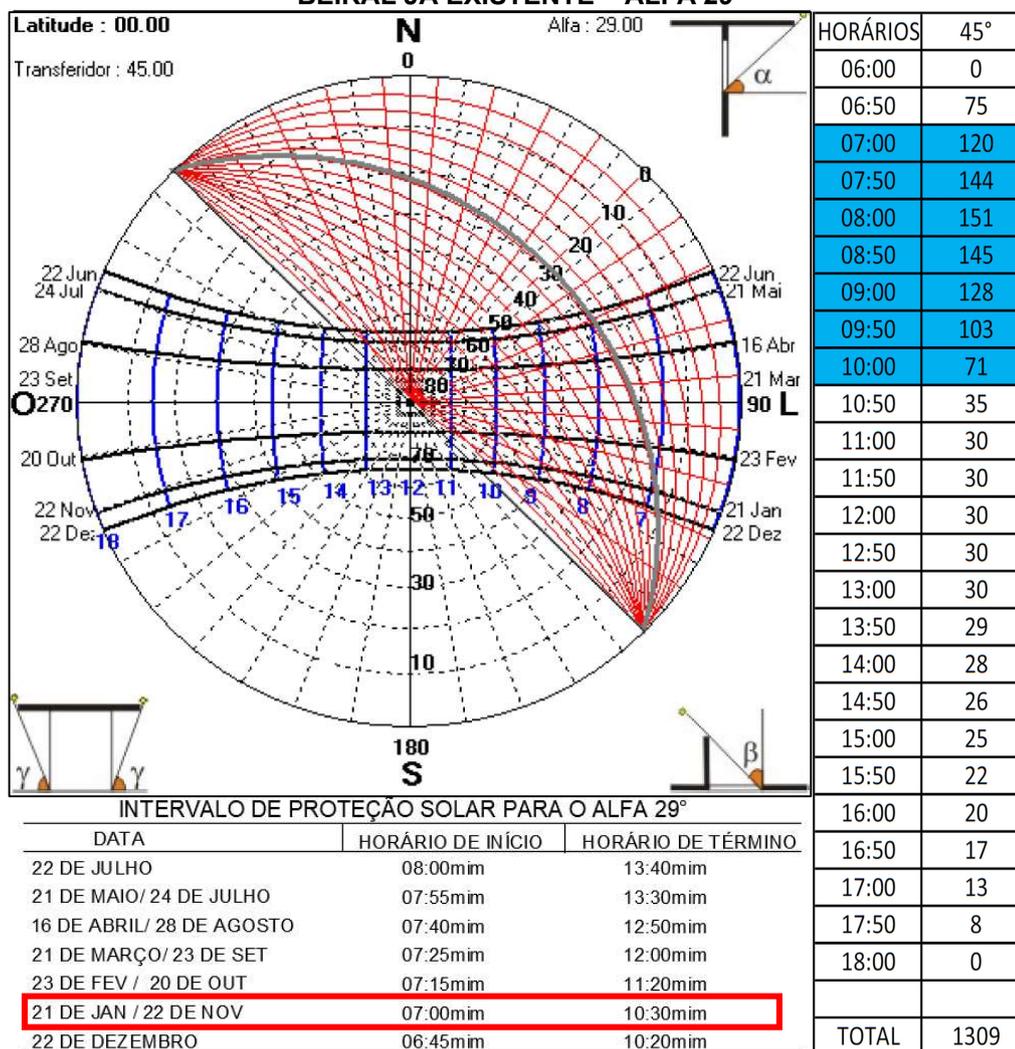
Na FIG. 113 há em gráfico e em tabela os horários de mascaramento para a parede nordeste ( $45^\circ$ ) durante o ano, tendo sua abrangência em proteção de radiação do ambiente no dia 22 de novembro do horário de 07h00 às 10h00, protegendo todos os horários de maior radiação, proporcionando uma redução na penetração de radiação.

**FIGURA 112 - CORTE DA PAREDE NORDESTE  $45^\circ$  - ALFA**



Fonte: O autor (2020)

**FIGURA 113 - MASCARAMENTO DA PAREDE NORDESTE 45° APENAS COM A BEIRAL JÁ EXISTENTE – ALFA 29°**



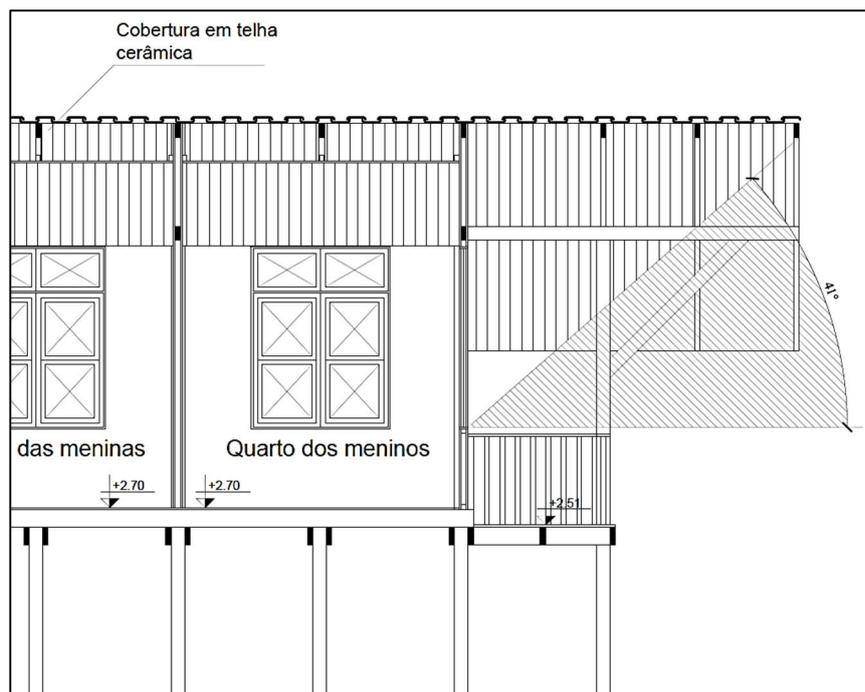
Fonte: O autor (2020)

### 13.2.3 Janela sudoeste do quarto dos meninos 135°

Na FIG. 114 há a relação da cobertura proposta para a edificação já desempenhando seu papel de proteção da radiação. Este é o primeiro quarto analisado que possui uma varanda na fachada sudeste (135°), que é uma das melhores estratégias para a proteção da parede.

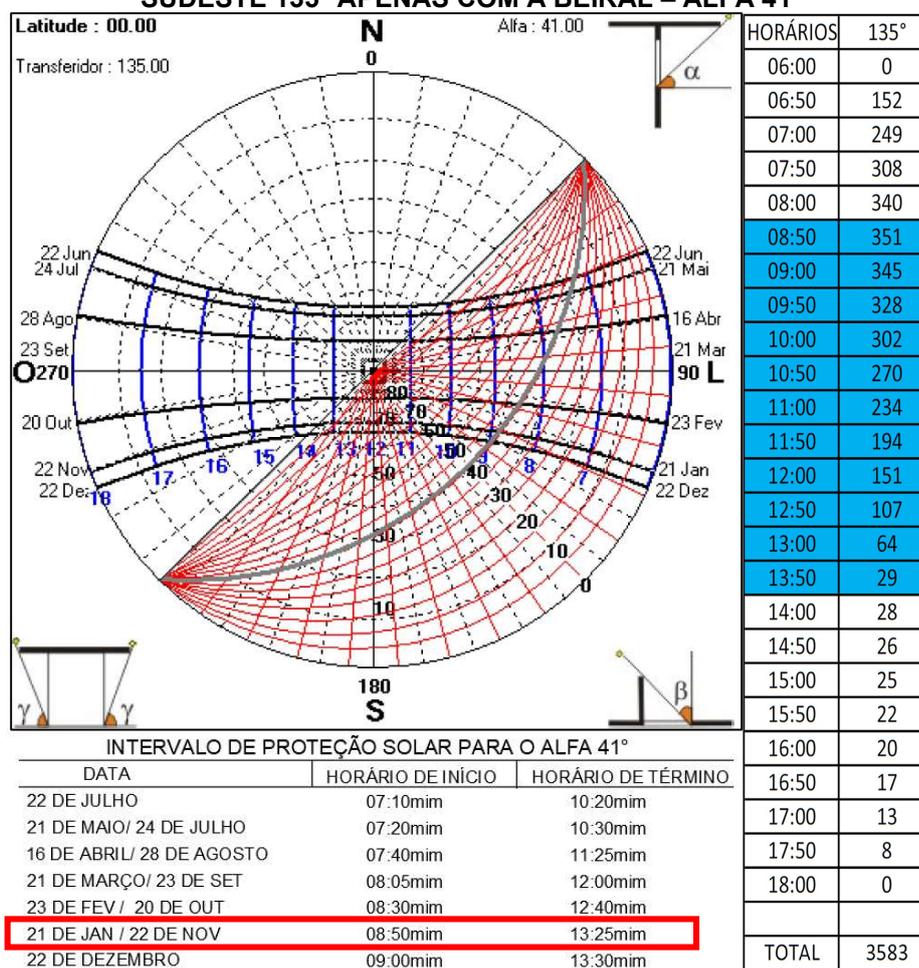
Na FIG. 115 tem-se o gráfico do mascaramento da janela em relação ao beiral. Na fachada sudeste (135°), nota-se a distância da parede para a extremidade do beiral da edificação. O ângulo alfa que é gerado pela cobertura é de 41° de inclinação em relação à fachada sudeste do quarto dos meninos. A abrangência do sombreamento é muito eficiente, bloqueando a penetração da radiação solar das 08h50 às 13h50, protegendo totalmente esta fachada da radiação direta durante o dia.

FIGURA 115 - CORTE DA PAREDE SUDESTE 135° DO QUARTO DOS MENINOS – ALFA 41°



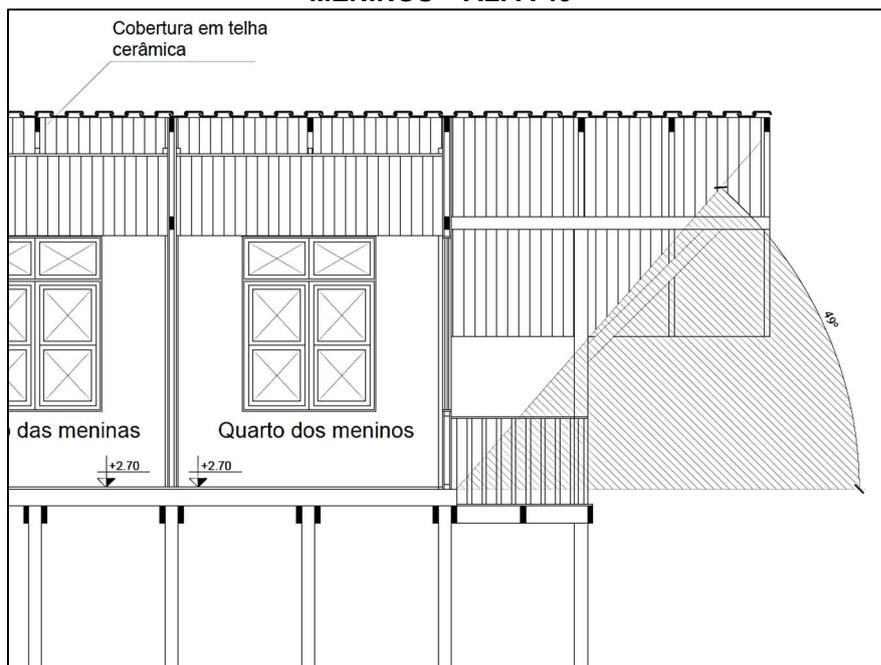
Fonte: O autor (2020)

FIGURA 114 - MASCARAMENTO PARA A JANELA DA PAREDE SUDESTE 135° APENAS COM A BEIRAL – ALFA 41°



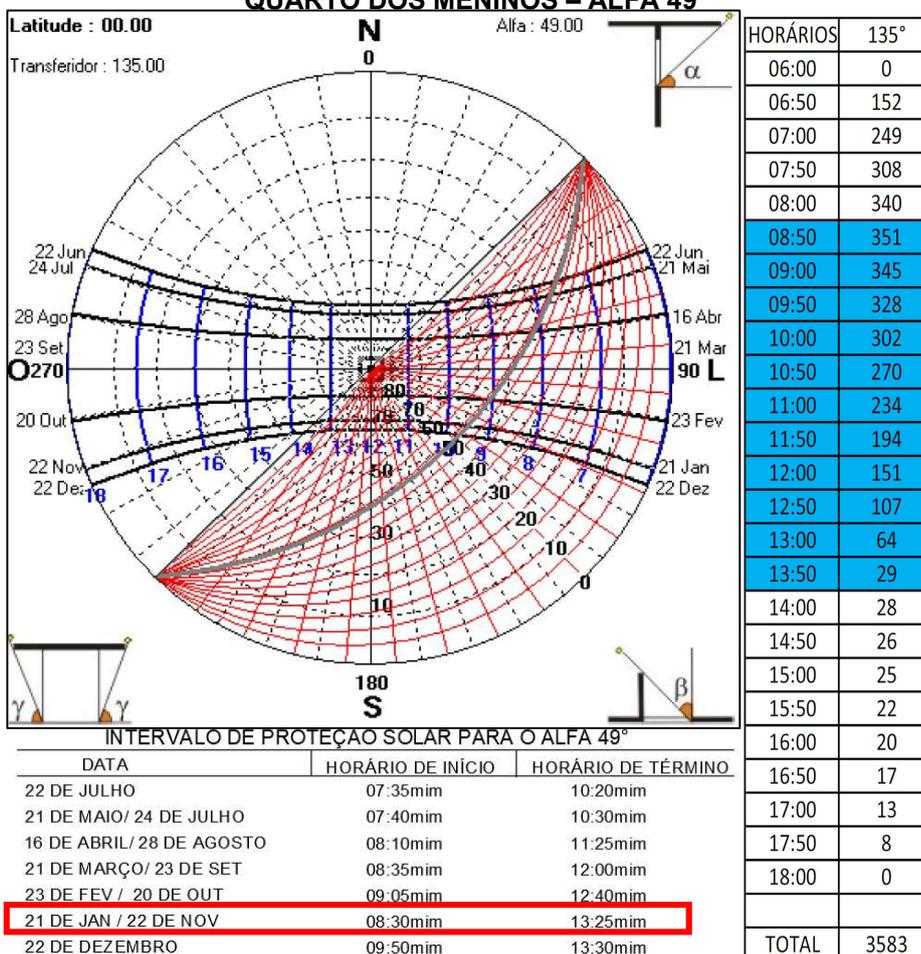
Fonte: O autor (2020)

**FIGURA 117 - CORTE DA PAREDE SUDESTE 135° DO QUARTO DOS MENINOS – ALFA 49°**



Fonte: O autor (2020)

**FIGURA 116 - MASCARAMENTO PARA A PAREDE SUDESTE 135° DO QUARTO DOS MENINOS – ALFA 49°**



Fonte: O autor (2020)

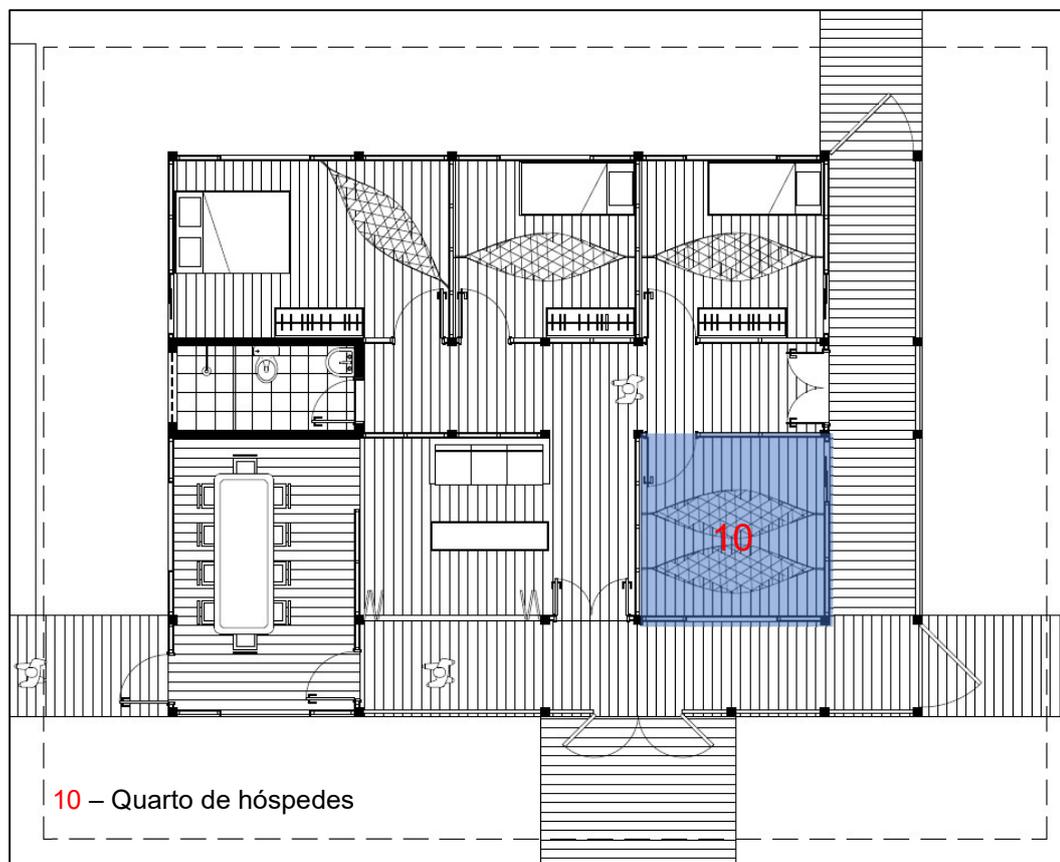
Já a relação da cobertura com a parede sudeste ( $135^\circ$ ) (FIG. 116) se pode ver, da mesma forma, uma ampla abrangência de bloqueamento da radiação direta. Mesmo que o ângulo alfa tem uma variação de apenas  $8^\circ$ , não se evidencia, nos gráficos, uma mudança brusca no sombreamento de ambas as situações.

Na FIG. 117 o ângulo alfa que é gerado pela cobertura é de  $49^\circ$  de inclinação em relação a fachada sudeste do quarto dos meninos. A abrangência do sombreamento é muito eficiente, bloqueando a penetração da radiação solar também das 08h50 às 13h50, e protege totalmente esta fachada da radiação direta durante o dia.

### 13.3 Análise do quarto de hóspedes

O quarto de hóspedes (FIG. 118) está locado entre a sala de estar e uma varanda lateral à esquerda do cômodo. Possui duas fachadas, uma orientada à sudeste ( $135^\circ$ ) e outra a sudoeste ( $225^\circ$ ).

FIGURA 118 - QUARTO DE HÓSPEDES

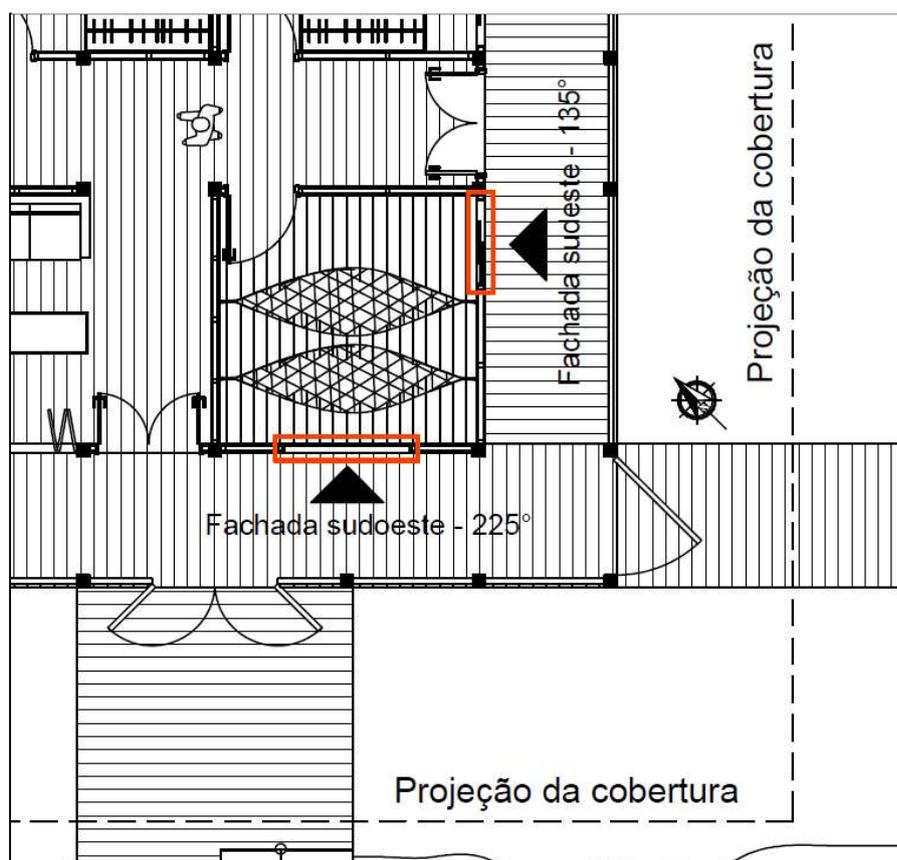


Fonte: O autor (2020)

### 13.3.1 Janela e parede da fachada Sudeste

O cômodo fica na fachada principal da residência, de acordo com a orientação da casa a 45° em relação ao norte. Esta fachada fica voltada para o pôr do sol, com o objetivo de possibilitar uma vista mais agradável do ponto de vista estético e, da mesma forma, possibilitar uma menor incidência de radiação nesta, para que os moradores possam usufruir do ambiente quando estiver vago (FIG. 119).

**FIGURA 119 - JANELAS DO QUARTO DE HÓSPEDES**



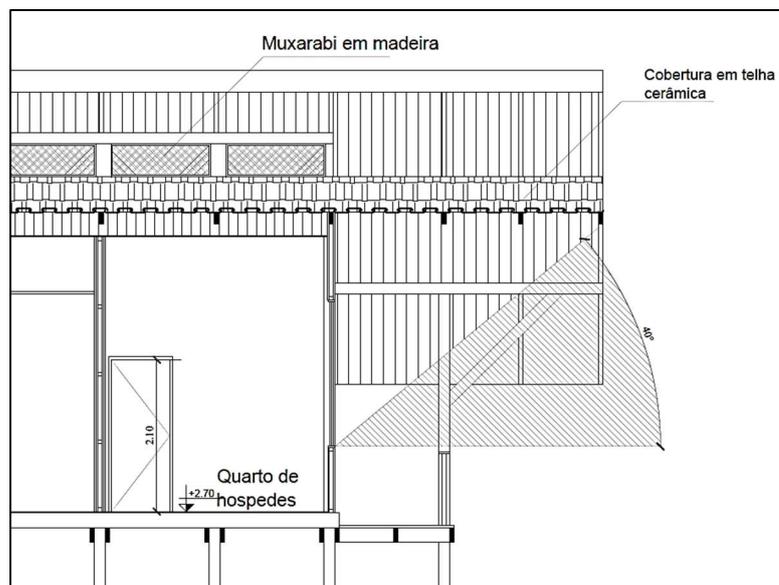
Fonte: O autor (2020)

#### 13.3.1.1 Janela da parede Sudeste 135°

Na FIG. 120 se tem o ângulo alfa gerado pela projeção da cobertura em relação a janela da fachada sudeste (135°). Esta é uma das fachadas mais privilegiadas da edificação em relação à proteção e/ou bloqueamento da penetração da radiação solar.

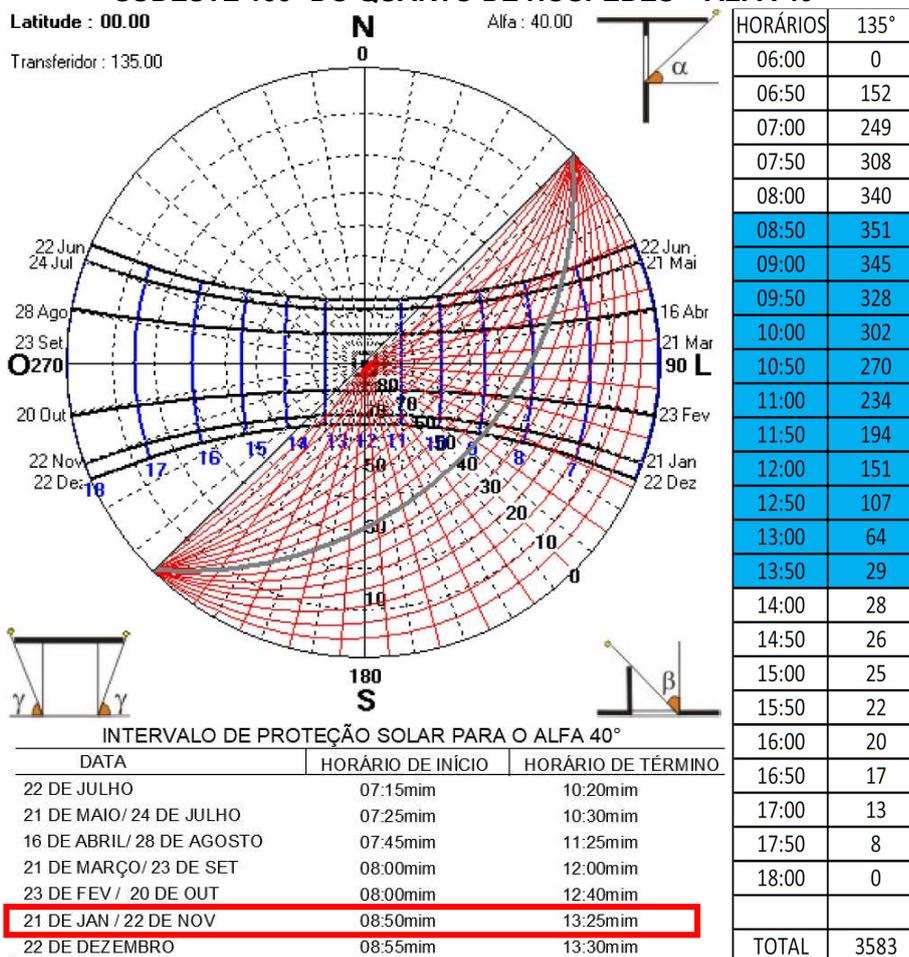
O ângulo alfa gerado é de 40° em relação à janela desta fachada. Da mesma forma que o quarto dos meninos é privilegiado com uma varanda na fachada sudeste o mesmo acontece com o cômodo em questão. A presença de uma varanda, somada a um beiral longo, gera uma proteção contra a radiação bastante eficiente.

**FIGURA 121 - PAREDE SUDESTE 135° DO QUARTO DE HÓSPEDES  
– ALFA 40° DA JANELA**



Fonte: O autor (2020)

**FIGURA 120 - MASCARAMENTO PARA A JANELA DA PAREDE  
SUDESTE 135° DO QUARTO DE HÓSPEDES – ALFA 40°**



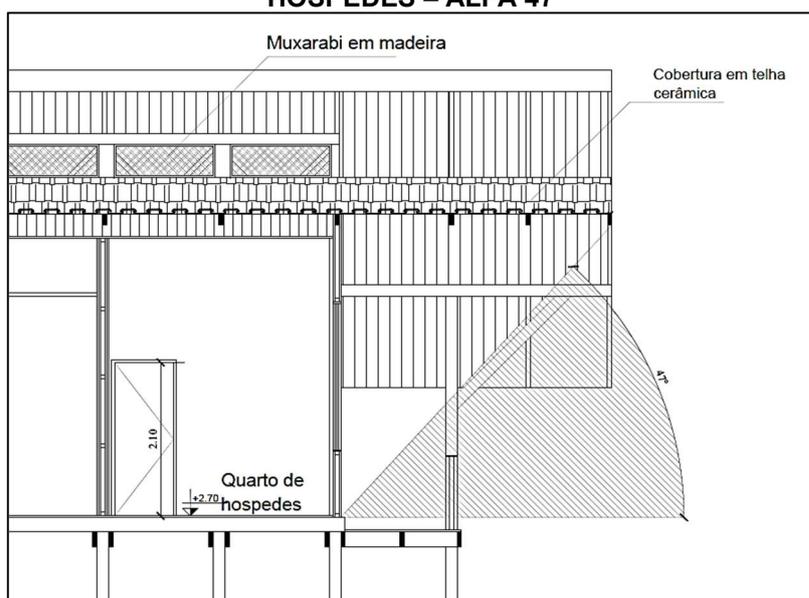
Fonte: O autor (2020)

Na FIG. 121 pode ser analisada a variação do bloqueamento gerado pelo ângulo alfa de  $40^\circ$ , que é a relação da janela com o beiral. Desta forma, o bloqueamento da radiação se dá nos horários de 08h30 às 13h25, abrangendo e satisfazendo o sombreamento adequado para o cômodo.

### 13.3.1.2 Parede Sudeste

Da mesma forma que o exemplo anterior, a variação do ângulo alfa é muito pequena. Comparando a relação da projeção dos alfas da janela e da parede, temos uma variação de  $7^\circ$  de diferença. Porém os horários já oscilam um pouco mais do que o exemplo anterior (FIG. 122).

**FIGURA 122 - PAREDE SUDESTE  $135^\circ$  DO QUARTO DE HÓSPEDES – ALFA  $47^\circ$**

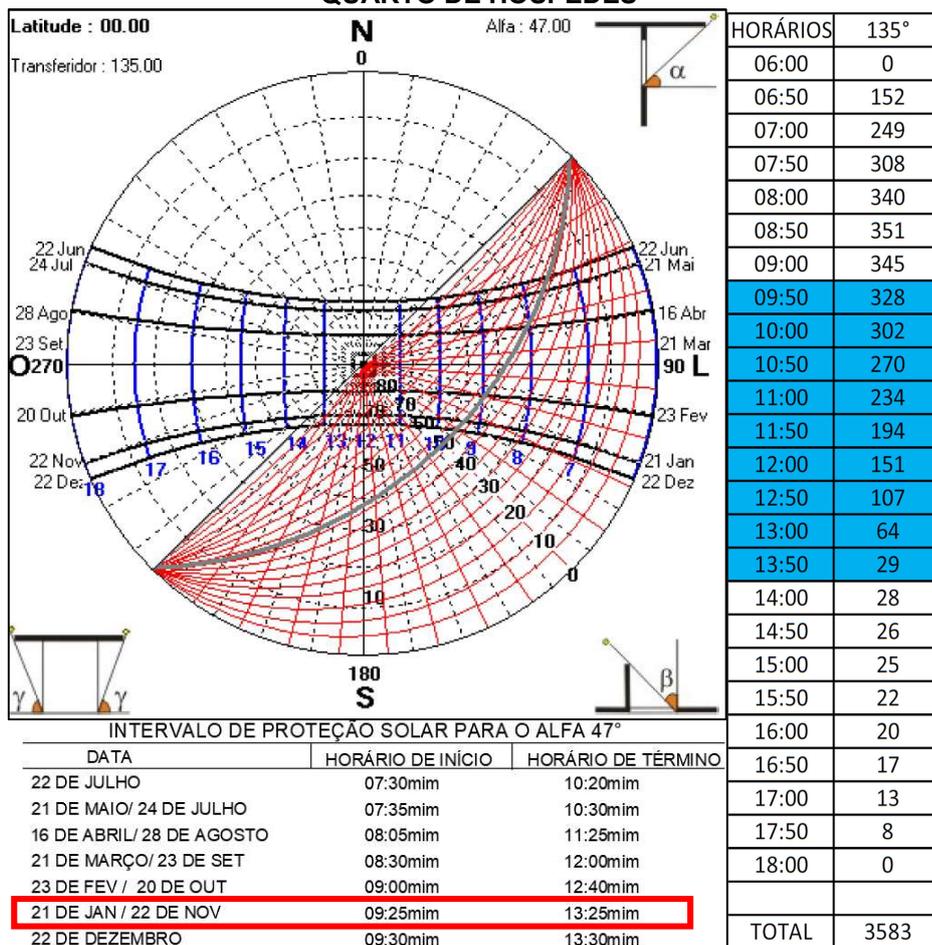


Fonte: O autor (2020)

Na FIG. 123 se tem o bloqueamento gerado pelo ângulo alfa de  $47^\circ$ , que é a relação da parede com a projeção da cobertura. Tal ângulo oferece um mascaramento bastante abrangente, porém com pouca variação do ângulo anterior.

Com base no gráfico de mascaramento, os horários atingidos pelo alfa são de 09h30 às 13h50, obtendo-se assim um sombreamento durante um longo tempo do dia, que levará a uma diminuição da temperatura interna.

**FIGURA 123 - MASCARAMENTO PARA A PAREDE SUDESTE 135° DO QUARTO DE HÓSPEDES**



Fonte: O autor (2020)

### 13.3.2 Janela e parede Sudoeste 225°

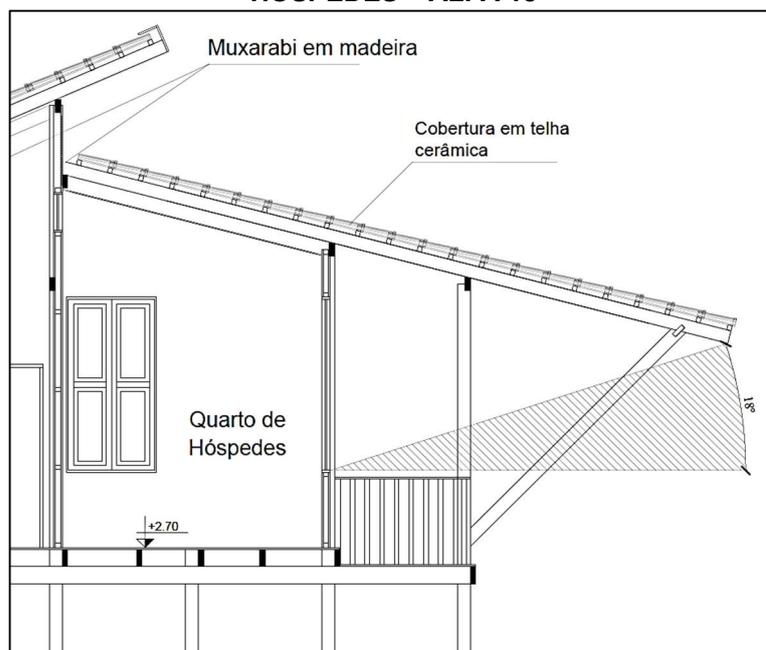
Neste ponto da análise se chega à fachada mais privilegiada da casa, já que ela é a elevação principal e está orientada para o pôr do sol.

#### 13.3.2.1 Janela Sudoeste

Na FIG. 124 se tem o ângulo alfa de 18° gerado pela relação do beiral com a janela do quarto de hóspedes, orientados à sudoeste. Está em diagonal com o pôr do sol, o que causa uma alta taxa de radiação solar nesta fachada.

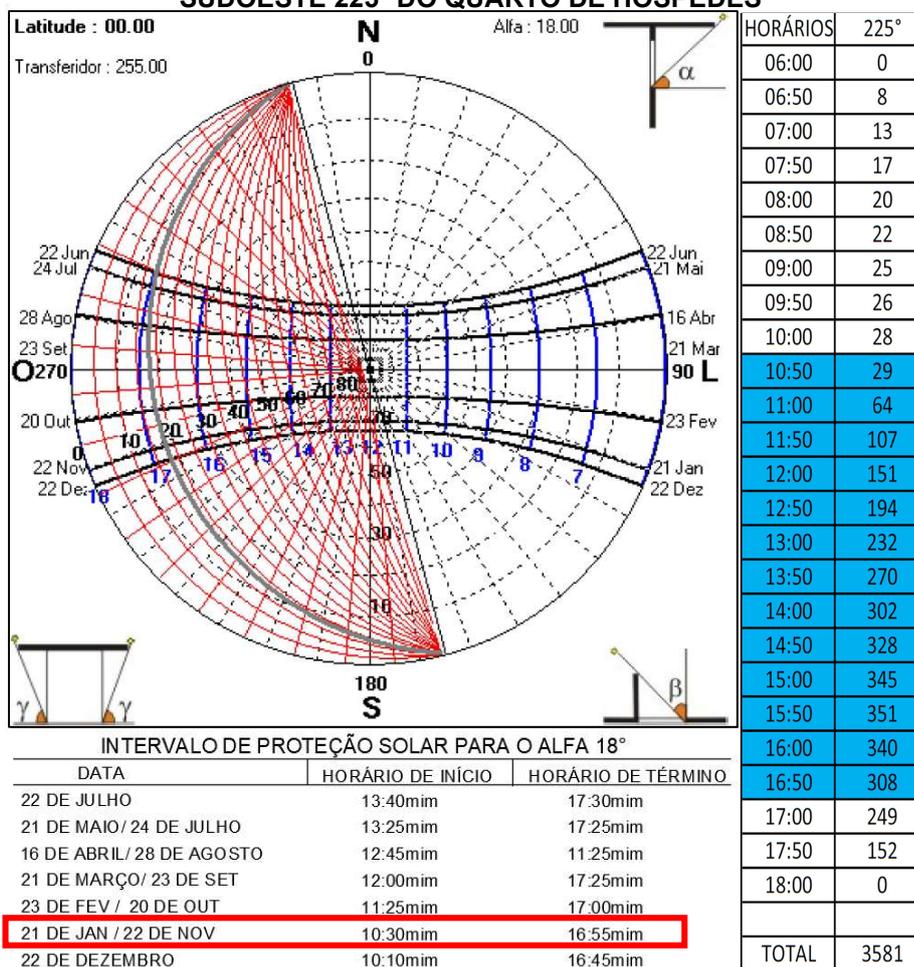
Na FIG. 125 se tem os horários do mascaramento gerado pelo ângulo alfa de 18°. Pode ser visto que os horários de proteção são das 10h30 às 16h55. Protege, com segurança, toda a fachada da radiação solar direta, e proporciona melhoria em relação ao bloqueamento da radiação solar.

**FIGURA 124 - PAREDE SUDOESTE 225° DO QUARTO DE HÓSPEDES – ALFA 18°**



Fonte: O autor (2020)

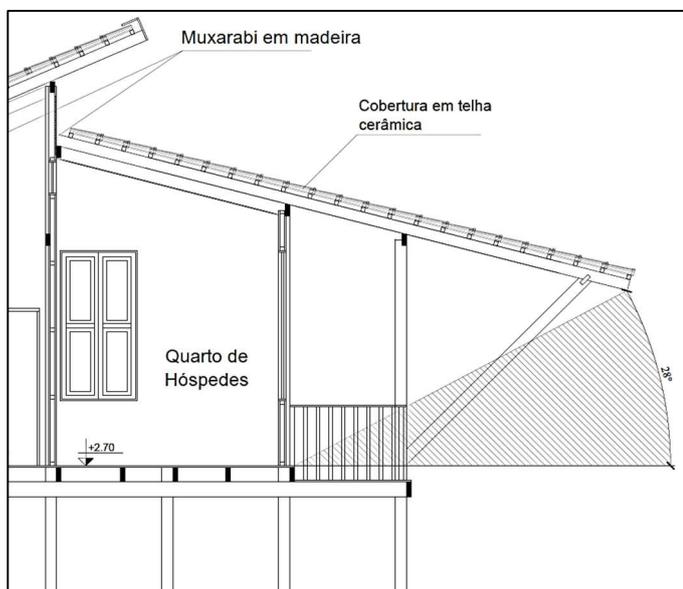
**FIGURA 125 - MASCARAMENTO PARA A JANELA DA PAREDE SUDOESTE 225° DO QUARTO DE HÓSPEDES**



Fonte: O autor (2020)

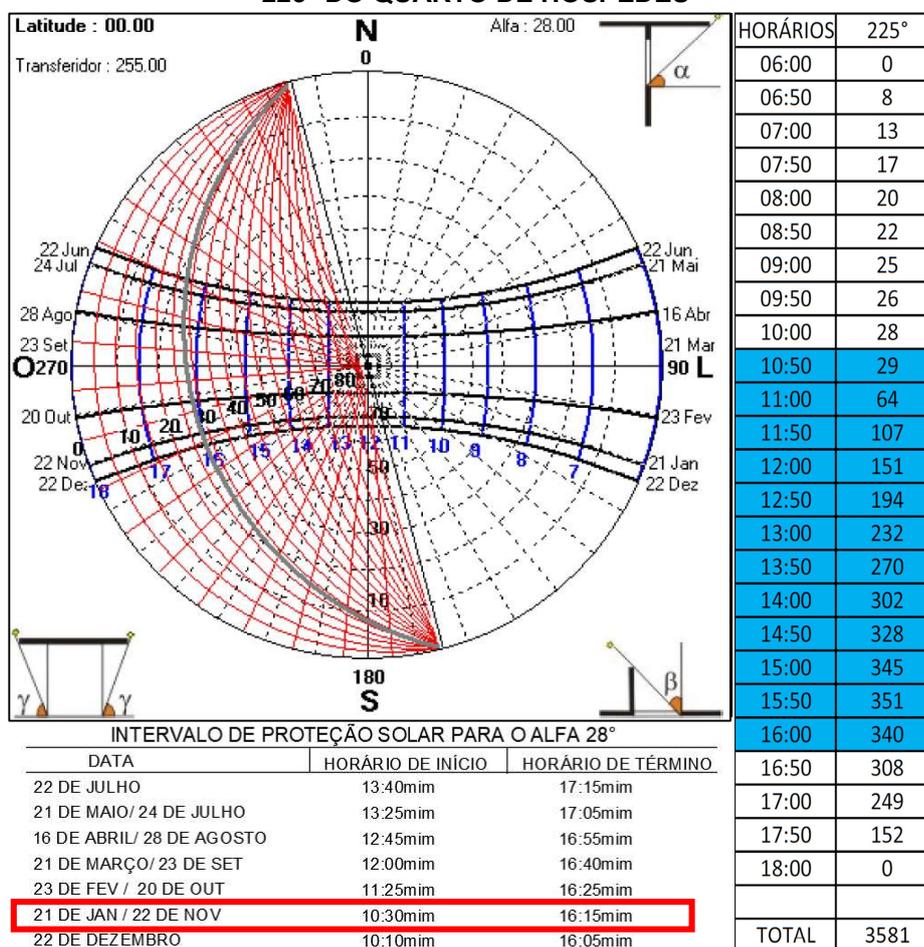
## 13.3.2.2 Parede Sudoeste

**FIGURA 126 - PAREDE SUDOESTE 225° DO QUARTO DE HÓSPEDES – ALFA 28°**



Fonte: O autor (2020)

**FIGURA 127 - MASCARAMENTO PARA A PAREDE SUDOESTE 225° DO QUARTO DE HÓSPEDES**



Fonte: O autor (2020)

Na FIG. 126 pode ser visto o corte na fachada sudoeste ( $225^\circ$ ), demonstrando o ângulo alfa gerado pela relação da parede com a cobertura. Na FIG. 127 pode ser visto os horários de proteção pela cobertura, pelo ângulo alfa  $28^\circ$ , gerado pela relação da fachada com a cobertura.

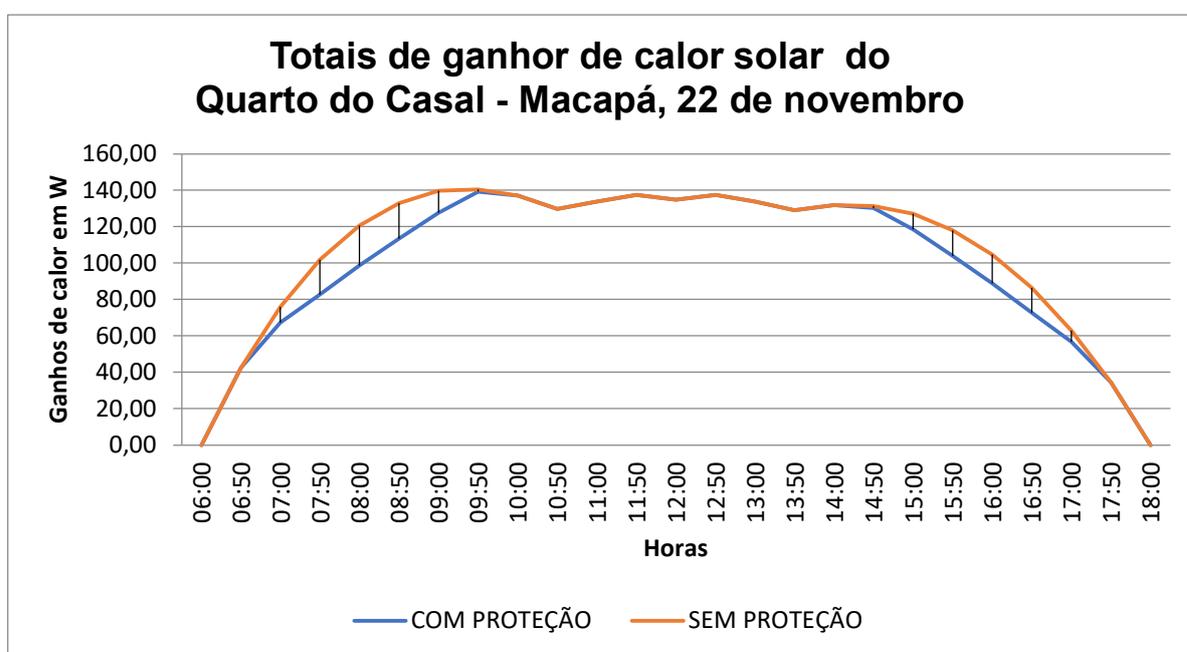
Por ser uma das fachadas principais da edificação, esta parede tem uma varanda e um beiral privilegiados, que funcionam muito bem no bloqueamento da penetração da radiação solar nesse cômodo. Os horários de sombreamento se estendem de 10h30 até as 16h15 e proporcionam uma alta eficiência em relação a penetração de radiação.

### 13.4 Ganhos de calor dos quartos: casal, meninos, meninas e hóspedes

#### 13.4.1 Quarto do casal

Na análise final dos ganhos de calor no quarto do casal, nas paredes noroeste ( $315^\circ$ ) e nordeste ( $45^\circ$ ), a mudança foi pequena entre o cenário sem e com a proteção. A FIG. 128 mostra que durante a manhã, das 06h00 às 12h00, o pico de ganho de temperatura é às 09h50, e durante a tarde, entre 12h00 e 18h00, o pico é às 14h50.

FIGURA 128 - GANHOS E REDUÇÃO – QUARTO DO CASAL



Resultado final da análise de temperatura interna do quarto do casal – em watts(W)

Sem proteção

Com proteção

Redução

2.623,71 W

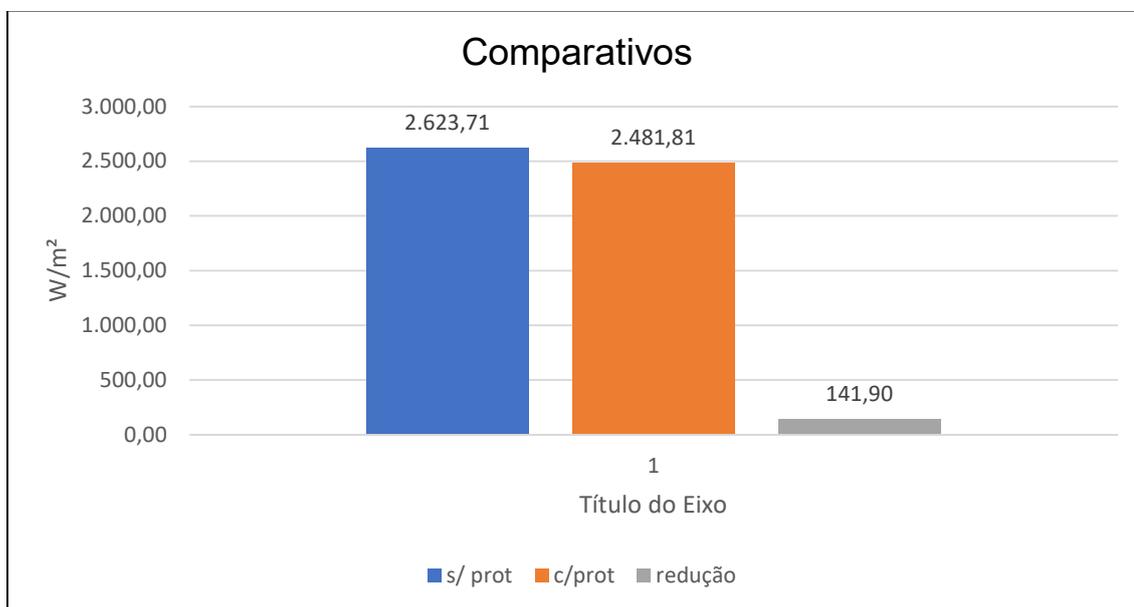
2.881,81 W

141,90 W

Fonte: O autor (2020)

Percebe-se uma diferença de 141,90 W durante 06h00 e 18h00. Isto faz com que o ambiente tenha uma baixa redução de ganhos de calor (FIG. 129).

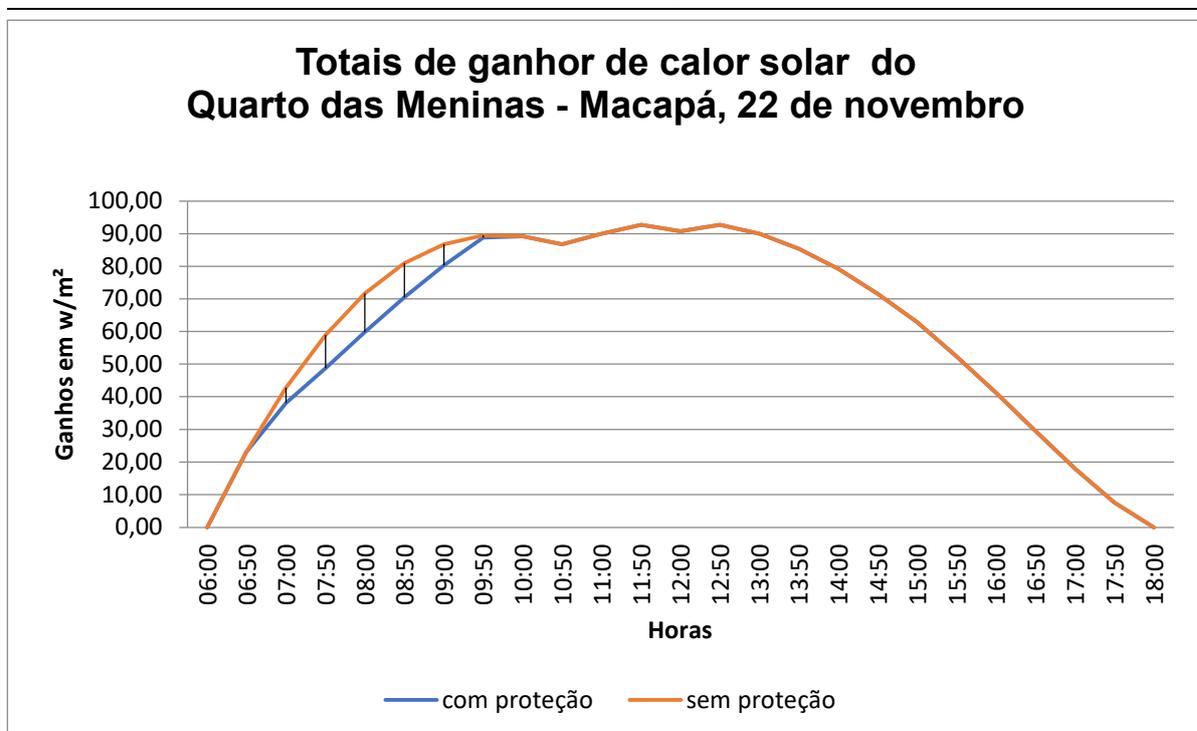
**FIGURA 129 - COMPARATIVO DE REDUÇÃO DE CARGA**



Fonte: O autor (2020)

#### 13.4.2 Quarto das meninas

**FIGURA 130 - GANHOS E REDUÇÃO – QUARTO DAS MENINAS**



Resultado da análise de temperatura interna do quarto do casal – em watts(W)

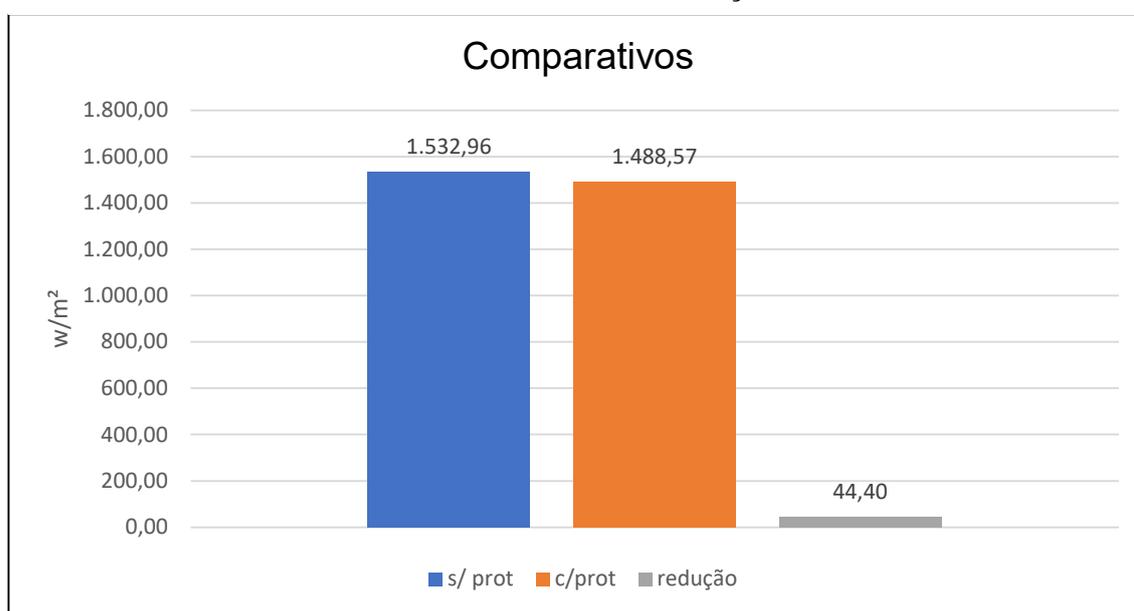
Sem proteção	Com proteção	Redução
1.532,996 W	1.488,57 W	44,40 W

Fonte: O autor (2020)

Em relação aos ganhos de calor do quarto das meninas (FIG. 130), percebe-se que a mudança de temperatura entre os cenários com proteção e sem proteção é muito pequena, com uma variação apenas entre os horários que de 06h50 às 10h00.

A diferença é de 44,40W de perda de calor (FIG. 131). Isto torna o ambiente com uma baixa eficiência energética, porém não quer dizer que não proporcione conforto. A redução dos ganhos de calor é baixa, pois estão relacionados ao fato de o quarto ter apenas uma fachada para nordeste.

**FIGURA 131 - COMPARATIVO DE REDUÇÃO DE CARGA**

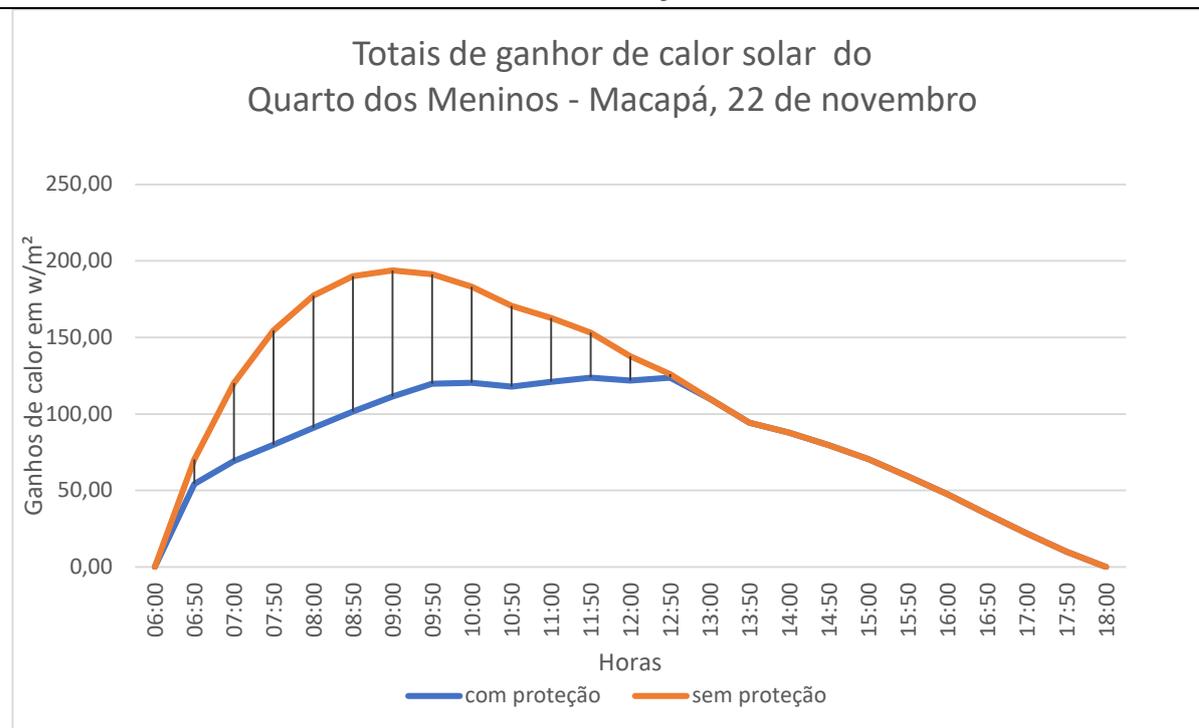


Fonte: O autor (2020)

### 13.4.3 Quarto dos meninos

Em relação aos ganhos de calor do quarto dos meninos, houve uma diferença mais perceptível. No intervalo de 07h00 às 13h00 houve uma diferença eficaz de 675,39W entre os cenários sem proteção e com proteção. Vale ressaltar o fato de que esse quarto possui duas fachadas, uma a nordeste e uma a sudeste.

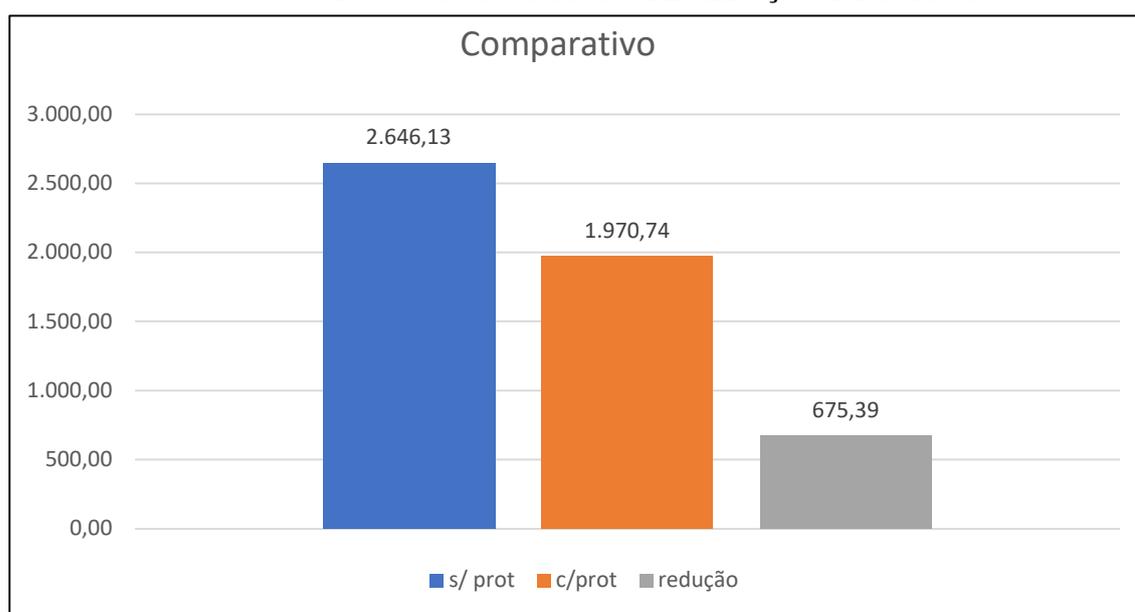
Mesmo com um ganho maior a diferença foi eficaz, pois se buscou proteger todos os horários de radiação direta. Ainda há o fato de esta fachada sudeste possuir uma varanda, o que contribui ainda mais para a proteção desta fachada. Na FIG. 132 é notável a redução de carga solar para esse cômodo, o que mostra a eficiência do uso do beiral e da varanda em uma das fachadas. Na FIG. 133 há um comparativo dos ganhos de calor e da sua redução.

**FIGURA 132 - GANHOS E REDUÇÃO – QUARTO DOS MENINOS**

Resultado da análise de temperatura interna do quarto do casal – em watts(W)

Sem proteção	Com proteção	Redução
2.646,13 W	1.970,74 W	675,39 W

Fonte: O autor (2020)

**FIGURA 133 - COMPARATIVO DE REDUÇÃO DE CARGA**

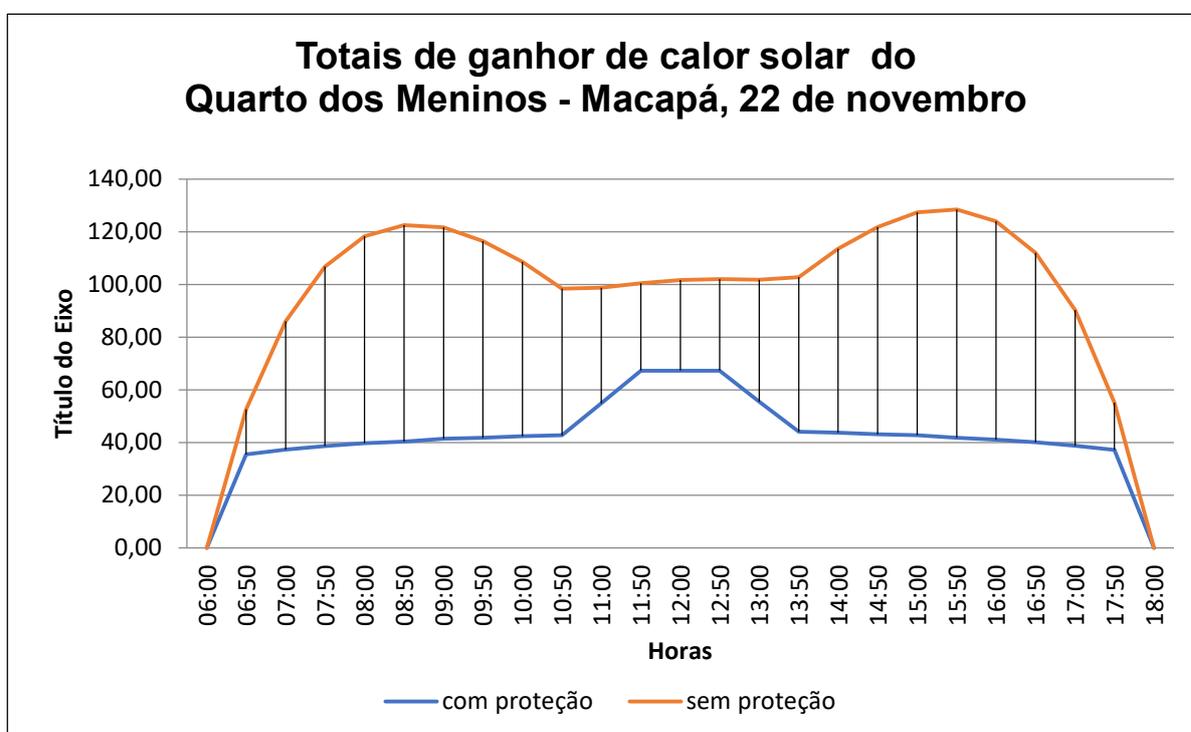
Fonte: O autor (2020)

### 13.4.4 Quarto de hóspedes

Na análise dos ganhos de calor no quarto de hóspedes, a diferença entre o cenário sem proteção é de 1.366,76W, mais eficaz que todos os quartos, mesmo considerando que este quarto possui duas fachadas. Os ganhos são maiores, porém se mostra mais efetiva (FIG.134).

O intervalo em que ocorre essa variação é de 08h00 às 16h00, em um espaço de tempo de 06h00 às 18h00. Portanto o quarto de hóspedes é o mais confortável e mais eficiente energeticamente, e o quarto de casal é o pior nestes mesmos parâmetros. Na FIG. 135 há um comparativo dos ganhos de calor e da sua redução.

**FIGURA 134 - GANHOS E REDUÇÃO – QUARTO DE HÓSPEDES**

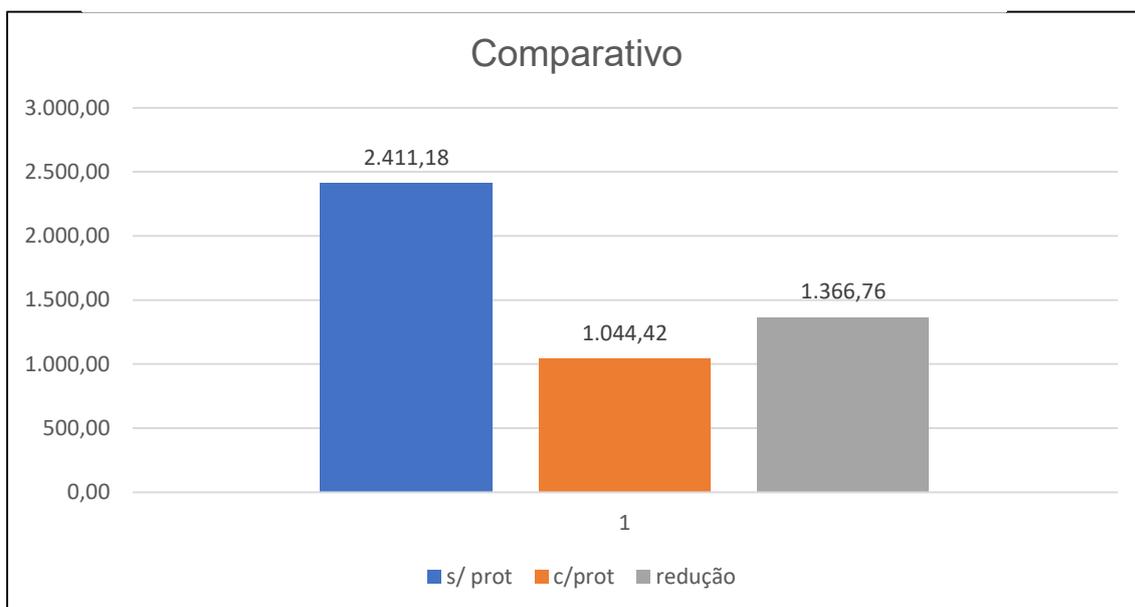


Resultado da análise de temperatura interna do quarto do casal – em watts(W)

Sem proteção	Com proteção	Redução
2.411,18 W	1.044,42 W	1.366,76 W

Fonte: O autor (2020)

FIGURA 135 - COMPARATIVO DE REDUÇÃO DE CARGA



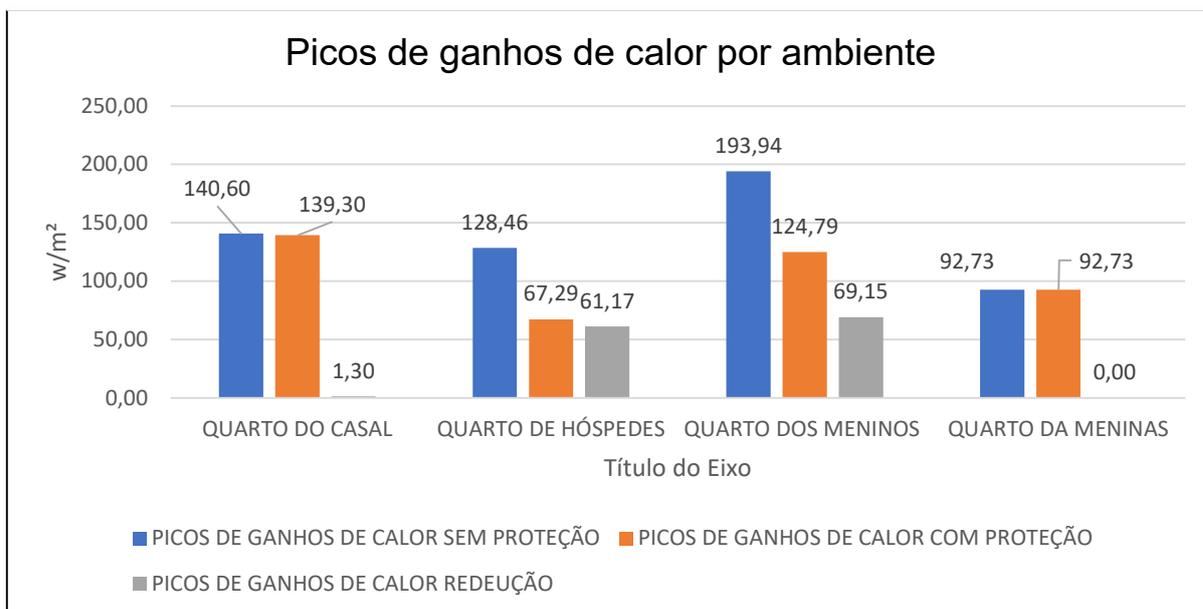
#### 14 COMPARATIVO GERAL DOS GANHOS TOTAIS DE CALOR DOS QUARTOS DA RESIDÊNCIA

Em relação aos ganhos de calor, irá se analisar os picos destes ganhos por ambiente, com e sem proteção, conforme a FIG. 139.

Percebe-se que o quarto com os maiores ganhos de calor é o quarto dos meninos, que possui uma face para o nordeste ( $45^\circ$ ) e outra para o sudeste ( $135^\circ$ ). Esta disposição faz com que ele seja atingido pelo sol da manhã nas duas fachadas. O quarto recebe radiação direta (acima de  $100\text{Wh/m}^2$ ) durante 3h na fachada nordeste ( $45^\circ$ ) e 6h na fachada sudeste ( $135^\circ$ ). Sua redução no pico dos ganhos de calor solar com a proteção proposta é de 69,15 W.

O quarto do casal fica em segundo lugar em relação aos picos máximos de ganho de calor, no entanto sua redução com a proteção é de apenas 1,30 W. No cenário onde se analisa o quarto de hóspedes a redução é de 61,17 W, uma redução maior do que o do anterior. O ambiente com menor ganho de calor é o quarto das meninas, pois é o único que possui apenas uma fachada exposta a radiação solar. Sua redução não é percebida pois o pico de calor fica fora do horário de proteção.

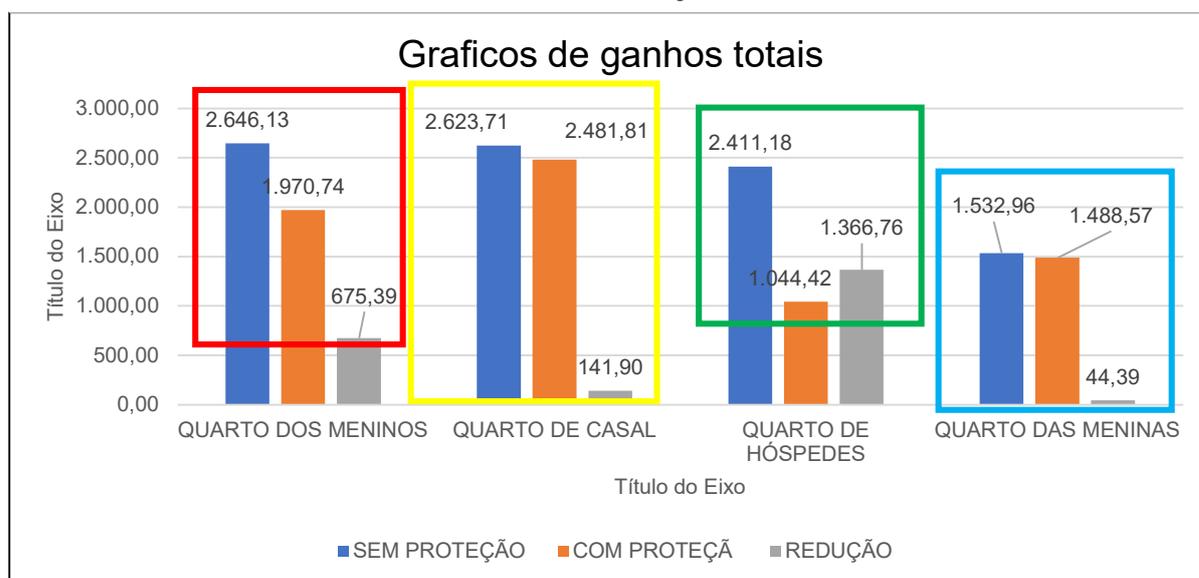
FIGURA 136 - PICOS DE CALOR



Fonte: O autor (2020)

Na FIG. 140 se pode perceber a diferença entre os totais de ganhos de calor e a redução destes ganhos com a proteção proposta para cada ambiente. Em ordem decrescente se tem o quarto dos meninos, o quarto do casal, o quarto de hóspedes e o quarto das meninas. A importância desta informação é fundamental, pois mostra como os ganhos totais são reduzidos ou não através da proteção proposta para cada ambiente.

FIGURA 137 - REDUÇÕES DE CALOR



Fonte: O autor (2020)

Na TAB. 45 se pode verificar os ganhos e as reduções no quarto dos meninos, que possui o maior ganho de todos sem a proteção, com uma redução de 675,39 W (25.52%). Tal redução é devida à proteção bastante eficiente da sacada na fachada sudeste (135°), e o beiral na fachada nordeste (45°).

**TABELA 45 - GANHOS E RUDUÇÃO PARA O QUARTO DOS MENINOS**

<b>GANHOS TOTAIS</b>	<b>SEM PROTEÇÃO</b>	<b>COM PROTEÇÃO</b>	<b>REDUÇÃO</b>
QUARTO	2.646,13 W	1.970,74 W	675,39 W

Fonte: Programa SOL-AR (2019)

Em relação ao quarto do casal, o segundo quarto com maior ganho calor sem proteção, a redução dos ganhos de calor é pequena. Isto ocorre devido a presença de duas fachadas, noroeste (45°) e nordeste (315°), sendo que a noroeste possui proteção apenas sobre a janela, diferente da que fica à nordeste, com o beiral, que recebe proteção também na parede. A redução neste quarto é de apenas 141,90 W (5.4%) (TAB. 46).

**TABELA 46 - GANHOS E RUDUÇÃO PARA O QUARTO DO CASAL**

<b>GANHOS TOTAIS</b>	<b>SEM PROTEÇÃO</b>	<b>COM PROTEÇÃO</b>	<b>REDUÇÃO</b>
QUARTO	2.623,71 W	2.481,81 W	141,90 W

Fonte: Programa SOL-AR (2019)

Na análise do quarto de hóspedes se pode perceber que este é o ambiente com a maior redução dos ganhos totais de calor, mesmo que tenha duas fachadas expostas a radiação direta, sudeste (135°) e sudoeste (225°). Sua redução atinge 1.366,76 W (56,68%) devido a presença de sacada nas duas fachadas, que garante uma excelente proteção para o ambiente (TAB. 47).

**TABELA 47 - GANHOS E RUDUÇÃO PARA O QUARTO DE HÓPSDES**

<b>GANHOS TOTAIS</b>	<b>SEM PROTEÇÃO</b>	<b>COM PROTEÇÃO</b>	<b>REDUÇÃO</b>
QUARTO	2.411,18 W	1.044,42 W	1.366,76 W

Fonte: Programa SOL-AR (2019)

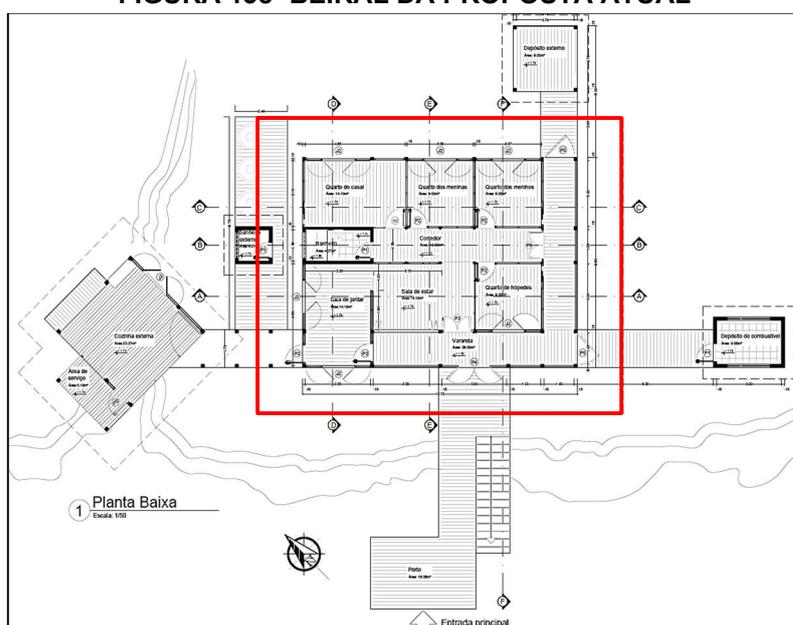
O quarto das meninas é o ambiente com o menor índice de ganhos de calor. Possui apenas uma fachada, à nordeste (45°), e tem uma redução de apenas 44,39 W (2.89%) (TAB. 48), devido ao fato de possuir apenas o beiral nesta fachada.

**TABELA 48 - GANHOS E REDUÇÃO PARA O QUARTO DAS MENINAS**

<b>GANHOS TOTAIS</b>	<b>SEM PROTEÇÃO</b>	<b>COM PROTEÇÃO</b>	<b>REDUÇÃO</b>
QUARTO	1.532,96 W	1.488,57 W	44,39 W

Fonte: Programa SOL-AR (2018)

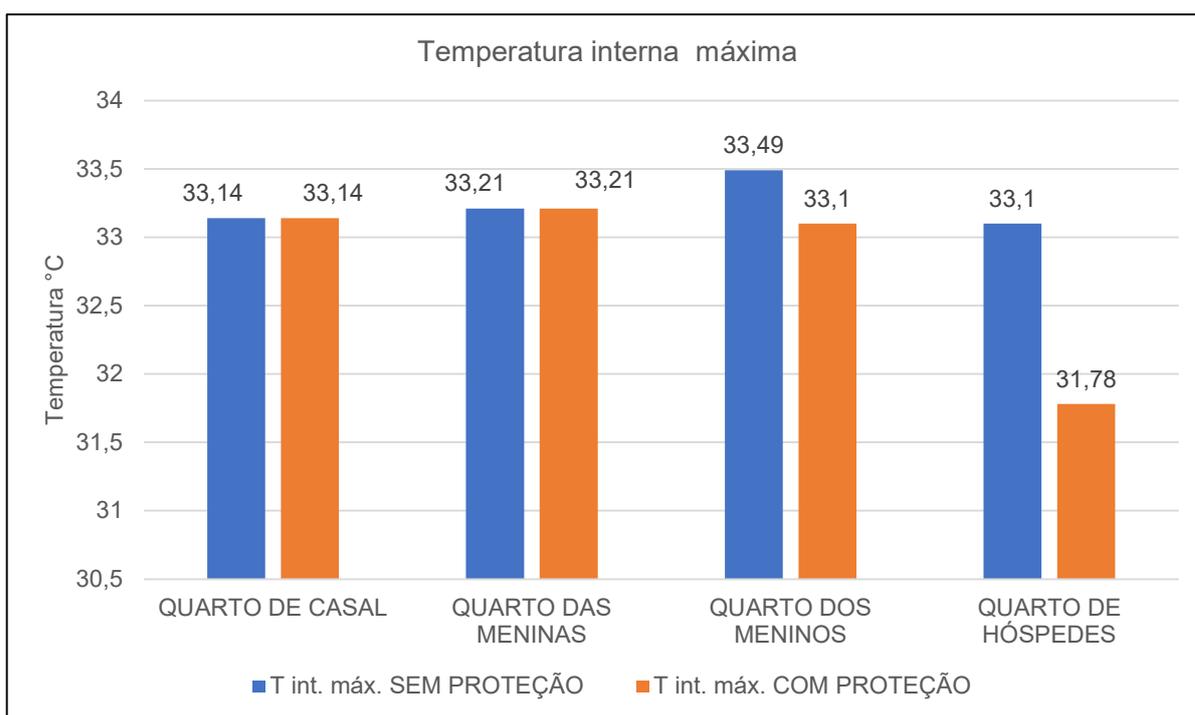
A conclusão que se retira da análise de ganhos de calor e redução provenientes das estratégias de proteção é de que os quartos que possuem sacada tiveram as maiores reduções dos ganhos totais de calor. Primeiramente o quarto de hóspedes, com ganho total de calor de 2.411,18 W, com proteção atingiu uma redução de 1.366,76 W (56,68%), esta efetividade ocorre pela presença da sacada nas duas fachadas, a sudeste (135°) e a sudoeste (225°) em segundo lugar está o quarto dos meninos, com ganhos totais de calor de 2.646,13 W, com proteção atingiu uma redução de 675,39 W (25,52%) pois possui uma sacada na fachada a sudeste (135°), e a fachada nordeste (45°) tem apenas o beiral como proteção. Os demais quartos, do casal com ganhos totais de calor 1.623,71 W, atingindo uma redução de 141,90 W (5,4%), o quarto das meninas com os ganhos totais de calor de 1.532,96 W, atingindo uma redução de apenas 44,39 W (2,89%), um forma de aumentar essa produção é usar uma sacada ou alguma outra forma que venha reduzir os ganhos para tais ambientes com o uso de brises verticais, a estratégia usada é o aumento do beiral nordeste (45°) já que este abrange 3 dos 4 quartos que a residência possui. (FIG. 141).

**FIGURA 138- BEIRAL DA PROPOSTA ATUAL**

Fonte: O autor (2020)

Em relação à temperatura interna máxima (FIG. 142) o ambiente com as maiores temperaturas internas é o quarto dos meninos, já que este recebe sol durante mais tempo ao longo do dia, porém sua redução é adequada para o usuário deste ambiente utilizar. Em relação aos outros quartos, vale destacar que suas temperaturas atingem níveis como o do quarto das meninas, que é de 33.2°, sem o uso de outras estratégias de resfriamento do ambiente.

**FIGURA 139 - VARIAÇÃO DAS TEMPERATURAS**

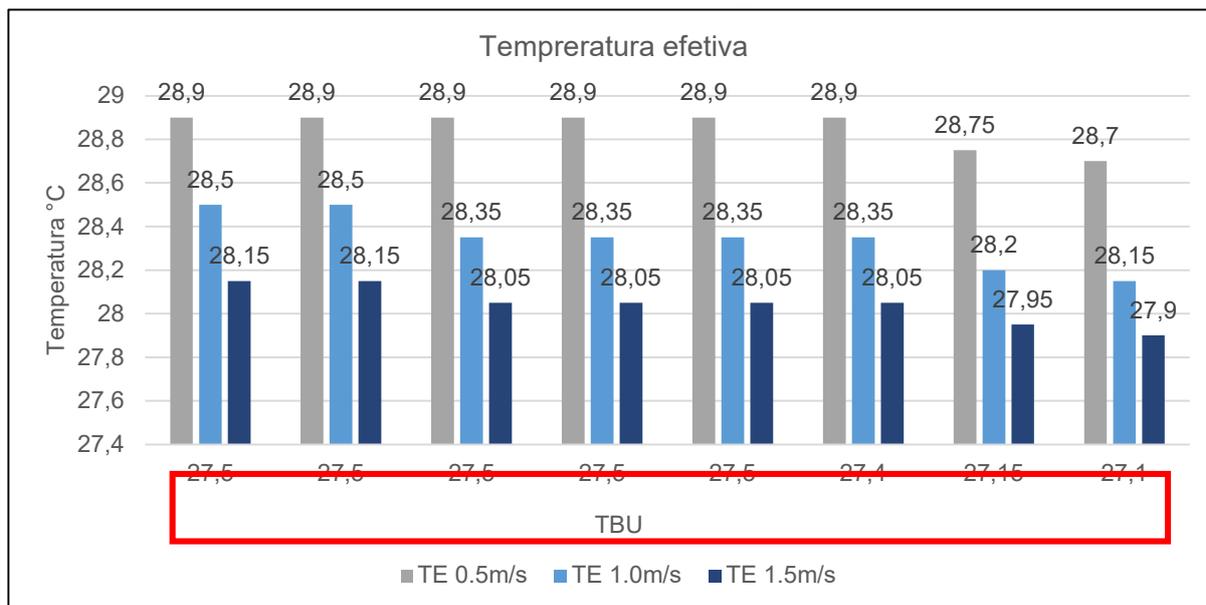


Fonte: O autor (2020)

Na FIG. 143 se tem a informação de que quanto maior a velocidade do ar em m/s maior é a redução da temperatura efetiva do ambiente. Sua queda é vertiginosa para cada 0,5m/s na velocidade do vento. Em destaque, em vermelho, se pode ver a Temperatura de Bulbo Úmido (TBU).

Para melhor visualização dos resultados da análise de conforto térmico por ambiente, a TAB. 49 possui todos os valores de temperatura. Com isto se verifica a efetividade das estratégias utilizadas para melhorar o desempenho térmico da edificação, desde o uso da madeira até o do telhado cerâmico, com beiral que funciona como proteção da radiação solar. O resultado são ambientes de maior capacidade de permanência, sem uso de resfriamento artificial, apenas com a passagem do ar da ventilação cruzada. Tudo isto valoriza o ambiente florestal e a estética do lugar interiorano das regiões das ilhas do Pará.

FIGURA 140 - TEMPERATURA EFETIVA COM A VARIAÇÃO DA VELOCIDADE DO VENTO



Fonte: O autor (2020)

Vale destacar que as temperaturas e informações usadas para a base de cálculo Temperatura interna (TBS) são valores obtidos por estações meteorológicas do REDMET medidas na cidade de Macapá-AP, porém o local da residência se encontra em uma área ribeirinha meio a floresta amazônica sem a possibilidade de medições e que possui um clima bem mais ameno com temperaturas mais baixas que a cidade, dessa forma há um indicativo de que as temperaturas efetivas, apresentadas na tabela a seguir, se encontram mais baixas do que os valores demonstrados, que já são valores próximo ao que o gráfico de temperatura efetiva estabelece como conforto (entre 22 °C e 27 °C) o que pode-se concluir que os ambientes atingem sim o conforto ambiental com as estratégias adotadas.

TABELA 49 - REDUÇÃO DE ACORDO COM A VELOCIDADE DO VENTO - RESUMO

AMBIENTES ANÁLISADOS	T int. máx. (C°)	ÁREA DE CONF. (C°)	TBU (C°)	TE					
				0.5m/s	Conf.	1.0m/s	Conf.	1.5m/s	Conf.
QUARTO DE CASAL SEM PROTEÇÃO	33,14	25 A 27 (C°)	27,5	28,9	NÃO	28,5	NÃO	28,15	NÃO
QUARTO DE CASAL COM PROTEÇÃO	33,14		27,5	28,9	NÃO	28,5	NÃO	28,15	NÃO
QUARTO DAS MENINAS SEM PROTEÇÃO	33,21		27,5	28,9	NÃO	28,35	NÃO	28,05	NÃO
QUARTO DAS MENINAS COM PROTEÇÃO	33,21		27,5	28,9	NÃO	28,35	NÃO	28,05	NÃO
QUARTO DOS MENINOS SEM PROTEÇÃO	33,49		27,5	28,9	NÃO	28,35	NÃO	28,05	NÃO
QUARTO DOS MENINOS COM PROTEÇÃO	31,1		27,4	28,9	NÃO	28,35	NÃO	28,05	NÃO
QUARTO DE HÓSPEDES COM PROTEÇÃO	33,1		27,15	28,75	NÃO	28,2	NÃO	27,95	NÃO
QUARTO DE HÓSPEDES SEM PROTEÇÃO	31,78		27,1	28,7	NÃO	28,15	NÃO	27,9	NÃO

Temperatura Interna Máxima ■
 Temperatura de Bulbo Úmido ■
 Temperatura Efetiva ■ ■ ■

Fonte: O autor (2020)

## 15 MEMORIAL DESCRITIVO JUSTIFICATIVO

### 15.1 Materiais regionais

O uso dos materiais regionais é imprescindível para este projeto, já que se trata de uma residência ribeirinha e a fuga do uso de recursos regionais seria uma desfiguração da iconografia e a forma como tal arquitetura se apresenta.

#### 15.1.1 Madeira

A organização estrutural das fibras da madeira retém pequenos volumes de ar em seu interior, impedindo a transmissão de ondas de calor ou frio. Desta forma, a madeira apresenta-se como um isolante térmico natural.

A madeira usada para a estrutura ortogonal e nos esteios de sustentação é a sucupira. No Brasil as Madeiras de sucupira pertencem aos gêneros *Bowdichia* e *Diptotropis*. Como essas Madeiras são semelhantes nas suas características, no comércio têm o mesmo valor (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO) (TAB. 50).

**TABELA 50 - INFORMAÇÕES DA SUCUPIRA**

Representação	Nome	Nome científico	ocorrência
	sucupira	<i>owdichia spp</i>	Brasil

Fonte: (IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas)

Outra madeira que será usado no projeto, mas especificamente nas paredes é a Andiroba. Esta madeira é abundante na região das ilhas do Pará e muito comercializada, facilitando a sua aquisição para a construção da residência (TAB. 51).

**TABELA 51 - INFORMAÇÕES DA ANDIROBA**

Representação	Nome	Nome científico	ocorrência
---------------	------	-----------------	------------

	sucupira	<i>owdichia spp</i>	Brasil
---	----------	---------------------	--------

Fonte: (IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas)

## 15.2 Cobertura

A escolha da cobertura ficou pautada tanto na primícia de usar os materiais de construção regionais, quanto em relação ao conforto térmico proporcionado por tal material. A telha usada será a telha de barro paulista. Dimensões 40,8x15,5cm (TAB. 52).

**TABELA 52 - INFORMAÇÕES DA TELHA**

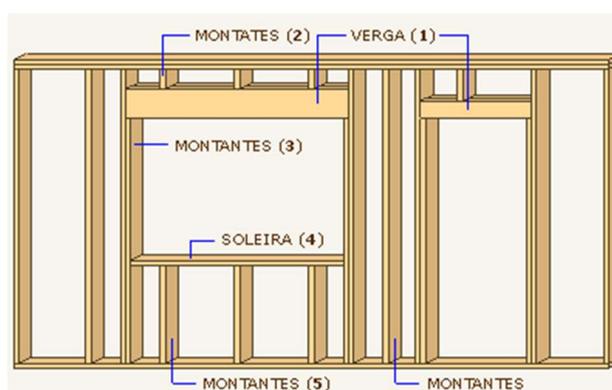
Representação	Tipo	Dimensões	Local
	Paulista	40,8x15,5cm	Casa/ cozinha externa

Fonte: (www.panoramahomecenter.com.br)

## 15.3 Parede

A escolha desse modo de construção (FIG. 144) é naturalmente compreensiva dado o fato que de já é utilizada na construção vernácula das regiões habitadas por ribeirinhos, que na sua grande maioria usa a madeira para estrutura e parede de suas residências.

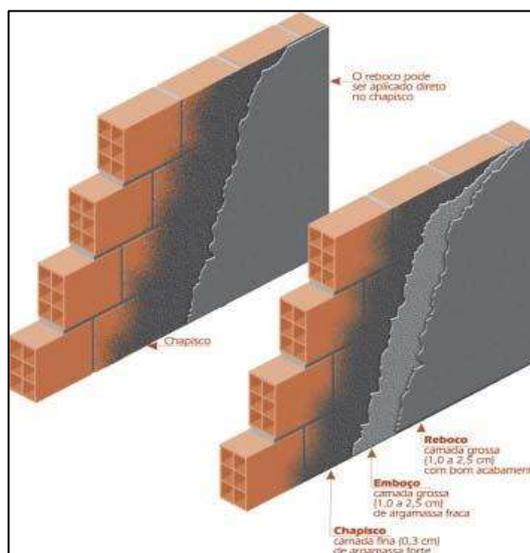
**FIGURA 141 - ESTRUTURA DE MADEIRA DA PAREDE**



Fonte: (WWW.USP.BR)

Outro tipo de parede utilizada é a parede de alvenaria simples, que será usada na construção do depósito de combustível devido a sua melhor resistência a possíveis incêndios (FIG. 145).

**FIGURA 142 - PAREDE DE ALVENARIA SIMPLES**



Fonte: (www.doccity.com, 2019)

#### 15.4 Esquadrias

A escolha das esquadrias em relação a esse projeto possui algumas prerrogativas, tanto estéticas quanto de segurança. Já que a vida ribeirinha é afastada das grandes cidades ou centros urbanos, os moradores recorrem a todo tipo de segurança. Desta forma, o uso de janelas com vidro ou materiais não resistentes ou duradouros é descartável para os moradores dessas regiões do Pará.

A escolha deste tipo de esquadria se dá pela possibilidade da abertura total para a iluminação natural e a facilidade de uso e instalação (TAB. 53).

**TABELA 53 - INFORMAÇÕES BÁSICAS DA JANELA 1**

Janela de duas folhas



Material:	Madeira
tipo de material	Andiroba
Altura:	1,20m
Largura:	1,20m
Tipo de abertura	Total
Quantidades de folhas:	2 folhas
Local:	Quartos/ sala de jantar

Fonte: O autor (2020)

Outra esquadria escolhida para o projeto é integrada ou camarão, que possibilita a abertura total de uma parede para satisfazer às recomendações de conforto ambiental em relação a iluminação total e a abertura para a ventilação cruzada (TAB. 54).

**TABELA 54 - INFORMAÇÕES BÁSICAS DA JANELA 2**

<b>Janela tipo camarão</b>	
	
Material:	Madeira
tipo de material	Andiroba
Altura:	2,00m
Largura:	3,00m
Tipo de abertura	Integrada
Quantidades de folhas:	6 folhas
Local:	Sala de estar

Fonte: O autor (2020)

Outro tipo de janela escolhida foi a de correr com duas folhas sendo uma delas fixa e a outra móvel. A escolha foi feita mediante a necessidade de se obter abertura suficiente e proporcionar a ventilação cruzada (TAB. 55).

**TABELA 55 - INFORMAÇÕES BÁSICAS DA JANELA 3**

<b>Janela tipo correr</b>	
	
Material:	Madeira
tipo de material	Andiroba
Altura:	2,00m
Largura:	1,00m
Tipo de abertura	Parcial de correr
Quantidades de folhas:	1 folhas
Local:	Quartos

Fonte: O autor (2020)

A escolha das portas fica por conta do material e a facilidade de execução de portas simples em madeira nativa (TAB. 56 e 57).

**TABELA 56 - INFORMAÇÕES BÁSICAS – PORTA 1**

<b>Porta de abrir duas folhas</b>	
	
Material:	Madeira
tipo de material	Andiroba
Altura:	2,10m

Largura:	1,20m
Tipo de abertura	Total
Quantidades de folhas:	2 folhas
Local:	Sala de estar/ corredor

Fonte: O autor (2020)

**TABELA 57 - INFORMAÇÕES BÁSICAS – PORTA 2**

Porta de abrir uma folha	
	
Material:	Madeira
tipo de material	Andiroba
Altura:	2,10m
Largura:	0,7m e 0,8m
Tipo de abertura	Total
Quantidades de folhas:	2 folhas
Local:	Sala de estar/ corredor

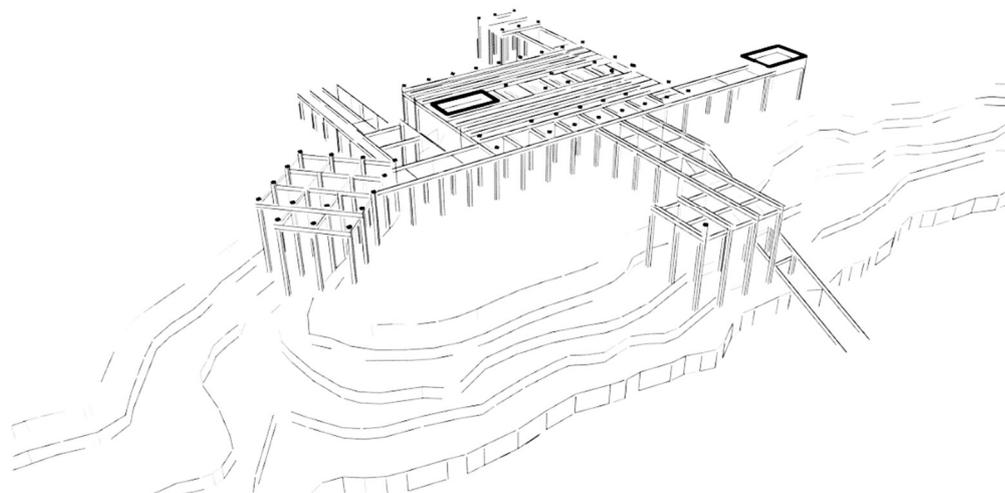
Fonte: O autor (2020)

## 15.5 Fundação

As casas em madeira têm massa muito menor que as de alvenaria de tijolos ou de blocos de concreto, mesmo assim necessitam de fundação adequadas para assegurar apoio firme e permanente para a construção.

A base é composta por estacas de madeira (FIG. 146) com o diâmetro entre 15 e 25cm. As estacas são enterradas no solo, pois a região alaga em decorrência do rio. A altura do esteio horizontal da base da parede deve vir a pelo menos 1,5m do solo.

FIGURA 143 - SISTEMA DE ESTEIOS



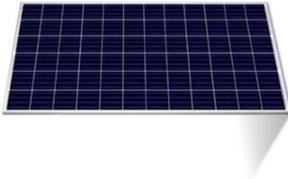
Fonte: O autor 2020

## 15.6 Sistema fotovoltaico

O sistema fotovoltaico é composto por alguns equipamentos importantíssimos para o bom desempenho elétrico da residência.

### 15.6.1 Painéis fotovoltaicos

TABELA 58 - INFORMAÇÕES BÁSICAS – PAINEL SOLAR

Painel Fotovoltaico	
	
Modelo	Painel solar fotovoltaico 335w - upsolar up-m335p
Dimensões:	1.95 x 99 x 0.40 cm
Potência	335w
Quantidades de folhas:	8 módulos
Local:	Telhado

Fonte: O autor (2020)

### 15.6.2 Controlador de carga

**TABELA 59 - INFORMAÇÕES BÁSICAS - CONTROLADOR**

**Controlador de Carga**



Modelo	Controlador de carga pwm 60a 12/24/48v - epever viewstar vs6048au
Dimensões:	0.21 x 0.12 x 0.7 cm
Potência	60a
Quantidades de folhas:	1 módulo
Local:	Casa

Fonte: O autor (2020)

### 15.6.3 Inversor

**TABELA 60 - INFORMAÇÕES BÁSICAS – INVERSOR**

**Inversor**



Modelo	Inversor senoidal epever shi2000-42
Dimensões:	0.43 x 0.25 x 0.12 cm
Potência	2000 w
Quantidades de folhas:	1 módulo
Local:	Casa

Fonte: O autor (2020)

### 15.6.4 Baterias

**TABELA 61 - INFORMAÇÕES BÁSICAS - BATERIA**

Baterias	
----------	--



Modelo	Bateria estacionária heliar freedom df4100
Dimensões:	0.53 x 0.27 x 0.25 cm
Potência	220 a
Quantidades de folhas:	4 módulos
Local:	Casa

Fonte: O autor (2020)

## 16 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com toda a revisão bibliográfica realizada sobre os sistemas de energia solar; clima; aplicações; aspectos culturais; ambientais; percebe-se a viabilidade da proposta feita para atender as condições gerais da região escolhida, pois a proposta poderá ser replicada para a melhoria do modo de vida das comunidades ribeirinhas regionais.

Pensar em uma proposta arquitetônica para uma residência ribeirinha é uma maneira de melhorar o acesso aos benefícios da vida moderna. A principal forma de conseguir isto, é através da energia elétrica de qualidade, que contribua com a economia local e com o sistema de construção arquitetônico desses lugares. Pela pesquisa se percebe que há poucas residências que podem aplicar todos os pontos e normas de construção destacados neste trabalho. Porém se mostrou viável a concepção de uma residência que atenda estes parâmetros pontuados. O uso da tecnologia fotovoltaica em favor da melhoria de vida dos ribeirinhos, pode alcançar, com o tempo, muitas famílias e comunidades inseridas na realidade amazônica, e gerar mudanças no mercado que podem contribuir na propagação da tecnologia solar.

As estratégias utilizadas para a adequação bioclimática da casa ribeirinha, se mostraram eficientes para o melhoramento do desempenho térmico da edificação proposta, sem deixar de lado os materiais usados na região; o apelo estético regional; as condições do mercado econômico; e as normas relacionadas ao tema, como a NBR 15.220-3, a NBR 15.575-1, o RTQ-R e a NBR 7190.

Quanto aos resultados de redução dos ganhos de calor atingido nos ambientes, através da utilização das estratégias bioclimáticas, em ordem decrescente temos: em primeiro o quarto de hóspedes, com atingiu uma redução de 1.366,76 W (56,68%), em segundo lugar está o quarto dos meninos, com uma redução de 675,39 W (25,52%) em terceiro lugar o casal obtendo uma redução de 141,90 W (5,4%), e em quarto lugar o quarto das meninas com redução 44,39 W (2,89%).

Com relação as temperaturas efetivas, que avaliam se o ambiente atingiu ou não o conforto, todos os ambientes se aproximaram bastante do limite superior da temperatura de conforto do nomograma de temperatura efetiva que é 27°C, ficando com temperaturas entre 28,15 °C e 27,9°C (para velocidade do ar 1,5 m/s), mas como já dito anteriormente essas temperaturas calculadas tendem a ser muito mais baixas, pois foram calculadas com temperaturas medidas na cidade de Macapá e o projeto

encontra-se em uma área ribeirinha com um ambiente térmico bem diferente da cidade e clima muito mais ameno, o que leva-se a concluir que os ambientes conseguem atingir o conforto ambiental.

Todas as estratégias adotadas tiveram sempre como norte o objetivo de melhorar a vida do homem no meio ambiente, buscando a melhor harmonia com a natureza, o que se nota ser possível de ser atingido através do que foi demonstrado no trabalho.

**REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

ÁLVAREZ. **PALAFITUS**. [S.l.]: [s.n.], 2009.

ARCHDAILY.COM.BR. **Archdaily**, 2017. Disponível em: <[www.archdaily.com.br](http://www.archdaily.com.br)>.

AUTOR. **Acervo**. Santana: Leandro Santos de Souza , 2018.

AUTOR, A. D. **Acervo do Autor**. Santana: Leandro Santos de Souza, 2018.

BLEUSOL, E. S. [www.blog.bluesol.com.br](http://www.blog.bluesol.com.br). **BleuSol, energia solar**, 2008. Disponível em: <<https://blog.bluesol.com.br/energia-solar-no-brasil-panorama/>>. Acesso em: setembro 2019.

BRASIL. [mme.com.br/gov](http://mme.com.br/gov). **Ministério Minas e Energia**, 2015. Acesso em: 2018.

ENERGÉTICA, E. D. P. [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br). **EPE - Empresa de Pesquisa Energética**, 2019. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: Setembro 2019.

GOOGLE.COM/MAPS. **Google maps**. Santana: [s.n.], 2018.

INMET.ORG.BR. **Instituto Nacional de Meteorologia**, 2017. Disponível em: <<http://www.inmet.org.br>>. Acesso em: 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, Q. E. T. **RTQ-R: REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE**. [S.l.]. 2012.

JOÃO TAVARES PINHO, M. A. G. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro. 2014.

LOUREIRO. **Sociologia na Amazônia: debates teóricos e experiências de pesquisa**. Belém: [s.n.], 2001.

LUÍS ROBERTO TAKIYAMA, U. R. L. D. S. É. A. J. R. A. P. **ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO URBANO DAS ÁREAS**. Macapá : [s.n.], 2013.

MME.GOV.BR. **Ministério de Minas e Energia**, 2017. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial>>. Acesso em: 2017.

PORTALSOLAR.COM.BR. **Portal Solar**, 2017. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/historia-da-energia-solar-como-tudo-comecou.html>>. Acesso em: 2017.

PROJETEEE.MMA.GOV.BR/. **Projeteee**, 2017. Disponível em: <<http://projeteee.mma.gov.br/>>. Acesso em: 2017.

ROMERO , M. A. B. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. São Paulo: CopyMarket.com, v. 1, 2000.

SOLAR, P. [www.portalsolar.com.br](http://www.portalsolar.com.br). **PortalSolar**, 2018. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/>>. Acesso em: Julho 2018.

SOUZA, L. S. D. **Entrevistas com ribeinhoss**. Ilhas do Pará: [s.n.], 2018.

TAVARES, J. P. N. CARACTERÍSTICAS DA CLIMATOLOGIA DE MACAPÁ-AP. **CAMINHOS DE GEOGRAFIA**, Macapá, 2014.

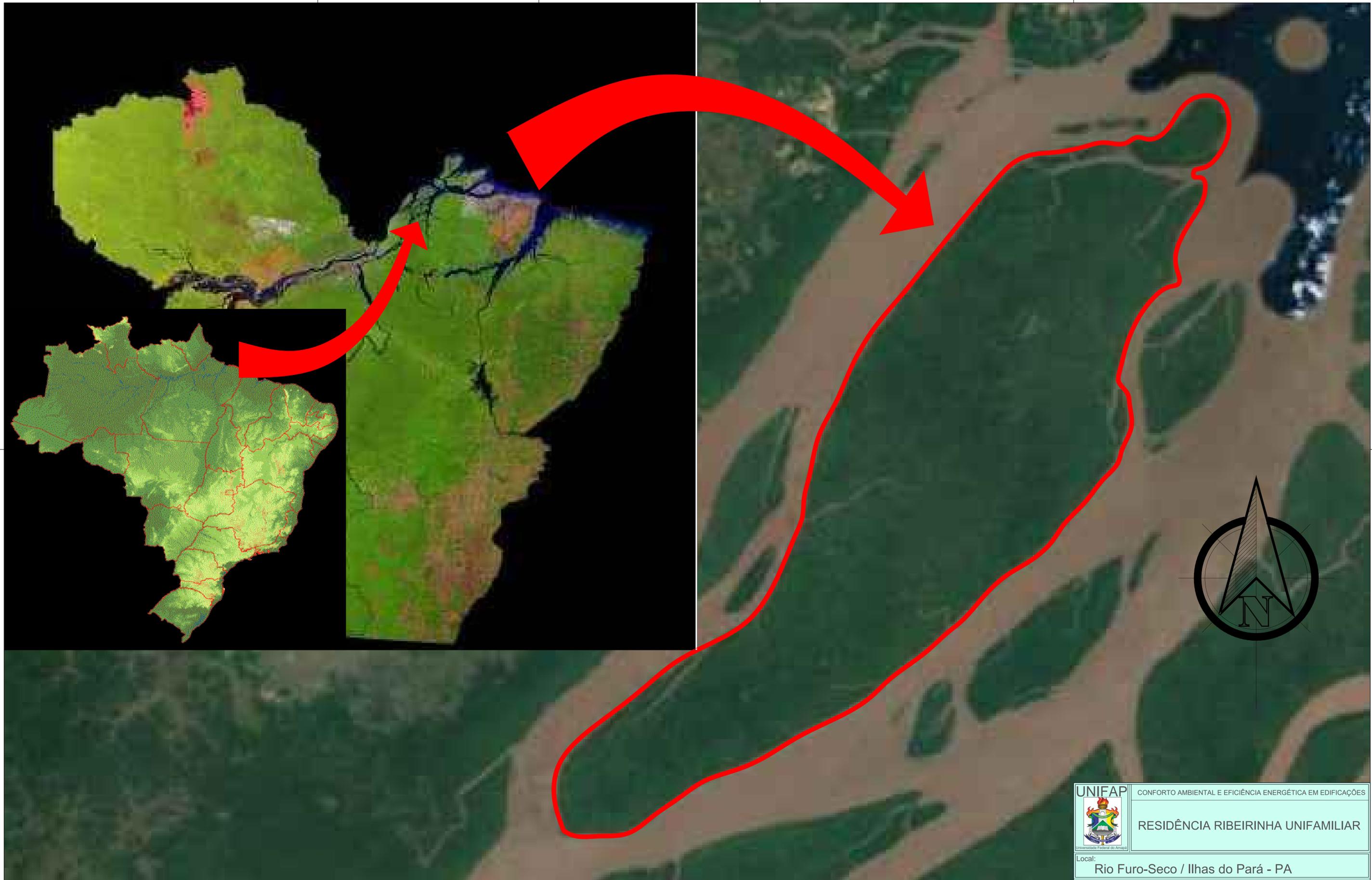
TÉCNICAS, A. B. D. N.; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edificações Habitacionais: Desempenho**. Rio de Janeiro. 2013.

TOCANTINS, L. **O rio comanda a vida: Uma interpretação da Amazônia**. [S.l.]: [s.n.], 2000.

VERDE, S. [soarquiteturaverde.blogspot.com](http://soarquiteturaverde.blogspot.com). **www.soarquiteturaverde.com.br**, 2010. Disponível em: <<http://soarquiteturaverde.blogspot.com/2010>>. Acesso em: 2018.

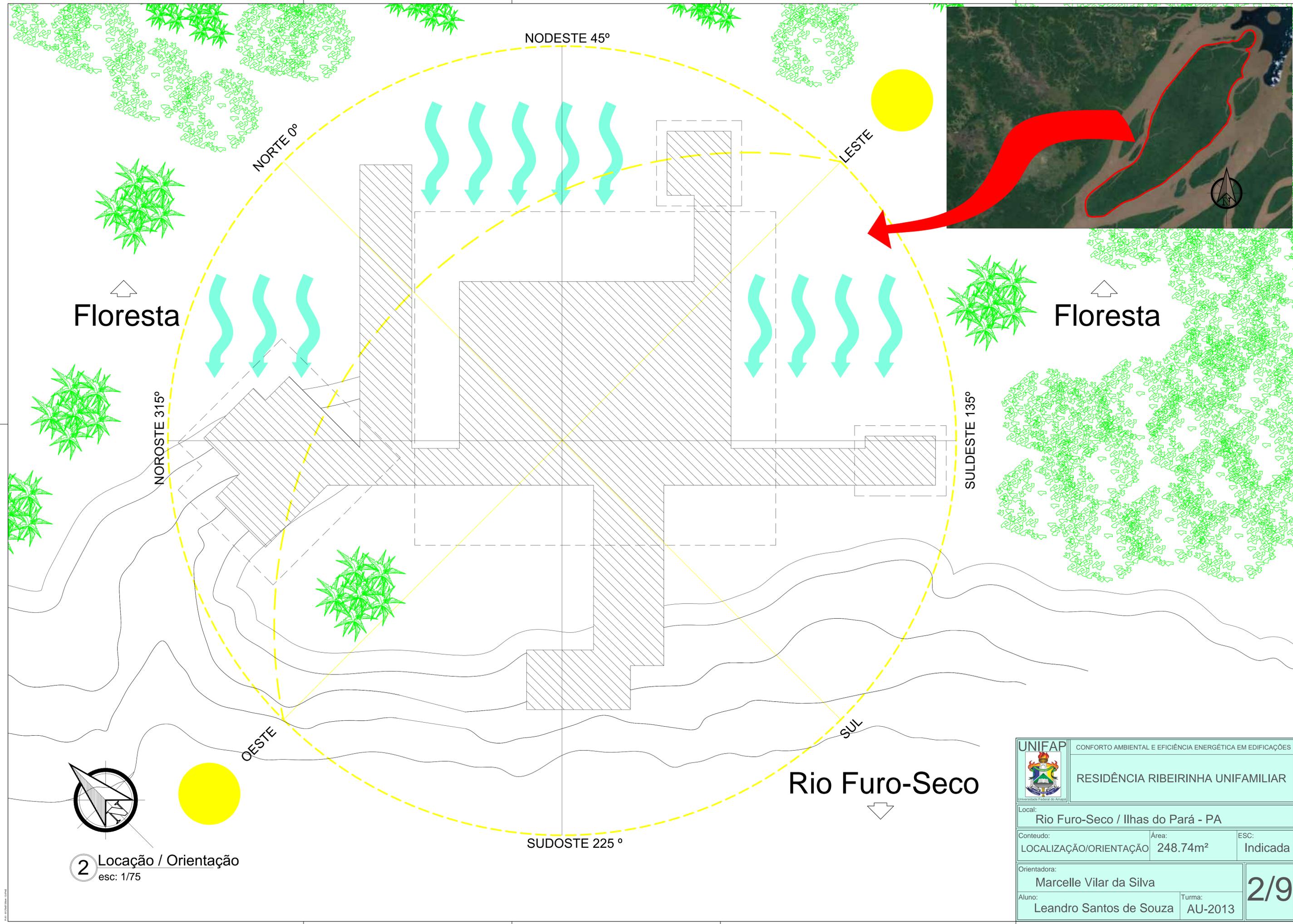
VILLAÇA, A. L. **A IMPLANTAÇÃO DE MINI-REDES DE ENERGIA SOLAR EM COMUNIDADES ISOLADAS DO AMAZONAS.** [S.l.]: [s.n.], 2011.

WWW.IPT.COM.BR. IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **www.ipt.com.br.**  
Disponível em: <[http://www.ipt.br/informacoes\\_madeiras/6.htm](http://www.ipt.br/informacoes_madeiras/6.htm)>. Acesso em:  
Setembro 2019.



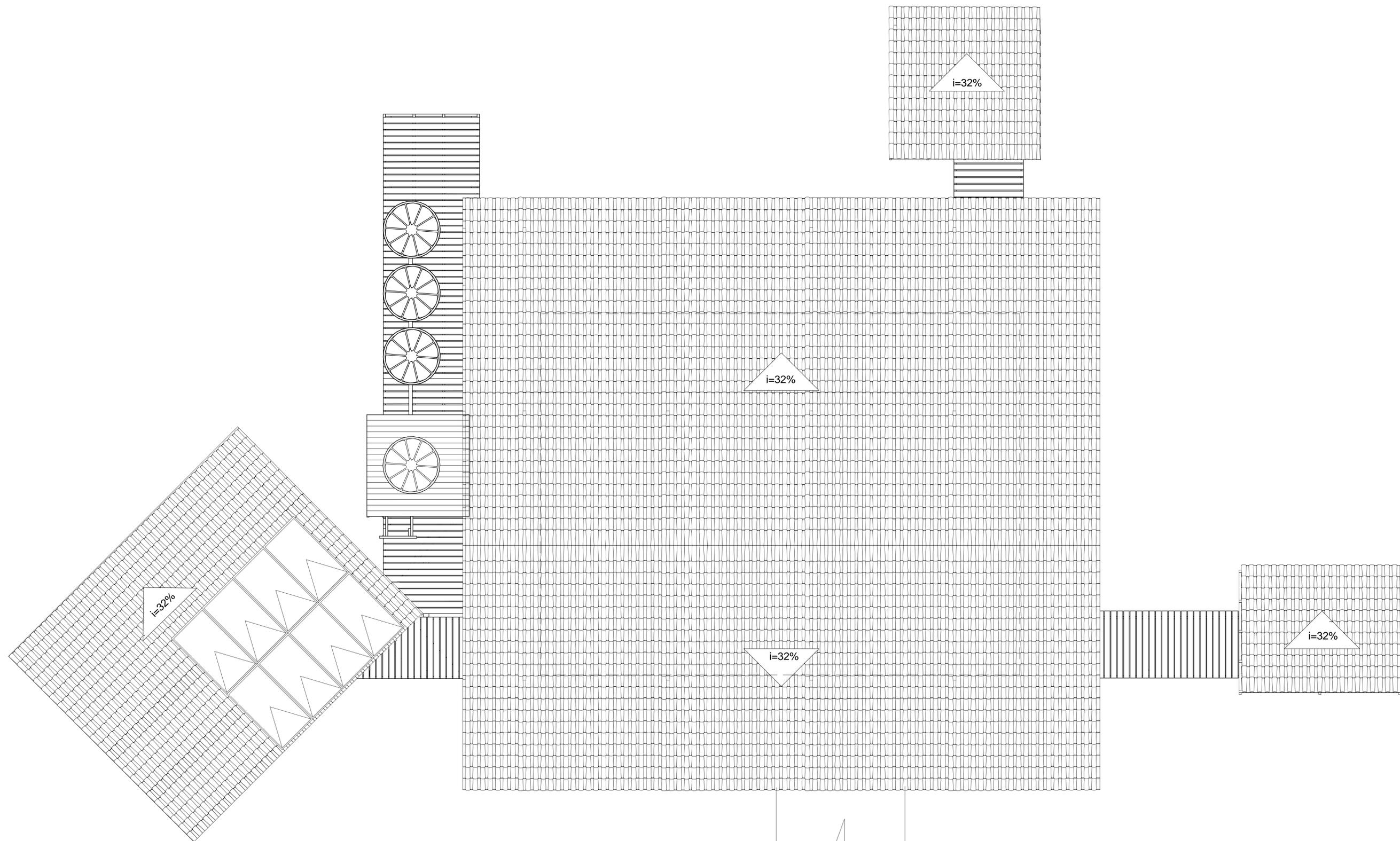
**1** Situação aproximada  
 esc: SEM

 UNIFAP <small>Universidade Federal do Amapá</small>		CONFORTO AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES	
<b>RESIDÊNCIA RIBEIRINHA UNIFAMILIAR</b>			
Local: Rio Furo-Seco / Ilhas do Pará - PA			
Conteúdo: SITUAÇÃO APROXIMADA	Área: 248.74m <sup>2</sup>	ESC: Indicada	
Orientadora: Marcelle Vilar da Silva			<b>1/9</b>
Aluno: Leandro Santos de Souza	Turma: AU-2013		



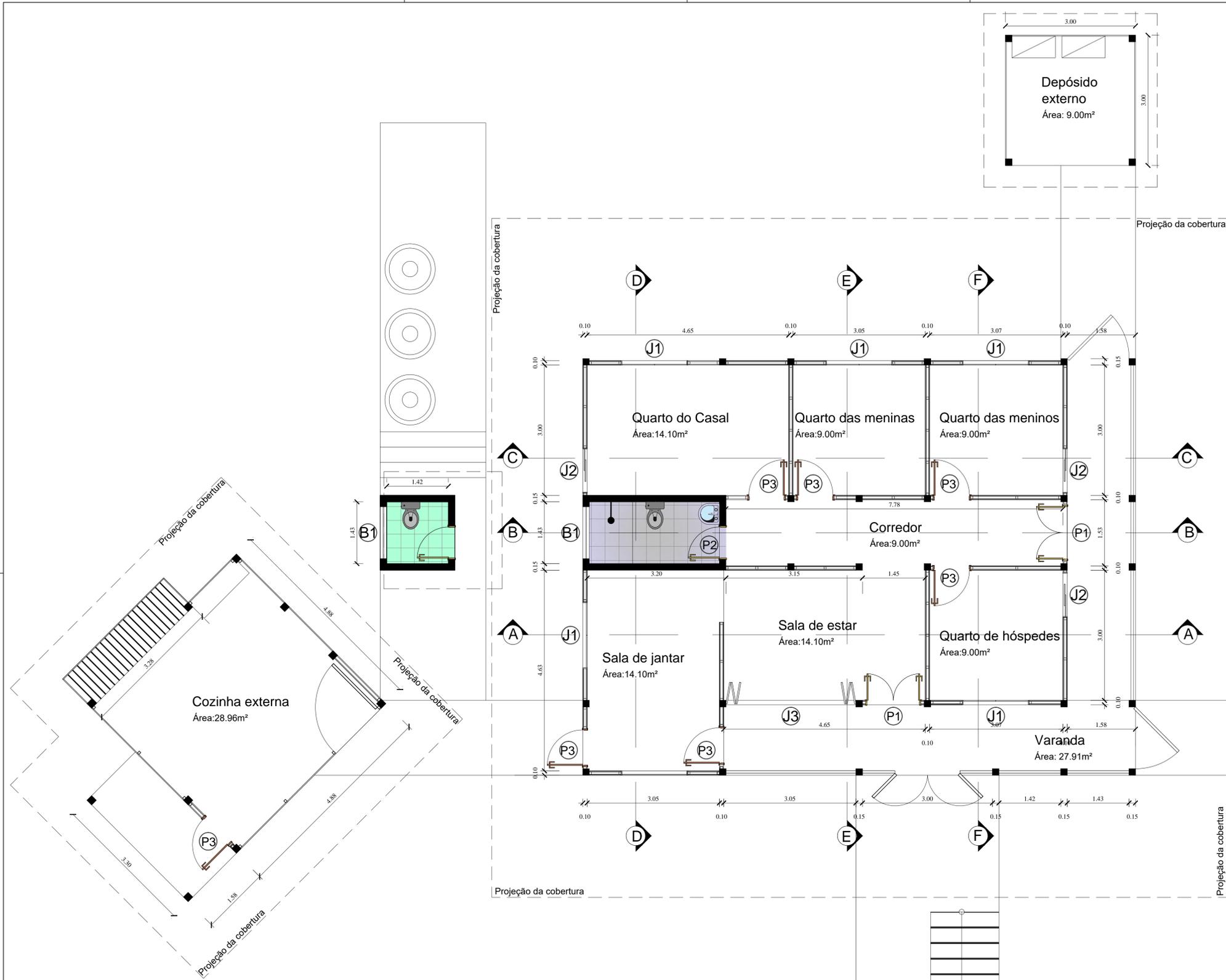
2 **Locação / Orientação**  
esc: 1/75

 <b>UNIFAP</b> CONFORTO AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES		
<b>RESIDÊNCIA RIBEIRINHA UNIFAMILIAR</b>		
Local: <b>Rio Furo-Seco / Ilhas do Pará - PA</b>		
Conteúdo: LOCALIZAÇÃO/ORIENTAÇÃO	Área: 248.74m <sup>2</sup>	ESC: Indicada
Orientadora: <b>Marcelle Vilar da Silva</b>		
Aluno: <b>Leandro Santos de Souza</b>	Turma: <b>AU-2013</b>	<b>2/9</b>



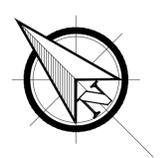
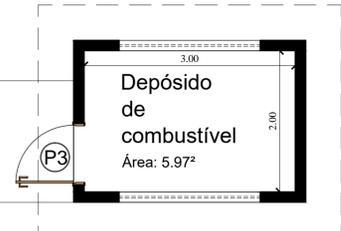
**3** Cobertura  
esc: 1/50

 UNIFAP <small>Universidade Federal do Arquipélago</small>	CONFORTO AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES	
	<b>RESIDÊNCIA RIBEIRINHA UNIFAMILIAR</b>	
Local: Rio Furo-Seco / Ilhas do Pará - PA		
Conteúdo: <b>COBERTURA</b>	Área: 248.74m <sup>2</sup>	ESC: Indicada
Orientadora: Marcelle Vilar da Silva		<b>3/9</b>
Aluno: Leandro Santos de Souza	Turma: AU-2013	

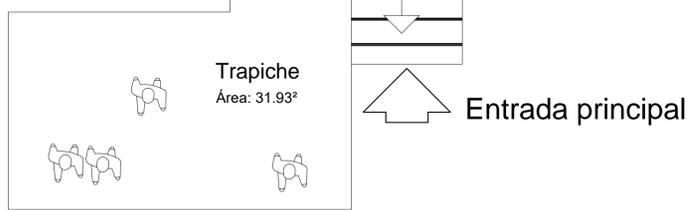


QUADRO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS						
QUADRO DE ÁREAS						
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA						248.74m²
QUADRO DE MATERIAIS						
QUADRO DE ESQUADRIAS						
CÓDIGO	UNIDADES	DIMENSÕES	ÁREAS (M²)	A TOTAL M²	MATERIAL/ ESPECIFICAÇÕES/ FERRAGENS	APLICAÇÃO
P1	02	1,20 X 2,10	2,52	2,04	ABRIR - PORTA MADEIRA DE LEI - SUCUPIRA . ACAB. EM VENIZ.DUAS FOLHAS	SALA DE ESTAR CORREDOR
P2	02	0,70 X 2,10	1,47	2,94	ABRIR - PORTA MADEIRA DE LEI - SUCUPIRA . ACAB. EM VENIZ.	W.C INTERNO W.C EXTERNO
P3	05	0,80 X 2,10	1,68	8,40	PORTA MADEIRA DE LEI - SUCUPIRA . ACAB. EM VENIZ.	QUARTOS
QUADRO DE ESQUADRIAS						
CÓDIGO	UNIDADES	DIMENSÕES	ÁREAS (M²)	A TOTAL M²	MATERIAL/ ESPECIFICAÇÕES/ FERRAGENS	APLICAÇÃO
J1	02	1,50 X 2,00 0,90	1,44	12,96	ABRIR DE 2 FOLHAS - PORTA MADEIRA DE LEI - SUCUPIRA . ACAB. EM VENIZ.DUAS FOLHAS	SALA DE ESTAR CORREDOR
J2	02	1,50 X 2,00 0,90	1,44	12,96	CORRER 2 FOLHAS - PORTA MADEIRA DE LEI - SUCUPIRA . ACAB. EM VENIZ.DUAS FOLHAS	QUARTOS SALA DE JANTAR
J3	02	1,50 X 2,00 0,90	1,44	12,96	TIPO CAMARÃO 3 FOLHAS - PORTA MADEIRA DE LEI - SUCUPIRA . ACAB. EM VENIZ.DUAS FOLHAS	SALA DE ESTAR
B1	06	1,20 X 0,40 1,70	0,24	1,44	MAX AIR (2F) - EM MADEIRA.	W.C

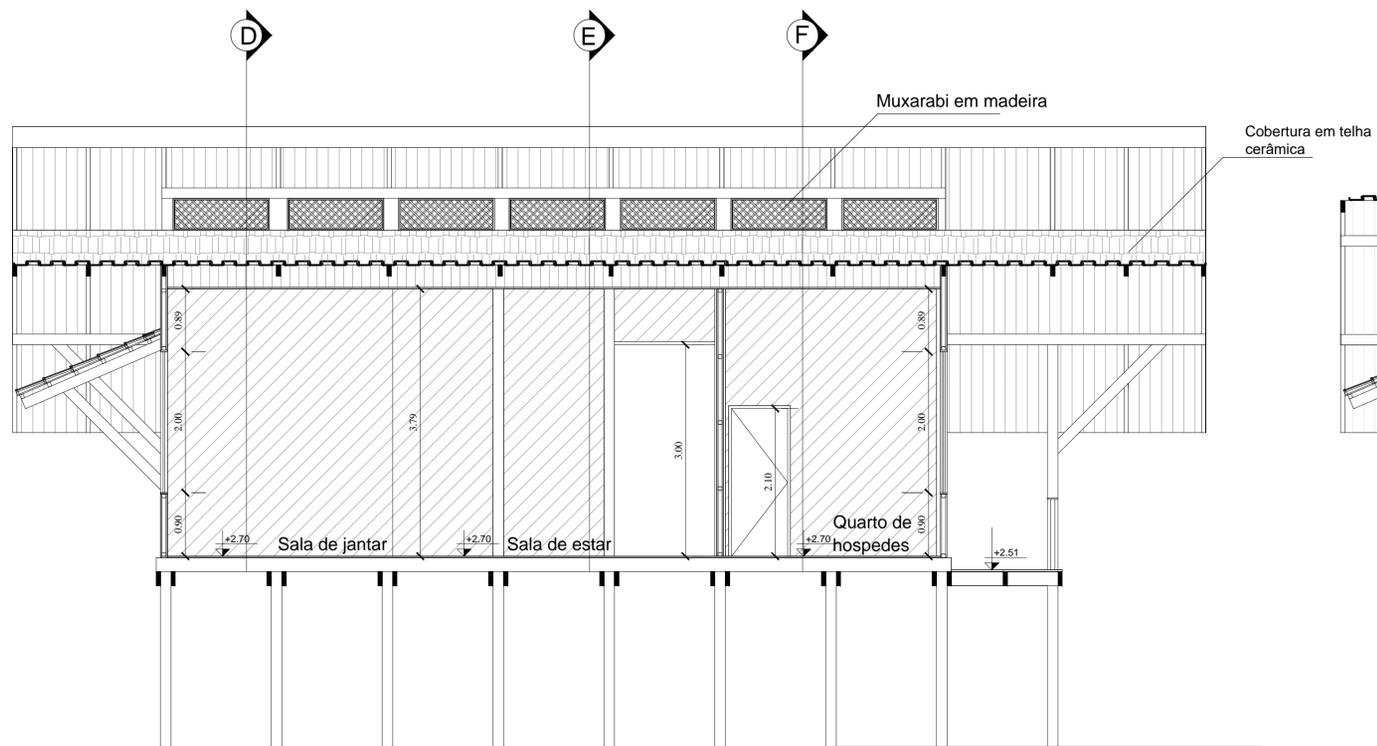
OBS3: CONSIDERAR TODAS AS "BONECAS" COM 10cm.



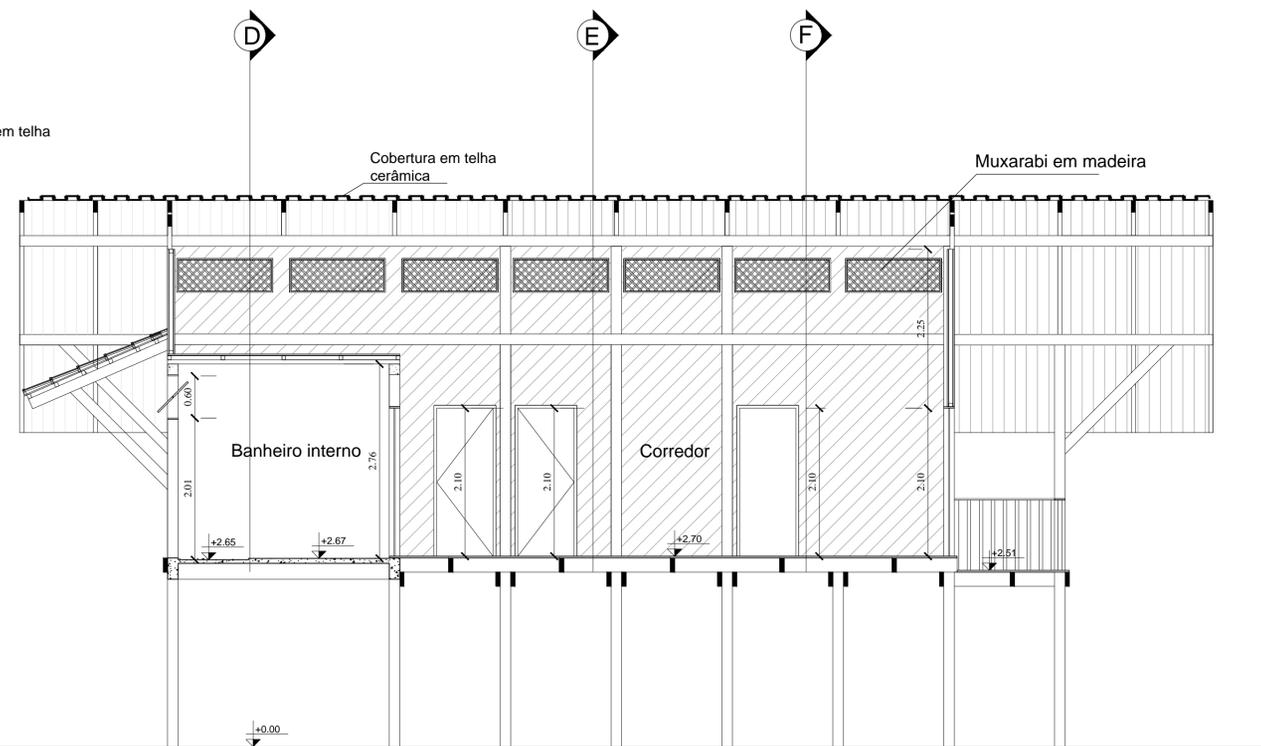
**4** Planta baixa  
esc: 1/50



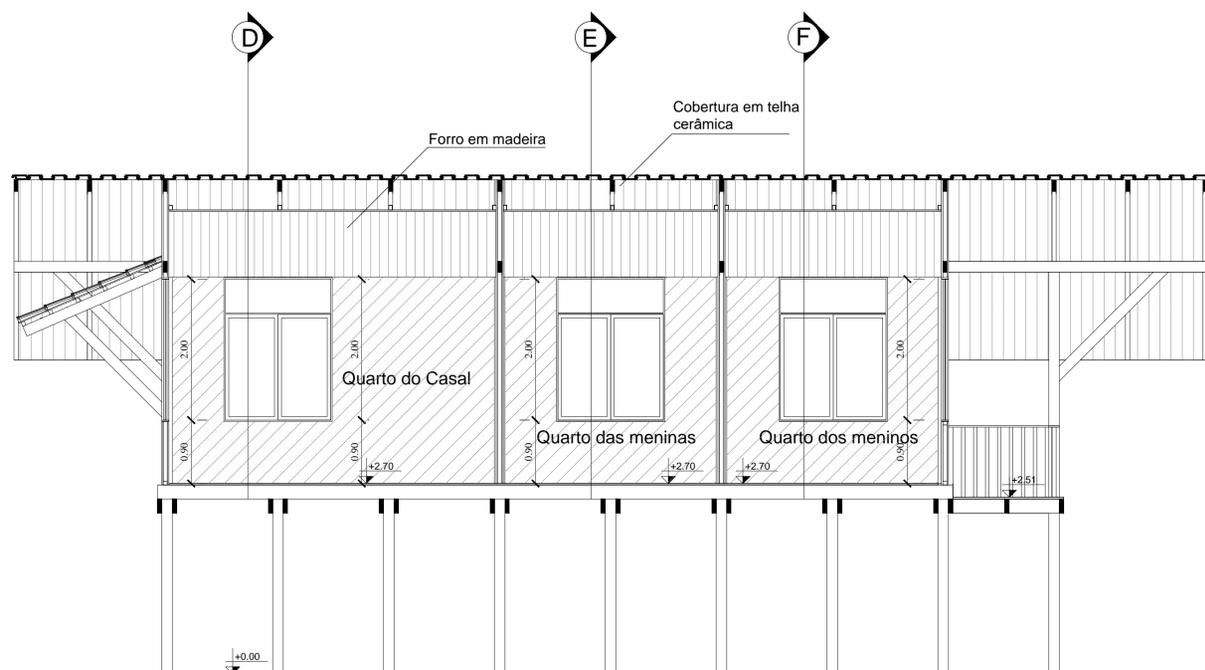
	CONFORTO AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES	
	RESIDÊNCIA RIBEIRINHA UNIFAMILIAR	
Local: Rio Furo-Seco / Ilhas do Pará - PA		
Conteúdo: PLANTA BAIXA QUADRO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	Área: 248.74m²	ESC: Indicada
Orientadora: Marcelle Vilar da Silva		<div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">4/9</div>
Aluno: Leandro Santos de Souza	Turma: AU-2013	



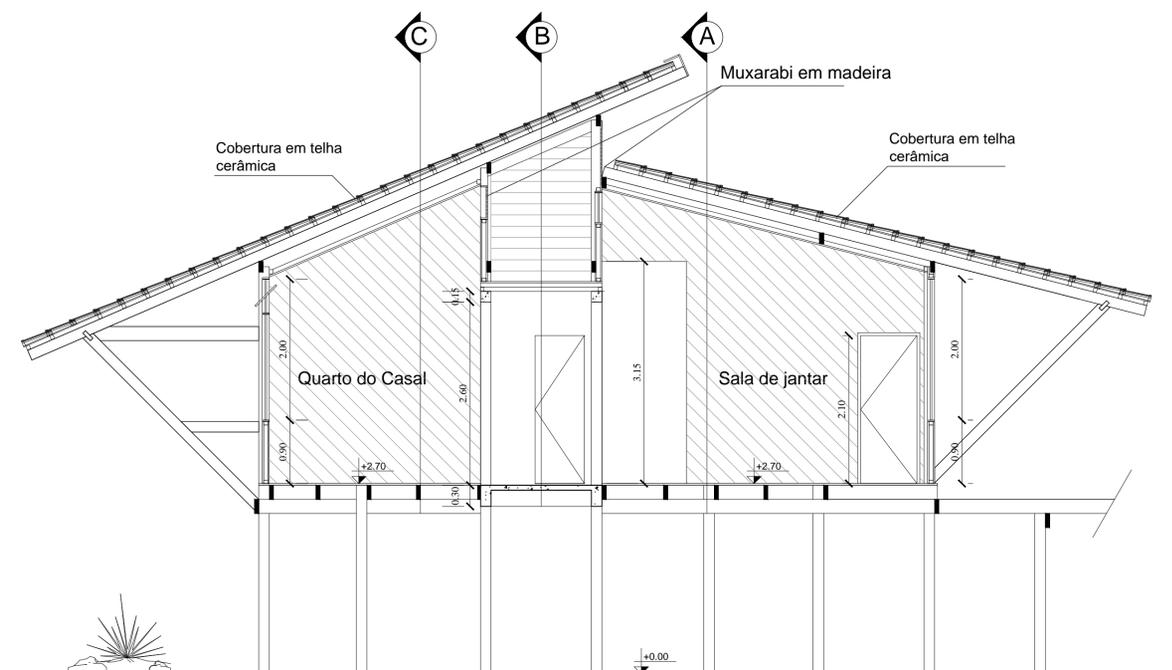
**6** Corte A'A  
Escala: 1/50



**6** Corte B'B  
Escala: 1/50

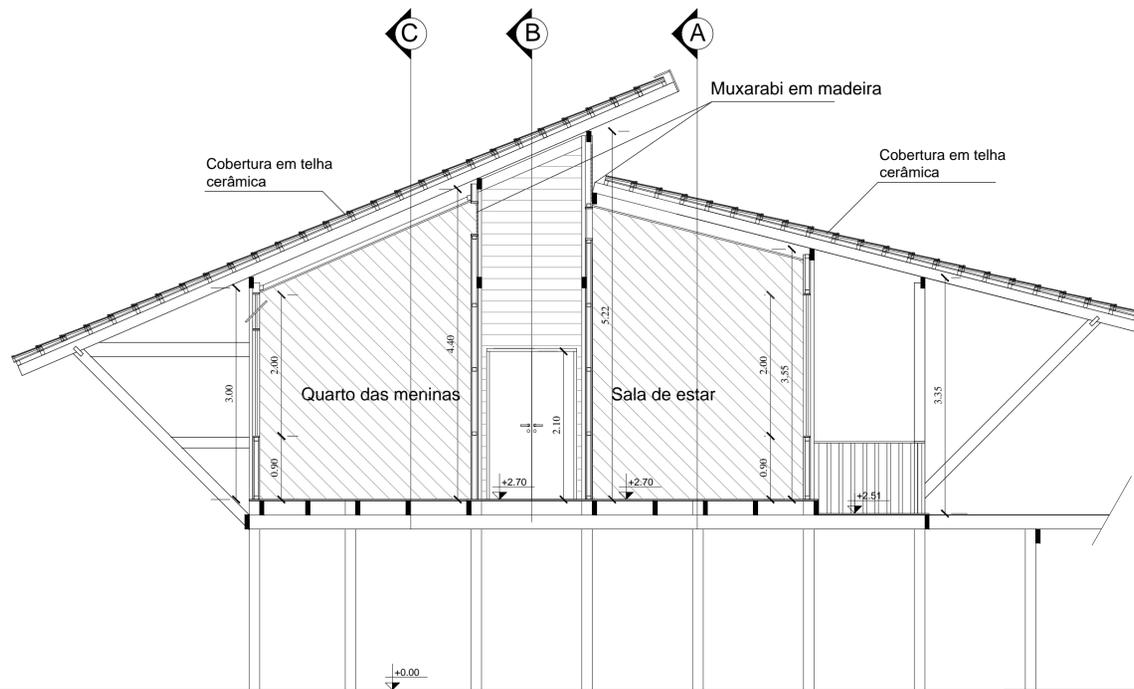


**6** Corte C'C  
Escala: 1/50

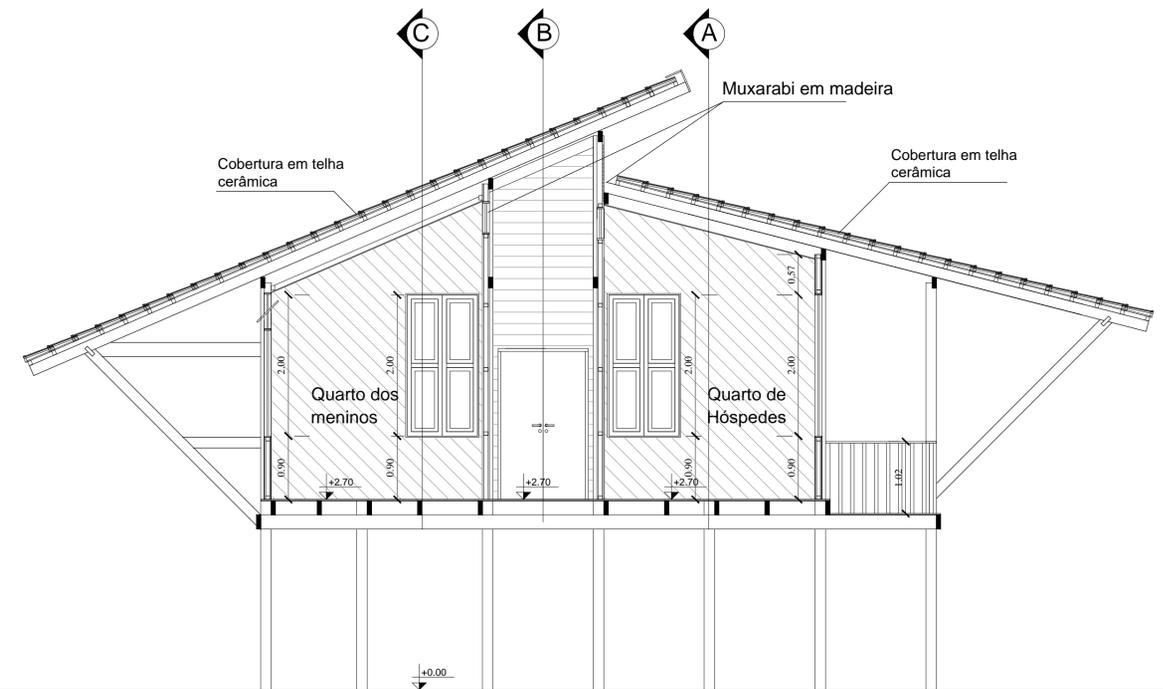


**6** Corte D'D  
Escala: 1/50

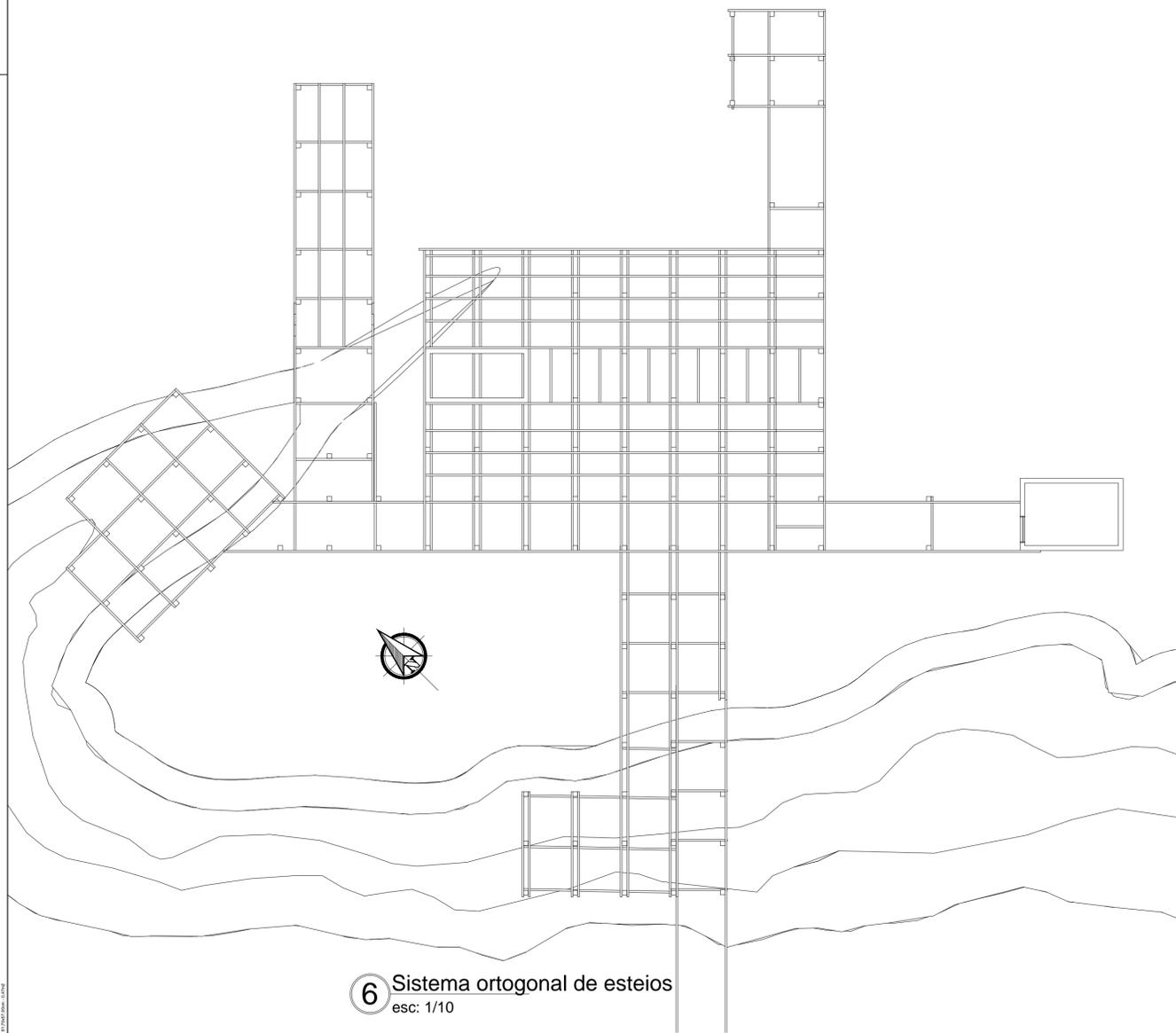
 UNIFAP Universidade Federal do Arquipélago	CONFORTO AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES	
	RESIDÊNCIA RIBEIRINHA UNIFAMILIAR	
Local: Rio Furo-Seco / Ilhas do Pará - PA		
Conteúdo: A'A / B'B / C'C / D'D	Área: 248.74m <sup>2</sup>	ESC: Indicada
Orientadora: Marcelle Vilar da Silva		<b>5/9</b>
Aluno: Leandro Santos de Souza	Turma: AU-2013	



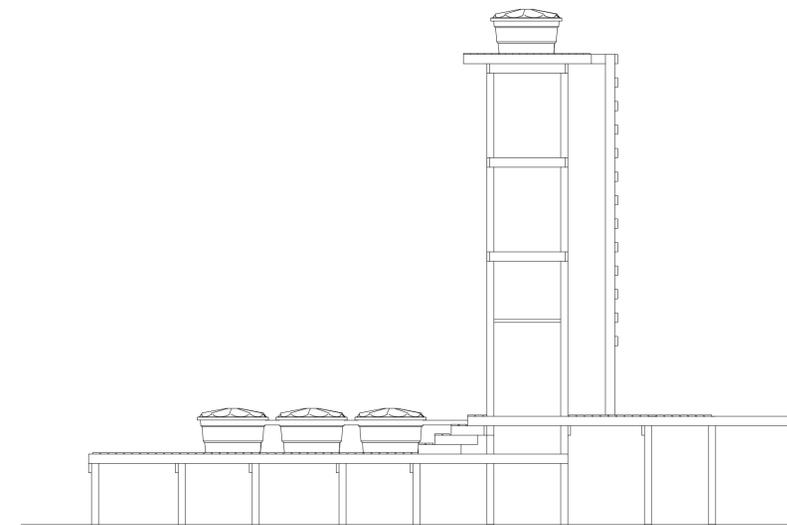
**6** Corte E'E  
Escala: 1/50



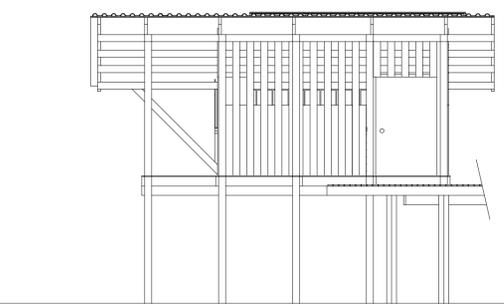
**6** Corte F'F  
Escala: 1/50



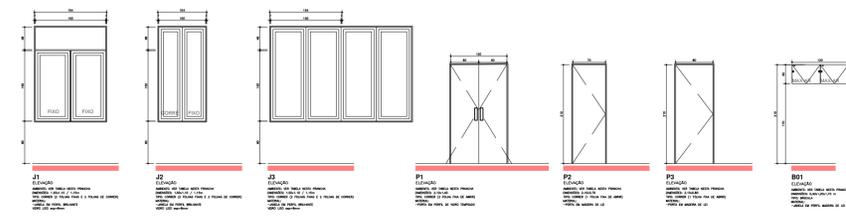
**6** Sistema ortogonal de esteios  
esc: 1/10



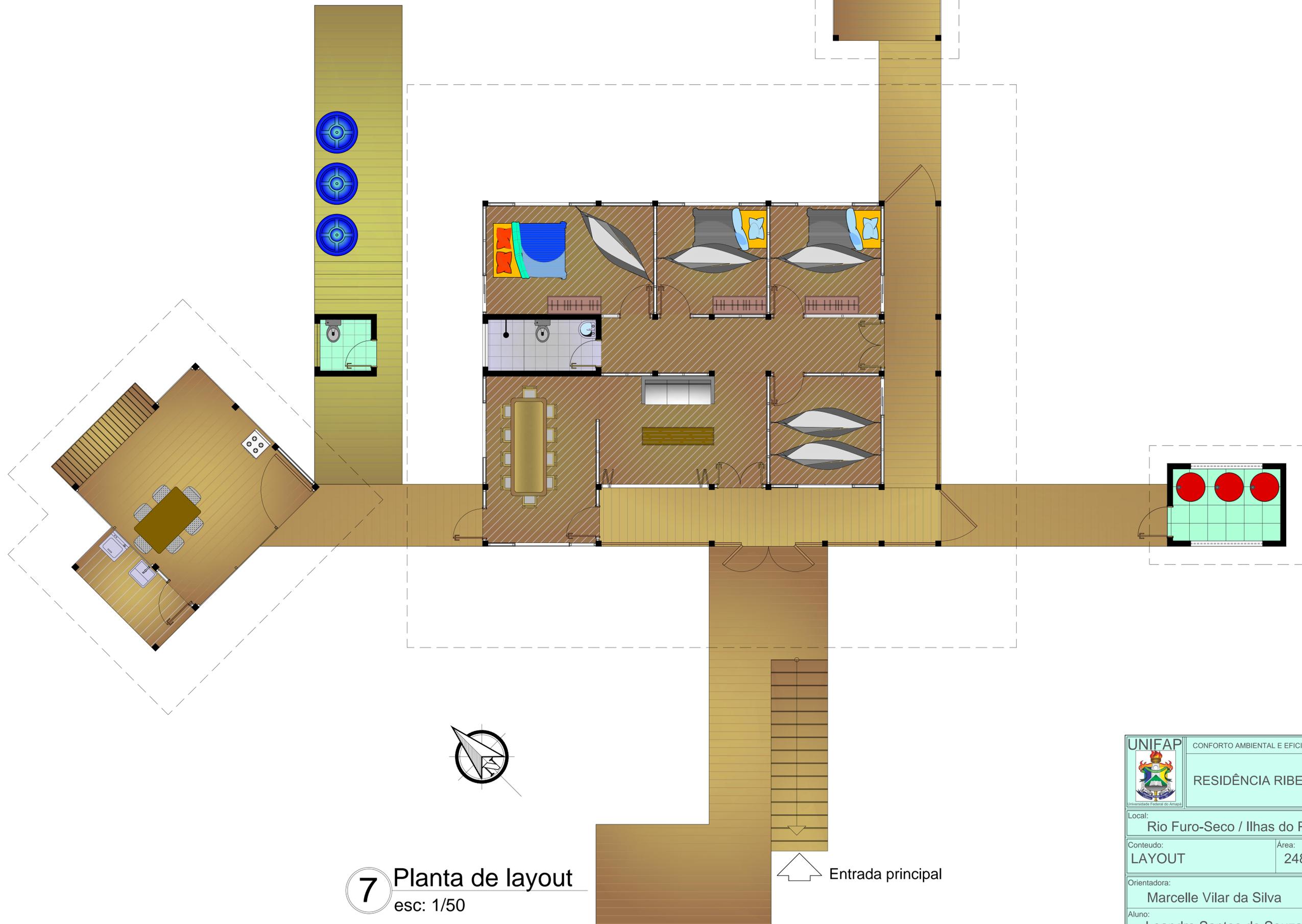
**6** ELEVÇÃO LATERAL DIREITA - SISTEMA SANITÁRIO  
Escala: 1/57



**6** ELEVÇÃO PRINCIPAL DA COZINHA  
Escala: 1/57



<p>UNIFAP UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ</p>	CONFORTO AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES	
	RESIDÊNCIA RIBEIRINHA UNIFAMILIAR	
Local: Rio Furo-Secco / Ilhas do Pará - PA		
Conteúdo: E'E / F'F/ ELEVÇÃO PRINCIPAL SISTEMA ORTOGONAL DE ESTEIOS OUTROS DETALHAMENTOS	Área: 248.74m <sup>2</sup>	ESC: Indicada
Orientadora: Marcelle Vilar da Silva		
Aluno: Leandro Santos de Souza	Turma: AU-2013	



**7** Planta de layout  
esc: 1/50

Entrada principal

	CONFORTO AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES	
	<b>RESIDÊNCIA RIBEIRINHA UNIFAMILIAR</b>	
Local:	Rio Furo-Seco / Ilhas do Pará - PA	
Conteúdo:	Área:	ESC:
LAYOUT	248.74m <sup>2</sup>	Indicada
Orientadora:	Marcelle Vilar da Silva	
Aluno:	Turma:	<b>7/9</b>
Leandro Santos de Souza	AU-2013	



8 ELEVÇÃO PRINCIPAL  
Escala: 1/50



8 LATERAL ESQUERDA  
Escala: 1/50



8 LATERAL DIREITA  
Escala: 1/50



8 PERSPECTIVA DOS FUNDOS  
Escala: 1/50

 UNIFAP Universidade Federal do Amapá	CONFORTO AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES	
	RESIDÊNCIA RIBEIRINHA UNIFAMILIAR	
Local:	Rio Furo-Secco / Ilhas do Pará - PA	
Conteúdo: ELEVAÇÕES	Área: 248.74m <sup>2</sup>	ESC: Indicada
Orientadora:	Marcelle Vilar da Silva	
Aluno: Leandro Santos de Souza	Turma: AU-2013	8/9



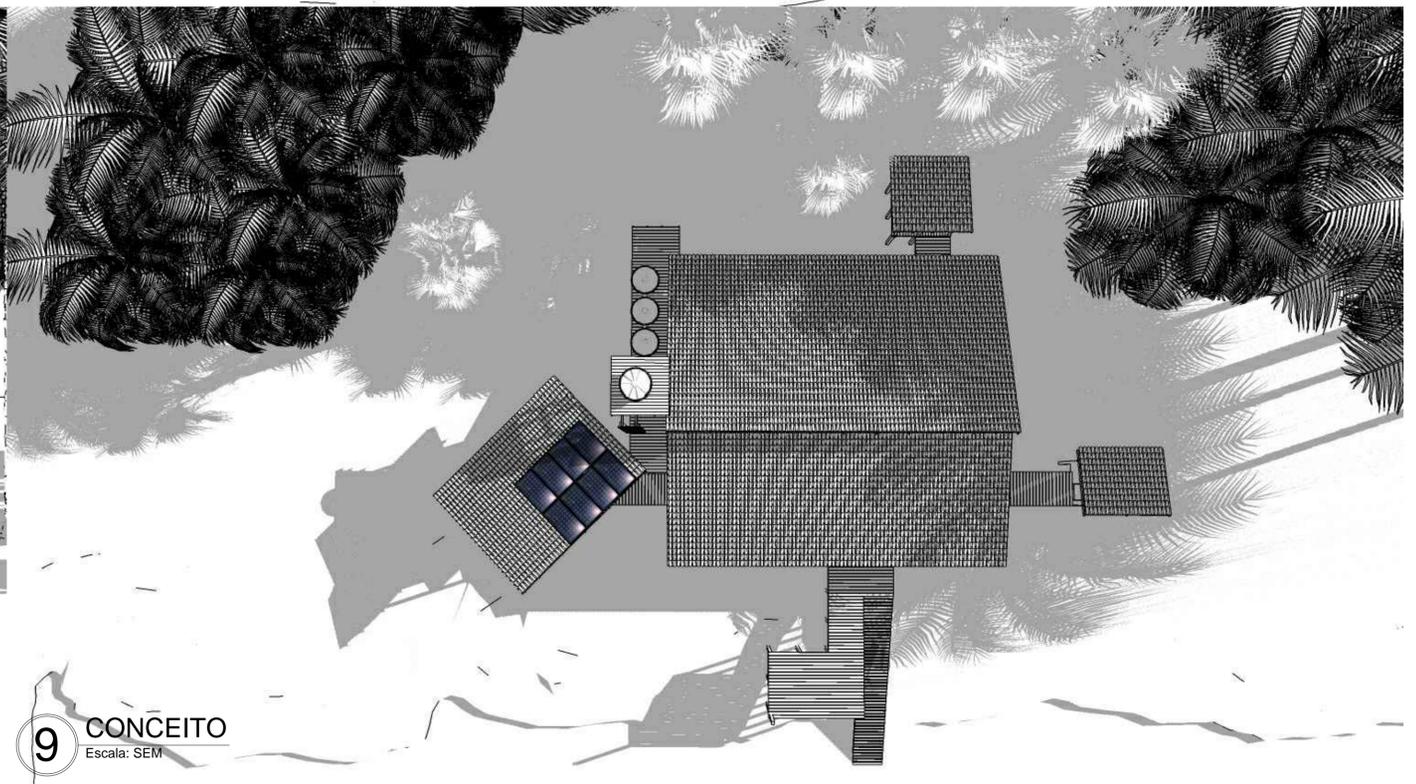
9 CONCEITO  
Escala: SEM



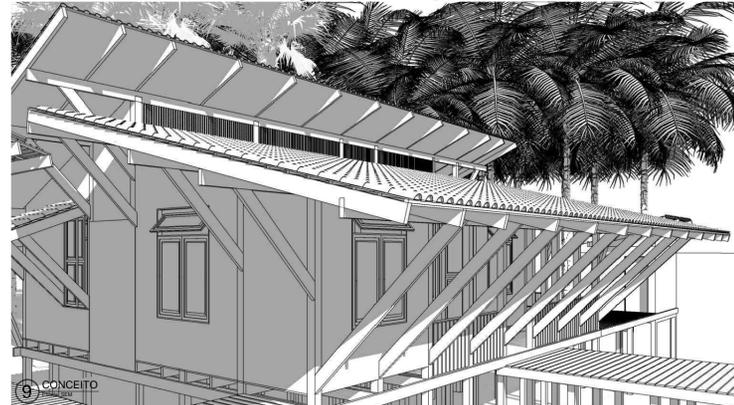
9 CONCEITO  
Escala: SEM



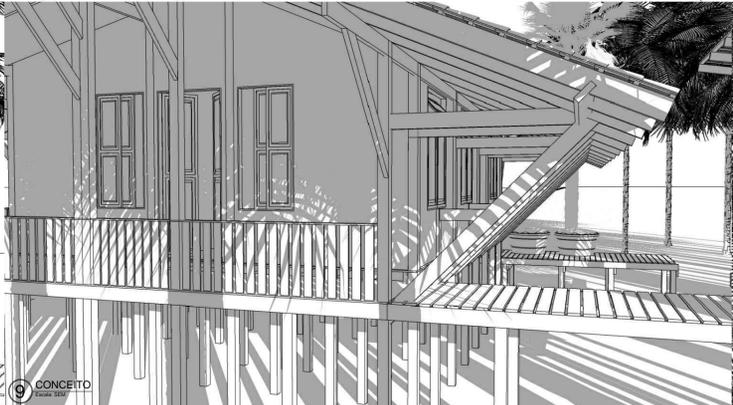
9 CONCEITO  
Escala: SEM



9 CONCEITO  
Escala: SEM



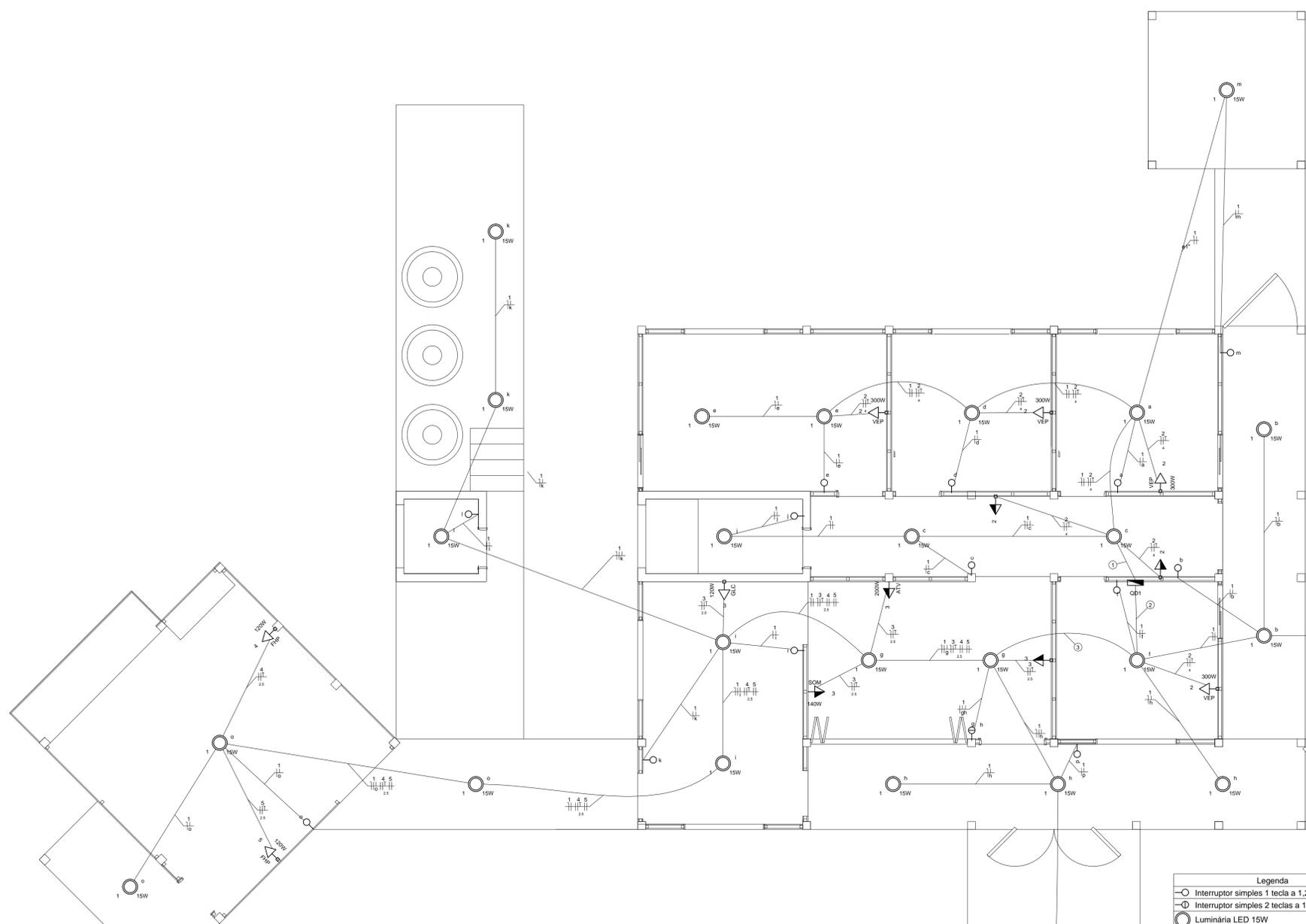
9 CONCEITO



9 CONCEITO



	CONFORTO AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES	
	RESIDÊNCIA RIBEIRINHA UNIFAMILIAR	
Local: Rio Furo-Seco / Ilhas do Pará - PA		
Conteúdo: IMAGENS DE CONCEITO	Área: 248.74m <sup>2</sup>	ESC: Indicada
Orientadora: Marcelle Vilar da Silva		
Aluno: Leandro Santos de Souza	Turma: AU-2013	9/9

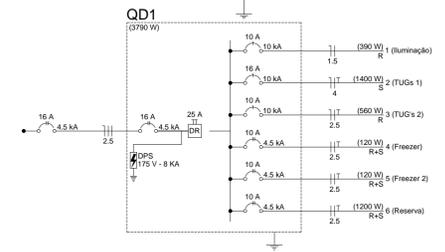
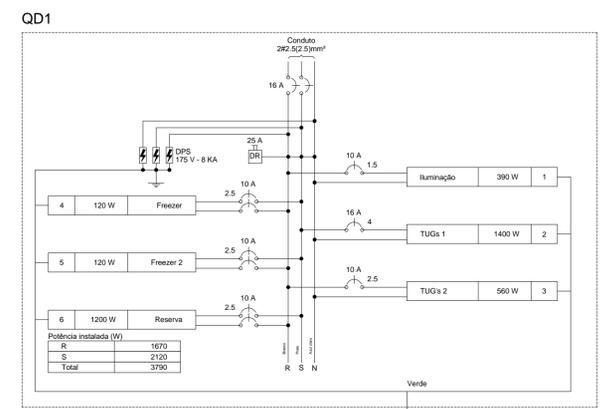


**Quadro de Cargas (QD1)**

Circuito	Descrição	Esquema	Método de inst.	Tensão (V)	Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Seção (mm2)	Disj (A)
1	Iluminação	F+N	B1	127 V	433	390	R	390		1.5	
	a				17	15	R	15		1.5	
	b				33	30	R	30		1.5	
	c				33	30	R	30		1.5	
	d				17	15	R	15		1.5	
	e				33	30	R	30		1.5	
	f				17	15	R	15		1.5	
	g				33	30	R	30		1.5	
	h				50	45	R	45		1.5	
	i				33	30	R	30		1.5	
	j				17	15	R	15		1.5	
	k				33	30	R	30		1.5	
	l				17	15	R	15		1.5	
	m				17	15	R	15		1.5	
	n				17	15	R	15		1.5	
	o				50	45	R	45		1.5	
p	17	15	R	15		1.5					
2	TUGs 1	F+N+T	B1	127 V	1722	1400	S		1400	4	16
3	TUGs 2	F+N+T	B1	127 V	686	560	R	560		2.5	10
4	Freezer	F+F+T	B1	220 V	150	120	R+S	60	60	2.5	10
5	Freezer 2	F+F+T	B1	220 V	150	120	R+S	60	60	2.5	10
6	Reserva	F+F+T	B1	220 V	1200	1200	R+S	600	600	2.5	10
<b>TOTAL</b>					<b>4342</b>	<b>3790</b>	<b>R+S</b>	<b>1670</b>	<b>2120</b>		

**Quadro de Demanda (QD1)**

Tipo de carga	Potência instalada (kVA)	Fator de demanda (%)	Demanda (kVA)
Iluminação e TUG's (Casas e apartamentos)	3.14	59.00	1.85
Uso Específico	1.20	100.00	1.20
<b>TOTAL</b>			<b>3.05</b>



**Legenda**

- Interruptor simples 1 tecla a 1,20m do piso
- ⊖ Interruptor simples 2 teclas a 1,20m do piso
- ⊙ Luminária LED 15W
- ▭ Quadro de distribuição
- ⊠ Tomada baixa a 0,30m do piso
- ▴ Tomada média a 1,20m do piso

**Legenda de fiação**

- ① 1 2
- ② 1 2 3 4 5
- ③ 1 3 4 5

**Legenda das indicações**

- ATV Tomada - uso específico - Aparelho de TV - média
- SOM Tomada - uso específico - Aparelho de som
- FHP Tomada - uso específico - Freezer horizontal pequeno
- GLC Tomada - uso específico - Geladeira comum
- VEP Tomada - uso específico - Ventilador pé

**Legenda de condutos**

- Teto

**Lista de Materiais**

<b>Acessórios p/ eletrodutos</b>	
Caixa PVC 4x2"	27 pç
Caixa PVC octogonal 3x3"	26 pç
<b>Cabo Unipolar (cobre)</b>	
Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirastic Ecoplus BWF Flexivel)	
1.5 mm <sup>2</sup>	378.05 m
2.5 mm <sup>2</sup>	221.8 m
4 mm <sup>2</sup>	120.6 m
<b>Dispositivo Elétrico - embutido</b>	
Placa 2x4"	
Placa p/ 1 função	12 pç
Placa p/ 1 função retangular	14 pç
Placa p/ 2 funções retangulares	1 pç
S/ placa	
Interruptor 1 tecla simples	14 pç
Interruptor 2 teclas simples	1 pç
Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 10A	12 pç
<b>Dispositivo de Proteção</b>	
Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN (Curva C)	
10 A - 10 kA	2 pç
16 A - 10 kA	1 pç
Disjuntor bipolar termomagnético (380 V/220 V) - DIN (Curva C)	
10 A - 4.5 kA	3 pç
16 A - 4.5 kA	1 pç
Dispositivo de proteção contra surto	
175 V - 8 KA	3 pç
Interruptor bipolar DR (fase/neutro - In 30mA) - DIN	
25 A	1 pç
<b>Eletroduto PVC flexível</b>	
Eletroduto leve	
1"	12.3 m
3/4"	214.6 m
<b>Luminária e acessórios</b>	
Luminária Led Sobrepor Ledvance Slim Plafon	26 pç
<b>Quadro distrib. plástico - embutir</b>	
Barr. bif. - DIN (Ref. Hager)	
Cap. 46 disj. unip. - In Pente 100A	1 pç

**UNIFAP** CONFORTO AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES

Universidade Federal do Amapá

**Aplicação em modelo de casa ribeirinha e com a adição de um sistema fotovoltaico**

**Local:** Rio Furo-Seco / Ilhas do Pará - PA

**Conteúdo:** PROJETO ELÉTRICO **Área:** 248.74m<sup>2</sup> **ESC:** Indicada

**Orientadora:** Marcelle Vilar da Silva

**Aluno:** Leandro Santos de Souza **Turma:** AU-2013

**1/1**