



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

JULIANA MONTEIRO DE AQUINO

PROJETO DE CENTRO DE APOIO E HOSPEDAGEM SUSTENTÁVEL PARA
TURISTAS NA ILHA DO COMBU EM BELÉM - PA

BELÉM - PA

2019

JULIANA MONTEIRO DE AQUINO

PROJETO DE CENTRO DE APOIO E HOSPEDAGEM SUSTENTÁVEL PARA
TURISTAS NA ILHA DO COMBU EM BELÉM - PA

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito para obtenção
de título em bacharel em arquitetura e
urbanismo, pela Faculdade de Arquitetura e
Urbanismo da Universidade do Estado do
Pará

Orientador: Prof. Dr. Irving Montanar Franco

BELÉM - PA

2019

JULIANA MONTEIRO DE AQUINO

PROJETO DE CENTRO DE APOIO E HOSPEDAGEM SUSTENTÁVEL PARA
TURISTAS NA ILHA DO COMBU EM BELÉM - PA

Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Pará, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Aprovada pela Banca Examinadora em ____/____/____

Dr. Raul da Silva Ventura Neto

Dr. Luiz de Jesus Dias da Silva

Dr. Irving Montanar Franco - Orientador

*Ao Diogo, por me acompanhar nessa
jornada e dividir esse sonho comigo.*

AGRADECIMENTOS

Ao professor Irving Franco pela orientação, pelos conhecimentos compartilhados, incentivo e confiança durante a pesquisa e o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu amor, Diogo, por todo apoio, ajuda, paciência e companheirismo nesse período. Isso foi fundamental pra que eu conseguisse passar pelos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, por sempre investirem na minha educação e incentivarem o gosto pelos estudos. Vocês são a base e o motivo de tudo o que eu tenho e de tudo que virá. À minha família, por todo amor e carinho na nossa relação, sem vocês eu não seria nada.

Aos meus amigos, pela compreensão quando precisei estar ausente e por sempre acreditarem no meu melhor.

RESUMO

A sustentabilidade tem entrado em foco em todos os setores da sociedade contemporânea. Busca-se aliar o desenvolvimento econômico e social ao respeito com a natureza, objetivando preservar recursos naturais para as gerações futuras. Projetos de arquitetura e sua execução não deixam de estar inseridos neste contexto e talvez, seja uma das principais atividades que poderão possibilitar o alcance de um mundo mais sustentável, por sua responsabilidade no consumo de materiais, o emprego de técnicas construtivas que utilizem menos recursos e a criação de soluções que possibilitem a redução do consumo de energia. Concomitantemente, com a tomada de consciência internacional sobre as ameaças que a exploração predatória dos recursos trariam para a natureza, surge o ecoturismo. Uma nova forma de lazer turístico que leva os turistas a visitar locais em busca de uma experiência com a natureza em seu estado mais puro. Este trabalho busca contribuir com proposta para a criação de projeto arquitetônico, aliando as melhores práticas da arquitetura sustentável e o potencial de uma nova forma de exploração da atividade turística na ilha do Combu, de maneira a inserir no processo de desenvolvimento econômico, as comunidade ribeirinhas e a preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: Ecoturismo. Sustentabilidade. Desenvolvimento. Conforto Ambiental. Arquitetura Bioclimática.

ABSTRACT

Sustainability has come into focus in all sectors of contemporary society. It seeks to combine economic and social development with respect for nature, aiming to preserve natural resources for future generations. Architecture projects and their execution are included in this context and perhaps, it is one of the main activities that could enable the achievement of a more sustainable world, its responsibility in the consumption of materials, the use of constructive techniques that use less resources and the creation of solutions that enable the reduction of energy consumption. Concomitantly, with international awareness of the threats that predatory exploration of resources would bring to nature, ecotourism arises. A new form of leisure tourism that takes tourists to visit places in search of an experience with nature in its purest state. This work seeks to contribute with a proposal for the creation of an architectural project, combining the best practices of the sustainable architecture and the potential of a new way of exploring the tourist activity in the island of Combu, in order to insert in the process of economic development, the riverside communities and the preservation of the environment.

Keywords: Ecotourism. Sustainability. Development. Environmental comfort. Bioclimatic Architecture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Zoneamento bioclimático brasileiro.....	41
Figura 2 - Carta Bioclimática adaptada para o Brasil.....	42
Figura 3 - Carta Solar latitude 0°.....	43
Figura 4 - Hotel Sol Calas de Mallorca Resort.....	47
Figura 5 - Machu Picchu - Peru.....	48
Figura 6 - Imagem aérea do canteiro de obras do Aqualand Resort.....	49
Figura 7 - Bangalô no Anavilhanas Jungle Lodge.....	63
Figura 8 - Inkaterra Reserva Amazonica.....	64
Figura 9 - Cabanas Tiwa Amazonas Ecoresort.....	65
Figura 10 - Pakaas Palafitas Lodge.....	66
Figura 11 - Mapa da localização da ilha do Combu.....	68
Figura 12 - Unidade Pedagógica Combu Sebastião Santos Quaresma.....	71
Figura 13 - Casa em palafita na Ilha do Combu.....	73
Figura 14 - Restaurante Saldosa Maloca na Ilha do Combu.....	78
Figura 15 - Proposta de complexo Turístico do Combu.....	80
Figura 16 - Localização da área de implantação do projeto.....	87
Figura 17 - Implantação do projeto.....	87
Figura 18 - Carta Solar para a cidade de Belém, latitude -01°38'.....	88
Figura 19 - Rosa dos ventos.....	90
Figura 20 - Gráfico de conforto para indivíduos residentes em Cingapura.....	91
Figura 21 - Zona Bioclimática 8.....	93
Figura 22 - Carta Bioclimática apresentando as normais da Zona Bioclimática 8, destacando a cidade de Belém.....	94
Figura 23 - Abertura (h) em beirais, para ventilação do ático.....	96
Figura 24 - Organograma e Fluxograma.....	98
Figura 25 - Imagem renderizada de modelo 3D, vista da fachada norte.....	99
Figura 26 - Vista da fachada norte.....	100
Figura 27 - Vista da fachada sul.....	100
Figura 28 - Fluxo da ventilação na planta baixa do recinto recepção.....	103

Figura 29 - Imagem renderizada de modelo 3D, área externa do quarto compartilhado.....	104
Figura 30 - Representação dos ambientes com portas abertas (primeiro pavimento).....	105
Figura 31 - Imagem renderizada de modelo 3D, pátio integrado a recepção e ao restaurante.....	105
Figura 32 - Vista da fachada leste.....	106
Figura 33 - Vista da fachada oeste.....	107
Figura 34 - Planta baixa do primeiro pavimento.....	107
Figura 35 - Planta baixa do segundo pavimento.....	108
Figura 36 - Imagem renderizada de modelo 3D, vista da cobertura do restaurante com telhado verde.....	109
Figura 37 - Recintos.....	121
Figura 38 - Localização dos Recintos.....	122
Figura 39 - Banco de dados climáticos ARQUITROP.....	123
Figura 40 - Restaurante.....	125
Figura 41 - Corte do restaurante.....	126
Figura 42 - Carta solar com mascaramento e corte do ângulo de obstrução do sombreamento da fachada norte no período entre as 9 horas e 15 horas.....	129
Figura 43 - Carta solar com mascaramento e corte do ângulo de obstrução do sombreamento para a fachada leste a partir das 8 horas até às 12 horas.....	130
Figura 44 - Carta solar com mascaramento e corte do ângulo de obstrução do sombreamento para a fachada oeste a partir das 12 horas até às 15 horas.....	131
Figura 45 - Corte demonstrativo dos componentes das paredes.....	134
Figura 46 - Corte da parede norte com seções	135
Figura 47 - Corte das paredes Leste e Oeste com seções	137
Figura 48 - Corte demonstrativo dos componentes da cobertura.....	139
Figura 49 - Corte da cobertura com seções.....	139
Figura 50 - Corte da janela da parede norte.....	141
Figura 51 - Corte da porta das paredes Leste e Oeste.....	142
Figura 52 - Carta Psicrométrica da cidade de Belém.....	155
Figura 53 - Nomograma de Índice de Conforto Equatorial.....	156

Figura 54 - Carta Psicrométrica com TBS e TBU encontrados após revisão do número de renovações.....160

Figura 55 - Nomograma com TE encontrada após revisão do número de renovações de ar.....160

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estratégias bioclimáticas.....	35
Tabela 2 - Normais Climatológicas de Belém 1981-2010 (INMET).....	89
Tabela 3 - Incidência de Ventos Ausentes (%) Belém - PA.....	90
Tabela 4 - Diretrizes para aberturas para ventilação e sombreamento das aberturas para a Zona Bioclimática 8.....	95
Tabela 5 - Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para vedações externas para a Zona Bioclimática 8.....	95
Tabela 6 - Estratégias de condicionamento térmico passivo para a Zona Bioclimática 8.....	97
Tabela 7 - Roteiro para análise de desempenho térmico.....	114
Tabela 8 - Dados do clima de Belém para o mês de agosto.....	120
Tabela 9 - Cargas térmicas anualizadas.....	124
Tabela 10 - Radiação solar incidente (I_g) sobre planos horizontais e verticais (W/m^2). Latitude $-01^{\circ}30'$. Nebulosidade: 05,20. Dia 22 de Agosto.....	127
Tabela 11 - Condutâncias e resistências térmicas superficiais para paredes exteriores.....	133
Tabela 12 - Valores da transmissão térmica dos componentes envoltórios.....	143
Tabela 13 - Valores de coeficiente de absorção.....	144
Tabela 14 - Cálculo dos ganhos de calor de cada componente.....	145
Tabela 15 - Planilha de ganhos de calor solar.....	146
Tabela 16 - Ganhos de calor interno.....	147
Tabela 17 - Ganhos de calor total.....	147
Tabela 18 - Cálculo das perdas de calor de cada componente.....	149
Tabela 19 - Cálculo do balanço térmico.....	149
Tabela 20 - Resistência térmica do revestimento ($m.K/W$).....	151
Tabela 21 - Determinação do fator de inércia.....	151
Tabela 22 - Classificação da inércia térmica.....	152
Tabela 23 - Coeficiente de amortecimento (m).....	152
Tabela 24 - Classificação da Inércia Térmica e Coeficiente de amortecimento.....	152

Tabela 25 - Cálculo do fluxo de ar por efeito chaminé.....	158
Tabela 26 - Revisão do número de renovações de ar.....	159
Tabela 27 - Quadro resumo dos resultados obtidos.....	162

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Avaliação sobre a estrutura da Ilha do Combu.....	85
Gráfico 2 - Avaliação sobre a sensação térmica na Ilha do Combu.....	86
Gráfico 3 - Melhor e pior recinto - Cargas térmicas totais anualizadas.....	124
Gráfico 4 - Melhor e pior cenário anual	125
Gráfico 5 - Dados de intensidade de radiação solar direta sobre plano normal e difusa sobre plano horizontal, segundo a altura do sol, para diversas condições do céu.....	128
Gráfico 6 - Verificação das temperaturas em função da ventilação.....	159

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Fator de correção da transmitância aceitável para as coberturas da Zona Bioclimática 8.....	96
Equação 2 - Determinação do coeficiente de transmissão térmica para paredes homogêneas.....	132
Equação 3 - Determinação do coeficiente de transmissão térmica para paredes heterogêneas em espessuras.....	133
Equação 4 - Determinação do coeficiente de transmissão térmica para paredes heterogêneas em superfícies.....	133
Equação 5 - Fator Solar.....	134
Equação 6 - Ganhos de calor solar em superfície opaca.....	144
Equação 7 - Ganhos de calor solar em superfícies transparentes ou translúcidas.....	145
Equação 8 - Perdas de calor em superfícies opacas, transparentes e translúcidas.....	148
Equação 9 - Perdas de calor devido a ventilação.....	148
Equação 10 - Balanço térmico.....	149
Equação 11 - Determinação da superfície equivalente pesada.....	150
Equação 12 - Temperatura externa média.....	153
Equação 13 - Elongação	153
Equação 14 - Temperatura interna máxima.....	154
Equação 15 - Determinação do fluxo de ar pelo efeito chaminé.....	157
Equação 16 - Determinação do número de trocas de ar.....	157

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
APA – Área de Proteção Ambiental
ASHRAE - Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento e Refrigeração
BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CIB - International Council for Research and Innovation in Building and Construction
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
CST - Certificado de Turismo Sustentável
CSTB - Centre Scientifique et Technique du Batiment
DAOUT - Distrito Administrativo de Outeiro
DIAP - Diretoria de Áreas Protegidas
EMBRATUR - Instituto Brasileiro de Turismo
GBC - Green Building Council
GFluPMPA - Grupamento Fluvial da Polícia Militar do Pará
HQE - Haute Qualité Environnementale
ICE - Índice de Conforto Equatorial
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
LEED - Leadership in Energy and Environmental Design
NBR - Norma Brasileira
ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
OMT - Organização Mundial do Turismo
ONU - Organização das Nações Unidas
PARATUR - Companhia Paraense de Turismo
PDITS - Plano de Desenvolvimento Integrado do Turismo Sustentável
PNE - Portadores de Necessidades Especiais
PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PRODETUR - Programa de Desenvolvimento do Turismo
PROECOTUR - Programa de Desenvolvimento do Ecoturismo na Amazônia Legal
PTA - Plano de Turismo da Amazônia
SBClass - Sistema Brasileiro de Classificação de Meios de Hospedagem

SEGUP - Secretaria de Segurança Pública

SEMA/PA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SUDAM - Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia

UBS - Unidade Básica de Saúde

UNEP - United Nations Environment Programme

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UNTWO - World Tourism Organization

WTTC - World Travel & Tourism Council

ZAN - Zona do Ambiente Natural

LISTA DE SÍMBOLOS

K – coeficiente global de transmissão térmica

λ – coeficiente de condutibilidade térmica

UR – umidade relativa

I_g – radiação solar incidente global

ΔT – variação de temperatura

$T_{i,max}$ – temperatura interna máxima

S_{tr} – fator solar

e – espessura

A – área

Q – ganho de calor

α – coeficiente de absorção da radiação solar

Q' – perda de calor

N – número de trocas de ar

V – volume

ϕ – fluxo de ar

c_a – coeficiente de perda de carga por ação dos ventos

c_e – coeficiente de pressão da abertura de entrada de ar

c_s – coeficiente de pressão da abertura de saída de ar

H – altura

c_{eq} – coeficiente para superfície equivalente pesada

m – coeficiente de amortecimento

\bar{t}_e – temperatura média

E - alongação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
1.1 Objetivos	20
1.1.1 Objetivo geral	20
1.1.2 Objetivos específicos	20
1.2 Justificativa	21
1.3 Metodologia	22
2 ARQUITETURA E SUSTENTABILIDADE	24
2.1 Contexto de inserção da arquitetura no plano de desenvolvimento sustentável	24
2.2 Sustentabilidade em projetos de arquitetura	28
2.3 Arquitetura bioclimática e conforto térmico	34
3 TURISMO E SUSTENTABILIDADE	45
3.1 Panorama do turismo nacional e internacional	45
3.2 Ecoturismo	51
3.3 Turismo na Amazônia	54
3.4 Meios de hospedagem	59
3.5 Exemplos de hospedagens de floresta na região amazônica	62
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO	68
4.1 Contexto socioeconômico e geográfico	68
4.2 Do surgimento das Áreas de Proteção Ambiental à APA da Ilha do Combu	75
4.3 Turismo na Ilha do Combú	77
5 PROJETO DE CENTRO DE APOIO E HOSPEDAGEM PARA TURISTAS	83
5.1 Aspectos qualitativos	83
5.2 Área de implantação do projeto e dados bioclimáticos de Belém	86

5.2.1 Diretrizes para enquadramento do projeto na NBR 15220	92
5.3 Organograma e fluxograma	97
5.4 Memorial justificativo	99
6 ANÁLISE DE CONFORTO AMBIENTAL APLICADA AO PROJETO	113
6.1 Metodologia aplicada	113
6.2 Estudo de conforto térmico	120
6.2.1 Levantamento de dados para aplicação do método do CSTB	120
6.2.2 Identificação do pior e melhor cenário e recintos	120
6.2.3 Estudo da insolação no ambiente e ajustamento prévio da radiação solar incidente global (W/m^2)	126
6.2.4 Determinação do Coeficiente Global de Transmissão Térmica (K)	132
6.2.5 Cálculo dos ganhos de calor solar da envoltória	143
6.2.6 Ganhos de calor gerados no ambiente interno	146
6.2.7 Cálculo das perdas de calor	148
6.2.8 Balanço térmico	149
6.2.9 Avaliação da inércia térmica	150
6.2.10 Cálculo da temperatura externa média (\bar{t}_e) e Elongação (E)	152
6.2.10 Cálculo da temperatura interna máxima	154
6.2.11 Avaliação das condições térmicas ambientais	154
6.2.12 Verificação do sistema de ventilação natural	157
6.2.13 Revisão das perdas de calor	158
6.3 Análise dos resultados	161
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	164
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	167

1 INTRODUÇÃO

A ilha do Combu, localizada na região insular da cidade de Belém, capital do Pará, desponta hoje como um dos principais destinos turísticos da cidade devido, sobretudo, ao crescente interesse de moradores da capital e dos turistas por um contato mais estreito com a natureza, a gastronomia local e o modo de vida amazônica das pessoas que habitam essas ilhas, os ribeirinhos, que vivem do extrativismo vegetal e ainda preservam aspectos culturais das populações tradicionais da região, mesmo que tão próximos do centro urbano de Belém.

Neste contexto de crescimento do setor turístico e aumento exponencial do número de visitantes em direção à ilha do Combu, consequência do surgimento de atrações espalhadas por toda a ilha, verifica-se a necessidade do debate em relação aos impactos que esta demanda imprime à localidade, que hoje figura como uma das poucas áreas verdes do município de Belém, pertencendo à Área de Preservação Ambiental do Combu com rica biodiversidade em sua fauna e flora. Dessa forma, deve-se aliar o desenvolvimento econômico advindo da atividade turística, bem como o desenvolvimento social, sem esquecer da preservação do meio ambiente.

A oportunidade que o turismo expõe a Belém, porém, ainda não fez surtir medidas concretas que tragam melhorias para as comunidades que vivem nesta região. Infraestrutura básica, como saneamento, fornecimento de água e coleta de resíduos sólidos se mostram inexistentes na ilha, sendo um grave problema social e uma ameaça para o desenvolvimento da atividade turística. Aliado a isso, a falta de infraestrutura turística para se chegar no local e, principalmente, manter a permanência dos visitantes de forma confortável e segura, é outra ameaça ao progresso do setor na ilha. Portanto, verifica-se como necessária a criação de infraestrutura turística adequada para possibilitar o desenvolvimento do setor de forma ordenada e sustentável, levando-se em consideração a importância de preservar a natureza e inserir as comunidades locais neste processo.

Projetar e construir na ilha do Combu é uma tarefa difícil, não somente pela questão geográfica e logística envolvida no processo, mas em relação aos impactos

da execução das construções ao meio ambiente e a correta utilização dos fatores relacionados ao conforto ambiental no interior do edifício, tais como materiais e o clima. Estes últimos ainda pouco explorados em soluções que permitam empregar meios naturais para, por exemplo, o resfriamento passivo das edificações, auxiliando na redução do consumo de energia elétrica e tornando estes espaços mais confortáveis ao convívio humano.

Dessa forma, buscar-se-á com este trabalho, a elaboração de um projeto arquitetônico voltado para a atividade turística na Ilha do Combu, em Belém, em consonância aos princípios de sustentabilidade e arquitetura bioclimática, analisando-se através de simulações as propostas demonstradas no projeto, para avaliar o nível de desempenho térmico do modelo.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Apresentar proposta de projeto de abrigo sustentável para acolhimento de turistas na Ilha do Combú, visando atender a crescente demanda por permanência de visitantes no local e buscando atingir um bom nível de conforto térmico no ambiente para a região de Belém.

1.1.2 Objetivos específicos

São objetivos específicos:

- a) Avaliar os aspectos geográficos, culturais e sócio-econômicos da Área de Proteção Ambiental da Ilha do Combu e seu potencial para o desenvolvimento do ecoturismo na região;
- b) Levantar dados bioclimáticos e estratégias de projeto para construção de edifícios sustentáveis e termicamente confortáveis na região insular da cidade de Belém;

- c) Analisar as características dos meios de hospedagem ecológicos existentes em regiões de clima tropical, com foco na Amazônia ribeirinha;
- d) Aplicar os princípios de arquitetura bioclimática e sustentável no projeto de abrigo para turistas na ilha do Combu;
- e) Avaliar o conforto térmico da edificação proposta por meio de metodologias de cálculo de desempenho térmico.

1.2 Justificativa

Este trabalho propõe um projeto arquitetônico de abrigo para turistas na ilha do Combu, em Belém, capital do estado do Pará, tomando como premissas os conceitos de arquitetura bioclimática, eficiência energética, conforto térmico e sustentabilidade, visando demonstrar tecnicamente o quão o edifício proposto pode se aproximar da sustentabilidade em termos de conforto ambiental para esta região. Proporcionando um menor impacto ao meio ambiente, atendendo às necessidades humanas, beneficiando visitantes e a comunidade local.

A Ilha do Combu é um importante ponto turístico da cidade de Belém, atraindo diversos visitantes locais, nacionais e estrangeiros em busca de maior contato com a natureza nativa da Amazônia, além das peculiaridade da cultura e gastronomia local.

A Belém insular apresenta diversas ilhas distribuídas no perímetro da cidade, porém, o interesse deste trabalho se volta à Ilha do Combu por ser considerada Área de Proteção Ambiental e por, apesar de receber este título, a população residente e os espaços turísticos instalados na ilha ainda carecerem de infraestrutura adequada para a efetiva preservação da natureza.

Serão analisados aspectos relacionados às potencialidades do ecoturismo, seu papel na geração de emprego e renda para as comunidades tradicionais, além de possíveis melhorias advindas de investimentos em infraestrutura básica incentivados pela demanda relacionada às necessidades do setor turístico.

Objetivando mostrar a viabilidade ambiental e técnica da adoção de estratégias ecologicamente corretas na ilha, além de dar maior visibilidade para a questão da arquitetura sustentável e a adoção de opções práticas em projetos

arquitetônicos que possibilitem o conforto térmico na região amazônica, este trabalho irá propor e analisar soluções adequadas para a construção do edifício mencionado, respeitando as necessidades humanas, as condições ambientais, sociais, econômicas, culturais e históricas do local.

1.3 Metodologia

Este trabalho está dividido em seis seções: a primeira parte foi feita a introdução, definido o objetivo, objetivos específicos e justificativa do projeto, além de explanada a metodologia.

A segunda parte deste trabalho foi elaborada a partir de uma pesquisa exploratória de referencial teórico a respeito da inserção da arquitetura no contexto do desenvolvimento sustentável, além de estratégias para o projeto de edifícios mais sustentáveis e conceitos de arquitetura bioclimática e conforto térmico. Para a contextualização da origem do desenvolvimento sustentável foram utilizados dados da Organização das Nações Unidas (ONU) referentes aos objetivos definidos pela comunidade internacional sobre esta temática, e como estes influenciaram as estratégias projetuais na área de arquitetura e construção civil. O terceiro tópico desta seção foi feito a partir de levantamento bibliográfico sobre arquitetura bioclimática com referência em três obras: Manual do Conforto Térmico, de Frota e Schiffer (2001); Manual de Arquitetura Ecológica, de Kwok e Grondzik (2013); e Eficiência Energética na Arquitetura, de Lamberts, Dutra e Pereira (2014).

Na terceira seção foi feita uma contextualização geral do panorama atual do turismo internacional utilizando-se informações do World Travel & Tourism Council (WTTC) e da Organização Mundial do Turismo (OMT). A partir disto, é feita uma análise dos impactos negativos gerados pelo crescente contingente de turistas interessados no contato direto com a natureza e o posterior desenvolvimento de novas alternativas mais sustentáveis no setor turístico. Em seguida, são apresentados o cenário atual e as potencialidades do turismo na Amazônia e, adiante, uma seleção de obras arquitetônicas voltadas a serviços de hospedagem localizadas na região amazônica e em outras regiões de clima equatorial.

Na quarta seção é feito um levantamento através de pesquisa bibliográfica sobre a realidade sócio-econômica da ilha do Combu, apresentando um breve histórico de sua ocupação, além da criação da Área de Proteção Ambiental do Combu e sua inserção no contexto do turismo de natureza, através da obtenção de informações referente ao setor, junto ao Ministério do Meio Ambiente e Secretaria de Estado de Turismo (PARATUR).

Na quinta seção é apresentado o projeto de abrigo para turistas desenvolvido, aplicando-se os conceitos de sustentabilidade, conforto térmico e eficiência energética abordados nos capítulos anteriores. Nesta seção é apresentado os dados da pesquisa de campo realizada, que servirá de base para a criação do programa de necessidades, instrumento fundamental para a elaboração do projeto arquitetônico em consonância com a realidade e expectativas dos atores diretamente impactados, visitantes, moradores e trabalhadores. Também são levantados dados da área de implantação do projeto, como suas características gerais e informações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referentes ao clima e à localização bem como à estratégias arquitetônicas recomendadas para a região de Belém, através do enquadramento do projeto nas normas técnicas que tratam do desempenho térmico em construções. Nesta seção também é apresentado o memorial justificativo, com as soluções e arquitetura propostas no projeto.

Na sexta e última seção do desenvolvimento deste trabalho, além de análise do pior cenário entre os recintos do projeto, serão avaliados os resultados finais de conforto térmico do edifício proposto, obtidos por meio de cálculos baseados no método do *Centre Scientifique et Technique du Batiment* (CSTB) e através de simulações por meio de *softwares* como o ARQUITROP e Luz do Sol. Permitindo, portanto, que as soluções arquitetônicas propostas sejam quantificadas em termos de desempenho térmico para que seja possível analisar e verificar a viabilidade do alcance do conforto térmico ideal para as exigências humanas na cidade de Belém.

2 ARQUITETURA E SUSTENTABILIDADE

2.1 Contexto de inserção da arquitetura no plano de desenvolvimento sustentável

A conscientização sobre a importância da proteção ecológica, a preocupação com a escassez dos recursos naturais e com o impacto causado pelo adensamento das cidades, fizeram surgir na arquitetura a necessidade de produzir edifícios que sejam mais racionalmente projetados para se adequar ao meio ambiente sem agredi-lo, sendo, para isso, incorporados os conceitos de sustentabilidade à novas tecnologias e métodos construtivos que proporcionem viabilidade econômica, qualidade social e proteção ambiental.

A arquitetura sempre esteve vinculada ao meio ambiente, surgiu com a função de proteger e abrigar o ser humano dos rigores do clima e para criar um ambiente que oferecesse condições para o exercício de suas atividades. No entanto, esta ligação se enfraquece ao passo em que, na Revolução Industrial, os avanços construtivos com a ascensão de materiais como o vidro, o aço e o concreto resultaram na repetição de caixas de vidro do denominado *International Style*¹; e tecnológicos que permitiram maior autonomia do edifício em relação aos meios de controle das condições de conforto ambiental em seu interior.

O consumo exacerbado de energia nas décadas seguintes, além do aumento populacional, a geração de descarte de resíduos, a extração descontrolada de recursos naturais e a extrema insalubridade das cidades industriais do século XIX contribuíram para a formação de um cenário insustentável de crescimento das cidades. Para suprir a crescente demanda pelo consumo de energia elétrica das atividades industriais e dos edifícios foram construídas inúmeras usinas termelétricas que causaram um forte impacto ambiental ameaçando os ecossistemas e a biodiversidade, gerando poluição e riscos à vida da população.

¹ Estilo arquitetônico que se desenvolveu entre as décadas de 1920 e 1930, sendo fortemente relacionado ao modernismo. Um de seus princípios básicos era a rejeição de tudo que poderia fazer menção aos outros estilos anteriores ao movimento.

A crise energética e de recursos naturais pode ser considerada também a crise de um modelo social no qual os principais problemas decorrem da forma de consumo não só de energia, mas de todo tipo de recursos naturais e bens materiais, resultante de um estilo de vida predatório, que pode ser visto também, na maneira como se projeta e constrói edifícios. Grande parte de todo lixo gerado no planeta é proveniente de resíduos da construção civil, somente no Brasil são gerados cerca de 122.000 toneladas por dia². Com vista a reverter estes hábitos de consumo e seus impactos ambientais foi que, a partir do ano de 1949, com a Conferência Científica das Nações Unidas sobre Conservação e Utilização dos Recursos Naturais, diversos países passaram a se reunir em conferências internacionais para definir metas, mecanismos e normatizações que pudessem conter o processo evolutivo da devastação ambiental e apoiar o desenvolvimento sustentável.

Dessa forma, ações internacionais em torno das questões ambientais ocorreram em todo o mundo, traduzidas em conferências multilaterais dentre as quais três tiveram grande expressividade no âmbito nacional: a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, ECO-92, ocorrida em 1992 no Rio de Janeiro, que contou com a participação de 170 países preocupados com as transformações ambientais decorrentes do desenvolvimento desenfreado. Esta conferência teve como resultado um documento denominado “Agenda 21”, um programa de ações globais que visa viabilizar um padrão de desenvolvimento ambientalmente racional; a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, que deu origem em 1997 ao Protocolo de Kyoto, tratado internacional de compromisso com a redução da emissão dos gases que provocam o efeito estufa com metas de redução até o ano de 2012; e a Conferência Rio+10 que ocorreu em 2002 em Johannesburgo, com a participação de 190 países, para reiterar os princípios do Protocolo de Kyoto e definir objetivos e metas em prol do desenvolvimento sustentável.

Os desdobramentos da Agenda 21 para o setor da construção civil têm como resultados mais expressivos a Agenda Habitat II, assinada na Conferência das Nações Unidas realizada em Istambul, em 1996, que traz planos de melhoria para

² Disponível em: < <https://www.saneamentobasico.com.br/brasil-residuos-construcao-civil/> > Acesso em 08/01/2020.

assentamentos humanos e ressalta a importância da qualidade de vida das condições físicas e espaciais características das aldeias, vilas e cidades; a Agenda 21 CIB³ para a Construção Sustentável, em 1999, e Agenda 21 CIB/UNEP⁴ para a Construção Sustentável em Países em Desenvolvimento, de 2002, que prescrevem a redução e otimização do consumo de materiais e energia, a diminuição do volume de resíduos gerados, a preservação do ambiente natural e a melhoria da qualidade do ambiente construído. A Agenda 21 para a Construção Sustentável ressalta questões sobre a administração e a organização dos procedimentos projetuais, com intenção de otimizar características dos edifícios de forma a melhorar sua qualidade incorporado ao meio ambiente e seu desempenho, para adequá-los à um uso mais racional dos recursos naturais, e à utilização de fontes renováveis de matéria prima e energia.

Em 2015, durante a Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável foi adotado pela organização, com aval de seus 193 estados membros, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Metas que buscam orientar políticas nacionais e atividades de cooperação internacional até o ano de 2030, abrangendo diversos temas que envolvem questões de desenvolvimento social e econômico. Dentre elas, podemos citar: a erradicação da pobreza, medidas para melhorar a qualidade da água e saneamento, adoção de sistemas de geração de energia limpa, crescimento econômico sustentável, redução de desigualdades, o incentivo a construção de comunidades e cidades sustentáveis, a criação de padrões de consumo e produção que agridam menos o meio ambiente, o combate às mudanças climáticas e a proteção e uso sustentável dos ecossistemas marinhos e terrestres.

Os ODS impactam diretamente na forma de se pensar a arquitetura. A arquitetura envolve todos os aspectos e fases do projeto de um edifício, seja ele industrial, comercial ou residencial. Ela está envolvida diretamente desde as etapas iniciais, da concepção à construção, sua manutenção, ao modo como uma edificação irá consumir energia até sua etapa de demolição. Portanto, é primordial para que se alcance as metas definidas pelos ODS, que se desenvolva uma

³ *International Council for Research and Innovation in Building and Construction*

⁴ *United Nations Environment Programme*

arquitetura mais sustentável, com a utilização mais eficiente dos recursos naturais, da energia e da reutilização dos materiais, de modo a levar à todas as etapas envolvidas alternativas ambientalmente amigáveis e economicamente eficientes, evitando-se desperdícios e maximizando os benefícios que edificações poderão trazer ao contexto geral da busca por um mundo cada vez mais sustentável.

A partir disto, o conceito de sustentabilidade nas construções tem sido cada vez mais discutido, incentivando a elaboração de medidas como normas, regulamentações, certificações, políticas públicas e privadas por diversos países que buscam atenuar os efeitos do consumo de recursos naturais e que acreditam na sustentabilidade das edificações como modelo de desenvolvimento a ser implementado.

O termo sustentabilidade pode ser definido e utilizado para qualificar ações e atividades humanas que se destinam a atender as necessidades das gerações presentes e futuras mantendo a integridade dos recursos naturais e preservando os ecossistemas com todos seus elementos físicos, químicos e ecológicos.

“A sustentabilidade significa atender as necessidades da geração atual sem prejudicar a capacidade das gerações futuras de atender suas necessidades” (Relatório Brundtland, 1987).

Para alcançar a sustentabilidade é indispensável a associação de aspectos que constituem os três pilares da sustentabilidade: o ambiental, o social e o econômico. Desta forma, pode-se encontrar alternativas que ao mesmo tempo em que permitem o desenvolvimento das sociedades, conseguem manter a longo tempo a preservação dos recursos ambientais com atitudes ecologicamente corretas, socialmente justas e economicamente viáveis.

O conceito de sustentabilidade aplicado à arquitetura iniciou com enfoque principal na redução do consumo de energia e de recursos naturais limitados, posteriormente sendo incorporadas as técnicas, os materiais e os componentes do edifício e as questões sociais, econômicas e culturais. Nessa perspectiva, o setor da construção estabelece novos paradigmas considerando a sustentabilidade do processo construtivo como uma preocupação que deve ser tida em conta desde a

concepção do projeto e manter-se durante sua construção e utilização, até o descarte, buscando alternativas que propiciem o aumento da vida útil dos edifícios e diluindo os impactos gerados ao longo do tempo. O Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção (CIB) define a construção sustentável como “o processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes natural e construído e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica” (CIB, 2002, p.8).

2.2 Sustentabilidade em projetos de arquitetura

Para nortear os projetos de arquitetura à redução dos impactos causados ao meio ambiente, foram criados diversos sistemas de certificações pelo mundo que buscam comprovar se uma construção é de fato sustentável, como *Leadership in Energy and Environmental Design* do *Green Building Council*, *Green Globes*, *Building Research Establishment*, *Smart Homes*, *Built Smart*, *Eco Homes*, Norma 189 da *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*, *International Green Construction Code*, entre outros, que estabeleceram padrões para construção de edifícios sustentáveis. Essas certificações utilizam métricas e pontuações baseando-se em alternativas sustentáveis desenvolvidas em todas as fases de construção de uma edificação, a partir da etapa projetual, até sua desmobilização. São atualmente a melhor estratégia de inserção da sustentabilidade na arquitetura, pois possuem alto reconhecimento dentro do contexto da busca por ações que agredem menos a natureza. Tais edificações são cada vez mais procuradas por organizações que buscam apresentar-se como conscientes e ambientalmente responsáveis aos seus consumidores e também pessoas físicas preocupadas com a questão ambiental.

No Brasil, as certificações mais conhecidas são a LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), que foi desenvolvida pelo *Green Building Council* (GBC) nos Estados Unidos, e avalia o desempenho do edifício e o impacto ambiental gerado por este em seis aspectos: locais sustentáveis, uso eficiente de recursos hídricos, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade do ar interior

e inovação e processos de projeto; o selo AQUA (Alta Qualidade Ambiental) que foi uma adaptação feita do *Haute Qualité Environnementale* (HQE) para o Brasil levando em consideração questões de gestão ambiental das obras e as especificidades técnicas e arquitetônicas; e o selo PROCEL Edifica, criado pelo Programa Nacional de Conservação da Energia Elétrica, que certifica prédios residenciais, públicos e de serviços de acordo com o nível de eficiência energética apresentado por estes.

De forma geral, os princípios para a formação de um novo modelo de construção responsiva devem basear-se em soluções que incluam a adaptação do edifício ao entorno bem como às suas condições bioclimáticas; a redução do uso de recursos minerais não-renováveis, energia e água; a seleção de técnicas e materiais que causem menos impactos ambientais; a otimização da vida útil das edificações; o incremento da vida útil dos materiais; a redução, a reutilização e a reciclagem dos resíduos sólidos.

A concepção do projeto deve explorar os condicionantes exógenos ao local de implantação do edifício e estudar a projeção e o impacto que sua intervenção pode gerar a médio e longo prazo. A análise das características do clima do local são importantes parâmetros para a escolha das estratégias iniciais do projeto. É necessária a avaliação do macroclima, do mesoclima e da previsão do microclima, levando em consideração fatores como a temperatura, a umidade relativa do ar, a incidência de luz solar durante o ano, as correntes de ar e o índice pluviométrico, para que haja melhor aproveitamento das potencialidades climáticas e atender as necessidades de conforto humana, reduzindo a necessidade de utilização de equipamentos mecânicos para este fim.

O sol e o vento são importantes recursos naturais para a climatização passiva dos ambientes e podem ser controlados por meio de soluções arquitetônicas como os *brises-soleil*, as venezianas e prateleiras de luz, além das soluções de *layout*, com a finalidade de se obter o conforto térmico e lumínico nos ambientes permitindo, assim, a entrada de iluminação e ventilação natural. A vegetação utilizada em “paredes verdes” ou “telhados verdes” é um ótimo isolante termo-acústico, podendo reduzir significativamente a absorção de calor da edificação.

Quanto a escolha dos materiais, existem diversas estratégias que podem ser adotadas, como a redução do uso de materiais na construção ou reforma; reutilização de materiais; utilização de materiais orgânicos como pedras naturais; utilização de materiais rapidamente renováveis como o bambu e a cortiça, que têm um tempo de regeneração curto, de no máximo de 10 anos; utilização de materiais com conteúdo reciclável; utilização de materiais regionais; opções certificadas, de manejo sustentável e recicladas. A especificação deve ser feita a partir de três aspectos: o da durabilidade; do transporte, no qual a preferência é dada a matérias-primas locais e regionais; e do custo energético do material, que segundo a Análise do Ciclo de Vida, considera a energia empregada em todos os processos desde sua extração, transporte, fabricação até a incorporação deste a obra, além de valorizar seu potencial de reutilização. Os materiais classificados como ecológicos não degradam o meio ambiente e seguem parâmetros mais específicos como a ausência de componentes que emitam gases que contribuem para o aquecimento global ou para a destruição da camada de ozônio.

A reciclagem de resíduos das construções busca a redução da exploração de recursos naturais e uma maior permanência da matéria-prima no processo de produção. De acordo com a Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), considera-se resíduo de construção civil os excedentes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil e os resultantes da preparação e escavação de terrenos. Os resíduos gerados na construção devem ter destinação correta, deve-se buscar a reutilização ou a reciclagem deste e, somente quando não houver possibilidade de reciclá-los, eles devem ser incinerados ou aterrados.

O projeto elétrico e de fontes energéticas também deve incluir soluções sustentáveis com o uso de sistemas de energia renováveis, como a energia solar térmica, fotovoltaica, eólica, de biomassa e biogás e demais mecanismos de conservação de energia, como a utilização de lâmpadas e luminárias mais eficientes. De forma geral, a temperatura do ar e a umidade relativa dentro das edificações devem seguir o padrão mínimo especificado pela NBR 15220-3 (ABNT, 2005) para cada zona climática brasileira.

No projeto de hidráulica e saneamento deve-se prever a instalação de sistemas para coleta e aproveitamento de água da chuva, bem como para tratamento de efluentes – tanto para águas cinzas, como para águas negras – e outros equipamentos que auxiliem na redução do consumo e desperdício de água pois podem ser utilizadas em limpeza, irrigação de jardins, refrigeração, sistema de combate a incêndio, entre outras atividades que não necessitam de água potável para sua realização. Neste sentido, deve-se também evitar a impermeabilização total do terreno para promover a recarga do aquífero, evitar a contaminação do lençol freático e implantar um sistema de tratamento de esgoto ecológico.

Prever a flexibilidade do projeto viabilizando sua adaptação a novos usos e sistemas técnicos ao longo do seu ciclo de vida e favorecer a desmontagem, reciclagem e reutilização dos componentes da edificação são estratégias que colaboram indiretamente na redução do impacto ambiental causado pela obra. O impacto causado pela mudança de uso de uma edificação, quando comparada a construção de um novo edifício ou sua demolição, é mínima, pois evita agressões desnecessárias, reduz a produção de resíduos de obra e diminui o consumo energético.

Além das certificações e normas, as legislações aplicadas à construção civil, principalmente as exigências de órgãos municipais em relação às regras construtivas únicas de cada localidade, possuem grande importância na questão ambiental.

O crescimento das cidades brasileiras e de suas populações nas últimas décadas trouxeram um contexto de escassez de recursos e problemáticas inerentes às grandes aglomerações humanas em cidades, tais como acúmulo de lixo, formação de ilhas de calor, baixa permeabilização de águas pluviais, grande consumo de energia elétrica e água e dificuldades de mobilidade dentro da cidade. Assim, cada vez mais os municípios brasileiros buscam tornar o setor da construção civil mais limpo e incentivar a busca por projetos mais sustentáveis, que ajudem a amenizar as problemáticas urbanas.

A construção civil é um dos principais setores da economia brasileira, sendo responsável por cerca de 6,2% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, e 24% dos

empregos gerados no país⁵. Dessa forma, os impactos ambientais e sociais gerados, são compatíveis ao tamanho do setor. Cerca de 75% de todos os recursos extraídos da natureza são consumidos pela construção civil. Em nossas cidades, cerca de 60% do lixo sólido é gerado pela atividade. Em todo Brasil, são gerados cerca de 100 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição por ano, comparativamente como se cada habitante contribuísse com 500 kg de resíduos por ano, gerando impacto direto no ambiente urbano e nas finanças municipais.

Dessa forma, as atuais práticas e modelos construtivos ainda apresentam grande desperdício e uso de matérias-primas sem manejo sustentável e, além disso, processos que não se preocupam com desperdício de energia e água, são um dos principais problemas enfrentados nas cidades brasileiras que, se resolvidos, poderão significar uma melhora significativa tanto no quesito ambiental, quanto social e econômico, não somente na redução dos custos para o manejo desses resíduos sólidos pelos órgãos municipais, mas como em retorno de eficiência e melhor consumo de materiais, energia e água, para incorporadoras, construtoras e em último, aos consumidores que adquirirem esses imóveis.

Os legisladores do município de Belém ainda não despertaram para a problemática da construção civil no tocante a seus impactos para o meio ambiente, ainda inexistindo leis aplicadas especificamente para o setor, que proporcionem e incentivem práticas de construções sustentáveis. Porém, diversas cidades brasileiras, como Florianópolis, capital de Santa Catarina, estão buscando formas de aperfeiçoar o setor da construção civil, tornando-o mais sustentável. Florianópolis, ano após ano vem demonstrando, tanto em nível governamental quanto entre seus habitantes, a grande importância que a arquitetura sustentável vem tomando, não mais como uma tendência, mas como uma obrigação em todo novo projeto de construção.

A Prefeitura Municipal objetiva para Florianópolis, através do Decreto 18.646/2018, ser a primeira cidade lixo zero no país no ano de 2030. É necessário, portanto, que a sociedade organizada, em apoio a esta iniciativa, busque em soluções de construção sustentáveis atingir esta meta, visto que grande parte dos

⁵ Disponível em: < <http://www.acma.eng.br/blog/construcao-civil-e-importante-para-o-pib-brasileiro/>>
Acesso em: 20/10/2019

resíduos sólidos são gerados pela atividade de construção civil. Este contexto legal e iniciativas executivas e legislativas locais tornam a atividade da construção civil e arquitetura sustentável atraentes em prol do alcance das metas definidas. Da mesma forma, cada vez mais empreendimentos com selo sustentável são procurados pelos habitantes da capital catarinense, já culturalmente muito sensíveis a questão ambiental.

Além disso, busca-se na região promover uma redução do consumo de energia elétrica e água potável, não somente devido aos altos custos mas, notadamente em Florianópolis, que enfrenta situações sazonais de falta de água, é também devido a mudança cultural e de mentalidade, onde se faz necessário reduzir o consumo para garantir a sobrevivência das gerações futuras. Edificações que possuam um consumo consciente, em até 7 metros cúbicos por mês, podem conseguir uma redução de 3% à 34% na tarifa de distribuição de água.

Em relação a energia elétrica, em Santa Catarina, construções sustentáveis possuem benefícios na redução de tarifas de luz e água. Microgeradores de energia por meio de, por exemplo, células fotovoltaicas, eólicas e biogás em até 1MW de potência instalada possuem dedução de ICMS, regulado através da Lei Complementar 17.762/2019. O Estado de Santa Catarina é um dos líderes *per capita* no aproveitamento de energia renovável, figurando ainda em 4º lugar no número de fontes geradoras, com 2,2 mil entre 24 mil microgeradores em todo o país.

Ainda é discutido em nível executivo municipal, a adoção de um IPTU Sustentável (IPTU-S), um conjunto de incentivos que dará descontos de até 5% no imposto dos imóveis nos quais os proprietários adotam ações de sustentabilidade, como painéis solares fotovoltaicos para produção de energia, permeabilidade do solo maior que a exigida pela legislação, captação de água da chuva, telhados verdes, entre outras medidas.

A pressão ambiental e social estimulou os legisladores de Florianópolis e agentes setoriais a repensarem seus procedimentos para que buscassem alternativas que propiciam a continuidade de suas atividades em um ambiente mais sustentável. Portanto, além de iniciativas privadas como as certificações e a criação de uma cultura mais sustentável por parte dos consumidores, percebe-se que a

legislação é um importante fator para a promoção de práticas sustentáveis na construção civil.

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

Percebemos, portanto, a grande importância da arquitetura sustentável para as nossas cidades e nosso planeta, não apenas para os ocupantes das construções projetadas, mas para toda a sociedade.

2.3 Arquitetura bioclimática e conforto térmico

A arquitetura bioclimática sugere uma maior integração entre o edifício construído e o ambiente físico no qual ela está inserida. Por meio da adequação do projeto às condicionantes climáticas locais - temperatura, umidade do ar, direção e velocidade dos ventos e índice pluviométrico - pode-se chegar a soluções arquitetônicas que alcancem condições de conforto e bem-estar humano tanto no interior do edifício quanto no seu entorno. Conseqüentemente, também são notados benefícios relacionados a redução de impactos ambientais e de consumo energético pelas construções.

O objetivo de um projeto de arquitetura bioclimática é prover um ambiente construído com conforto físico, sadio e agradável, adaptado ao clima local, que minimize o consumo de energia convencional e precise da instalação da menor potência elétrica possível, o que também leva a mínima produção de poluição (CORBELLA; YANNAS, 2003, p.31).

Para Frota e Schiffer:

“A arquitetura deve servir ao homem e ao seu conforto, o que abrange o seu conforto térmico. O homem tem melhores condições de vida e de saúde quando seu organismo pode funcionar sem ser submetido à fadiga ou estresse, inclusive térmico. A arquitetura, como uma de suas funções deve oferecer condições térmicas compatíveis ao conforto térmico humano no interior dos edifícios, sejam quais forem as condições climáticas externas” (Frota e Schiffer, 2001, p.17).

Segundo Lamberts (1997), a utilização correta das estratégias bioclimáticas melhoram as condições de conforto térmico e ajudam a reduzir o consumo energético. As definições de cada estratégia de conforto térmico passivo, que não depende de equipamentos como ar condicionado, aquecedores ou afins, são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Estratégias bioclimáticas

Estratégia	Definição
Ventilação	Consiste em uma técnica que permite o resfriamento de maneira natural, possibilitando a troca de ar a partir da saída do ar mais quente e entrada do ar mais frio. Geralmente é aplicada a partir da ventilação cruzada.
Resfriamento evaporativo	Possui a finalidade de aumento da umidade relativa do ar e redução da temperatura. Geralmente aplicada através do uso de vegetação e fontes de água, que possibilitam a evaporação da água no local a ser resfriado.
Inércia térmica para resfriamento	Consiste na utilização de componentes construtivos que apresentem alta inércia térmica de forma a reduzir a amplitude das variações de temperatura interna. São indicados para climas quentes e secos, onde há alta temperatura durante o dia, e baixas durante a noite.
	Recomendada nas condições onde a temperatura do ar se

Umidificação	encontra abaixo de 27°C e umidade relativa inferior a 20%. Geralmente aplicada com a utilização de espelhos d'água ou outros corpos d'água no ambiente.
Inércia térmica para aquecimento	Consiste na utilização de componentes construtivos com alta inércia térmica combinados ao aquecimento solar passivo do ambiente e isolamento térmico, de forma a reduzir as perdas de calor.
Aquecimento solar passivo	Indicado para climas de baixa temperatura, essa estratégia consiste na maximização dos ganhos de calor a partir da orientação da edificação, de forma a receber mais incidência da radiação solar em certos cômodos e na maior área possível. Também se relaciona a escolha de cores absorptivas e aberturas zenitais combinadas com isolamento térmico para evitar a perda de calor

Fonte: Modificado pela autora com informações de LAMBERTS (1997)

O conforto térmico é um estado onde um organismo está termicamente confortável, ou seja, quando está em estado de equilíbrio com o meio que o envolve. Caso a temperatura não esteja adequada, o organismo buscará a termorregulação para estabilizar a temperatura corporal. No caso dos humanos, essa termorregulação se dá através de mensagens nervosas que buscarão levar o organismo a um equilíbrio térmico e depende do ambiente e do nível de atividade corporal realizado em dado momento. Segundo a Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento e Refrigeração (ASHRAE), nos climas mais quentes da América do Norte, a temperatura ótima para o conforto térmico é de 25°C, podendo variar entre a mínima de 23°C e máxima de 27°C. Essas são temperaturas médias e variam também conforme a umidade relativa do ar e de indivíduo a indivíduo.

Levando em consideração, como exemplo, as temperaturas mencionadas acima. Quando verifica-se o aumento da temperatura externa, além da temperatura máxima de conforto térmico de 27°C, o corpo irá absorver este calor e buscará

manter o equilíbrio, a temperatura corporal é reduzida através de processos como vasodilatação, em que os capilares sanguíneos aproximam-se da superfície cutânea, ocorrendo uma transferência de energia para o exterior e produção de suor, que evapora, diminuindo a temperatura ao nível da pele. Quando ocorre o contrário e a temperatura externa diminui abaixo de 23°C, o corpo buscará se aquecer, ocorrendo no organismo humano a vasoconstrição e contração muscular induzindo o corpo ao aumento de processos metabólicos, produzindo calor. Dessa forma, um indivíduo experimenta a sensação de conforto térmico quando seu corpo não necessita recorrer a nenhum dos mecanismos de termorregulação citados.

A avaliação do conforto térmico depende principalmente de variáveis climáticas - temperatura, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos, radiação solar - e projetuais, relacionadas a fatores como a geometria da edificação, seus componentes físicos e as propriedades dos materiais construtivos.

Para Lamberts (1997), a temperatura do ar é a principal variável do conforto térmico, pois ela está intimamente ligada a capacidade da dissipação do calor do ambiente por meio da convecção natural, provocando a movimentação do ar. O ar quente, menos denso, sobe e o ar frio, mais denso, desce, proporcionando uma sensação de resfriamento do ambiente.

A umidade relativa do ar é caracterizada pela quantidade de vapor de água contida no ar. A umidade associada à velocidade do ar possui influência direta nas trocas de calor. Quanto maior é a velocidade do ar que passa pela superfície do corpo humano, maior será a taxa de evaporação do suor, da mesma forma, a ventilação dissipa a umidade que se acumularia no interior da edificação. A medida que há um aumento de temperatura, dificultando as perdas por convecção e radiação, o organismo humano, buscando regular sua temperatura interna, intensifica sua evaporação. O aumento da umidade relativa causa redução da eficiência da evaporação na dissipação de calor. Ao contrário, em climas secos, com baixa umidade, é possível se beneficiar ao máximo do resfriamento evaporativo provocado pela água. Portanto, quanto maior a umidade relativa, menor a taxa evaporativa do suor; quanto maior a taxa de evaporação do suor, mais o corpo é resfriado.

Existem também outras variáveis que incluem as atividades desenvolvidas pelo indivíduo no ambiente, suas vestimentas, as cargas internas de equipamentos utilizados, as variáveis biológicas como idade, sexo, e biotipo (Frota e Schiffer, 2001). Assim, o projeto arquitetônico assume grande importância ao definir os aspectos considerados em sua elaboração para o alcance do conforto térmico dos seus usuários.

A busca pelo conforto térmico em projetos de arquitetura está diretamente relacionada a busca por eficiência energética, pois, ao se aproveitar todos os recursos naturais e os materiais disponíveis para se garantir um bom desempenho térmico, se reduz o emprego de equipamentos tais como aquecedores e refrigeradores de ar, levando a uma substancial redução do consumo de energia elétrica.

Gonçalves e Duarte (2006) afirmam que ao se considerar o desempenho da arquitetura atrelado ao conforto ambiental e à eficiência energética, dentro do conceito de sustentabilidade, deve-se considerar os aspectos fundamentais para um bom resultado na aplicação das estratégias de conforto utilizadas no processo projetual, tais como a orientação solar e aos ventos; a forma arquitetônica, arranjos espaciais, zoneamento dos usos internos do edifício e geometria dos espaços internos; as características, condicionantes ambientais (vegetação, corpos d'água e ruído) e tratamento do entorno imediato; os materiais da estrutura, das vedações internas e externas, considerando desempenho térmico e cores; o tratamento das fachadas e coberturas, de acordo com a necessidade de proteção solar; áreas envidraçadas e de abertura, considerando a proporção quanto à área de envoltória, o posicionamento na fachada e o tipo do fechamento, seja ele vazado, transparente ou translúcido; o detalhamento das proteções solares considerando tipo e dimensionamento; e o detalhamento das esquadrias.

O conforto térmico, portanto, é o resultado da combinação bem equilibrada de sistemas construtivos e soluções arquitetônicas bem elaboradas, adaptadas ao clima local e ao tipo de atividade realizada na edificação. Para alcançar este objetivo da maneira mais eficiente busca-se soluções passivas, utilizando meios naturais para o aquecimento ou resfriamento dos ambientes e conseqüentemente menos energia elétrica para estes fins; ou ativas, com recurso a sistemas mecânicos ou elétricos

como aparelhos de ar condicionado e ventiladores que, dependendo da sua fonte de energia, pode ser custosa e consumir recursos naturais não renováveis.

Para o controle eficiente da temperatura dentro dos edifícios existem diversas soluções arquitetônicas que podem ser adotadas no processo projetual para atingir cada estratégia de regulação térmica, entre estas: promover ou evitar o ganho de calor e aumentar ou diminuir a perda de calor. O emprego de dispositivos de proteção solar como brises, venezianas, malhas metálicas, telas solares, beirais e marquises; o aproveitamento da ventilação natural; a especificação de vidros com características seletivas; o uso de cores claras em fachadas e coberturas, por possuírem boa capacidade de reflexão da radiação solar; e o uso de vegetação tanto no edifício quanto no seu entorno, ajudam a melhorar as condições de seus ambientes internos.

Em locais de clima quente, geralmente busca-se ventilar ao máximo a edificação, com grandes aberturas de janelas e espaços sombreados. Já em locais com temperaturas mais baixas, é desejável uma maior permeabilidade dos raios solares nos ambientes para manter o calor em seu interior.

As principais formas de perdas de energia em uma edificação ocorrem por convecção, condução ou radiação e podem ser controladas dependendo das técnicas e materiais que forem escolhidos para estabelecer os níveis de isolamento térmico da edificação, podendo reduzir a perda de calor durante estações mais frias e o ganho de calor durante estações mais quentes.

A fase projetual é o momento indicado para planejar o emprego das soluções, e para auxiliar na elaboração de projetos que atendam às exigências de conforto, segurança e habitabilidade dos edifícios foram criadas a NBR 15575, conhecida como a Norma de Desempenho das Edificações; e a NBR 15220, na qual são feitas recomendações quanto ao desempenho térmico de habitações unifamiliares de interesse social.

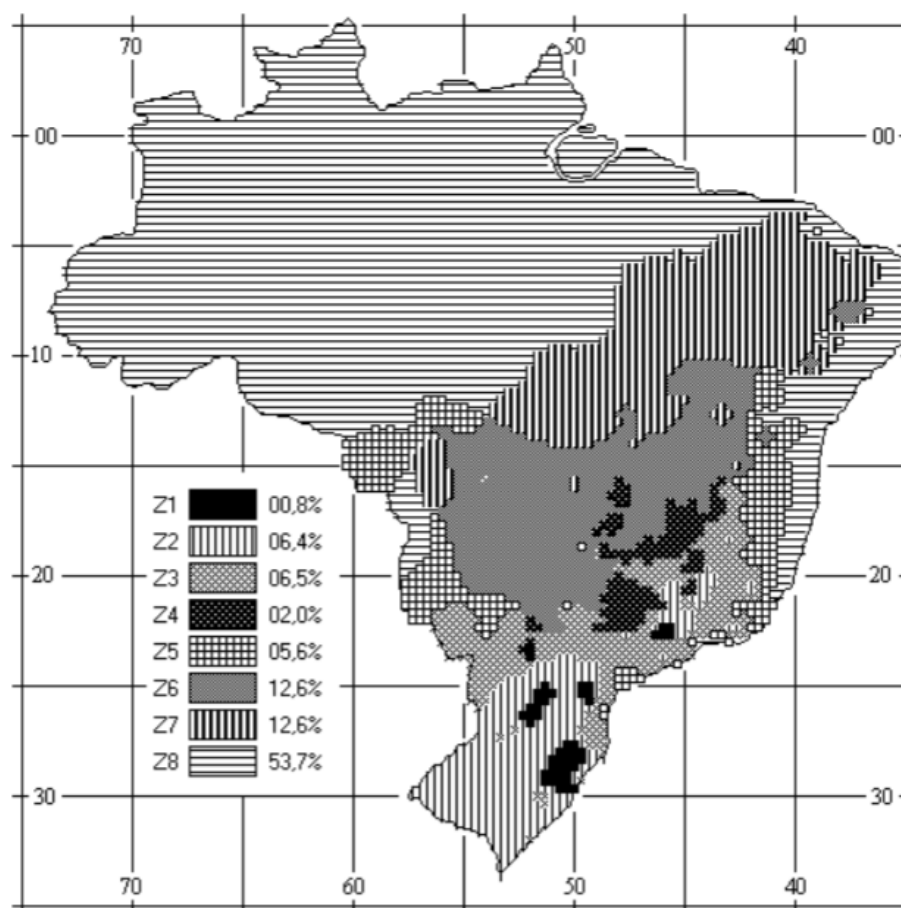
A NBR 15575 está dividida em seis partes - requisitos gerais; sistemas estruturais; sistemas de pisos; sistemas de vedações verticais internas e externas; sistemas de coberturas; sistemas hidrossanitários - e “traz para o desenvolvimento dos empreendimentos residenciais preocupações com a expectativa de vida útil, o desempenho, a eficiência, a sustentabilidade e a manutenção dessas edificações,

em resumo insere o fator qualidade ao edifício entregue aos usuários” (Guia para arquitetos na aplicação da norma de desempenho, 2015, pag. 4) . A Norma foi organizada com base nos componentes de um edifício de forma a estabelecer critérios para o projeto de cada elemento para que atendam aos requisitos definidos pelas características qualitativas do edifício, como as condições de implantação e as exigências dos usuários.

A Norma Brasileira NBR 15220, parte 3, estabelece o zoneamento bioclimático brasileiro, subdividindo o país em oito Zonas Bioclimáticas (ABNT 2005), conforme a figura 1, e define suas características principais determinando diretrizes construtivas e estratégias bioclimáticas adequadas à cada uma destas zonas. Ao mesmo tempo em que estabelece um Zoneamento Bioclimático Brasileiro, são feitas recomendações de diretrizes construtivas e detalhamento de estratégias de condicionamento térmico passivo, com base em parâmetros e condições de contorno fixados. Propôs-se, então, a divisão do território brasileiro em oito zonas relativamente homogêneas quanto ao clima e, para cada uma destas zonas, formulou-se um conjunto de recomendações técnico-construtivas que otimizam o desempenho térmico das edificações, através de sua melhor adequação climática (NBR 15220-3, 2005, p.2).

O termo “bioclimático” foi primeiramente utilizado por Victor Olgyay, que desenvolveu diversos estudos na área e criou um diagrama que através da análise regional de elementos do clima correlaciona dados climáticos e a avaliação biológica baseada nas sensações humanas, viabilizando a identificação de soluções tecnológicas para aplicação em projeto visando a adaptação da arquitetura às condicionantes naturais do local de forma a garantir a sensação de conforto térmico aos seu ocupantes. A Carta de Olgyay deu origem a outros modelos propostos por Givoni, Szokolay, Watson e Labs. Na Carta de Givoni (1976) são relacionadas as exigências humanas de conforto térmico, as características do clima local e as respostas qualitativas de soluções arquitetônicas, analisando os sistemas de trocas de calor entre o usuário em determinado ambiente - as respostas fisiológicas e sensoriais, a pressão térmica e os efeitos biofísicos dos fatores ambientais - e como a envoltória dos edifícios modifica os efeitos diretos das variáveis climáticas.

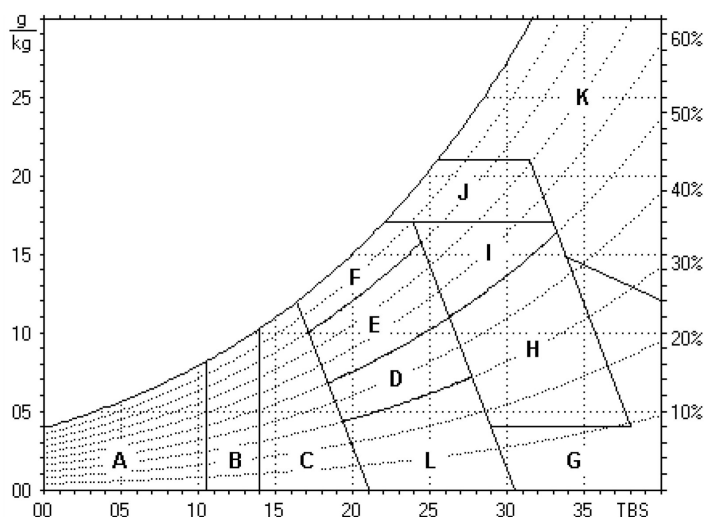
Figura 1 - Zoneamento Bioclimático Brasileiro



Fonte: Desempenho térmico das edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social - Projeto de norma 02:135.07-0001 (2003)

Com base no modelo anteriormente citado, pesquisadores do Núcleo de Pesquisas em Construção da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) produziram uma Carta Bioclimática para ser adotada no Brasil, ver figura 2, relacionando dados de temperatura do ar e umidade relativa sobre o diagrama psicrométrico de Givoni. O modelo de Carta Bioclimática adaptada para o Brasil está presente na NBR 15220 (2005) apresentando orientações sobre estratégias projetuais para cada tipo de clima especificado nas Zonas Bioclimáticas Brasileiras.

Figura 2 - Carta Bioclimática adaptada para o Brasil



Fonte: NBR 15220

As zonas indicadas na Carta Bioclimática brasileira propõem as seguintes estratégias para alcance do conforto térmico:

- A - Zona de aquecimento artificial (calefação)
- B - Zona de aquecimento solar da edificação
- C - Zona de massa térmica para aquecimento
- D - Zona de conforto térmico (baixa umidade)
- E - Zona de conforto térmico
- F - Zona de desumidificação (renovação do ar)
- G + H - Zona de resfriamento evaporativo
- H + I - Zona de massa térmica de refrigeração
- I + J - Zona de ventilação
- K - Zona de refrigeração artificial
- L - Zona de umidificação do ar

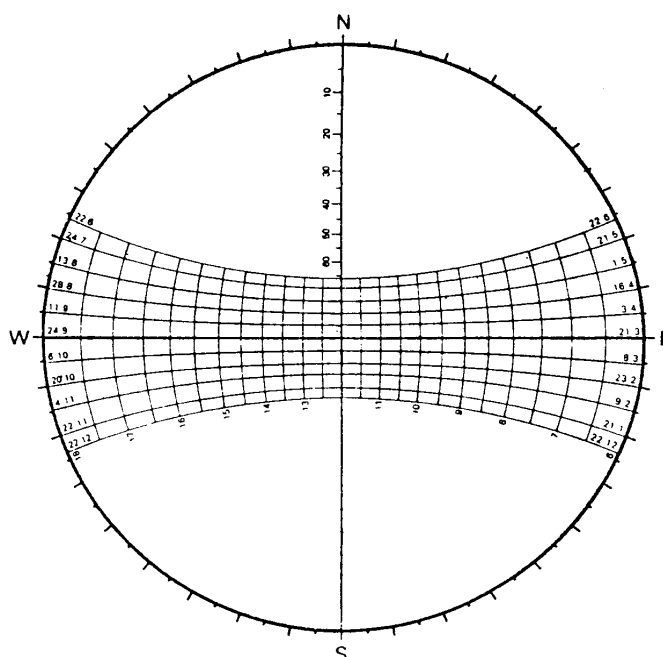
Outra ferramenta importante no auxílio do projeto de arquitetura bioclimática é a Carta Solar, que representa, em uma projeção estereográfica da abóbada celeste, a trajetória solar em diferentes horas do dia e períodos do ano, com destaque para os solstícios e equinócios. Estes percursos são identificados através da transposição do azimute e da altitude solar sobre o plano. A Carta Solar é singular para a latitude

de cada local, e pode ser utilizada para a análise da penetração dos raios solares pelas aberturas, do traçado de sombras, do tempo de insolação das fachadas, o mascaramento e para o projeto de dispositivos de proteção solar.

“O Sol, importante fonte de calor, incide sobre o edifício representando sempre um certo ganho de calor - energia - que será função da intensidade da radiação incidente e das características térmicas dos paramentos do edifício” (FROTA; SCHIFFER, 2000, p.41).

Assim, a trajetória solar é um dado importante que pode servir para designar a orientação e implantação do edifício, o tamanho e a direção das aberturas, a inclinação do telhado, o detalhamento de componentes arquitetônicos, a especificação dos materiais utilizados na construção, etc. Além do mais, entender a orientação solar e a sua ação sobre os ambiente é um fator determinante para organização de *layout*, onde cada ambiente consiga fazer o melhor aproveitamento da luz natural de acordo com a sua demanda.

Figura 3 - Carta Solar latitude 0°



O estudo do clima local como ponto de partida para a concepção do projeto arquitetônico favorece a identificação das estratégias bioclimáticas mais apropriadas para a construção de edifícios que ofereçam melhores condições de conforto a seus usuários, além de possibilitar o emprego de soluções mais sustentáveis em todas as etapas do projeto. Partindo-se deste entendimento, serão apresentadas na seção 5 deste trabalho, as estratégias bioclimáticas mais adequadas para a cidade de Belém, com recomendações para a sua utilização no projeto proposto.

3 TURISMO E SUSTENTABILIDADE

3.1 Panorama do turismo nacional e internacional

O turismo se consolidou como uma das atividades econômicas mais importantes da atualidade a nível mundial, transforma territórios onde se desenvolve por necessitar de estruturas próprias para sua realização, valoriza espaços que antes não eram apropriados pelo mercado. Porém, podem gerar impactos à natureza e às comunidades locais, principalmente quando praticado de forma desordenada, intensa e concentrada em um mesmo tempo e espaço.

Dados do World Travel & Tourism Council⁶ (WTTC) o apontam como a principal atividade de transferência de divisas e geração de empregos em todo o mundo, sendo responsável por mais de 10% de toda a receita gerada no planeta, cerca de US\$ 8,3 trilhões, empregando mais de 118 milhões de pessoas, com um crescimento estimado de 3% a 4% no ano de 2019⁷. Ainda segundo a WTTC, a cada ano, 1,3 bilhões de pessoas realizam viagens internacionais e é previsto que este número dobre até 2030. Portanto, o turismo é uma atividade de extrema importância para a economia mundial. No Brasil, corresponde a 8,1% do PIB nacional, gerando 6,9 milhões de empregos.⁸

Em comunicado emitido pela Organização Mundial do Turismo (OMT) em 2017, o secretário-geral da organização, Zurab Pololikashvili, afirmou que “o crescimento do turismo nos últimos anos confirma que o setor é hoje um dos motores mais poderosos de crescimento e desenvolvimento econômico a nível global. Temos a responsabilidade de geri-lo de maneira sustentável para converter

⁶ Disponível em:

https://www.panrotas.com.br/economia-e-politica/pesquisas-e-estatisticas/2018/03/turismo-crece-mais-que-pib-mundial-pelo-7o-ano-seguido_154259.html

⁷ Disponível em:

<http://www.turismo.gov.br/%C3%BAltimas-not%C3%ADcias/12306-crecimento-do-turismo-mundial-pode-chegar-a-4-em-2019.html>

⁸ Disponível em: <

https://www.panrotas.com.br/mercado/economia-e-politica/2019/03/turismo-responde-por-81-do-pib-brasil-veja-dados-globais_162774.html > Acesso em 19 jun 2019

essa expansão em benefícios reais para todos os países, e em particular para todas as comunidades locais, criando oportunidades de emprego e empreendimento”.⁹

Verifica-se uma tendência no setor, onde o turismo passa por uma ressignificação dos elementos da natureza, caracterizada pela busca por ambientes preservados, com ar puro, tranquilidade, beleza paisagística, tradição, simplicidade, qualidade de vida e autenticidade. Como pontua Ploeg, “a ruralidade é onde os turistas vão descobrir a contra-imagem da cidade da qual desejam escapar. A ruralidade é o paraíso perdido” (Ploeg, 1997, p. 40). Assim, a natureza volta a ser um poderoso objeto de consumo no mercado turístico. “O que é novo não é a contemplação no seio da natureza, mas as modalidades da leitura da paisagem (...), o desejo de usufruir de um panorama” (Alain Corbin 1989, p. 149-150).

O turista contemporâneo é um grande consumidor da natureza, que busca estar inserido no ambiente natural como uma forma de fuga dos agitados centros urbanos tomados pela poluição sonora, visual e atmosférica, pela violência e frenesi característicos das grandes cidades.

O ideário sobre a natureza não é recente, e se desenvolve em diferentes fases que Thomas (2001) analisa começando pela geometria dos jardins ingleses medievais em sua busca pela tentativa de domar a natureza, a revalorização da vida rural e da paisagem cultivada, até a interpretação da natureza selvagem como elemento fundamental de renovação para o ser humano. Os primeiros turistas interessados na natureza, no século XVIII, tinham uma interpretação sobre os locais que visitavam diferente dos turistas da atualidade. Em um contexto de “descobrimento” da natureza, as motivações que levavam à visita pelos turistas eram a busca por locais onde ainda não haviam sido instalados equipamentos industriais ou por centros turísticos localizados à beira-mar que contribuíram para a construção de grandes “centros de férias” no Mar Mediterrâneo. Na transição do século XIX para o XX, o crescimento da demanda desta categoria de turismo “domesticou” a natureza estimulando construções como extensas estradas de ferro em montanhas e o *boom* imobiliário que caracteriza hoje os antigos centros turísticos da Europa. A partir da década de 50 até os anos 80 o turismo cresce de forma desenfreada,

⁹ Disponível em: <
<http://media.unwto.org/press-release/2018-01-15/2017-international-tourism-results-highest-seven-years>
> Acesso em 19 jun 2019

saturando as zonas litorâneas, urbanizando desordenadamente os vales das montanhas da Europa com uma arquitetura de péssima qualidade, criando portos artificiais, em uma expansão nunca vista antes caracterizada pelo chamado turismo de massa (Ruschmann, 2001).

A consequência da crescente demanda de visitantes no meio ambiente natural pode ocasionar em mudanças estruturais nestes locais e possíveis danos irreparáveis à natureza como a destruição de ecossistemas para a construção de empreendimentos hoteleiros, além da influência sobre a especulação imobiliária, o aumento do custo de vida, o estímulo às migrações. Estas situações expõem certa urgência no planejamento consciente das atividades turísticas e dos equipamentos instalados para que possa haver um desenvolvimento turístico equilibrado com os recursos naturais, culturais e sociais do local que recebe estes visitantes.

Figura 4 - Hotel Sol Calas de Mallorca Resort



Disponível em: Canarias.com¹⁰

A ilha de Maiorca na Espanha, por exemplo, recebe anualmente cerca de 10 milhões de visitantes. A sobrecarga de turistas na ilha faz com que as cidades desta sofram com a escassez de água, por não disporem de infraestrutura adequada para

¹⁰ Disponível em: < <https://www.canarias.com/pt/hotel/complejo-calas-de-mallorca-calas-de-mallorca> >. Acesso em 22 jun 2019.

atender a esta demanda populacional. Além disto, a região costeira apresenta quantidade considerável de hotéis verticais com estruturas de grande porte que, além de modificarem a paisagem destruindo parte da natureza existente para sua construção, não se integram visualmente a ela por serem modelos construtivos próprios de grandes cidades urbanizadas.

Um turismo sustentável baseia-se não somente na preservação do meio ambiente, mas também preocupa-se com os aspectos sociais e culturais locais. Machu Picchu, cidade do antigo Império Inca construída no século XV entre montanhas da Cordilheira dos Andes, foi declarada patrimônio da humanidade em 1983 pela UNESCO, sendo um dos mais importantes sítios arqueológicos das américas, e um dos pontos turísticos mais visitados no mundo.

Figura 5 - Machu Picchu - Peru



Fonte: *Ministério de Cultura del Peru*¹¹

Devido ao grande fluxo de turistas, foram tomadas medidas restritivas para conservar a cidade que já apresentava evidências de um desgaste da superfície das edificações feitas de pedra. Atualmente, cerca de 6.000 turistas visitam Machu

¹¹ Disponível em: < <https://www.machupicchu.gob.pe/inicio#> > Acesso em 22 jun 2019.

Picchu diariamente, sendo divididos em dois turnos. Após o título dado pela UNESCO, o número de visitantes cresceu exponencialmente, a cidade Inca recebia no início da década de 1980, cerca de 100 mil visitantes por ano, em 2016 Machu Picchu atingiu o seu recorde de visitas, cerca de 1,4 milhões de turistas adentraram na cidade. Com isso, o governo local viu a necessidade da adoção de tais medidas para preservar seu sítio arqueológico, visando a manutenção das características do local para as futuras gerações.

Em Salinópolis, costa atlântica do estado do Pará, próximo ao litoral verificamos a construção de condomínios, loteamentos e resorts, agredindo a paisagem natural e desmatando grandes áreas para a especulação imobiliária. Ações sem qualquer tipo de preocupação com as consequências para o meio ambiente, com a omissão ou conivência do poder público.

Figura 6 - Imagem aérea do canteiro de obras do Aqualand Resort.



Fonte: Aqualand Resort¹²

A cidade, que já sofre com a falta de água nos períodos de alta temporada, deterá um parque aquático, o Aqualand Resort, com inúmeras atrações, tais como

¹² Disponível em: < <https://www.aqualandresort.com.br/index.php/obras> > Acesso em 22 jun 2019.

uma enorme piscina com ondas artificiais, vários toboáguas e um rio artificial circundando a área do complexo, atividades que consomem excessivo volume de água. Segundo a empresa, este será o maior parque aquático do norte brasileiro, de padrão internacional, com capacidade para receber 5.000 pessoas diariamente. Ainda contará com uma torre hoteleira com 15 pavimentos, perfazendo um complexo com aproximadamente 200 mil metros quadrados de áreas que foram devastadas para sua implantação.

As regiões costeiras, os campos, as montanhas, os lagos e rios, juntamente com o clima, constituem recursos naturais para a realização da experiência turística e existem independentemente da presença de visitantes, mas poderão ter a sua disponibilidade e as suas características afetadas por eles (Burkart e Medlik 1986, p.232).

Objetivando chamar atenção para os efeitos negativos do turismo desenfreado e de massa, a ONU designou o ano de 2017 como o ano Internacional do Turismo Sustentável para o Desenvolvimento, de forma a conscientizar todos os atores envolvidos no setor turístico mundial, governos, empresariado e turistas. Para a organização, todos podem e devem participar do processo com práticas mais sustentáveis e os governos devem formular políticas de incentivo ao turismo ecologicamente consciente. A exemplo, a Costa Rica criou o Certificado de Turismo Sustentável (CST) e a Alemanha disponibiliza um site com roteiros e empresas turísticas sustentáveis. No Brasil, o Ministério do Turismo lançou em 2016 um manual de sustentabilidade voltado para o setor.

Nesse contexto, surgiram operadoras de turismo sustentável, buscando proporcionar experiências turísticas de baixo impacto ambiental e social, incluindo iniciativas e filosofias de trabalho responsáveis com o meio ambiente, comunidades, funcionário e turistas. A *Carbon Neutral Company* é um exemplo de instituição que emite certificados para organizações, reconhecendo e atestando a redução de emissão de carbono, um dos gases responsáveis pelo efeito estufa, a zero. No Brasil, o Instituto Chico Mendes emite certificados que analisam critérios como a gestão social, ambiental e a política de sustentabilidade implantada pela instituição. Ações sustentáveis e certificados como os mencionados, sinalizam para os consumidores de produtos e serviços de empresas dos mais variados setores,

dentre eles o turismo, que a instituição é ambientalmente correta, economicamente viável e socialmente justa.

Com tais medidas, atores públicos e privados buscam tornar a atividade turística cada vez mais sustentável. O turismo pode e deve ser um catalisador de boas iniciativas ambientais e sociais que tragam desenvolvimento para toda a sociedade, principalmente as comunidades mais isoladas das regiões em que ele se desenvolve.

3.2 Ecoturismo

O turismo, quando planejado de acordo com os princípios do desenvolvimento sustentável, pode colaborar com a conservação das áreas naturais e gerar retorno econômico para as comunidades locais, conseqüentemente melhorando suas condições de vida. Nesse contexto, surge um novo setor no mercado turístico que se preocupa em satisfazer as necessidades dos turistas e das regiões receptoras ao mesmo tempo em que protege os espaços naturais e cria novas oportunidades para o futuro. Esta atividade é denominada pela Organização Mundial do Turismo como ecoturismo:

“[...] aquele ecologicamente suportável em longo prazo, economicamente viável, assim como ética e socialmente equitativo para as comunidades locais. Exige integração ao meio ambiente natural, cultural e humano, respeitando a frágil balança que caracteriza muitas destinações turísticas, em particular pequenas ilhas e áreas ambientalmente sensíveis.” (OMT, 2003)

O ecoturismo, segundo o documento Diretrizes para uma Política Nacional de Ecoturismo, elaborado em 1994 pelo Ministério do Turismo, deve incentivar a aplicação de investimentos em conservação dos recursos naturais e culturais visando o beneficiamento das comunidades envolvidas e o desenvolvimento de políticas de educação ambiental para conscientizar a população da importância de

se preservar a natureza e a cultura. Ainda de acordo com o documento, ecoturismo é definido como:

“Segmento da atividade turística que utiliza de forma sustentável o patrimônio natural e cultural, incentiva sua conservação e busca a formação e uma consciência ambientalista através da interpretação do ambiente, promovendo o bem estar das populações envolvidas” (Diretrizes para uma Política Nacional de Ecoturismo - MTur, 1994, p.19).

O turismo ecológico deve ser visto como uma atividade de fortalecimento econômico, social e cultural que visa a minimização dos impactos negativos em todos os aspectos e que atua em conjunto com outras atividades atraindo investimentos públicos e privados que melhoram a qualidade de vida da comunidade local por meio da geração de emprego e do desenvolvimento econômico que ajuda na mitigação dos problemas sociais.

Sachs (1993) qualifica o turismo como sustentável sendo baseado em princípios de sustentabilidade tais como o da sustentabilidade social, que se fundamenta em um conjunto de ações que têm como objetivo o desenvolvimento de um padrão estável de crescimento que gere melhoria na qualidade de vida da população bem como a mitigação dos problemas sociais como desigualdade e falta de acesso aos serviços públicos; da sustentabilidade cultural, que considera no plano do desenvolvimento turístico a diversidade cultural e identidade das comunidades locais, e sua participação nos processos de tomada de decisão; da sustentabilidade ecológica, que requer restrição sobre o consumo de recursos naturais, redução dos impactos negativos e conservação do meio ambiente e da diversidade biológica; da sustentabilidade econômica, que visa o desenvolvimento econômico das populações atuais, preservando o meio ambiente e garantindo a manutenção dos recursos naturais para as futuras gerações; da sustentabilidade espacial, que busca um equilíbrio na distribuição geográfica dos núcleos turísticos de maneira que não comprometa a capacidade de carga de cada local; e da

sustentabilidade política, que se baseia na negociação dos diversos interesses, do plano local ao global, sobre aspectos essenciais ao desenvolvimento sustentável.

O ecoturismo é, segundo dados da Organização Mundial do Turismo, o segmento da indústria turística que mais se desenvolve, com um crescimento anual de até três vezes mais do que a indústria turística como um todo. No Brasil, é visível a multiplicação de projetos turísticos em áreas naturais e de preservação, incentivados por políticas setoriais de desenvolvimento do turismo sustentável, aliado às potencialidades do país, como detentor de grande biodiversidade e uma imensidão de recursos naturais ainda preservados.

Desde os anos 1990, o setor turístico na região amazônica passou a ser visto como uma forma de desenvolvimento e como uma atividade mitigadora de pobreza, pois esta atividade reduziria a pressão sobre os recursos naturais, fornecendo uma fonte de renda alternativa para diversificação da base produtiva. Já as organizações ambientalistas na região, investem no ecoturismo principalmente como uma estratégia de redução das ameaças locais à biodiversidade. O ecoturismo depende da manutenção de áreas naturais e da riqueza de espécies da fauna e da flora.

Mais recentemente, um segmento específico do ecoturismo, denominado de ecoturismo de base comunitária, ganhou importância após o reconhecimento do papel central das populações moradoras das áreas protegidas na promoção de ações voltadas para a conservação dos recursos naturais. Foi percebido que a inclusão dessas populações no processo, daria melhores resultados em relação ao atendimento das metas de proteção, do que a exclusão das populações dessas áreas.

“A integração das populações na gestão dos recursos naturais tem-se mostrado não apenas como um componente facilitador da gestão, mas também como uma estratégia de distribuição dos benefícios de forma socialmente mais justa. Assim, alguns projetos de ecoturismo de base comunitária foram apoiados por organizações do Terceiro Setor como objetivo de ter um efeito demonstrativo da aliança entre conservação e desenvolvimento desse modelo de unidades de conservação que inclui as populações tradicionais na gestão das áreas” (MORAES, 2006 apud PERALTA, 2012).

Dessa forma, o ecoturismo de base comunitária tem sido desenvolvido na Amazônia como uma alternativa tanto para a geração de renda, como a preservação do meio ambiente.

O atual momento do ecoturismo é uma grande oportunidade para a melhoria dos índices econômicos e sociais da região amazônica. A atividade ainda encontra-se em seu estágio inicial de desenvolvimento, e por isso deve ser orientada para a implantação de estratégias de estímulo à qualificação profissional e incentivo ao surgimento de infraestrutura turística ambientalmente responsável, englobando também, investimentos governamentais à implantação de infraestrutura básica às comunidades locais, de maneira respeitosa à natureza.

3.3 Turismo na Amazônia

O Brasil, assim como o resto do mundo, têm descoberto as inúmeras potencialidades que a floresta amazônica pode oferecer, entre elas, está o turismo, mais precisamente o ecoturismo. Participar das atividades ao ar livre e junto a natureza é, sem dúvida, uma grande parte da experiência de viajar e conhecer a região. A Amazônia Legal, área considerada pelo Ministério do Turismo para fins estatísticos e de criação de políticas de incentivo ao setor, engloba nove estados da federação, além dos sete estados da Região Norte, ainda está inserido o Mato Grosso no Centro-Oeste e parte do Maranhão, no Nordeste do Brasil. Ocupa 61% do território nacional, além de conter 20% do bioma do cerrado e parte do Pantanal. É um dos destinos brasileiros mais procurados por turistas internacionais, devido sobretudo a importância da região para o planeta, por se tratar da maior floresta tropical do mundo, com regiões ainda intocadas pelo homem.

Segundo Farias (2014), desde a década de 1970 o turismo tem sido pensado de diferentes formas para a Amazônia, através da criação de modelos de desenvolvimento do setor, almejando o progresso econômico da região. Nesta década, a Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), criou o primeiro Plano de Turismo da Amazônia (PTA), que teve seu auge entre 1980 até

1985, entre seus objetivos estava a identificação das potencialidades de cada área da amazônia, principalmente próximo às capitais, e de forma mais intensa em Belém e Manaus, além da criação de fundo para investimento no setor, possibilitando o desenvolvimento de infraestrutura necessária para o turismo, tal como hotéis e atrações. Porém, com o intuito de alavancar o receptivo internacional, através da criação de hotéis de luxo, aproveitando-se da imagem de uma Amazônia ainda desconhecida, acabou-se gerando grandes desigualdades sociais e desequilíbrios ambientais.

Somente a partir da década de 1990, as estratégias para o desenvolvimento do turismo na região passam a englobar aspectos relacionados a preocupação social e ambiental, influenciados pela preocupação internacional em torno da destruição causada pela exploração do homem sobre a natureza. Neste contexto, um segundo plano, o PTA II, foi desenvolvido, dessa vez o objetivo principal estava em conciliar a necessidade de crescimento econômico às questões ambientais e sociais da região. Através do Instituto Brasileiro de Turismo (EMBRATUR), no âmbito do Programa Nacional do Ecoturismo de 1996, o Governo Federal cria o Programa de Desenvolvimento do Ecoturismo na Amazônia Legal (PROECOTUR), que buscou desenvolver de forma integrada o ecoturismo na Amazônia Legal, através de estudos para a criação e dinamização dos pólos de ecoturismo, que "objetivassem, principalmente, a participação efetiva de todos os segmentos atuantes no setor de forma articulada com a comunidade local" (FARIAS, p. 186, 2014).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, existem atualmente 15 pólos de ecoturismo na região, abrangendo 152 municípios dos 9 estados da Amazônia Legal. Nestes pólos, existe uma gama de atrações e atividades, tais como: trilhas e excursões na floresta, pesca esportiva, mergulho, arvorismo, *rafting*, *windsurf*, passeio de barcos e balões, entre outras atividades que buscam explorar as potencialidades naturais da Amazônia, conciliando a preservação do meio ambiente e incluindo as comunidades locais.

Somente no Pará, existem 3 pólos, são eles: Pólo Tapajós, englobando municípios do oeste do estado, como Santarém, Óbidos e Oriximiná; Pólo Marajó, composto por municípios do arquipélago e; Pólo Belém/Costa Atlântica, que inclui além da capital, Belém, municípios banhados pelo oceano atlântico, pertencentes ao

nordeste do estado. Em Belém, além da riqueza arquitetônica e patrimônio histórico-cultural, as ilhas que circundam a metrópole, perfazem um rico conjunto de atrativos turísticos.

Neste pólo, a ilha do Combu se insere como um dos principais atrativos para o ecoturismo no município de Belém. Por se tratar de uma Área de Proteção Ambiental (APA), possui locais ainda intocados pela ação humana. Como será visto mais profundamente no próximo capítulo, as populações que lá vivem ainda tiram seu sustento e subsistência do extrativismo vegetal, notadamente da coleta de açai. Além da biodiversidade da flora e fauna e riqueza cultural, o Combu constitui um conjunto único com grande potencial de desenvolvimento turístico, por sua geografia e o modo de vida das populações ribeirinhas. O trecho sobre a localidade inserido no Resumo Executivo do Pólo Belém produzido pela PARATUR, demonstra isso:

“Os rios são como ruas na ilha do Combu, por onde trafegam barcos típicos, usados nas atividades cotidianas dos ribeirinhos. [...] Os igarapés propícios para passeios de barco formam trilhas, que são usadas pelas atividades de ecoturismo, contribuindo para a preservação do meio ambiente amazônico e da vida dos caboclos ribeirinhos” (PARATUR, p. 12, 2011).

No mesmo documento é apontado ainda, os desafios e impactos da atividade turística no Combu que são problemas inerentes a falta de políticas consistentes para desenvolvimento do turismo aliado à preservação ambiental, ainda comum em toda a região amazônica que, mesmo com a melhora significativa nas últimas décadas, ainda não representa o ideal para a manutenção de uma atividade sustentável. Segundo o PARATUR, falta infraestrutura adequada e serviços básicos para atender a atividade turística e ainda, “são identificados impactos ambientais negativos provocados pela atividade turística nos atrativos naturais tais como: acúmulo de resíduos sólidos, poluição sonora, o aumento de dejetos nos rios e praias e a degradação ambiental com o desmatamento de florestas primárias” (PARATUR, p. 12, 2011).

Muito além de possuir atrativos naturais e criar a infraestrutura adequada para atender turistas, é de extrema importância possibilitar o estabelecimento de novas rotas de voos para a região, tanto domésticos como internacionais, desta forma, levando a redução dos custos de deslocamento. Neste sentido, para medida de comparação, a Tailândia, um país menor que o Brasil, recebe anualmente cerca de 35 milhões de turistas estrangeiros, enquanto o Brasil, um pouco mais de 6 milhões, segundo dados da World Tourism Organization (UNTWO). Sendo uma região de clima e geografia semelhante a amazônica, com uma riqueza cultural equiparável, portanto, diretamente concorrente aos atrativos turísticos da região, além do baixo custo de hotéis, atrativos e alimentação, possui como vantagem, o baixo custo de passagens aéreas. Mesmo sendo praticamente tão longe quanto o Brasil em relação aos Estados Unidos e Europa, principais centros emissores de turistas internacionais. A título de exemplo, para os alemães, durante o verão europeu, uma passagem para Bancoc custa 600 euros, enquanto para São Paulo, no mesmo período, a viagem custa cerca de 1 mil euros.¹³

Em 2018, segundo dados do Anuário Estatístico de Turismo do Ministério de Turismo de 2019, pelos estados que compõem a região amazônica chegaram cerca de 145 mil turistas internacionais, o que representa apenas 2,2% do total de turistas estrangeiros que visitaram o Brasil no mesmo período. Este número, porém, demonstrou um crescimento em relação aos anos anteriores, devido às políticas dos governos estaduais locais que envolvem a criação de rotas de voos e participação de feiras internacionais do setor turístico, para divulgação de produtos para agências de viagens e operadoras de turismo, produtos que enaltecem, principalmente, a riqueza natural da região, tão procurado pelo estrangeiro.

Conforme relatado por Manfredo (2017), o imaginário dos turistas que se dirigem para a região amazônica é, em sua maioria, baseado em estereótipos. busca-se o contato com o modo de vida considerado exótico, um ser humano “selvagem”, “tradicional” ou “autêntico”. O turista busca entrar em contato com um local ecologicamente ameaçado mas ainda praticamente intocado pela ação humana. Portanto, a busca pela amazônia está profundamente enraizada na

¹³ Disponível em: <
<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2019/02/16/o-que-afasta-os-turistas-estrangeiros-do-brasil.ghtml> >
Acesso em 13 jun 2019

imagem que a região tem no imaginário popular, de uma região exótica, intocada, de grande riqueza natural ainda preservada, mas que ameaçada pelas transformações humanas sobre a natureza.

“[...] esse imaginário social é, em muito, construído historicamente a partir de elementos como peças publicitárias, reportagens, filmes que circulam e fazem parte da racionalidade integrativa e comunicativa de uma memória internacional-popular” (MANFREDO, p. 123, 2017).

Apesar dos diversos estudos e políticas governamentais voltadas para o turismo em todas as esferas do poder público, ainda verifica-se a ausência de soluções concretas para o desenvolvimento de um turismo sustentável na região, principalmente iniciativas que considerem o papel de comunidades tradicionais como instrumentos fundamentais desse processo. É válido entretanto, destacar a importância dos estudos como o PTA II e o PROECOTUR em apontar as potencialidades para o ecoturismo na região, suas ineficiências e propostas de soluções, mesmo que não executadas pelos governos vigentes.

As potencialidades levantadas para o ecoturismo, combinadas a uma estruturação melhor do setor turístico, no que diz respeito ao aumento do número de voos com conexões nacionais e internacionais, melhor divulgação na mídia, mais segurança, melhor estruturação dos pontos turísticos e locais visitados, aliado a preservação da natureza, poderão tornar a cidade de Belém, e a Ilha do Combu, um grande polo de ecoturismo nacional, e talvez internacional devido ao grande interesse estrangeiro pela amazônia. É clara a necessidade de se pensar no turismo além do turismo, mas na sua capacidade de garantir que esta atividade possa ajudar a preservar aspectos naturais, históricos e culturais da região. Algo que só é alcançado quando se pensa de maneira sustentável.

3.4 Meios de hospedagem

Parte da experiência turística, ao se conhecer uma região, está em se hospedar e vivenciar o dia-a-dia de uma localidade. As hospedagens e abrigos variam em forma e tamanho e, em geral, possuem estilos¹⁴ e partidos¹⁵ arquitetônicos diferentes conforme o local onde estão inseridos. Locais de clima temperado, em grandes centros urbanos, por exemplo, cidades europeias como Londres ou Paris, possuem hospedagens com estilos e partidos diferentes de hospedagens localizadas em regiões isoladas nos glaciais da Noruega, nas praias de ilhotas no Pacífico ou nas florestas tropicais.

Meios de hospedagem exercem a função de oferecer estadia e outros serviços a turistas e viajantes e, muito além disso, de certa forma, são responsáveis por grande parte da experiência de um viajante. Levando em conta a experiência que uma floresta como a Amazônica pode oferecer, isso fica ainda mais claro. Dormir e acordar na floresta, ouvindo os sons das árvores, pássaros e outros animais ao mesmo tempo em que é possível comer frutas colhidas diretamente da mata, realizar passeios diurnos e noturnos pelo rio ou em meio a floresta em busca de contato com a natureza e atrações como cachoeiras ou ainda, possibilitar uma base de apoio para conhecer melhor as populações tradicionais que vivem nestas localidades são experiências únicas que somente hospedagens no meio da floresta podem oferecer.

Acredita-se que a primeira hospedagem foi criada na Grécia Antiga, durante os primeiros jogos olímpicos. Este evento envolvia várias pessoas vindas de todo o território grego para assistir e participar dos jogos que duravam vários dias. Com isso, se viu como indispensável a criação de alojamentos para abrigar os visitantes. O abrigo, neste sentido, pode ser definido como um local com a função de proteger contra algo indesejado, tais como ataques de pessoas ou animais, intempéries do

¹⁴ Estilo arquitetônico refere-se a uma expressão utilizada a fim de classificar períodos da história da arquitetura de acordo com suas características formais, técnicas e materiais;

¹⁵ Partido arquitetônico é a consequência de uma série de condicionantes, que vão orientar as diretrizes estabelecidas no projeto; tais condicionantes são: a técnica construtiva; o clima; as condições físicas e topográficas do sítio; o programa de necessidades; a condição econômica do empreendedor; e a legislação, normas sociais e/ou regras da funcionalidade.

ambiente como o calor, ventos, chuva, frio, etc. O surgimento dos meios de hospedagens como hoje conhecemos, tem estreita ligação com a origem do comércio no final da idade média e início do século XV, com o advento do mercantilismo e a necessidade das pessoas se locomoverem para comercializar produtos, surgiram estabelecimentos que ofereciam os serviços de alojamento e alimentação aos viajantes, cada vez mais estruturados.

No final do século XIX o serviço hoteleiro passa a se especializar e, com a revolução advinda do surgimento de meios de transporte cada vez mais rápidos, tais como o surgimento das ferrovias, barcos a vapor e posteriormente dos aviões, as viagens deixam de ser apenas para negócios e passam a ser realizadas também para o lazer. No Brasil, a prática da hospedaria chegou junto com a colonização portuguesa e, inicialmente, utilizava casas e mosteiros para receber viajantes.

Com o objetivo de organizar o setor hoteleiro e estabelecer um padrão nos serviços de hospedagem no país, o Ministério do Turismo desenvolveu um Sistema Brasileiro de Classificação de Meios de Hospedagem (SBClass) no qual são categorizados sete tipos de hospedagem, apesar de existirem vários outros meios de hospedagem no Brasil e ao redor do mundo. Os meios de hospedagem classificados no SBClass variam conforme porte, estrutura e serviços oferecidos, são eles: hotel, resort, hotel fazenda, cama e café, hotel histórico, pousada e flat/apart.

O hotel é um estabelecimento com recepção, com ou sem serviço de alimentação ou serviço de quarto, com alojamento temporário ofertado em unidades individuais e de uso exclusivo do hóspede mediante a cobrança de diária; o resort refere-se a um hotel com infraestrutura de lazer e entretenimento que disponha de serviços agregados, tais como SPAs, atividades físicas, recreação e convívio com a natureza no próprio empreendimento; o hotel fazenda localiza-se em um ambiente rural, e oferece entretenimento e vivência com o dia-a-dia do campo; o cama e café é uma hospedagem localizada em residência com no máximo três unidades habitacionais para uso turístico, com serviços de café da manhã e limpeza no qual o proprietário do estabelecimento reside; o hotel histórico está instalado em uma edificação histórica em forma original ou restaurada; a pousada é um estabelecimento com no máximo 30 unidades habitacionais e 90 leitos, podendo ser um prédio único ou várias construções como chalés; e o flat/apart, que constitui-se

de unidades habitacionais que disponham de dormitório, banheiro, sala e cozinha equipada, em edifício que possua serviços de recepção, limpeza e arrumação.

Além dos meios de hospedagem classificados pelo Ministério do Turismo, podemos destacar o hostel ou albergue, estabelecimento comercial com quartos compartilhados; as casas de aluguel, imóveis residenciais oferecidos como estadia e; guest house, residência em que os proprietários alugam um quarto da casa ao hóspede por um determinado período. Esses três meios de hospedagem se tornaram populares na última década, sobretudo entre viajantes mais jovens, devido aos custos reduzidos para hospedagem, a possibilidade de trocas culturais mais intensas. Esse tipo de hospedagens se tornaram populares graças aos avanços tecnológicos que permitiram pessoas divulgarem suas próprias casas como meios de hospedagem para qualquer viajante no mundo através da *Internet* e aplicativos de celulares.

Pode-se verificar que o SBClass demonstra-se defasado e não trata de qualquer forma mais específica sobre meios de hospedagem com atrações diretamente relacionadas à vivência com a natureza e com o ecoturismo, muito menos, relacionado ao turismo sustentável. O que mais se aproxima disso seria a categoria Resort, mas este ainda é muito fechado a sua própria estrutura, e dificilmente contêm atrações que envolvem o contato direto com a natureza ou contato com as comunidades tradicionais locais, portanto, longe de se enquadrar como um estabelecimento turístico de base sustentável.

Como veremos no próximo tópico, poderemos verificar diversos exemplos de hospedagens que conseguem conciliar a preservação do meio ambiente, a valorização dos aspectos históricos, sociais e culturais locais e o conforto e segurança que devem ser oferecidos aos hóspedes.

Alguns dos exemplos apresentados tratam-se de meios de hospedagem privados que oferecem abrigo apenas mediante cobrança de uma tarifa diária ao hóspede. Este trabalho não se propõe a projetar um hotel, mas um abrigo que sirva ao público visitante da localidade, com infraestrutura mínima para o conforto e que garanta um contato por um período mais prolongado com a natureza e a comunidade local da ilha do Combu.

3.5 Exemplos de hospedagens de floresta na região amazônica

A arquitetura de uma região é diretamente influenciada pelos fatores ambientais, seja o regime de chuvas, a força dos ventos, umidade, a temperatura e a amplitude térmica, a quantidade de horas e ângulo da luz solar, são fatores quase que preponderantes ao se projetar edifícios. São fatores ainda mais importantes de analisar quando busca-se projetar de forma harmônica e sustentável em relação ao meio ambiente, pois através da análise destes fatores, busca-se moldar a edificação de maneira aproveitar ao máximo as oportunidades presentes visando a diminuição do consumo de energia elétrica através da ventilação, a utilização de recursos renováveis como a água da chuva e o emprego de materiais reutilizáveis e locais.

A região amazônica é caracterizada pela presença de uma floresta densa, com vastos rios, entre eles o maior do mundo, tanto em comprimento quanto em vazão, o Rio Amazonas, sendo ainda uma região com grandes cheias e vazantes, chuvas intensas, de calor e umidade relativa alta. Em virtude desse contexto, é necessário se pensar em apropriar de forma benéfica essas peculiaridades, dando assim, soluções arquitetônicas adequadas à região, sem interferir de maneira danosa no meio ambiente.

Na amazônia brasileira, mais precisamente no município de Novo Airão, no Parque Nacional das Anavilhanas, área de conservação ambiental no Estado do Amazonas, existe um hotel encravado no meio da floresta que permite um vislumbre da natureza, possui atividades relacionadas ao ecoturismo sustentável, tais como passeio por grutas, igarapés, visitas a comunidade local, trilhas na mata, pesca recreativa e nado com o boto.

O Anavilhanas Jungle Lodge possui em sua estrutura 22 quartos distribuídos em chalés e bangalôs com excepcional arquitetura e em harmonia ao local, que permite o vislumbre panorâmico da floresta amazônica. O hotel ainda preza por divulgar a sua sustentabilidade, além dos passeios citados voltados ao ecoturismo, é informado no site do hotel que a equipe de funcionários do hotel é composta prioritariamente de moradores da região e que o empreendimento apoia projetos sociais da comunidade local, portanto, aliando o desenvolvimento do setor turístico ao desenvolvimento social. Ainda é informado que o hotel possui um sistema de

tratamento de esgoto próprio e que os passeios buscam sempre manter o menor nível possível de interferência com a vida silvestre.

Figura 7 - Bangalô no Anavilhanas Jungle Lodge



Fonte: Anavilhanas Jungle Lodge¹⁶

Próximo ao município de Porto Maldonado, no Peru, foi erguido em meio a floresta amazônica, o hotel Inkaterra Reserva Amazonica, um estabelecimento com 35 cabanas de madeira inspirados na cultura do povo indígena Esa'Eja, que vive na região. O hotel tem como seus principais atrativos a natureza que o cerca, uma reserva ambiental com mais de 17 mil hectares preservados. A organização por trás deste empreendimento foi uma das precursoras do ecoturismo mundial, ainda em 1975, focando seu trabalho na preservação e desenvolvimento social e sustentável das localidades onde se instala, sendo também a primeira empresa carbono zero do Peru, em 1989.

¹⁶ Disponível em: < <http://www.anavilhanaslodge.com/wordpress/o-hotel/quartos/bangalos/> > Acesso em 15 nov 2019

Figura 8 - Inkaterra Reserva Amazonica

Fonte: Inkaterra Hotel¹⁷

A Inkaterra realiza pesquisas científicas nesta e em outras reservas ambientais no país, e já foi responsável por descobrir e catalogar várias espécies de insetos, animais e plantas amazônicas. No quesito social, o Inkaterra já capacitou desde sua fundação, mais de 4 mil pessoas que vivem próximo às suas propriedades para trabalharem com carreiras em hospedagem, guias turísticos e ecoturismo. Também possuem projetos, em conjunto com as comunidades nativas, de plantio com práticas sustentáveis. A produção serve tanto para subsistência das comunidades, quanto para a venda para o próprio hotel e consumo pelos hóspedes.

Em seus estabelecimentos, busca utilizar materiais naturais e locais, que não agredam a natureza e totalmente sustentáveis. No Inkaterra Floresta Amazônica se verifica a predominância de construções de bambu, comuns na região e muito utilizados pelos indígenas locais. Também é uma empresa plástico zero. No hotel, cada hóspede recebe garrafas de aço para água, diminuindo assim a necessidade de utilização de garrafas de plástico. São pequenas medidas, mas que em grande escala tornam empreendimentos mais sustentáveis e menos agressivos ao meio ambiente. O Inkaterra Reserva Amazonica é um ótimo exemplo de como a atividade

¹⁷ Disponível em: < <https://www.inkaterra.com/> > Acesso em 15 nov 2019

do ecoturismo pode ajudar a preservar a natureza e as comunidades locais de forma sustentável.

Localizado às margens do Rio Negro, em Iranduba, Amazonas, o Tiwa Amazonas Ecoresort possui 36 cabanas que remetem às construções locais, típicas ribeirinhas, feitas em madeira e construídas sobre às águas de um lago, em palafita. Além das construções em palafita, o hotel possui um restaurante com cobertura em palha, muito comum na amazônia. No hotel, as cabanas são ligadas à área principal através de passarelas de madeira, também comum na região.

Figura 9 - Cabanas Tiwa Amazonas Ecoresort



Fonte: Viaje A Brasil¹⁸

Ainda no Brasil, próximo da fronteira com a Bolívia, no município de Guajará Mirim, em Rondônia, encontra-se o Pakaas Palafitas Lodge, hotel de selva com 28 cabanas em madeira, construídas a 4 metros do nível do solo e interligadas com passarelas elevadas ao nível das copas das árvores o que proporciona uma grande integração e possibilidade de vislumbre da natureza que circunda o local.

¹⁸ Disponível em: <

<http://www.viajeabrasil.com/amazonas/eco-resorts-familiares-en-la-selva-amazonica.php> > Acesso em 15 nov 2019

O projeto das edificações, além de harmonizar com a natureza e remeter em suas cabanas a aparência das casas ribeirinhas da região, buscou inserir o tratamento das águas e esgoto antes do despejo na natureza. Algo de grande importância para impedir a degradação do meio ambiente do entorno, ainda mais em locais remotos, visto a impossibilidade de uma integração a qualquer sistema de esgoto. No hotel também há coleta seletiva do lixo, cujos recursos obtidos são revertidos para comunidades locais, que também recebem auxílio na reciclagem de seus resíduos, através de meios de educação e conscientização ambiental.

Figura 10 - Pakaas Palafitas Lodge



Fonte: Pakaas Palafitas Lodge¹⁹

Além de oferecer trilhas pela mata e passeios de barco pelos igarapés da região, o hotel oferece a oportunidade para os visitantes de ter contato com uma pequena comunidade indígena, a comunidade do Cajueiro. Na comunidade, os visitantes têm acesso ao artesanato, costumes e modo de vida dos indígenas locais.

Muitos empreendimentos demonstrados como exemplos são inspirados nas construções dos habitantes locais da região, e utilizam em seus traços, soluções de

¹⁹ Disponível em: < <https://www.pakaas.tur.br/> > Acesso em 15 nov 2019

arquitetura tradicionais, tais como palafitas ou telhados feitos em palha, tais soluções são importantes para uma região quente e sensível às variações das marés em seus rios.

São inúmeras as potencialidades turísticas em toda a região amazônica, que se estende por mais seis países, além do Brasil, totalizando uma área com mais de 7 milhões de quilômetros quadrados na região norte da América do Sul. Cada localidade possui suas peculiaridades específicas, modo de ocupação, modos de vida, cultura e arquiteturas diferentes, são essas especificidades que tornam essa região tão complexa e diferente do resto do mundo, mas que consegue manter uma semelhança entre seus povos, no tocante a sintonia destes com a natureza que os cerca. A preservação do meio ambiente é uma dessas características, e os povos mais antigos da floresta sabem que sem ela não poderiam garantir sua subsistência.

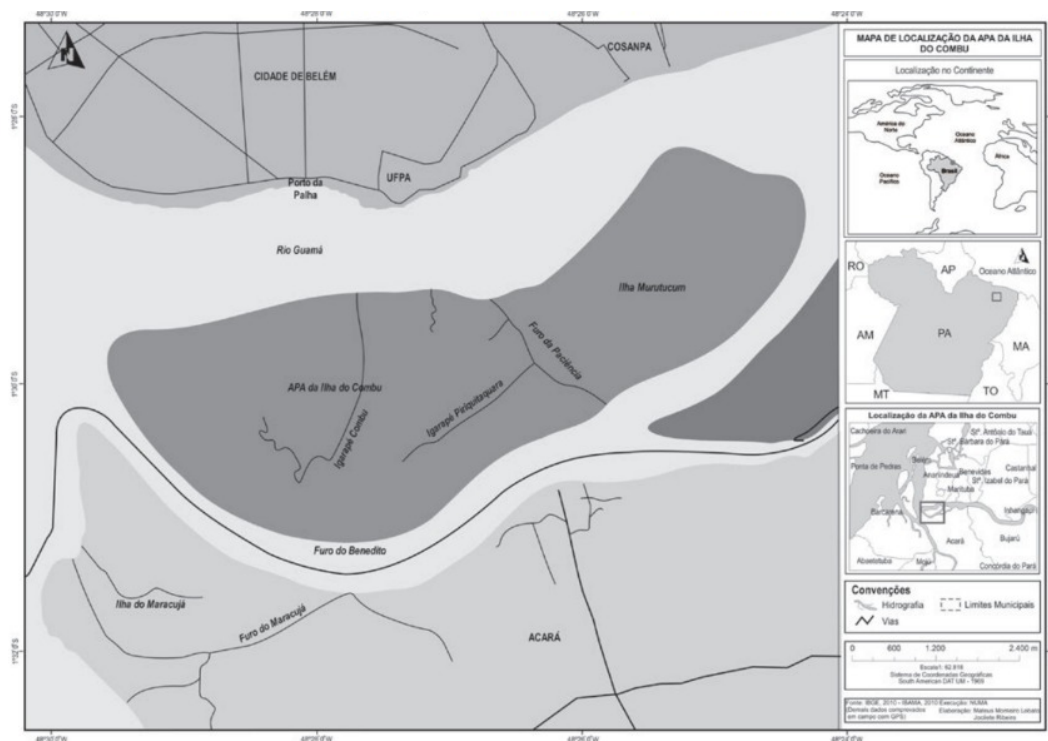
Atualmente, a necessidade de se manter a floresta em pé, está mais atrelada às ameaças das mudanças climáticas e aquecimento global. Esse contexto proporcionou o surgimento em todo o mundo de empreendimentos que utilizam da sustentabilidade e da preservação ambiental como um diferencial e atrativo, principalmente em regiões relativamente ainda intocadas e livres da presença humana, como grandes partes da amazônica. Dessa forma, hotéis e outras atividades turísticas cresceram na amazônia, tornando a floresta um produto turístico. A atividade turística possui sim seus pontos negativos, porém, como visto, podem ser atenuados com práticas de exploração sustentáveis, podendo ser observado através da aplicação de soluções arquitetônicas ambientalmente amigáveis, tais como a reutilização de água pluvial, tratamento de esgoto, soluções passivas para conforto térmico ou na adoção de programas sociais em benefícios às comunidades locais. De qualquer forma, a capacidade do turismo ecológico de manter a floresta em pé, já que sem os atrativos naturais ele não poderia existir, já é um grande ganho para as populações locais e para toda a humanidade.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

4.1 Contexto socioeconômico e geográfico

A Ilha do Combu é a quarta maior ilha pertencente ao município de Belém, capital do estado do Pará, está situada na foz do Rio Guamá a cerca de 1,5 quilômetros de distância ao sul do território continental da capital. Ao norte a ilha é margeada pelo Rio Guamá, ao leste pelo furo da Paciência, ao oeste pela Baía de Guajará, e ao sul circundada pelo furo de São Benedito, acidente geográfico que delimita a fronteira com o município de Acará. A ilha do Combu está inserida, dentro do contexto administrativo da cidade, no Distrito Administrativo de Outeiro (DAOUT), que compreende 26 ilhas localizadas nas regiões norte e sul do município.

Figura 11 - Mapa da localização da ilha do Combu



Fonte: Elaborado por IBAMA em parceria com SEMA/PA (2010)

A área da ilha é de aproximadamente 1.500 ha, ou 15 km², apresentando características típicas do estuário amazônico, de clima equatorial quente e úmido,

temperatura média anual de 27 °C, alto índice pluviométrico de 2.500mm, com maior ocorrência de chuvas entre dezembro e maio. Com extensa rede hidrográfica formada por rios, furos e igarapés, sofre intensa influência da variação da maré.

A ocupação da ilha do Combu iniciou por volta do século XVIII, com o estabelecimento de populações mestiças de índios e europeus e, em menor número, de índios e negros escravos (MEGGRES; EVANS, 1987). Inicialmente estas ocupações tinham a intenção de estabelecer áreas voltadas à agricultura, porém, devido a periodicidade de alagamentos nos terrenos, essa atividade não se mostrou viável, restando a prática extrativista de subsistência. Até o final da primeira metade do século XX, o território que compreende a ilha do Combu pertencia ao município de Acará, sendo incorporado ao município de Belém apenas em 1938.

Para o poder público, até o início da segunda metade do XX, as ilhas da Belém insular, não tinham grande importância dentro do contexto econômico da cidade. Eram tidas como locais de natureza exuberante, vazios demográficos e, ao mesmo tempo, locais habitáveis onde viviam pessoas que não contribuíam para o progresso da cidade devido, sobretudo, a diferença existente entre seu modo de viver, com o viver mercantil. Dessa forma, grande parte das ilhas de Belém estiveram à margem do desenvolvimento social e econômico que a cidade auferiu, não pertencendo a civilização, conforme o entendimento das elites políticas e econômicas daquele tempo.

Embora as ilhas não contribuíssem para o contexto econômico da época, onde os interesses mercantilistas das classes dominantes era a visão oficial, sendo deslumbrado nestes espaços a necessidade do estabelecimento de uma economia destinada a produzir ao mercado e qualquer atividade de coleta de sobrevivência e subsistência era considerada vadiagem, nas ilhas existiam populações que se estabeleceram, mesmo sem qualquer amparo do poder público.

Com o passar do tempo, a escassez de políticas para a ilha trouxe ao Combu uma difícil realidade sócio-econômica. A infraestrutura básica do Combu é bastante limitada, com acesso quase inexistente ao abastecimento de água potável, fazendo com que a grande maioria dos habitantes da localidade utilizem as águas dos rios para atender às suas necessidades diárias. Parte dos moradores adquirem água de atravessadores vindos de Belém e Acará e outra parte utiliza poço artesanal ou

captação de água da chuva. Não há rede de esgotamento sanitário. Os banheiros são construídos com fossas sépticas, despejados diretamente nos rios, ocasionando a contaminação dos recursos hídricos. Não há coleta regular de lixo ou um programa de coleta seletiva, portanto, os resíduos produzidos, em sua grande maioria, são queimados pelos moradores locais.

A segurança pública na ilha é incipiente, sendo esta feita por uma quantidade de agentes de polícia ainda não suficiente para atender o número crescente de crimes na ilha, atingindo tanto moradores, quanto frequentadores e turistas. A segurança é feita pelo Grupamento Fluvial da Polícia Militar do Pará (GFluPMPA), vinculado à Secretaria de Segurança Pública (SEGUP), do Governo do Estado do Pará. De acordo com a SEGUP²⁰, em 2018, 116 casos de pirataria foram registrados nas proximidades da ilha do Combu, uma redução de 35% se comparada ao ano de 2017, porém ainda elevado. Ainda segundo a secretária, atualmente 106 policiais militares atuam em grupamentos fluviais em todos os rios do estado.

Segundo a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade, a Ilha do Combu conta atualmente com uma população de aproximadamente 1.800 habitantes, distribuídas em 250 famílias, que subdividem-se em quatro comunidades distintas, são elas: comunidade Beira Rio, Comunidade Santo Antônio, Comunidade Igarapé Combu e Comunidade São Benedito.

Em relação à faixa etária, a de maior proporção na ilha é a adulta, compreendendo pessoas entre 30 e 59 anos, correspondendo a cerca de 32% da população, seguido pela faixa etária infantil, de 0 a 11 anos, com 27%.

Com baixo índice educacional, cerca de 6% da população é analfabeta (RIBEIRO, 2011). E ainda, segundo Nascimento (2013) a população do Combu tem em média de escolaridade baixa, de apenas 2,8 anos de estudo. Isso significa que a comunidade tem dificuldade de continuar a estudar, perpetuando desigualdades socioeconômicas.

A ilha possui duas Unidade Municipais de Educação Básica, a Escola Milton Monte e a Unidade Pedagógica Sebastião dos Santos Quaresma, onde estudam alunos da educação infantil ao quinto ano do ensino fundamental. As escolas

²⁰ Disponível em:

<<https://www.oliberal.com/grupamento-fluvial-intensifica-combate-%C3%A0-a-%C3%A7%C3%A3o-de-piratas-nos-rios-do-par%C3%A1-1.52286>> Acesso em 16 jun 2019.

possuem poucas salas de aula para atender a demanda da ilha e, em muitos casos, devido ao reduzido espaço, alunos de séries distintas compartilham da mesma sala de aula, o que acaba prejudicando o aprendizado. Alunos que têm interesse em continuar a estudar em séries mais avançadas, inexistentes nas escolas da ilha, como os últimos anos do ensino fundamental e todo o ensino médio, são obrigados a se matricular em escolas na área urbana de Belém. Tornando os deslocamentos mais demorados e difíceis e, ainda, tornando o processo de aprendizado totalmente destoante da realidade local da ilha.

Figura 12 - Unidade Pedagógica Combu Sebastião Santos Quaresma



Fonte: Tássia Barros - COMUS

Da mesma forma, podemos considerar precário o contexto de atendimento de saúde básica na região da ilha do Combu. Existe somente uma Unidade Básica de Saúde (UBS) reformada em 2017, que não atende de forma eficiente toda a ilha. Em muitos casos, os moradores da região sofrem com a falta de médicos, equipamentos apropriados, remédios e insumos básicos, além de estrutura comprometida. No Combu ainda existe um Agente Comunitário de Saúde para atender toda a ilha, este profissional, morador da região, realiza atendimentos por meio de visitas às residências ribeirinhas. Além das condições de atendimento precárias, é possível

considerar a dificuldade de locomoção na região como agravante ao atendimento de saúde. Por ser um local onde o acesso terrestre é inviável, faz-se necessário a utilização de transporte fluvial. No caso dos Agentes Comunitários, realizar os atendimentos domiciliares se torna uma tarefa ainda mais difícil, pois não há meios de transporte custeadas pelo governo (SOUZA, 2015, p.1).

Segundo Souza (2015), as doenças mais frequentes na ilha do Combu compreendem as infecto parasitárias e estão associadas a falta de saneamento básico e acesso à água potável. Ainda é possível identificar um grande número de habitantes hipertensos devido a alimentação que compreende o consumo de alimentos industrializados e o pouco consumo de frutas e legumes, também é possível identificar uma boa parcela de habitantes com dores articulares, relacionado ao fato de que a maioria da comunidade tem como ofício o extrativismo vegetal, principalmente de açaí e de cacau.

As comunidades localizadas na ilha do Combu apresentam um modelo de ocupação e exploração dos recursos naturais voltados principalmente para a subsistência, com mão-de-obra familiar e tecnologias derivadas de conhecimentos tradicionais. São classificadas como ribeirinhos, por possuírem suas moradias construídas predominantemente nas margens dos rios, garantindo acesso aos recursos fluviais e florestais, necessários a sua subsistência.

As moradias dos povos ribeirinhos são denominadas de palafitas, construção tradicional amazônica muito comum em áreas alagadas e por isso, construídas sobre troncos ou pilares. Essas construções são feitas de madeira, palha ou taipa, uma armação de galhos e ripas revestida com barro. Possuem pisos elevados e telhas de barro, muito próximas às margens dos rios e normalmente apresentam um pequeno trapiche ou ponte que têm a finalidade de atracar canoas e pequenos barcos, com o objetivo de facilitar o acesso, pois é através do rio que os ribeirinhos realizam seus deslocamentos (COSTA, 2015).

O banheiro das residências ribeirinhas tradicionais localiza-se no exterior das moradias, sendo interligado à residência através de uma ponte feita por tronco de açaizeiro ou miritizeiro. São pequenas estruturas semelhantes a barracos cobertos, com um orifício no assoalho. Tal situação, como visto, corrobora para a proliferação de patologias gastrointestinais, devido a falta de saneamento básico.

Costa (2015) destaca, porém, que mais recentemente é possível observar transformações nos aspectos habitacionais das comunidades ribeirinhas, onde residências predominantemente de madeira e estilo palafita, passam a contrastar com habitações mais modernas em alvenaria, tendo banheiro como cômodo incluso da casa, já apresentando fossa séptica. A proximidade com a área urbana de Belém favorece essas mudanças, já que, diferentemente de outras comunidades ribeirinhas isoladas, as que vivem na ilha do Combu, tem acesso facilitado à bens e serviços disponíveis em grandes aglomerados urbanos, somando-se a isto o incremento da renda devido ao crescimento das atividades turísticas, pesca, artesanato e aos extrativismo, que possibilitaram melhores condições de vida.

Figura 13 - Casa em palafita na Ilha do Combu



Fonte: Fernando Sette Câmara

A ilha do Combu apresenta aspectos socioeconômicos que envolvem moradia, educação e saúde, típicos de muitas comunidades tradicionais da Amazônia. A região ainda mantém estes aspectos em sua forma de organização social, ocupação e uso do território para subsistência, além do uso dos recursos naturais como condicionantes a suas representações de cultura, sociedade, religião, história e economia, bem como a utilização dos conhecimentos empíricos

transmitidos através de suas tradições e repassado de geração em geração (COSTA, 2015, p. 5).

Comunidades ribeirinhas, de modo geral, possuem condições socioeconômicas desiguais se comparadas a outras comunidades. Tal situação está relacionada sobretudo às questões geográficas. A geografia dessas comunidades é talvez o principal fator limitador de acesso aos serviços básicos de saúde, educação, saneamento, trabalho e moradia. Tendo portanto, o isolamento social e econômico como uma característica comum aos povos ribeirinhos.

Segundo Costa (2015), a proximidade da cidade de Belém com a ilha do Combu incide sobre esta uma grande influência da urbanização, dessa forma, constata-se que a região convive com um isolamento social parcial, visto que, embora se trate de uma população tradicional ribeirinha, diferente de outras comunidades mais isoladas geograficamente, essa proximidade permite que seus habitantes tenham maior acessibilidade a serviços, principalmente à educação e saúde, ademais, um incremento da economia por meio de atividades além do extrativismo e da pesca. Dentre essas atividades destaca-se o crescente contingente turístico.

Se de um lado a cidade disponibiliza à essas comunidades acesso à serviços e bens de consumo, por outro lado, esta inflige impactos negativos no modo de vida dos ribeirinhos. Muitos deixam suas comunidades a procura de melhores condições de trabalho, educação, saúde e moradia, caracterizando um êxodo rural. Com a saída de ribeirinhos em busca de melhores condições de vida, tradições, hábitos e costumes daquela comunidade começam a deixar de existir. Dessa forma, ações de incentivo e investimentos deveriam ser adotadas para esta população. São necessárias ações que valorizem e beneficiem a permanência de ribeirinhos em suas comunidades, por meio de melhores condições de educação, saúde, moradia, saneamento, pesca e melhores condições de exploração das vocações naturais das terras, tanto no extrativismo vegetal, quanto em outros modos de exploração, tais como serviços turísticos, que considerem as peculiaridades únicas e valorizem as comunidades e o meio ambiente singular da ilha do Combu.

4.2 Do surgimento das Áreas de Proteção Ambiental à APA da Ilha do Combu

Até o início do século XIX não existia nas sociedades ocidentais uma preocupação com a natureza, com o considerado mundo selvagem, para elas representava atraso econômico e social. Este sentimento começa a mudar com a tomada de consciência das consequências negativas que a vida na cidade trouxe ao homem. Antes considerada um sinal de civilização em oposição a rusticidade do campo, passa a ser criticada por seu ambiente fabril, que tornava o ar irrespirável e propiciava o surgimento de doenças. Neste sentido o campo passa a ser idealizado. Da mesma forma, o surgimento de estudos sobre a História Natural trouxe a percepção de que, a onda de destruição do mundo natural não ameaçava apenas a existência de espécies selvagens, como também, a existência do próprio homem e a manutenção de seu estilo de vida.

Neste contexto, pressionados por conservacionistas norte-americanos, o Congresso dos Estados Unidos cria a primeira área de preservação ambiental do planeta, o Parque Nacional de Yellowstone. Nesta área ficou proibida qualquer intervenção humana, com o objetivo de preservar sua natureza intocada. A partir de sua criação, outros parques nacionais foram fundados nos EUA, que acabaram servindo de modelo para todos os países, mas não sem críticas.

Muitos consideravam a preservação irrestrita da natureza algo utópico e, principalmente quando expandindo-se aos países em desenvolvimento se mostrou, em muitos casos, inviável, visto que índios, pescadores e extrativistas possuíam uma relação totalmente diferente do modelo de preservação integral adotado nos países desenvolvidos, levando ao surgimento de um enfoque socioambiental, onde considerava-se a preocupação não só com o meio ambiente, mas com as comunidades tradicionais que vivem da subsistência deste.

No Brasil, parte das populações que vivem em áreas de preservação, como ribeirinhos e populações indígenas são tidas como posseiras e devastadoras por alguns órgãos públicos que afirmam não existir compatibilidade entre a existência de populações humanas e a conservação do ambiente. Existem, porém, experiências bem sucedidas de populações adequadamente bem inseridas em reservas

ambientais que propiciam inclusive uma melhor preservação ambiental, mantendo a cultura local. Muito além dos atributos naturais de reservas ambientais, que devem oferecer recreação e educação ambiental ao público visitante, é essencial a preservação do patrimônio cultural das sociedades locais. Neste sentido, a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) pelo Governo Federal em 1982, sancionado apenas em 2000 através da Lei nº 9.985/2000, passa a prever áreas de proteção ambiental nas quais populações humanas residam e produzam. São atualmente 1.871 Unidades de Conservação atribuídas, abrangendo 154.443.280 hectares, o que corresponde a 18% do território nacional.²¹ Entre as unidades de conservação criadas, podemos destacar as Áreas de Proteção Ambiental (APAs), que visam a proteção da flora e fauna, bem como os atributos culturais existentes entre estes e as populações tradicionais que vivem dentro dessas áreas.

O município de Belém possui atualmente cinco Unidades de Conservação Ambiental, três do Grupo de Proteção Integral, que possuem regras restritivas relacionadas à ocupação e exploração de recursos naturais, e duas do Grupo de Uso Sustentável, que, segundo o Ministério do Meio Ambiente, “visam conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais”.

A Área de Proteção Ambiental (APA) da ilha do Combu foi a de criação mais recente no município, concebida somente em 13 de novembro de 1997, no âmbito do Poder Legislativo Estadual, por meio da Lei nº 6.083/1997 publicada no Diário Oficial do Estado em 17/11/1997, tendo por finalidade legal promover a proteção e a utilização racional dos recursos naturais (RIBEIRO, 2011). A partir da criação da lei estadual, a gerência da APA passou a ser competência da Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará (SEMA/PA), através da Diretoria de Áreas protegidas (DIAP), sendo sua gestão posteriormente compartilhada com o Conselho Gestor da APA da Ilha do Combu, criado em 2008, com a participação, além de técnicos e gestores governamentais, de membros das comunidades existentes na ilha.

O território da APA do Combu proporciona a realização de atividades de contemplação da natureza, oportunizando um local de recreação para moradores da

²¹ Disponível em: < <https://www.embrapa.br/gite/projetos/atribuicao/index.html> > Acesso em 23 jun 2019.

cidade de Belém e também estando inserida em roteiros turísticos fluviais de curta duração, ofertados por empresas da cidade. Além disso, na APA, ocorrem um grande número de visitas de cientistas e pesquisadores, devido a sua diversidade biológica e, principalmente, por conta de sua proximidade com diversas instituições de referência nacional, tais como o Museu Emílio Goeldi, a Universidade Federal Rural da Amazônia e a Universidade Federal da Amazônia que tem em Belém a suas sedes.

De acordo com dados do Governo do Pará relacionados às atividades produtivas e composição de renda da população, cerca de 68% da população pratica a atividade de extrativismo dos recursos florestais da APA, sendo para uso próprio e comercialização. Apenas 10% da população tem a roça como uma atividade alternativa, sendo portanto, incipiente. Dentre as justificativas está, além das dificuldades que o terreno imprime a essa atividade, devido às constantes variações da maré, está a proibição de realizar qualquer tipo de atividade que modifique o meio natural na APA, que não esteja em consonância às atividades tradicionais realizadas pelas comunidades ribeirinhas, já culturalmente realizadas, tais como o extrativismo.

Outros produtos da floresta como cacau, cupuaçu, palmito proveniente do açazeiro, pupunha, a pesca de camarão e de peixe e, ainda, o artesanato e a carpintaria para a construção de barcos e casas, propriedade de pontos comerciais, turismo e, mais recentemente, a produção de chocolate natural, são outras atividades que geram renda às populações que vivem na APA. Há ainda a renda proveniente de programas de assistência social do Governo Federal, tais como o Bolsa Família, que abrange cerca de 60% da população da ilha (CIRILO, 2011).

4.3 Turismo na Ilha do Combú

De acordo com Cirilo (2011), o advento do turismo na APA da ilha do Combú, remonta a década de 1980, quando a ilha passa a ser inserida na atividade de ecoturismo de observação através de roteiros turísticos fluviais de curta duração. Esses roteiros eram ofertados por empresas turísticas e de hospedagem da região urbana de Belém e eram voltados exclusivamente para a contemplação da natureza

e das habitações típicas ribeirinhas. Na década de 1990 a atividade turística passa a se intensificar na ilha com a construção dos primeiros restaurantes, alguns de propriedade de moradores da ilha e de empresários da cidade, recebendo um fluxo composto principalmente da população urbana de Belém.

Os restaurantes localizados na ilha do Combu tinham forte apelo regional, oferecendo um cardápio com comidas típicas, rico em peixes, camarão e ingredientes da floresta. Com o passar dos anos e o surgimento de mais estabelecimentos nesse setor, também passaram a ser disponibilizados por esses proprietários, trilhas ecológicas, sendo uma em terra firme e uma fluvial através de furos, um pequeno rio que corre por dentro da ilha.

Figura 14 - Restaurante Saldosa Maloca na Ilha do Combu



Fonte: Tô Pensando em Viajar²²

Além dos passeios fluviais oferecidos pelas operadoras de turismo, existe também uma cooperativa de barqueiros que oferece o transporte entre os restaurantes da ilha e a Praça Princesa Izabel, no bairro da Condor, em Belém, principal ponto de embarque dos turistas para a localidade, sendo um dos únicos meios de acesso à ilha do Combu.

²² Disponível em: < <https://www.topensandoemviajar.com/2018/03/15/chocolate-da-ilha-do-combu/> >
Acesso em 19 jun de 2019

De maneira geral, não há um contato entre maior parte da população da ilha e os turistas, com exceção dos proprietários e funcionários dos restaurantes. Portanto, o restante da população não auferem os benefícios da atividade turística, mas são afetados por ela de alguma forma. Operadoras turísticas, atravessadores e restaurantes se beneficiam do fluxo de turistas presente no Combu, mas não há repasse de qualquer benefício dessas atividades para a totalidade da população da ilha.

O que mais atrai os turistas à ilha do Combu, inegavelmente, é o contato com a natureza, a biodiversidade da flora e fauna, a sua hidrografia e a observação dos aspectos relacionados ao modo de vida ribeirinho. Porém, não há um aprofundamento no conhecimento das relações das comunidades com a ilha ou outros aspectos, como moradia, fontes de renda, etc. Aspectos que poderiam ser melhores explorados devido, sobretudo, a sua riqueza cultural e conhecimento sobre a natureza, que poderiam ser explorados de maneira mais efetiva, trazendo benefícios não somente aos turistas, como aos moradores da ilha, que teriam seu modo de vida valorizado, possibilitando a preservação deste e, conseqüentemente, a preservação do ambiente o qual utilizam para sua subsistência.

Ainda de acordo com Cirilo (2001), não deixam de existir, porém, aspectos negativos relacionados ao aumento do fluxo turístico no Combu. A intensa movimentação de embarcações provoca a destruição de apetrechos de pesca, erosão das margens e a perda de privacidade e tranquilidade típica de comunidades ribeirinhas. A alta velocidade de lanchas e *jet skis* no interior da ilha, através de seus furos, costumam provocar acidentes com os moradores, que se sentem inseguros para navegar com suas embarcações simples, menores ou sem nenhum motor.

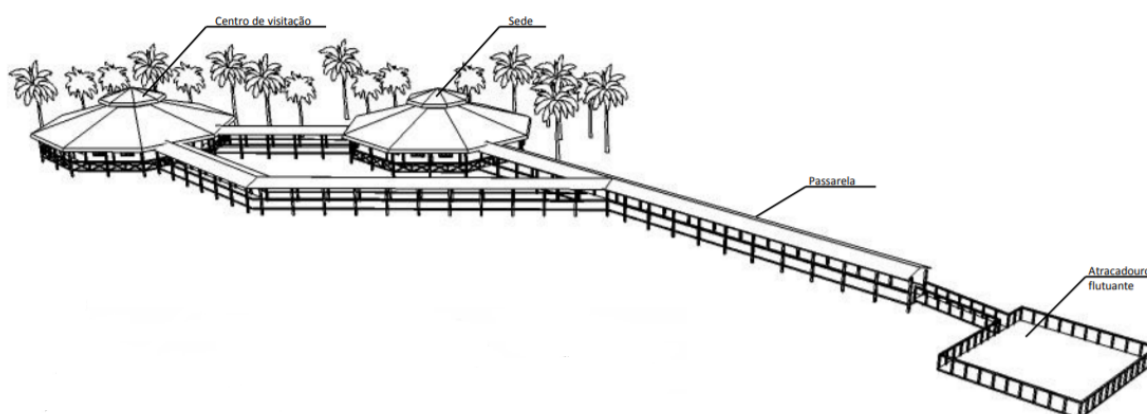
Ainda há muito a ser feito em relação a infraestrutura turística da ilha do Combu. Assim como inexistente aos moradores, não há qualquer tipo de coleta de lixo, saneamento e abastecimento de água, sinal de telefonia móvel ou internet é inexistente em seu interior. Ainda é necessário que grande parte dos restaurantes se adequem para garantir padrões de qualidade de atendimento turístico.

Em 2007 a ilha do Combu foi selecionada para fazer parte do Plano de Desenvolvimento Integrado do Turismo Sustentável (PDITS), dentro do pólo de Belém, o qual englobava a região metropolitana de Belém, a ilha de Mosqueiro,

Outeiro, Cotijuba e Combu. O PDITS se constitui como um orientador básico de futuros investimentos da atividade turística de cada estado da federação, tendo como objetivo o desenvolvimento do turismo de forma integrada entre agentes públicos e privados e de forma sustentável, associado à valorização cultural, à preservação ambiental e participação das comunidades locais, tendo como foco final a geração de emprego e renda. O PDITS está incluído dentro do Programa de Desenvolvimento do Turismo (PRODETUR), do Governo Federal que, em parceria aos governos estaduais, busca elaborar e financiar ações a serem realizadas em prol do desenvolvimento do setor em cada região do país.

Na ilha do Combu, foi identificado pela Companhia Paraense de Turismo (PARATUR), que a falta de infraestrutura turística e de serviços básicos como saneamento básico, abastecimento de água e coleta de lixo, seriam empecilhos e ameaças para o desenvolvimento da atividade na ilha. Sendo assim, a PARATUR definiu como ações prioritárias: a implantação de rede de abastecimento de água; esgotamento sanitário; e a construção de equipamentos de apoio do complexo turístico da ilha, tais como uma sede administrativa, centro de visitas e ancoradouro de embarcações. Além disso, também foi identificado a ausência de espaço para comercialização do artesanato local, o que infringe nas comunidades locais a falta de valorização e difusão de sua cultura popular.

Figura 15 - Proposta de complexo Turístico do Combu



Fonte: Companhia Paraense de Turismo (PARATUR)

Após conclusão desta etapa inicial estava previsto, ainda no mesmo programa, a instalação de equipamentos para a realização de atividades voltadas para o ecoturismo e turismo de aventura, tais como pontes suspensas. Estas iniciativas visariam prover a ilha de infraestrutura básica a fim de consolidá-la como componente turístico do roteiro do polo de Belém.

Ainda segundo a PARATUR, o perfil dos turistas que visitam a ilha do Combu são principalmente pessoas que valorizam a aproximação com a natureza, a contemplação da fauna e flora, através do lazer e relaxamento. Segundo o órgão, se bem formatados, os produtos turísticos da ilha tornam-se competitivos em nível internacional, atraindo visitantes oriundos principalmente da Europa e América do Norte. Sobretudo ainda, devido à crescente demanda do ecoturismo em Unidades de Conservação, que favorecem as atividades ecológico-econômicas e o desenvolvimento sustentável do turismo, promovendo este setor, em benefício das comunidades tradicionais ribeirinhas na Belém insular. Com bioma único e ainda preservado, com rica vida selvagem, cultura tradicional ribeirinha singular, gastronomia ímpar, a região da ilha do Combu possui potencial para atrair ecoturistas. Tendo ainda uma comunidade organizada, apresenta a possibilidade de desenvolver atividades relacionadas ao turismo de base comunitária, permitindo intercâmbios de conhecimentos tradicionais sobre a sua natureza e o seu artesanato aos visitantes do local.

De maneira geral, podemos identificar que a demanda turística crescente no Combu, está relacionada a busca por um maior contato com a gastronomia regional e a natureza ainda preservada, sendo, portanto, caracterizada por um turismo de passagem, de curta permanência. É uma potencialidade a ser explorada, a criação de alternativas que possam estender a permanência dos turistas na ilha, incentivando que estes tenham contato mais profundo com a natureza e as peculiaridades da cultura e do modo de vida das comunidades locais.

Em 2016, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), concedeu à cidade de Belém o título de Cidade Criativa da Gastronomia, título internacional que reconhece determinadas cidades que possuem um cenário gastronômico de vanguarda e de referência mundial. Este título busca

valorizar o setor local e impulsionar o turismo nesta vertente, além de incentivar práticas mais sustentáveis e socialmente justas.

A Ilha do Combu é, atualmente, o ponto focal na cidade de Belém quando se trata do turismo gastronômico. Seja por sua grande variedade de restaurantes ou a proximidade com a natureza amazônica, ou a vista que se tem para cidade a partir do Rio Guamá, é um fato que parcela significativa dos turistas passam pela Ilha do Combu em busca da experimentação da culinária local.

É possível verificar, porém, que grande maioria dos restaurantes da ilha do Combu, mesmo localizados em uma APA, não seguem os preceitos de preservação do meio ambiente. Embora existam algumas medidas pontuais, como a utilização de biogás produzido diretamente da decomposição dos restos dos alimentos em um desses estabelecimentos. Tal realidade, entretanto, ainda não é difundida na localidade, o que poderá trazer malefícios ao ecossistema natural da ilha, com o rápido crescimento da demanda turística. Por sua inserção na dinâmica da ilha, é preciso aliar o turismo gastronômico, também à preservação ambiental, mais vislumbrada no turismo ecológico. Sem uma conservação realizada por todos os atores envolvidos, todas as potencialidades da ilha poderão ser afetadas.

É importante a busca por um ecoturismo bem estruturado na ilha, para que benefícios nesta temática sejam percebidos no Combu, visto que esse tipo de atividade turística está fundada em uma relação harmônica com a natureza, através do incentivo à sua conservação, exploração do patrimônio natural e cultural de forma sustentável, além do comprometimento com a educação ambiental, através da formação de uma consciência ambientalista.

O ecoturismo traz contribuições positivas ao bem-estar natural, social e econômico das localidades onde existe. Através dele, as comunidades tradicionais visualizam na conservação da natureza, possibilidades de criação de emprego e renda. É clara a sua capacidade de capacitar as comunidades locais a alcançar um desenvolvimento sustentável.

5 PROJETO DE CENTRO DE APOIO E HOSPEDAGEM PARA TURISTAS

5.1 Aspectos qualitativos

Para nortear o projeto, foram eleitos os seguintes temas como necessários para sua efetivação: conforto ambiental, no que diz respeito ao alcance do conforto térmico ou atenuação das condições ambientais exógenas; acessibilidade, para permitir plena acessibilidade de pessoas portadoras de necessidades especiais ao edifício e seus ambientes internos, incluindo o segundo pavimento; integração estética ao entorno, valorização dos aspectos naturais e arquitetura local no projeto, permitindo uma similitude entre a edificação e o ambiente que circunda o edifício projetado; e sustentabilidade ambiental, pela utilização de materiais e soluções arquitetônicas que gerem um menor impacto ao meio ambiente.

Visando dar subsídios para a elaboração do programa de necessidades do projeto, foi elaborado um questionário (apêndice A) aplicado em pesquisa de campo na Ilha do Combu com visitantes e trabalhadores de restaurantes da localidade. Ao todo, foram entrevistadas 65 pessoas entre os dias 31 de agosto de 2019 e 03 de setembro de 2019.

Na pesquisa realizada, buscou-se identificar as principais deficiências e necessidades da atividade turística na ilha, além da percepção sobre a degradação ambiental que o setor do turismo poderia gerar para a natureza.

Inicialmente, visando validar a demanda do projeto que busca trazer um novo tipo de visitação na Ilha do Combu tornando as visitas temporalmente mais extensas e possibilitando um maior contato do homem com a natureza, foi verificado o interesse do público em se estabelecer na localidade por mais de um dia, visto que atualmente as visitas acontecem apenas durante um certo período do dia, pela disponibilidade de barcos para realizar a travessia de volta. De acordo com a pesquisa, cerca de 89% dos entrevistados demonstraram interesse em prolongar a sua permanência na ilha caso existisse estrutura para isso. Sendo que destes, 83% consideram relevante a construção de uma estrutura de acolhimento, apoio e hospedagem para os visitantes da localidade.

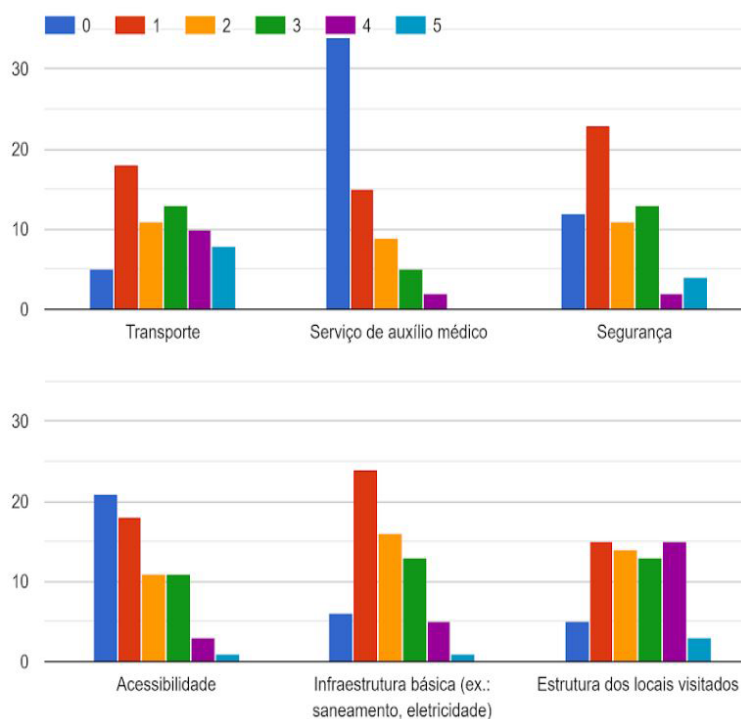
Em relação aos itens considerados necessários pelos entrevistados e que deveriam existir neste espaço, podemos destacar: leitos para hospedagem (75,4%), ambulatório (73,8%), ponto de informação turística (72,3%), área destinada para eventos culturais (66,2%), local para venda de produtos locais (60%) e locais para descanso (58,5%).

Ainda em relação às possibilidades turísticas da ilha, foi verificado quais outras atividades teriam aceitação na Ilha do Combu, além do turismo gastronômico, a mais aceita dentre as propostas foi o ecoturismo. Para quase 54% dos entrevistados, a prática do ecoturismo seria a mais relevante, englobando atividades como trilhas na floresta, observação de animais e da paisagem natural.

Entre as perguntas realizadas, também foi questionado a percepção de qualidade nos seguintes pontos relacionados ao turismo na ilha: transporte; serviço de auxílio médico; segurança; acessibilidade; infraestrutura básica, tais como saneamento, água potável, eletricidade; e estrutura dos locais visitados. Os entrevistados deveriam avaliar com uma nota de 0 a 5 os pontos abordados, sendo 0 muito ruim, 1 ruim, 3 razoável, 4 bom e 5 muito bom. Conforme o gráfico 1, verificou-se que grande parte dos entrevistados, apontou o serviço de auxílio médico, segurança, acessibilidade e infraestrutura básica como os principais problemas relacionados ao turismo na ilha do Combu.

Em relação aos quatro tópicos e suas piores notas, sendo muito ruim e ruim, notas 0 e 1 respectivamente, tivemos os seguintes resultados: serviço de auxílio médico, 49 pessoas apontaram com as piores notas; segurança, 35 pessoas; acessibilidade, 39 pessoas; e infraestrutura básica, 30 pessoas entrevistadas apontaram como muito ruim e ruim.

Levando em consideração as avaliações a respeito da qualidade da infraestrutura turística da Ilha do Combu, foi notada a importância de implantar no projeto um ambulatório para atendimento médico, visto que esse é um tema pouco mencionado e muitas vezes não dada a devida importância na ilha. É necessário a existência de uma estrutura no local para atendimento de primeiros socorros devido sobretudo, ao mal estar que por ventura os visitantes possam apresentar, algo que a distância com a cidade não poderia oferecer de maneira efetiva, o que representaria riscos aos que frequentam a ilha.

Gráfico 1 - Avaliação sobre a estrutura da Ilha do Combu

Fonte: Autoria própria

Dentre os pontos analisados, a questão da falta de acessibilidade também ficou muito clara. Atualmente, os locais de visitação na Ilha do Combu não estão preparados para atender pessoas com mobilidade reduzida, como cadeirantes. Restaurantes e outros estabelecimentos não obedecem, em sua grande maioria, às normas técnicas que visam determinar medidas mínimas para possibilitar conforto e segurança à esse público. Neste sentido, buscando tornar o espaço projetado acessível a todos os visitantes, de maneira segura e inclusiva, também em respeito às normas e legislação relacionada a construção, se tornou imperativo a adoção de medidas que permitissem a acessibilidade universal dentro do espaço, como a implantação de rampas de acesso, quarto e banheiros exclusivos para Portadores de Necessidades Especiais (PNE).

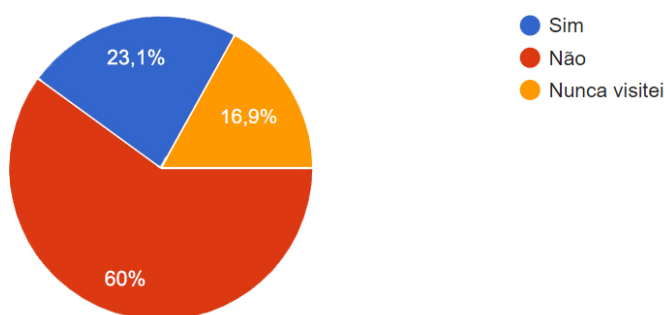
Em relação ao conforto térmico dos locais de visitação na Ilha do Combu, foi solicitado que os entrevistados avaliassem de maneira empírica e totalmente pessoal, se a sensação térmica lhes causavam conforto, antes porém, foi explanado o conceito de conforto térmico na arquitetura, referindo-se a uma “condição mental que expressa satisfação com o ambiente térmico circunjacente”, sem utilização de

mecanismos de termorregulação. Conforme o resultado da pesquisa, disponível no gráfico 2, verificou-se que grande parte dos entrevistados, cerca de 60%, considera não sentir conforto térmico nos locais visitados na Ilha do Combu. Demonstrando, portanto, que os estabelecimentos das ilhas não são projetados de forma a possibilitar conforto ambiental aos visitantes.

Gráfico 2 - Avaliação sobre a sensação térmica na Ilha do Combu

Caso você já tenha visitado algum estabelecimento localizado na ilha do Combu, a sensação térmica lhe causou conforto?

65 respostas



Fonte: Autoria própria

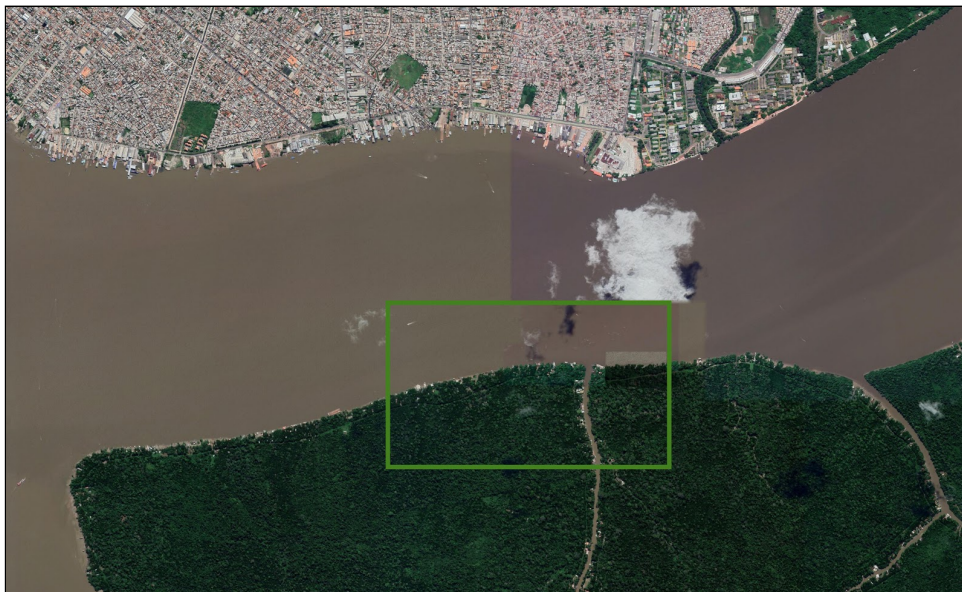
Por fim, deu-se importância à opinião pública como forma de confirmar os aspectos relevantes para a elaboração de um projeto voltado ao turismo na Ilha do Combu, já observados pela autora deste trabalho por meio de pesquisa bibliográfica e experiência própria como visitante, e buscando novas alternativas e demandas por parte desse público.

5.2 Área de implantação do projeto e dados bioclimáticos de Belém

A área de implantação do projeto localiza-se a 1,9 km de distância da região continental urbana da cidade de Belém, banhada pelo Rio Guamá, no local de maior proximidade com a cidade. Decidiu-se que a estrutura projetada estaria compacta em apenas um bloco, visto que diversas estruturas dispersas na área de implantação iria incidir maiores impactos ao meio ambiente. A área do empreendimento compreende um total de 1.500m², com 359,07 m² de área

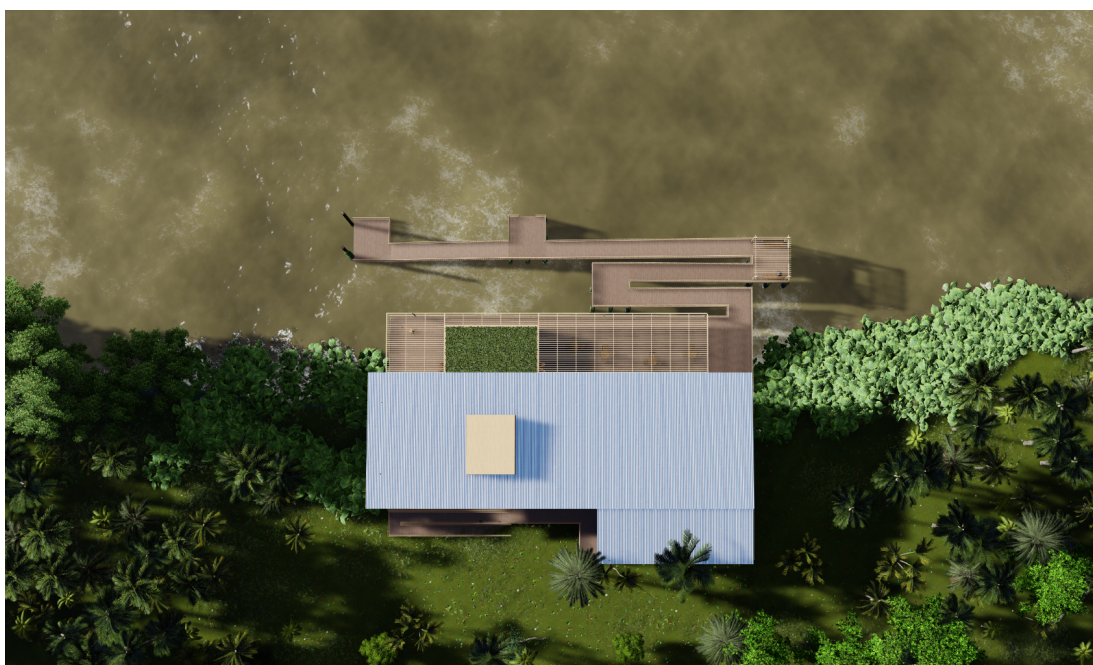
construída. De forma a atenuar ainda mais os impactos que a construção causaria ao ambiente, verificou-se como solução a construção de parte da estrutura no leito do rio, sustentado por meio de estacas de madeira, muito comum em construções da região do estuário amazônico.

Figura 16 - Localização da área de implantação do projeto



Fonte: Google Earth

Figura 17 - Implantação do projeto

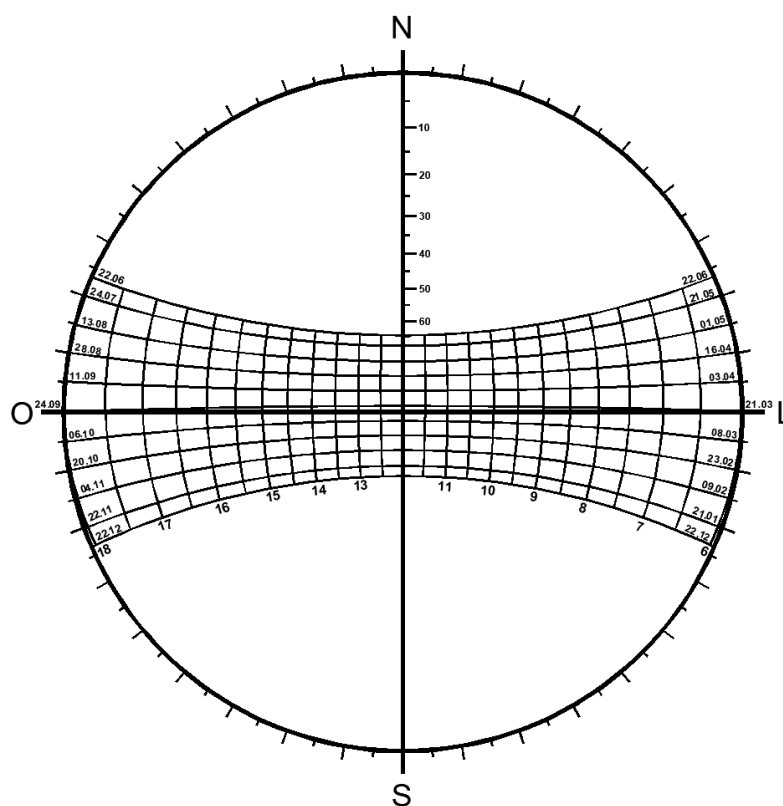


Fonte: Autoria própria

A Ilha do Combu, segundo a classificação de Köppen, apresenta clima equatorial úmido com características como altas temperaturas, elevado índice de umidade relativa do ar, ventos de pouca velocidade, chuvas regulares e fortes com médias anuais de 1500 a 3000 mm - característica de regime de chuvas do tipo continental - com maior abundância entre os meses de dezembro e maio que também são os que apresentam maiores níveis de nebulosidade.

Sua localização em baixa latitude, 1°28'S, geograficamente próxima a Linha do Equador, faz com que a incidência dos raios solares percorram uma trajetória praticamente vertical durante todo o ano, com pequenas variações, como mostra a Carta Solar na figura 18. Os resultados disto são os elevados níveis de carga térmica que se traduzem na temperatura média anual de 26,5°C, com normais anuais máximas de 31,8°C e mínimas de 22,7°C, e média de 332 dias por ano com temperaturas acima de 30°C. Pode-se observar na tabela 2 que não há grandes variações de temperatura, visto que a amplitude térmica entre as médias do mês mais quente (outubro) e do mês mais frio (fevereiro) é de apenas 1,1°C.

Figura 18 - Carta Solar para a cidade de Belém, latitude -1.38



Fonte: Autoria própria com dados do SOL-AR

Tabela 2 - Normais Climatológicas de Belém 1981-2010 (INMET)

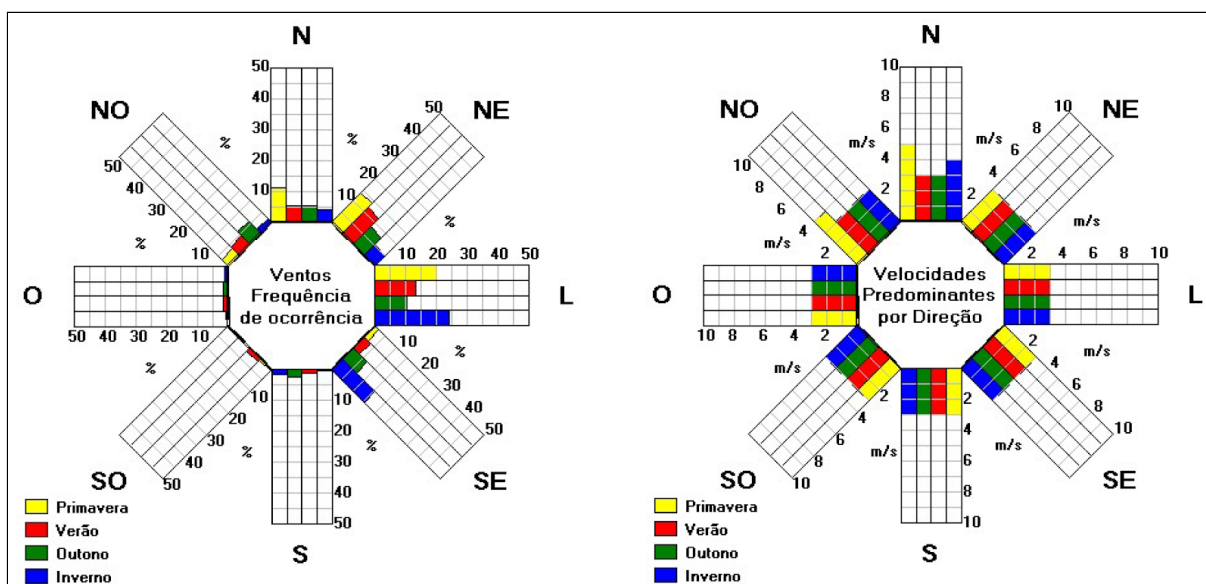
Mês	Máximas (°C)	Mínimas (°C)	Média Compensada Bulbo seco (°C)	Nº de dias com temperaturas > 30°C
Janeiro	31,10	22,70	26,10	25
Fevereiro	30,80	22,80	25,80	20
Março	30,70	23,00	26,00	22
Abril	31,10	23,20	26,20	25
Maiο	31,70	23,10	26,50	28
Junho	31,90	22,80	26,50	29
Julho	32,00	22,50	26,30	31
Agosto	32,50	22,50	26,70	31
Setembro	32,60	22,40	26,80	30
Outubro	32,60	22,40	26,90	31
Novembro	32,70	22,70	26,10	30
Dezembro	32,20	22,80	26,70	29
Anual	31,80	22,70	26,50	332

Fonte: Autoria própria com dados do INMET

Oliveira (2006) identifica o clima equatorial por temperaturas elevadas que se mantém acima de 20°C, umidade relativa do ar entre 70% e 90% e baixa amplitude térmica. De acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) a umidade relativa do ar, em Belém, é de no mínimo 73,2% e máximo 90,5% anuais, o que dificulta as trocas de calor por evaporação, impedindo a sensação de resfriamento causado pela evaporação do suor.

Segundo dados do *Sol-Ar*, as maiores frequências anuais dos ventos em Belém ocorrem pela direção Leste, em seguida, pela direção Nordeste, com velocidade máxima de 5 m/s, conforme demonstrado na figura 19.

Figura 19 - Rosa dos ventos



Fonte: Sol-Ar

Ainda com a mesma base de dados, observa-se que os períodos da tarde e da manhã são os que predominam da incidência dos ventos, havendo uma grande redução à noite e maior ainda durante a madrugada, quando há momentos de calmaria. Através da média das temporadas, obteve-se um estado de calmaria em 53,5% do tempo e 46,5% de incidência de ventos, conforme tabela 3.

Tabela 3 - Incidência de Ventos Ausentes (%) Belém - PA

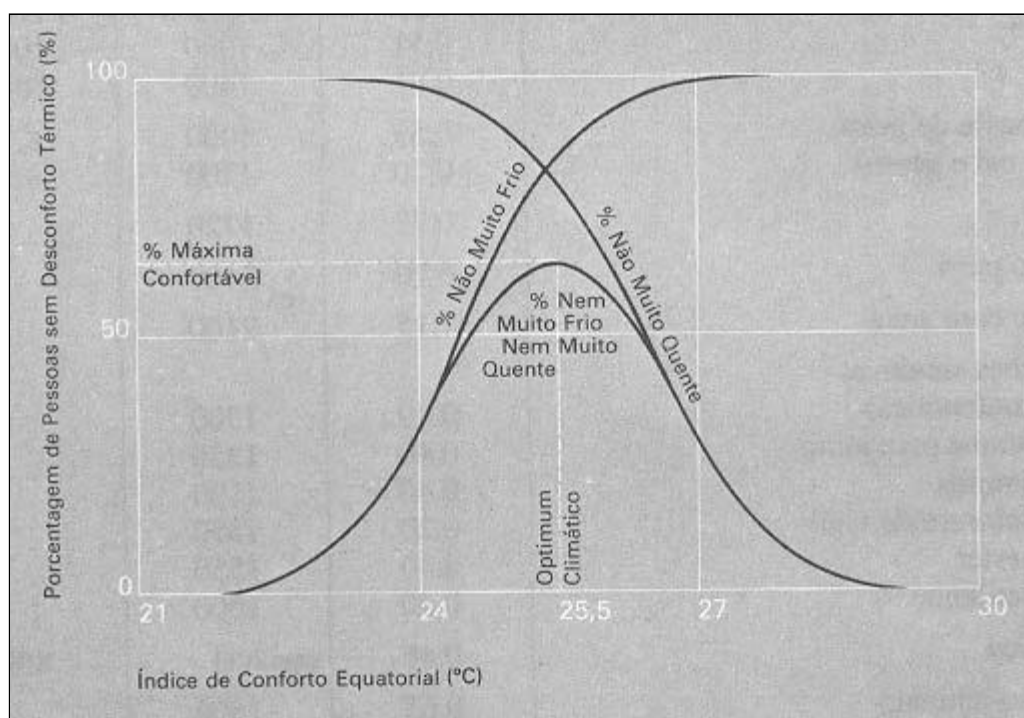
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Madrugada	96,1	90,6	92,8	90,3
Manhã	39,3	55,6	54,7	35,7
Tarde	4,1	18,2	18,5	3,6
Noite	56,5	67,4	74,7	57,9

Fonte: Sol-Ar

Climas quentes e de umidade relativa elevada, como os observados na região amazônica, são especialmente difíceis para o alcance do conforto térmico por meio de condicionamento passivo. Webb *apud* Frota & Schiffer (2003) desenvolveu um índice somente para análise do conforto em regiões equatoriais, o chamado Índice

de Conforto Equatorial (ICE). Webb baseou-se em dados referentes ao P4SR (Previsão de Produção de Suor em 4 horas), que é um índice fisiológico desenvolvido pela *Royal Naval Research Establishment*, propondo um nomograma semelhante ao da Temperatura Efetiva total. O gráfico de conforto de Cingapura, disponível na figura 20, foi elaborado a partir desses dados e da análise de testes aplicados em indivíduos completamente aclimatados na região. O gráfico indica a existência de um *optimum* climático em conforto na faixa de 25,5°C na escala do Índice de Conforto Equatorial.

Figura 20 - Gráfico de conforto para indivíduos residentes em Cingapura



Fonte: Webb *apud* Frota & Schiffer (2003)

Frota & Schiffer (2003, p. 71), “em climas quente e úmido as construções não devem ter uma inércia muito grande, pois isto dificulta a retirada de calor interno armazenado durante o dia, prejudicando o resfriamento da construção quando a temperatura externa noturna está mais agradável que internamente”.

É necessário, portanto, prever para os componentes da edificação, estruturas compostas de materiais com inércia de média a baixa, porém com elementos

isolantes nas vedações para impedir que a radiação solar recebida atravesse a construção e gere um aumento do calor interno.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na NBR 15220-3/2005, Belém está situada na Zona Bioclimática 8. Portanto, como será visto no próximo tópico, a principal estratégia recomendada para alcançar o conforto térmico nas edificações da região é a ventilação. Segundo Lamberts (1997), o índice de conforto térmico em Belém é quase nulo, visto que ele é obtido em uma média de apenas 0,7% das horas do ano. Segundo Corbella; Yannas (2003) para se conseguir um bom nível de conforto nos ambientes de edifícios localizados em regiões de clima quente e úmido, deve-se adotar algumas técnicas, como: controlar os ganhos de calor através das aberturas e das paredes externas; dissipar a energia térmica do interior do edifício, promovendo níveis maiores de ventilação e remover a umidade em excesso.

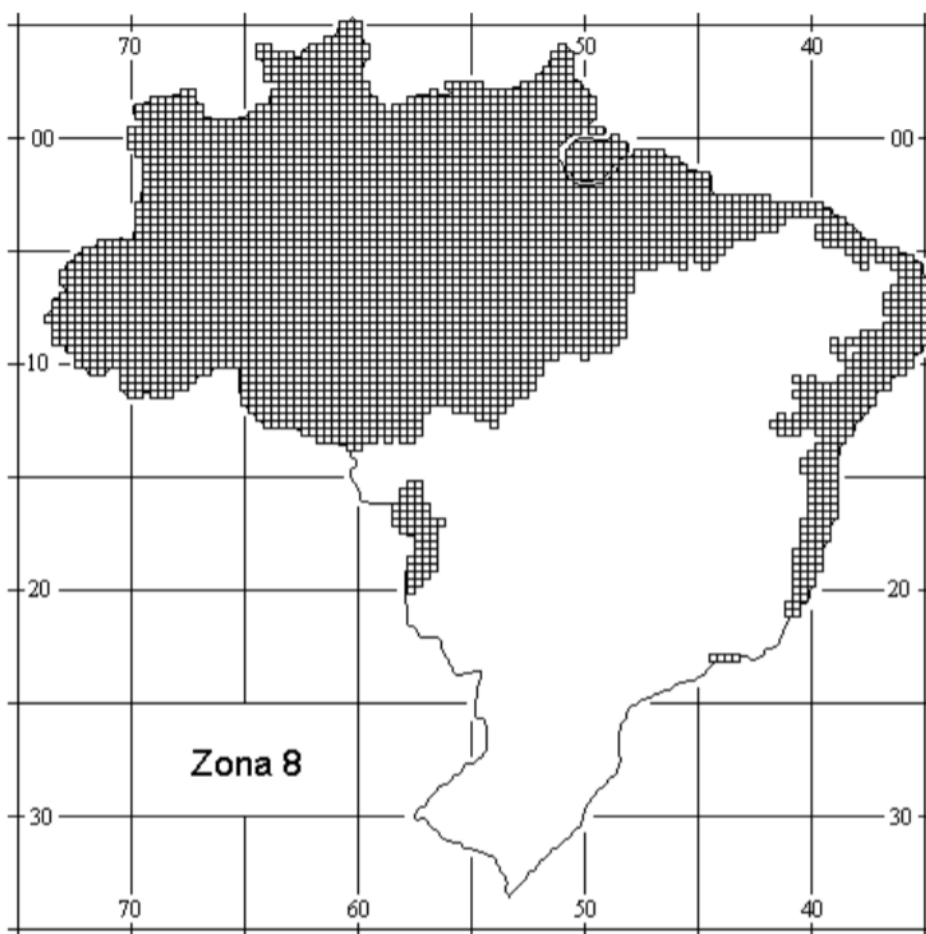
5.2.1 Diretrizes para enquadramento do projeto na NBR 15220

A proposta arquitetônica para este projeto busca chegar em um nível de desempenho que possa proporcionar sensação de conforto térmico aos ocupantes, visto, assim, a necessidade de recorrer às normas técnicas de desempenho térmico para auxiliar no processo projetual. Ao se projetar edificações que buscam manter o mesmo nível de conforto de edificações semelhantes, porém, sem a utilização de aparelhos mecânicos para isso, a escolha do partido arquitetônico e do sistema construtivo adotado envolve o estudo de diversos fatores e a adoção de inúmeras soluções arquitetônicas.

Deve-se levantar os dados climáticos médios do local escolhido para situar o projeto e suas variáveis, conhecer os mecanismos de transmissão de calor e analisar o desempenho térmico dos materiais escolhidos e soluções elaboradas, visando chegar no melhor resultado possível. Dessa forma, projetos tecnicamente corretos, poderão auxiliar na redução do consumo de energia elétrica para climatização.

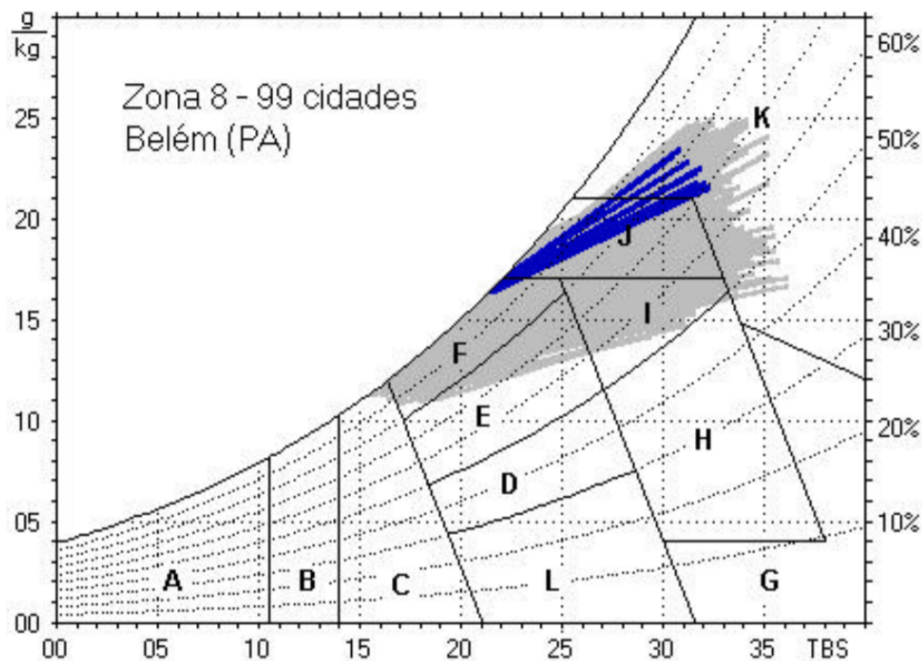
Desde 2005, a norma brasileira, NBR 15220, também conhecida como Norma de Desempenho, redigida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), apresenta recomendações a serem seguidas e um método simplificado para alcance do desempenho térmico em habitações. A norma apresenta, entre outras informações, métodos de cálculo da transmitância, capacidade e atraso térmicos, fator solar de elementos e componentes das edificações, o zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para cada região. Diretrizes para as estratégias de condicionamento térmico passivo, o tamanho das aberturas para ventilação, proteção das aberturas, vedações externas, cobertura e tipo de vedação, variam de acordo com a zona climática.

Figura 21 - Zona Bioclimática 8



Fonte: NBR 15220-3

Figura 22 - Carta Bioclimática apresentando as normais da Zona Bioclimática 8, destacando a cidade de Belém



Fonte: NBR 15220-3

De acordo com a norma, a cidade de Belém-PA, se localiza na Zona Bioclimática 8 com estratégias FJK, sigla que indica o uso das seguintes estratégias para condicionamento passivo:

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.

J - A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isto significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deveria ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada. Também deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois o entorno pode alterar significativamente a direção dos ventos.

K - O uso de resfriamento artificial será necessário para amenizar a eventual sensação de desconforto térmico por calor.

Segundo a Carta Bioclimática adotada para a cidade de Belém, o uso da ventilação natural deve ser permanente durante todo o ano, porém, esta estratégia não será suficiente para obtenção do conforto em horas críticas. Nestas condições,

deve-se empregar o condicionamento ativo do ar, por meio de aparelhos de ar-condicionado ou *splits*. A NBR 15220-3/2005 recomenda, ainda, que as aberturas para a ventilação sejam grandes e sombreadas, e dispostas de forma a favorecer a ventilação cruzada e que as vedações externas das paredes sejam leves e de superfícies refletoras, bem como a cobertura. Com a adoção dessas estratégias acredita-se que pode ser estabelecido o conforto térmico em até 89% das horas anuais.

Tabela 4 - Diretrizes para aberturas para ventilação e sombreamento das aberturas para a Zona Bioclimática 8

Aberturas para ventilação - A (em % da área de piso)	Sombreamento das aberturas
Grandes: A > 40%	Sombrear aberturas

Fonte: ABNT NBR 15220

A tabela 34 apresenta diretrizes para as aberturas da edificação quanto a ventilação e sombreamento. De acordo com a tabela, a área das aberturas deve ser superior a 40% da área do piso do recinto. Quanto ao sombreamento das aberturas, os beirais devem possibilitar o sombreamento total nos horários de maior incidência da radiação solar, impedindo a entrada direta dos raios solares e, conseqüentemente, a entrada de calor no recinto.

Tabela 5 - Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para vedações externas para a Zona Bioclimática 8

Vedações externas	Transmitância térmica - K	Atraso térmico - ϕ	Fator de Calor Solar - FSo
	W/m ² .°C	Horas	%
Parede: Leve refletora	≤ 3,6	≤ 4,3	≤ 4
Cobertura: Leve Refletora	≤ 2,3	≤ 3,3	≤ 6,5

Fonte: ABNT NBR 15220

A tabela 5 apresenta as características ideais para a transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar das vedações externas admissíveis para a Zona Bioclimática 8.

As paredes devem ser constituídas de materiais leves, com baixa inércia térmica, revestido por materiais ou cores refletivas, possibilitando uma menor absorção da radiação solar. Da mesma forma, a cobertura, área que receberá as maiores incidências da radiação, deve possuir materiais igualmente de baixa inércia térmica e refletivos.

Na Zona 8, também são aceitas transmitâncias térmicas na cobertura acima dos valores mencionados na tabela 5, desde que atendam às seguintes exigências:

- a) contenham aberturas para ventilação em no mínimo, dois beirais opostos; e
- b) as aberturas para ventilação ocupem toda a extensão das fachadas respectivas.

Nestes casos, em função da altura total para ventilação, ver figura 23, os limites aceitáveis para transmitância térmica poderão ser multiplicados pelo fator (FT), Demonstrada na equação abaixo:

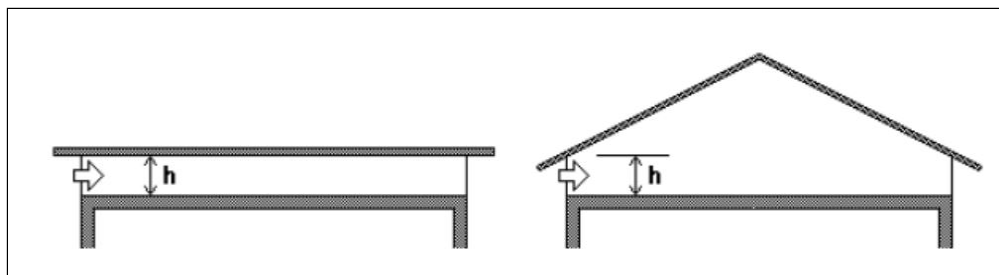
$$FT = 1,17 - 1,17 \cdot h^{-1,04} \quad (1)$$

Onde:

FT: fator de correção da transmitância aceitável para as coberturas da Zona Bioclimática 8.

h: altura da abertura em dois beirais opostos (m).

Figura 23 - Abertura (h) em beirais, para ventilação do ático



Fonte: ABNT NBR 15220

Tabela 6 - Estratégias de condicionamento térmico passivo para a Zona Bioclimática 8

Estação	Estratégia
Verão	J) Ventilação cruzada permanente Nota: O condicionamento passivo será insuficiente durante as horas mais quentes

Fonte: ABNT NBR 15220

A tabela 6 apresenta as estratégias de condicionamento térmico passivo para a Zona Bioclimática 8. Normalmente as tabelas apresentam duas estações bem definidas, sendo elas inverno e verão. Mas, com para a área de estudo não há estações bem definidas e pouca variação no clima local, a ABNT decidiu por considerar apenas o verão.

A estratégia da ventilação cruzada deve ser amplamente utilizada na região onde se insere o projeto. O projeto deve promover condições de escoamento de ar entre aberturas localizadas em pelo menos duas fachadas - opostas ou adjacentes - o que permitirá o fluxo de ar adequado para o conforto e manutenção da higiene.

As diretrizes propostas pela NBR 15220 são claras e simples no que se propõem, não considerando outros fatores como a orientação da edificação. Porém, servem como referência inicial para projetar com proveito das condições naturais do clima, possibilitando a escolha de materiais, componentes e soluções mais adequadas para cada Zona Bioclimática brasileira.

5.3 Organograma e fluxograma

Organogramas e fluxogramas são muito eficientes no processo de elaboração de projetos arquitetônicos, pois possibilitam uma visão geral do que está sendo proposto e seu funcionamento.

O organograma é uma representação gráfica da estrutura, como os ambientes estão dispostos no espaço e de que forma se relacionam. Já o fluxograma apresenta ações ou fluxos de pessoas nos ambientes, como

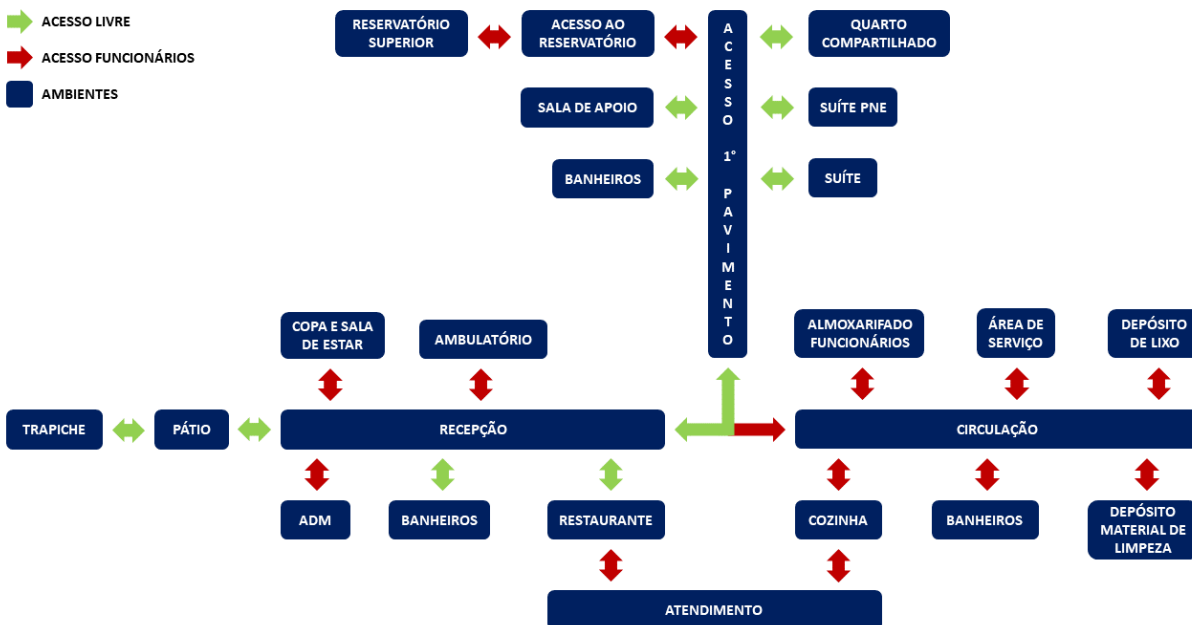
deslocamentos e acessos de diferentes públicos a certas áreas da edificação, de forma a compreender a necessidade e utilidade de diferentes recintos e suas propostas em relação aos usos.

De forma simples e objetiva, o organograma e fluxograma proposto para este projeto, exemplifica os usos por diferentes públicos, visitantes e funcionários, conforme visualizado na figura 24. A representação gráfica para acesso livre no fluxograma, em verde, demonstra os acessos gerais, tanto do público visitante, quanto dos funcionários. Esses acessos são permitidos nas áreas de circulação geral, tais como recepção, banheiros, quartos, pátio, etc. Já a representação em vermelho, indica os acessos restritos, apenas a funcionários, como na área de circulação que dá acesso à área de serviço, banheiros dos funcionários, depósito de materiais de limpeza, cozinha e área de atendimento do restaurante, além da sala de administração e estar dos funcionários.

Figura 24 - Organograma e Fluxograma

ORGANOGRAMA/FLUXOGRAMA

- ➡ ACESSO LIVRE
- ➡ ACESSO FUNCIONÁRIOS
- AMBIENTES



Fonte: Autoria própria

5.4 Memorial justificativo

Figura 25 - Imagem renderizada de modelo 3D, vista da fachada norte



Fonte: Autoria própria

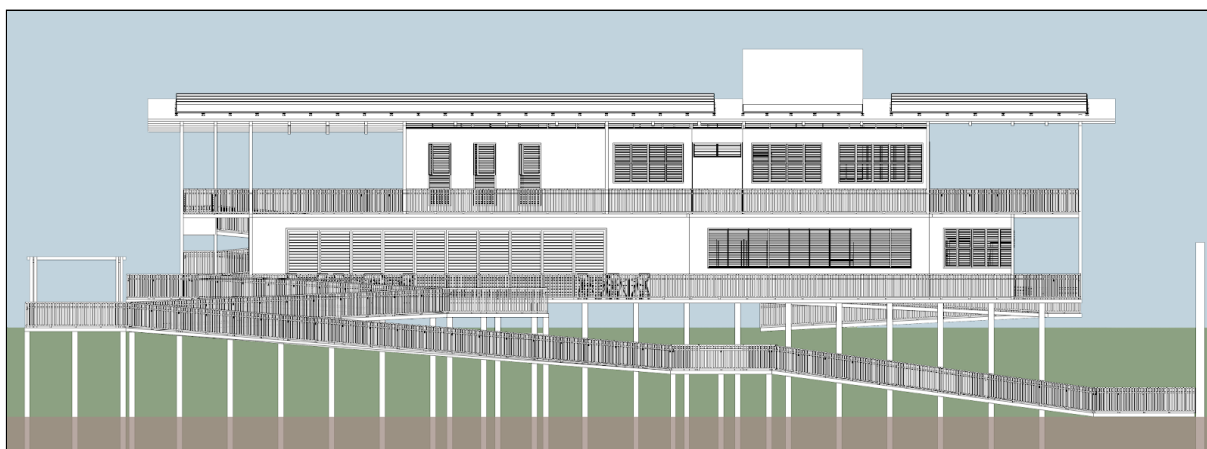
No projeto do Centro de Apoio e Hospedagem Sustentável para Turistas na Ilha do Combu adotou-se como estratégia, ou partido arquitetônico, a busca por melhoria do conforto térmico do ambiente interno do edifício e a adoção de iniciativas e soluções sustentáveis.

Em relação a sustentabilidade, o projeto busca utilizar materiais comumente empregados em edificações presentes no local de implantação, como a madeira, em conjunto com outros materiais de forma a criar um sistema que funcione de forma adequada como solução sobre o grande consumo de energia e o desconforto térmico. Assim, a adoção de isolamento térmico e, como será visto, a implantação de soluções relacionadas à orientação e sombreamento, buscam reduzir a incidência de luz solar direta e melhorar a ventilação natural, reduzindo o consumo de energia elétrica e soluções ativas de conforto térmico, tais como ar condicionado.

Ainda em relação a sustentabilidade, a importância da inclusão fez-se presente no projeto, com respeito às Normas Técnicas para possibilitar que Pessoas

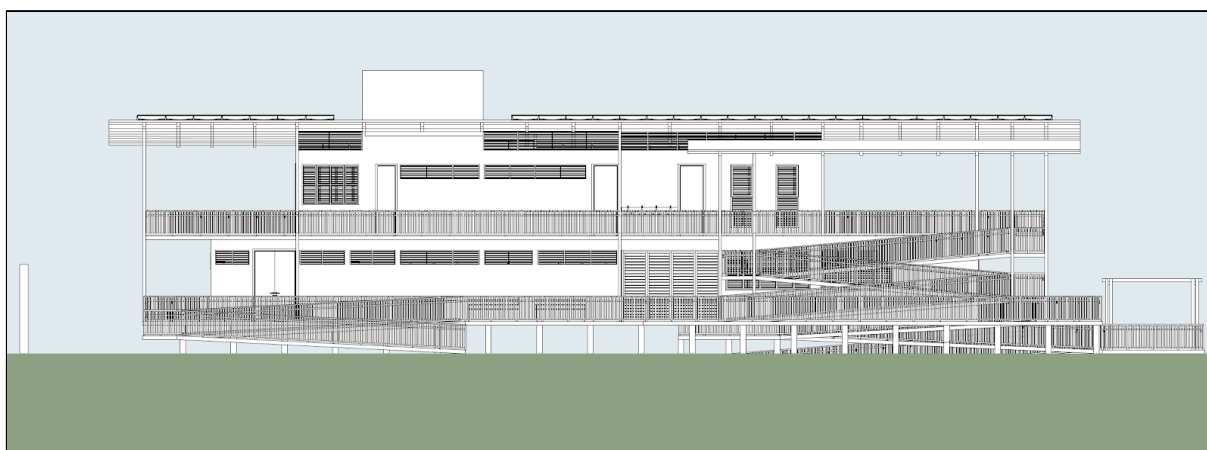
com Necessidades Especiais tenham acesso facilitado à todos os ambientes da edificação. Buscou-se, dessa forma, priorizar a adoção de rampas em todos os acessos à plataformas mais elevadas e a criação de espaços que pudessem atender de maneira mais confortável esse público, tais como quarto e banheiros para PNEs.

Figura 26 - Vista da fachada norte



Fonte: Autoria própria

Figura 27 - Vista da fachada sul



Fonte: Autoria própria

Em relação ao conforto térmico almejado no projeto, a concepção de uma edificação alongada, além de favorecer o acesso de luz, propicia um melhor aproveitamento da ventilação natural através da ventilação cruzada, muito importante para melhorar a sensação de conforto térmico e a troca de ar no interior da edificação. Por se localizar em região equatorial, com alta incidência de radiação

solar, fez-se necessário a utilização de cobertura que garantisse um bom sombreamento em todo o edifício, além de soluções como brises e a adoção de isolamento térmico em paredes e coberturas para impedir a entrada de calor. Situada em plena floresta tropical amazônica, com altos índices pluviométricos anuais, é necessário proteger as aberturas contra as fortes chuvas torrenciais que atingem a região em parte do ano, ao mesmo tempo possibilitando ventilação natural permanente.

A disposição do *layout* foi planejada de forma a priorizar os ambientes com maior permanência de pessoas quanto ao aproveitamento da ventilação natural nos ambientes internos e externos e vista privilegiada para o rio. Portanto, recintos como o restaurante, a recepção e os quartos estão posicionados ao Norte, de frente para o rio; enquanto as despensas, parte dos banheiros e as cozinhas estão situados ao sul, voltados à vegetação. Além do mais, o primeiro pavimento do edifício é todo contornado por varandas que protegem os ambientes que ficariam mais expostos a radiação solar e que formam um grande espaço no pavimento superior para uso de convívio dos hóspedes e como redário. O sombreamento da edificação é uma das principais estratégias para reduzir ganhos de calor, sendo sua eficiência mais importante em períodos do dia em que a radiação solar é maior. Uma proteção solar corretamente projetada, além de evitar ganhos de calor, deve possibilitar a entrada de luz natural através das aberturas por meio da luz difusa, sem que obstrua a ventilação.

Muitas são as soluções arquitetônicas encontradas para garantir o conforto térmico da edificação, cada solução busca aproveitar da melhor maneira possível as condicionantes climáticas locais, tais como a ventilação, para garantir a redução da temperatura interna do edifício, outras, por exemplo, buscam impedir que as condicionantes externas aumentem a temperatura, tais como a radiação solar. O envelope da edificação - compreendido como a parte da edificação que tem contato direto com o meio exterior - exerce um papel fundamental neste contexto, pois é ele que age como um filtro entre os climas interior e exterior. Para projetá-lo de forma eficiente, é necessário considerar fatores como: o isolamento térmico, já que a edificação deve reduzir o ganho de calor durante as estações mais quentes; o ganho solar, que é influenciado pelos níveis de isolamento do edifício, sua forma e

orientação, assim como a relação entre superfície das janelas e sombreamento; e a inércia térmica, que varia de acordo com a massa e os materiais de um edifício. O envelope do edifício influencia diretamente o conforto térmico interior através do gerenciamento desses parâmetros. Quando bem projetado, pode ajudar a reduzir, também, a necessidade de sistemas mecanizados para garantir o conforto térmico.

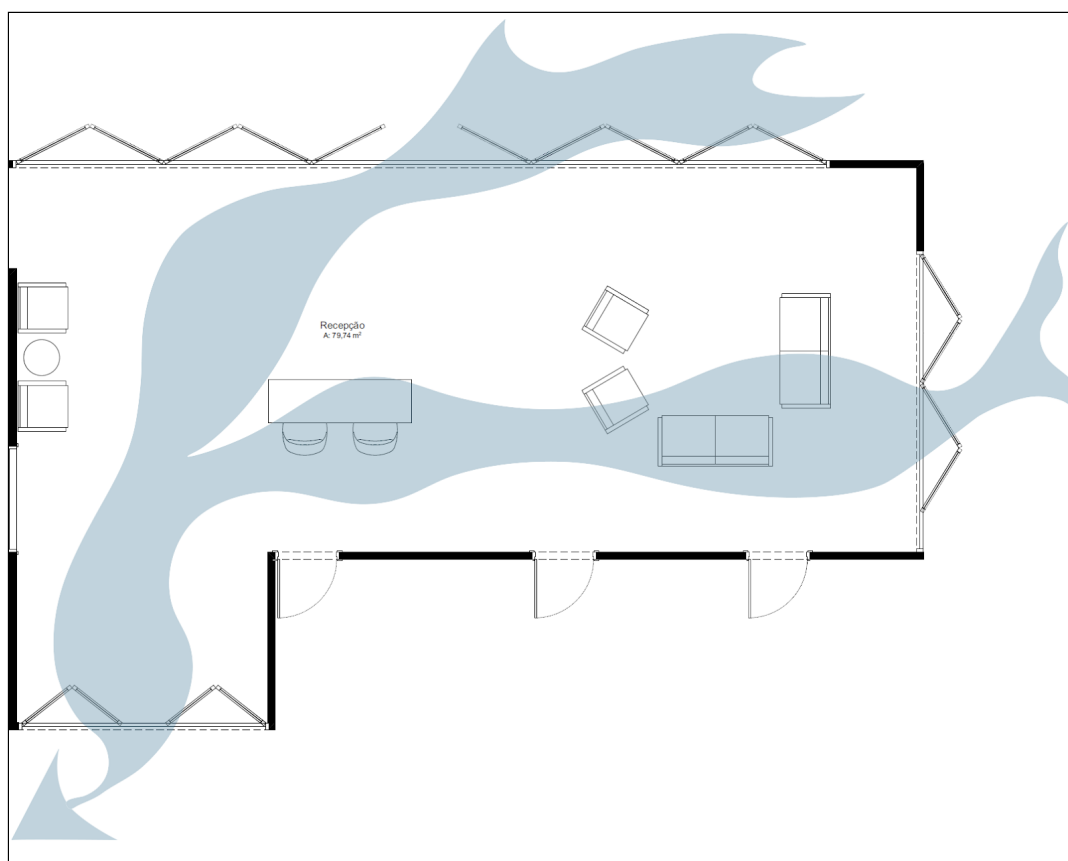
No projeto do Centro de Apoio e Hospedagem Turística da Ilha do Combu, buscou-se aproveitar as variáveis climáticas e proteger o edifício das condicionantes externas que prejudicam o alcance de um conforto térmico adequado. Dentre as principais soluções empregadas podemos destacar: a escolha de sua localização e orientação, o uso permanente da ventilação natural através da ventilação cruzada, a utilização de brises e outros sombreamentos, telhado verde e emprego de materiais isolantes térmicos e de baixa inércia térmica.

A ventilação promove a remoção do calor de um ambiente por acelerar as trocas por convecção e também contribuir para a melhoria da sensação térmica dos ocupantes por elevar os níveis de evaporação. Proporciona ainda a desconcentração de vapores, fumaça, poeiras e poluentes. A taxa na qual o ar flui através de um ambiente retirando o calor é função da área de entrada e saída de ar, da velocidade do vento e da direção do vento em relação às aberturas.

O sistema passivo de ventilação baseia-se em diferenças de pressão para mover o ar fresco através dos edifícios que podem ser causadas pela direção dos ventos - ventilação cruzada - ou diferenças de temperatura - ventilação por efeito chaminé - em que o ar mais frio e mais denso exerce uma posição positiva e o ar mais quente, por ser menos denso, exerce uma pressão mais baixa, tendendo a subir criando correntes de convecção.

No caso de Belém, é necessário destacar que a ventilação natural é ineficaz para redução das taxas de umidade relativa do ar no ambiente. Isso torna a aplicação da ventilação natural limitada em climas de umidade do ar muito elevados.

Portas, janelas e aberturas da edificação direcionam o fluxo de ar através da área interna. Este fluxo será determinado pela posição das aberturas de entrada em relação ao exterior e das aberturas de saída com relação a corrente de ar interna.

Figura 28 - Fluxo da ventilação na planta baixa do recinto recepção

Fonte: Autoria própria

É necessário considerar o fluxo do ar no interior do edifício, entre os diversos ambientes. A criação de espaços fluidos permite a circulação de ar entre os ambientes internos e este com o exterior de forma mais eficiente, uma planta com o mínimo de divisória é o ideal a ser atingido, visto que divisórias mal posicionadas criam resistência, podendo criar mudanças na direção do fluxo do ar e anular a ventilação de determinados espaços.

Neste projeto buscou-se reduzir as áreas de circulação como corredores centrais que possuem difícil acesso a ventilação e iluminação naturais, e aumentar as aberturas de janelas dos recintos para melhorar esses fluxos. As janelas são compostas pelo sistema de venezianas, que além de garantirem uma boa proteção solar, favorecem a circulação de ar através de seus elementos, o que reduz as transferências térmicas para o interior. Na imagem 29 verificamos venezianas

propostas para o quarto compartilhado, a esquerda com abertura em guilhotina e a direita com abertura em bandeira.

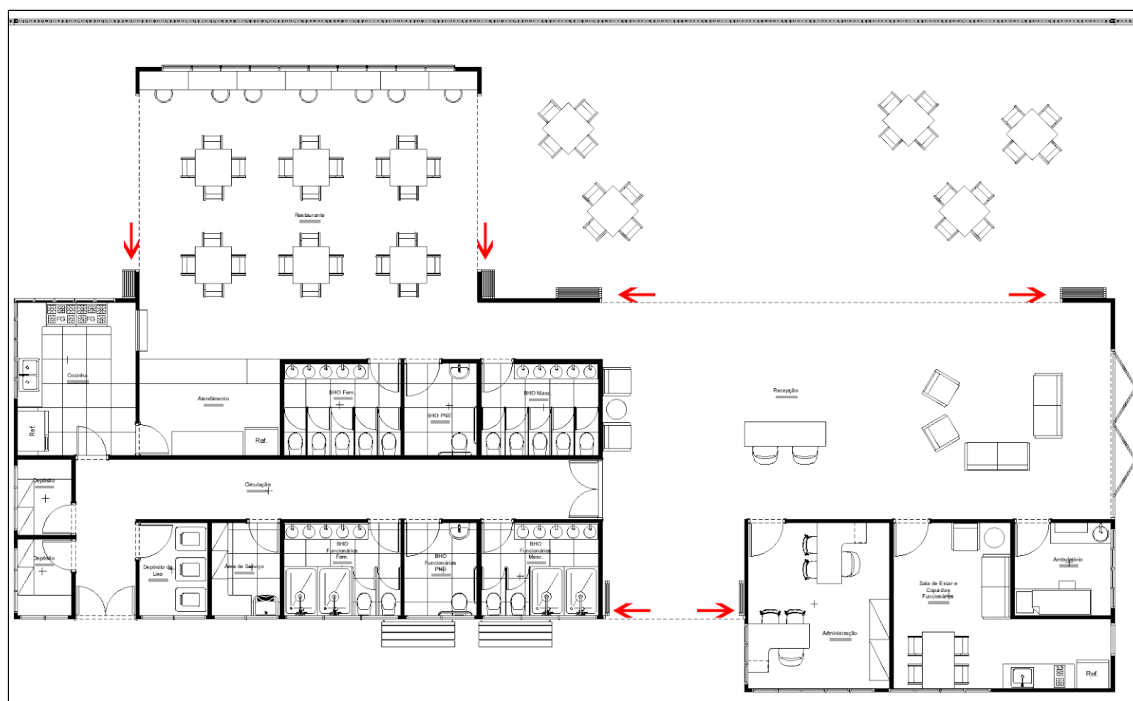
Figura 29 - Imagem renderizada de modelo 3D, área externa do quarto compartilhado



Fonte: Autoria própria

O *layout* possibilitou que quase todos os ambientes apresentassem aberturas para circulação de ar, seja por efeito chaminé ou por ventilação cruzada, e para a entrada de luz natural. Os únicos ambientes que não foram contemplados com esses fatores são os banheiros públicos do primeiro pavimento, que, entretanto, não tem paredes expostas a radiação solar direta, e o corredor de acesso a área privada. As portas da recepção e do restaurante, colocadas em quase toda a extensão de suas paredes externas, foram projetadas de forma que pudessem, quando abertas completamente, potencializar a ação dos ventos, além de integrar os espaços gerando um maior ambiente de socialização, podendo ser utilizado também para pequenos eventos.

Figura 30 - Representação dos ambientes com portas abertas (primeiro pavimento)



Fonte: Autoria própria

Figura 31 - Imagem renderizada de modelo 3D, pátio integrado a recepção e ao restaurante

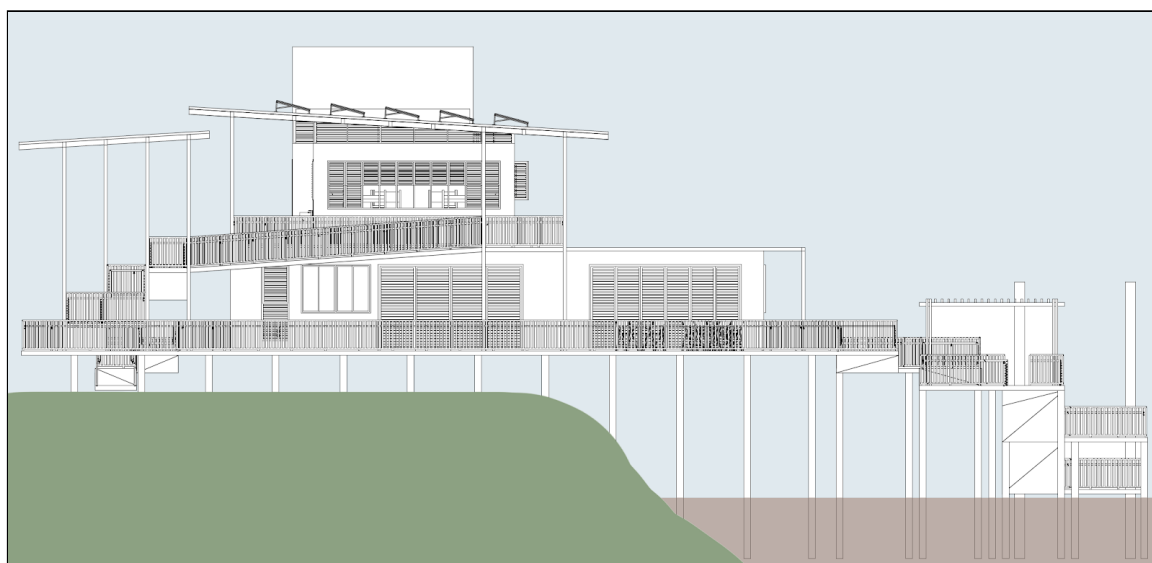


Fonte: Autoria própria

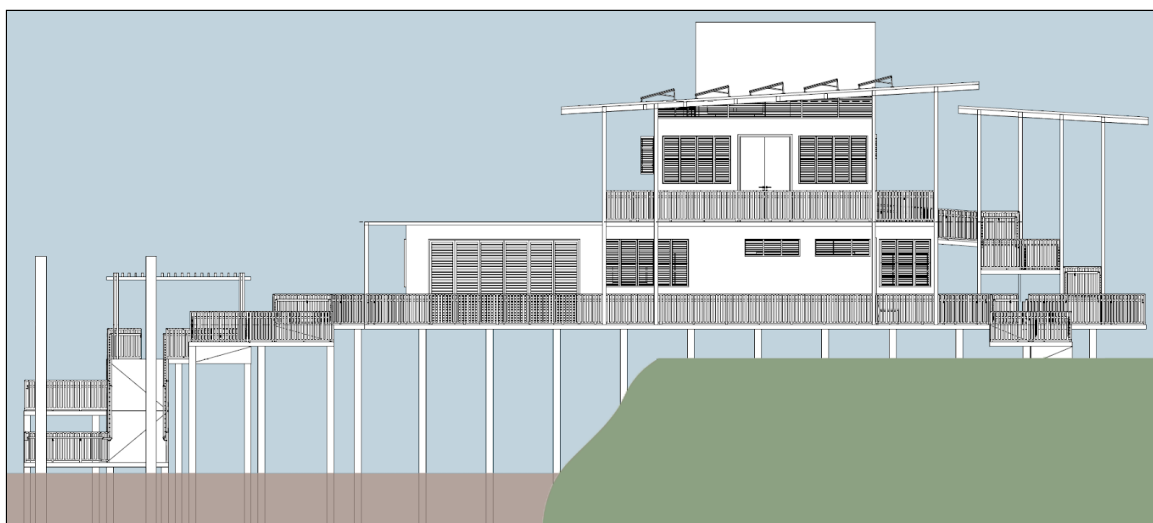
A própria orientação da edificação proporciona uma melhor ventilação natural, pois possibilita que ela intercepte o fluxo de ar para o interior do edifício. A direção

predominante do vento na região do projeto é Leste - Oeste, sendo a edificação orientada de forma a que aproveite melhor esta variável. Da mesma forma, a volumetria favorece um fluxo ideal para ventilação cruzada. Uma planta em “L” é mais eficiente para represar os ventos. Uma forma estreita, retangular e alongada é ideal para favorecer a ventilação natural a uma maior parcela dos ambientes da edificação. Em regiões tropicais de elevada umidade do ar é uma estratégia comum para maximizar a ventilação é elevar o edifício e seu piso para expô-lo a maiores velocidades do ar, aproveitamento ao máximo da ventilação natural como uma solução passiva de conforto térmico. Esta estratégia também fora utilizada tendo em vista que o terreno está situado em uma área alagada, sujeita a altas variações de nível da maré.

Figura 32 - Vista da fachada leste

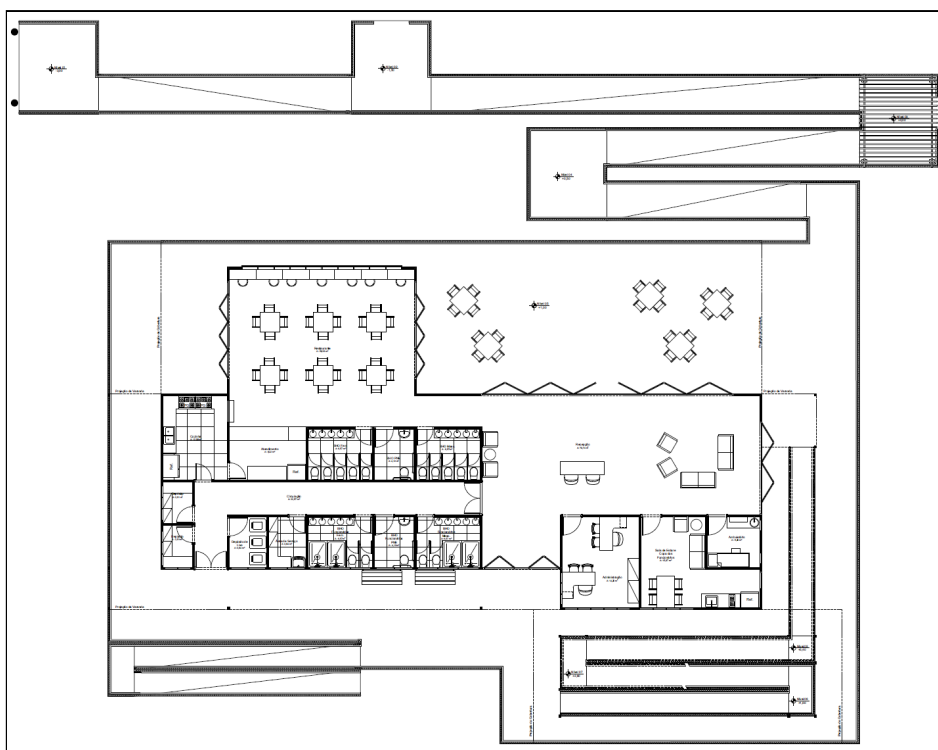


Fonte: Aatoria própria

Figura 33 - Vista da fachada oeste

Fonte: Autoria própria

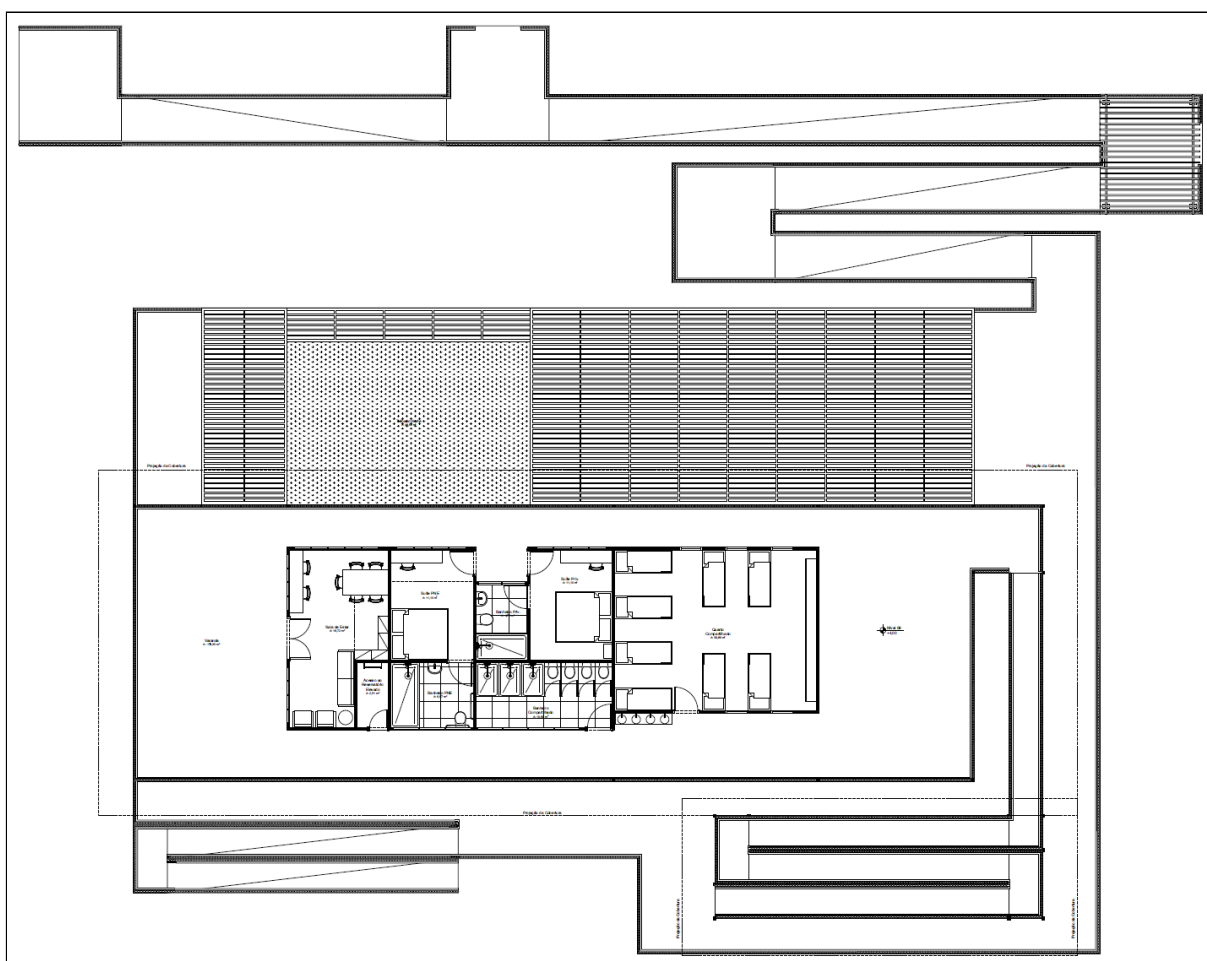
No primeiro pavimento verificamos uma volumetria em “L”, gerando um represamento do vento para os recintos de maior permanência e afunilamento para os recintos menos expostos ao vento, permitindo a criação de zonas de pressão positivas e negativas através da edificação.

Figura 34 - Planta baixa do primeiro pavimento

Fonte: Autoria própria

No segundo pavimento verificamos uma volumetria mais simples e compacta, na qual a localização dos recintos de maior permanência - principalmente noturna - alojamentos e sala de estar, ao norte da edificação favorecem a sua ventilação; e uma ampla cobertura que oferece sombreamento permanente durante todos os períodos do ano e proteção contra a chuva.

Figura 35 - Planta baixa do segundo pavimento



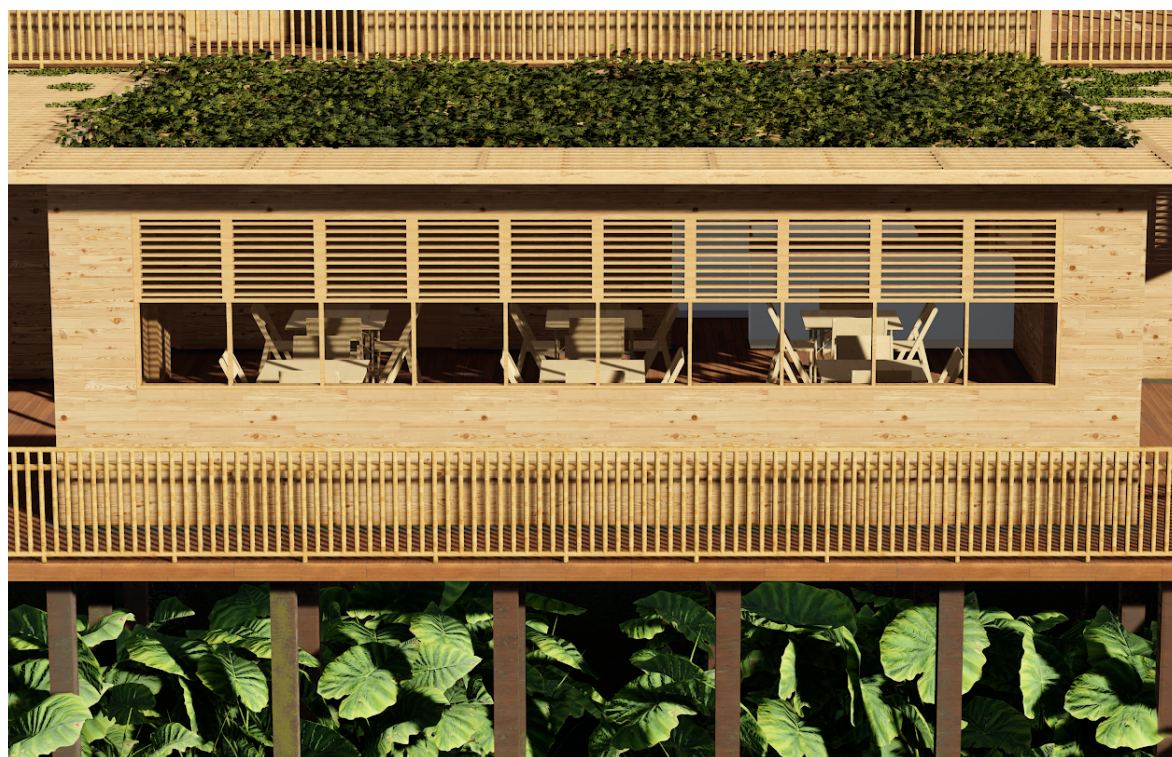
Fonte: Autoria própria

Árvores e arbustos também serão utilizados para canalizar o ar através da estrutura. Sem alterar a paisagem natural, a estrutura estará projetada sobre o Rio Guamá, paralelamente a encosta da Ilha do Combu, com vegetação densa e alta, o que permitirá o direcionamento do vento direto para a edificação, aumentando seu fluxo e pressão.

Entre outras soluções arquitetônicas que ajudam a diminuir ganhos de calor para o interior da edificação, está o uso de cores clara nas fachadas e cobertura, além do emprego de isolamento térmico em seus componentes. Utilizar ambientes nos quais não há longo tempo permanência, como banheiros e despensas, voltados para as orientações mais desfavoráveis, funcionam para garantir às áreas de maior circulação a orientação mais favorável, servindo também como barreiras térmicas para esses recintos.

Buscou-se ainda, não somente como uma solução para conforto térmico mas como uma característica única da construção, que a distinguisse das outras ao redor, a utilização de um telhado verde. Além de interceptar a maior parte da radiação recebida pela sua camada de terra, a irrigação da cobertura vegetal realiza a dissipação de calor através do fenômeno de resfriamento evaporativo e a vegetação superficial diminui a quantidade de luz refletida, melhorando o ofuscamento na visão que poderia ser causado, por exemplo, por uma laje de concreto.

Figura 36 - Imagem renderizada de modelo 3D, vista da cobertura do restaurante com telhado verde



Fonte: Autoria própria

5.6 Legislações aplicadas

Em relação ao espaço geográfico, o Município de Belém é dividido por meio do zoneamento urbano em áreas sobre as quais incidem diretrizes diferenciadas para uso e ocupação do solo. O zoneamento é um instrumento utilizado no plano diretor e é por meio dele que são definidas normas sobre dois elementos principais: o uso e a ocupação de lotes e edificações. É esperado que a adoção das normas definidas no plano diretor induzam os indivíduos a ações que estejam de acordo com os objetivos do município, que incluem, por exemplo, a proporcionalidade entre ocupação e infraestrutura pública e a proteção de áreas frágeis e de interesse cultural.

Segundo o Plano Diretor do Município de Belém, a ilha do Combu está inserida como uma Zona do Ambiente Natural, mais especificamente na Zona do Ambiente Natural 3 (ZAN 3) que engloba parte da Belém insular, ilhas que caracterizam-se pela expressiva área de várzea, com habitação predominantemente de comunidades ribeirinhas e sem qualquer formação de núcleos urbanos.

De modo geral, as três áreas que são definidas como Zona de Ambiente Natural tem como objetivos de sua implantação, a preservação dos ecossistemas naturais, a preservação do patrimônio genético, biológico, ecológico e paisagístico da cidade de Belém. A preservação e proteção de mananciais, igarapés e fontes de água. A promoção e incentivo a estudos e pesquisas, a recuperação de áreas degradadas, ao mesmo tempo em que, deve-se evitar novas ocupações.

Conforme descrito no artigo a respeito da ZAN 3, dentro do Plano Diretor do Município de Belém, Lei nº 8.655, de 30 de julho de 2008, são objetivos para esta área, a conservação da flora e da fauna local, o desenvolvimento de atividades econômicas compatíveis com o ecossistema local e a identificação e qualificação das comunidades existentes, com o objetivo de estimular o conhecimento tradicional e conservação destes.

Art. 99 A Zona do Ambiente Natural 3 (ZAN 3) é representada pelas demais ilhas do Município, caracteriza-se pela expressiva área de várzea, existência de comunidades ribeirinhas e sem formação de núcleos urbanos.

§ 1º A ZAN 3 tem como objetivos:

- I - conservar a flora, a fauna e os demais recursos naturais existentes nas ilhas;
- II - desenvolver atividades econômicas compatíveis com os ecossistemas existentes;
- III - identificar e qualificar as comunidades existentes;
- IV - estimular o conhecimento tradicional para a conservação destes ecossistemas.

Percebe-se, portanto, o reconhecimento do governo municipal, da importância da preservação ambiental, do modo de vida e cultura das populações tradicionais pertencentes a região insular de Belém. Dessa forma, o município se propõe a formulação de políticas públicas com vista à atingir os objetivos descritos.

Entre as diretrizes formuladas para alcançar os objetivos propostos, podemos destacar em seu item III, o apoio ao desenvolvimento das atividades produtivas da população residente, de maneira que estas atividades sejam compatíveis com a manutenção do ecossistema da ilha, portanto, devem ser formulados projetos que busquem uma melhora socioeconômica através da criação de emprego e renda, ao mesmo tempo em que, o aspectos natural da biodiversidade local seja preservado.

§ 2º São diretrizes da ZAN 3:

- I - promover infra-estrutura compatível com a ocupação local;
- II - monitorar o uso e a ocupação nas ilhas para evitar a degradação do meio ambiente;
- III - apoiar o desenvolvimento das atividades produtivas da população residente que seja compatível com a manutenção do ecossistema das ilhas;
- IV - promover a regularização fundiária das comunidades existentes, quando possível;
- V - promover a conservação dos espaços de manifestações culturais das comunidades tradicionais, incorporando-as à política cultural do Município.

Portanto, entende-se que o referido projeto, elaborado de forma ambientalmente, economicamente e socialmente responsável, atenderá as diretrizes propostas para o Zoneamento do Município de Belém. Da mesma forma, ajudará a ampliar o acesso a infraestrutura turística aos visitantes da Ilha do Combu, dando mais visibilidade para as comunidades locais e suas realidades, assim como as deficiências de acesso a infraestrutura básica de saneamento e água potável, conseqüentemente, possibilitará a melhora da qualidade de vida dos habitantes da ilha e o aumento de renda através da exploração da atividade turística.

6 ANÁLISE DE CONFORTO AMBIENTAL APLICADA AO PROJETO

6.1 Metodologia aplicada

Ao elaborar projetos pensados em atingir o melhor desempenho térmico em uma edificação, deve-se adequar a sua arquitetura ao clima em que está inserida, levando-se em consideração as necessidades e atividades humanas realizadas no local. Portanto, é importante o conhecimento do clima local - temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar, pluviosidade, direção e intensidade dos ventos - sendo necessário a adoção de soluções arquitetônicas que sejam adequadas ao clima e aos usos do edifício, dessa forma, torna-se indispensável a análise e avaliação quantitativa e qualitativa do desempenho térmico que o edifício poderá ter. Dessa forma, para auxiliar na análise de desempenho térmico do edifício proposto, será utilizado o *software* Luz do Sol e a aplicação da metodologia de cálculo do método do *Centre Scientifique et Technique du Batiment* (CSTB).

O Luz do Sol é um sistema que permite a verificação das cargas térmicas totais em Watt-hora por metro quadrado (Wh/m^2) nas fachadas dos recintos de uma edificação em determinado dia do ano, levando em consideração o índice de incidência da radiação solar em determinado local.

O método do CSTB considera a interação dos subsistemas construtivos ao avaliar o desempenho térmico dos ambientes, com a influência direta das variáveis climáticas associada às características dos materiais e da construção, tais como a diminuição de ganhos de calor pela radiação solar através da adoção de soluções de sombreamentos. Para a avaliação do conforto térmico no inverno, considera-se apenas as perdas térmicas nos cálculos realizados, visto que a temperatura interna desejável, é sempre superior à temperatura externa. Já para a avaliação do conforto no verão, ou em locais de clima equatorial, tais como Belém, serão considerados as ganhas e perdas de calor a fim de realizar um balanço térmico no ambiente, pois a temperatura interna desejada é inferior a externa.

O método do CSTB permite quantificar a temperatura efetiva do interior do ambiente para que, desta forma, seja analisado se o ambiente atinge a temperatura

de conforto térmico. Caso não atinja, há necessidade de se propor alternativas para solucionar deficiências, tais como a utilização de materiais com transmissão térmica ideais, adequação nas aberturas para ventilação, opções de mascaramento, orientação da edificação em relação ao sol, etc. Através do método é possível identificar quais as características da edificação proporcionam melhor ou pior desempenho térmico, por isso o CSTB é amplamente utilizado e se mostra como a opção mais viável para análise neste trabalho.

Para aplicação do método escolhido, seguiu-se o roteiro criado com base no roteiro criado por Anésia Barros Frota, demonstrado no livro de sua autoria, Manual do Conforto Térmico. O objetivo do roteiro é facilitar o processo de aplicação do método para avaliação do desempenho térmico do projeto elaborado. Será analisado a edificação com base na insolação, ventilação, comportamento do envelope e seu desempenho para atendimento das exigências de conforto para ocupações humanas.

Tabela 7 - Roteiro para análise de desempenho térmico

Roteiro para análise de desempenho térmico do ambiente		
Passo	Descrição	Ferramentas
01	Levantamento dos dados referente à localização (cidade, latitude, longitude, altitude), à implantação e entorno próximo e aos dados climáticos (temperaturas médias, médias das máximas, médias das mínimas, mínimas absolutas, umidade relativa).	Plantas e cortes da edificação; Consulta aos dados do clima local (INMET)
02	Identificação do pior e melhor cenário e recintos, sob o ponto de vista da insolação geral (sem ação	Plantas, cortes, elevação e volumetria do edifício; ARQUITROP;

	de mascaramentos). Levantamento das cargas térmicas totais por fachada para cada recinto em cada mês do ano.	Luz do Sol.
03	Escolha, segundo métodos quantitativos e qualitativos, do pior (es) recinto (s) para aplicação do método de desempenho térmico	Plantas, cortes e elevações do compartimento (s) crítico (s)
04	Estudos geométricos de mascaramento das aberturas, especificamente do (s) pior (es) recinto (s).	Máscaras de insolação e cartas solares.
05	Obtenção dos dados de radiação solar incidente global (I_g).	Luz do sol
06	Determinação das áreas dos elementos que compõem a envoltória do (s) pior (es) recinto (s) e informações sobre os materiais de construção utilizados, incluindo espessura (m) e cor.	Plantas, cortes e elevações do compartimento (s) crítico (s)
07	Caracterização térmica dos materiais que compõem a envoltória, a partir da condutividade térmica ($W/m \cdot ^\circ C$), resistências superficiais ($1/h_e + 1/h_i$) e absorvância da radiação solar de acordo com a cor dos materiais. Para resistência térmica superficial é necessário levar em	ABNT NBR 15220 (2005)

	consideração a direção e o sentido do fluxo de calor (fluxo descendente, para ganhos de calor solar, e fluxo ascendente, para perdas de calor).	
08	Determinação do coeficiente global de transmissão térmica (K) - (W/m ² .°C), para vedações opacas (ganhos e perdas), para vedações transparentes ou translúcidas (ganhos e perda de calor) e Fator Solar (S _{tr})	Desenhos ilustrativos de detalhes construtivos de paredes e da cobertura; ABNT NBR 15220 (2005); $1/K = 1/h_e + 1/h_i + e/\lambda$
09	Cálculo dos ganhos de calor solar através dos elementos da envoltória, deixando em função de I _g , única variável quando áreas, materiais, espessuras e cores externas e orientações estão definidas.	Para superfícies opacas: $Q_{op} = A_{op} \cdot \alpha \cdot K \cdot 1/h_e \cdot I_g$ (W) Para superfícies transparentes: $Q_{tr} = A_{tr} \cdot FS_t \cdot I_g$ (W)
10	Cálculo dos ganhos de calor solar através do estudo da insolação no ambiente	Consulta aos dados de radiação solar incidente sobre planos horizontais e verticais para a latitude do projeto. Carta solar. Planta de situação.
11	Cálculo dos ganhos de calor gerados internamente: Número de pessoas e atividade desenvolvida no ambiente (calor	Consultar dados de calor cedido ao ambiente (W) segundo a atividade desenvolvida no ambiente; Consultar dados de potências aproximadas de aparelhos

	<p>sensível);</p> <p>Iluminação artificial caso a atividade exija ou a iluminação natural não seja suficiente no período de maior ganho de calor solar. (para lâmpadas incandescentes, conforme potência e quantidade, para fluorescentes conforme potência e quantidade + 25%, para reatores convencionais ou para eletrônicos + 10%)</p> <p>Equipamentos elétricos (60% da potência nominal e aplicando fator de uso caso, para o caso de não ter função específica de aquecer)</p>	eletrodomésticos.
12	<p>Perdas de calor através da envoltória e pela ventilação (determinar a taxa de renovação horária da ventilação no recinto) em função da variação da temperatura ΔT (°C)</p>	<p>Para superfícies opacas e para superfícies transparentes e translúcidas:</p> $Q' = A_{(op, tr)} \cdot K \cdot \Delta T \text{ (W)}$ <p>Para perdas devido a ventilação:</p> $Q'_{vent} = 0,35 \cdot N \cdot V \cdot \Delta T \text{ (W)}$
13	<p>Balço térmico do recinto: total de ganhos, igualando o total de ganhos ao total de perdas, ainda sem considerar o efeito da inércia térmica. Nesta etapa obtém-se o ΔT</p>	$Q = Q'$
14	<p>Avaliação da inércia térmica a partir do conceito de superfície</p>	<p>Para inércia térmica do material:</p> $e/2 \cdot d \cdot 1 \text{ (kg/m}^2\text{);}$

	<p>equivalente pesada, caracterizada pelo somatório de áreas das superfícies das paredes internas, teto e piso multiplicando por um coeficiente que será função do peso da parede e da resistência térmica de seus revestimentos - em relação a área do piso do ambiente.</p> <p>Encontrar coeficiente de inércia térmica (m), para cálculo da temperatura interna máxima.</p>	Tabela de inércia térmica
15	Cálculo da temperatura externa média	$\bar{T}_e = (T_{e,máx} + T_{e,mín})/2 \text{ (}^\circ\text{C)}$ $T_{emáx} = (\text{média mensal das temperaturas máximas diárias} + \text{temperatura máxima observada no mês})/2 \text{ (}^\circ\text{C)}$ $T_{emin} = (\text{média mensal das temperaturas mínimas diárias} + \text{temperatura mínima observada no mês})/2 \text{ (}^\circ\text{C)}$
16	Cálculo da temperatura interna máxima ($t_{i,máx}$), a qual corresponde a Temperatura de Bulbo Seco (TBS), calculada a partir dos dados de temperatura do local estudado, temperatura externa calculada conforme método, assim como a alongação (E), aplicando o coeficiente de inércia térmica e o	$\Delta T = T_{emáx} - T_{emin}$ $E = \Delta T / 2$ $t_{i,max} = \bar{T}_e + (1 - m) \cdot E + (1 - m) \cdot \Delta T$

	ΔT já determinado	
17	Avaliação das condições térmicas ambientais (Índice de Temperatura Efetiva - TE), a partir de Temperatura de Bulbo Seco (TBS), Temperatura de Bulbo Seco (TBU) e do Nomograma de Índice de Conforto Equatorial	Aplicação da carta Psicrométrica para obtenção da TBU; Aplicação do Nomograma de Índice de Conforto Equatorial para obtenção da Temperatura Efetiva (TE)
18	Verificação do funcionamento do sistema de ventilação natural da edificação, considerando as áreas das aberturas, taxas de renovação de ar e inércia térmica.	Detalhar janelas, elementos vazados e outros tipos de aberturas; $\Delta T_1 = \Delta T (1 - m)$ $A_e = \text{área de ventilação}/2$ $A_s = A_e$ $H = \text{Altura média da área de abertura}$ $\phi_c = 0,14 \cdot A \cdot \sqrt{H} \cdot \Delta T_1$
19	Revisão das perdas de calor pela ventilação e do balanço térmico, se necessário	$N = \phi_c/V$
20	Proposição de adequações à edificação caso o desempenho térmico aferido não atenda às condições esperadas.	

Fonte: Adaptação do roteiro criado FRANCISCO (2005) adaptado do roteiro criado por por Anésia Barros Frota em seu livro "Manual do Conforto térmico" (FROTA; SCHIFFER, 2003)

Através da metodologia descrita no roteiro acima, se buscará encontrar o pior cenário entre os recintos projetados na edificação, para dessa forma, aplicando o método do CSTB, verificar a Temperatura Efetiva do recinto e elaborar alternativas arquitetônicas que visam melhorar as condições de conforto térmico, da maneira mais eficiente possível, utilizando ao máximo de alternativas passivas.

6.2 Estudo de conforto térmico

A partir do roteiro para análise do desempenho térmico apresentado no tópico 6.1, e levando em consideração os dados levantados através do *software* Luz do Sol, tem-se neste tópico a aplicação do método do CSTB em sua etapa de cálculos.

6.2.1 Levantamento de dados para aplicação do método do CSTB

- a. Dados do local de implantação
 - i. Localização: Município de Belém - Pará
 - ii. Latitude: 01° 28' Sul e Longitude 48° 30' Oeste
- b. Dados de clima (agosto)

Tabela 8 - Dados do clima de Belém para o mês de agosto

Média compensada mensal da temperatura (°C)	Média mensal das temperatura máximas (°C)	Média mensal das temperatura mínimas (°C)	Temperatura máxima observada no mês (°C)	Temperatura mínima observada no mês (°C)	Média mensal de umidade relativa (%)	Total mensal de precipitação (mm)
26,70	32,00	22,10	34,00	19,10	83,00	116,00

Fonte: Próprio autor com dados do ARQUITROP

6.2.2 Identificação do pior e melhor cenário e recintos

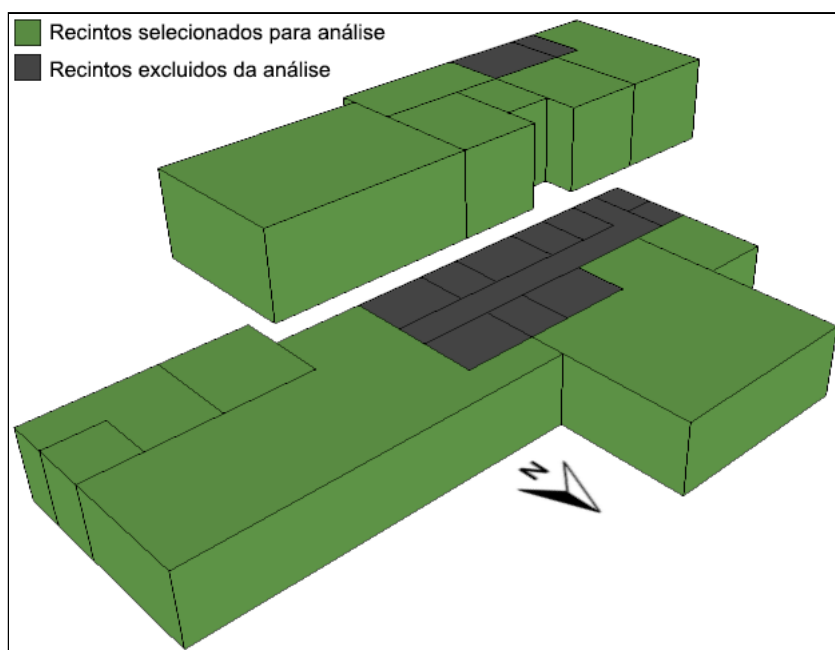
Para a definição do pior cenário, através da análise da radiação solar incidente nos diferentes recintos do projeto, foram selecionados os ambientes que detivessem pelo menos uma fachada e cobertura expostas a radiação solar direta, desconsiderando fatores como sombreamento, transmitância térmica de materiais, janelamento, vegetação e outros elementos do entorno. Além disso, excluiu-se

também desta análise os ambientes de passagem como o corredor das áreas de acesso dos funcionários e o acesso ao reservatório de água elevado, pois estes recintos não são caracterizados como locais de permanência.

Desta forma, os recintos analisados, conforme demonstrado nas figuras 37 e 38, foram:

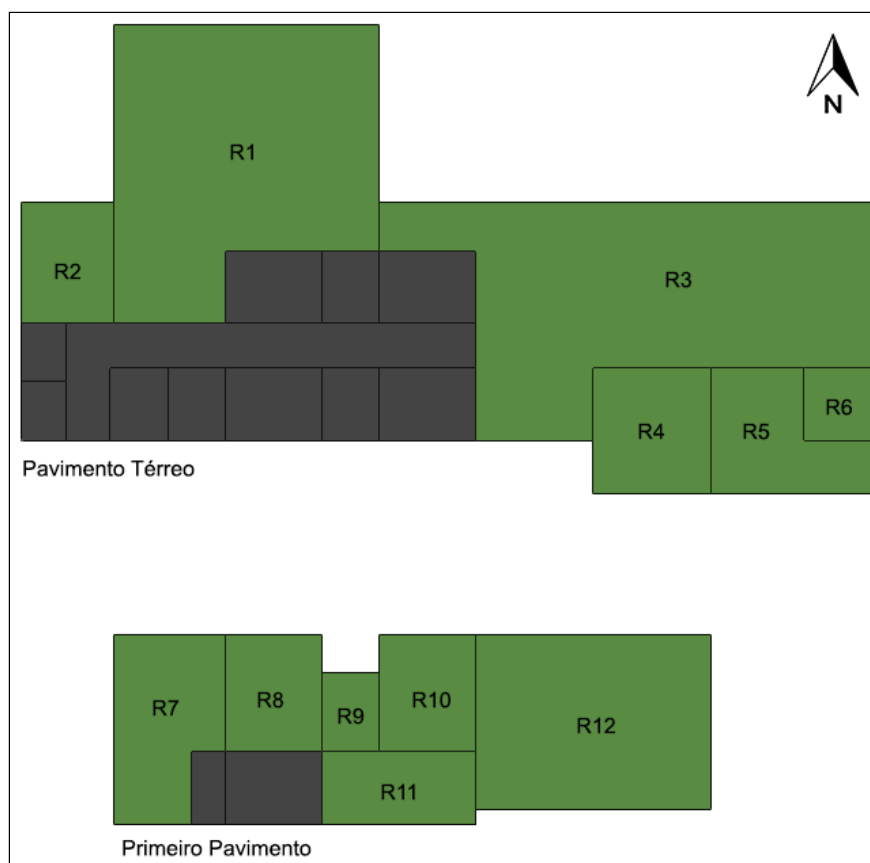
- A. R1 - Restaurante
- B. R2 - Cozinha
- C. R3 - Recepção
- D. R4 - Administração
- E. R5 - Copa e Estar dos funcionários
- F. R6 - Ambulatório
- G. R7 - Estar Hóspedes
- H. R8 - Suíte PNE
- I. R9 - Banheiro privativo
- J. R10 - Suíte
- K. R11 - Banheiro Compartilhado
- L. R12 - Quarto Compartilhado

Figura 37 - Recintos



Fonte: Autoria própria

Figura 38 - Localização dos recintos



Fonte: Autoria própria

Para realização das análises, é necessário quantificar as cargas térmicas totais das áreas das superfícies expostas de cada ambiente, sendo elas: fachada Norte (0°), fachada Leste (90°), fachada Sul (180°), fachada Oeste (270°) e Cobertura (COB). Os dados de carga térmica total por fachada serão levantados no *software* Luz do Sol que, em sua rotina, fornece os valores de incidência da radiação solar através de informações locais, tais como latitude, orientação do projeto, dia do mês e nebulosidade.

A carga térmica é uma importante variável para análise do conforto térmico, pois por meio de sua quantificação, será possível verificar a quantidade de calor total que deverá ser retirada do recinto para mantê-lo em condições desejáveis de temperatura e umidade (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

A nebulosidade de cada mês foi encontrada no *software* ARQUITROP, como demonstrado no *print* da tela retirada do programa, disponível na figura 39, bem

como as médias mensais e anuais de temperatura, umidade relativa, chuva, direção e velocidade dos ventos.

Figura 39 - Banco de dados climáticos ARQUITROP

>> ARQUITROP 3.0 - BANCO DE DADOS CLIMATICOS											FICHA : 2/PA	<<
Cidade: BELEM			UF:PA		Lat:01 28		Lon:48 27		Alt: 24			
		MAX. ABS.	MIN. ABS.	AMPL ABS.	MED. MAX.	MED. MIN.	AMPL MED.	UM RL	CHU TOT	NEB MED	DIR VEN	VEL VEN
01	JAN	34.6	19.5	15.1	31.0	22.6	8.4	89	318	7.7	90	2.6
02	FEV	33.7	20.2	13.5	30.4	22.7	7.7	91	407	8.3	90	2.6
03	MAR	34.5	19.6	14.9	30.3	22.8	7.5	91	436	8.6	90	3.1
04	ABR	34.1	21.1	13.0	30.8	23.0	7.8	90	381	8.2	90	3.1
05	MAI	34.1	20.4	13.7	31.4	22.9	8.5	87	264	7.4	90	2.6
06	JUN	34.1	20.2	13.9	31.8	22.5	9.3	84	164	6.1	90	3.1
07	JUL	34.2	19.5	14.7	31.7	22.2	9.5	83	160	5.6	90	3.1
08	AGO	34.0	19.1	14.9	32.0	22.1	9.9	83	116	5.2	90	3.1
09	SET	33.7	19.4	14.3	31.9	22.0	9.9	84	119	5.6	90	3.1
10	OUT	34.4	18.9	15.5	32.0	22.0	10.0	83	104	5.5	90	3.1
11	NOV	35.1	19.4	15.7	32.2	22.1	10.1	82	90	6.0	90	3.1
12	DEZ	35.4	19.3	16.1	31.8	22.4	9.4	85	197	6.8	90	3.1
13	ANO	34.3	19.7	14.6	31.4	22.4	9.0	86	2756	6.8	90	3.1

Fonte: ARQUITROP

De posse destes dados, é possível verificar as cargas térmicas totais por recinto em um ano, encontrando-se o pior recinto em relação a incidência de radiação solar e sua carga térmica, assim como o dia do ano em dado mês onde a incidência solar e carga térmica média são mais intensas, denominado de pior cenário.

De acordo com os resultados de cargas térmicas dos recintos do edifício proposto, disponível na tabela 9 e no gráfico 3, elaborado a partir da simulação individual de cada ambiente, disponível no apêndice B, foi identificado que o recinto R3 (recepção) apresentou maior carga térmica total (6.275.871 Wh/m²) durante o ano, sendo caracterizado como pior recinto, porém, este recinto também não será considerado para análise, pois não é um ambiente de grande permanência, desta forma, será mais interessante para este projeto, a análise do recinto R1 - restaurante (ver figura 40), sendo este o segundo pior recinto apontado na análise de cargas térmicas, com total anual de 5.431.060 Wh/m².

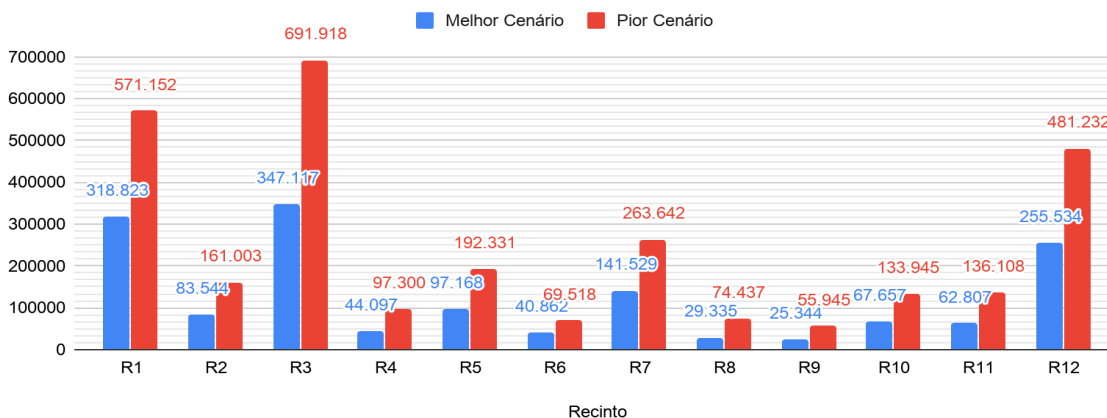
Tabela 9 - Cargas térmicas anualizadas

CARGAS ANUALIZADAS SEM AÇÃO DE MASCARAMENTOS (Wh/m ²)													
RECINTO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Σanual
R1	353.894	331.071	318.823	369.045	433.614	530.938	571.152	596.590	534.239	524.861	465.608	401.227	5.431.060
R2	92.415	86.453	83.544	99.553	119.141	146.881	157.016	161.003	140.135	137.056	121.590	104.773	1.449.559
R3	407.373	369.202	347.117	427.640	522.338	648.830	688.784	691.918	582.994	585.765	536.121	467.788	6.275.871
R4	73.847	57.540	44.097	46.535	51.288	61.250	67.426	75.116	73.665	91.651	97.300	89.409	829.125
R5	146.024	119.073	97.168	102.473	112.859	134.740	148.365	165.408	162.319	189.428	192.331	174.195	1.744.382
R6	45.756	42.852	40.862	43.065	47.356	56.479	62.251	69.518	68.252	67.932	60.198	51.848	656.368
R7	173.143	154.421	141.529	163.098	191.108	233.764	251.707	263.642	237.116	245.090	227.895	200.015	2.482.527
R8	31.697	29.598	29.335	42.425	56.322	71.957	74.437	68.786	49.588	46.924	41.708	35.978	578.755
R9	27.750	25.914	25.344	33.412	42.381	53.344	55.945	54.109	42.679	41.086	36.512	31.493	469.968
R10	74.688	69.816	67.657	82.792	100.710	124.909	132.787	133.945	113.603	110.686	98.266	84.711	1.194.569
R11	103.308	81.083	62.807	66.255	73.012	87.199	95.984	106.944	104.923	129.128	136.108	124.796	1.171.547
R12	333.310	288.176	255.534	297.666	351.331	430.978	462.830	481.232	428.300	457.743	438.818	389.569	4.615.486
Σmensal	1.863.204	1.655.197	1.513.817	1.773.959	2.101.460	2.581.270	2.768.683	2.868.211	2.537.811	2.627.349	2.452.454	2.155.802	
Melhor Cenário do Ano			XXX								XXX		
Pior Cenário do Ano			XXX								XXX		
Melhor Cenário de Cada Mês					XXX								
Pior Cenário de Cada Mês					XXX								

Fonte: Autoria própria

Gráfico 3 - Melhor e pior recinto - Cargas térmicas totais anualizadas

Melhor Recinto e Pior Recinto

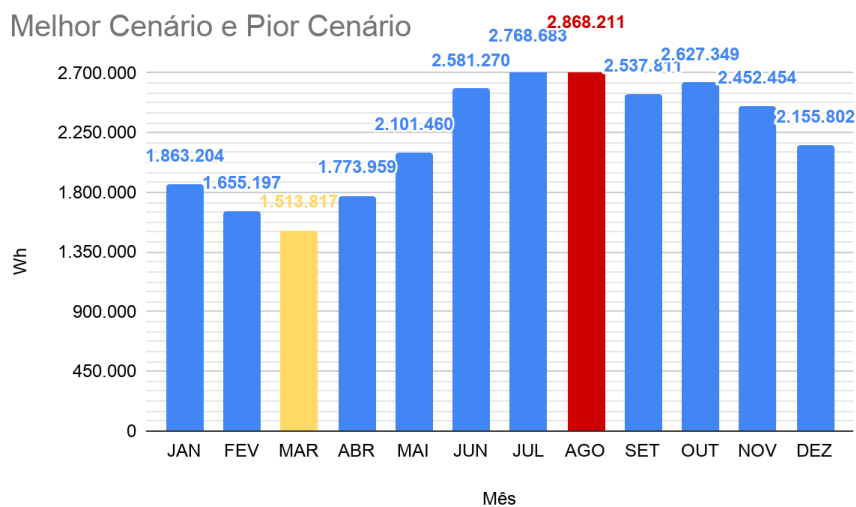


Fonte: Autoria própria

O gráfico 4 aponta o pior cenário anual como sendo o mês de agosto, com 2.868.211 Wh/m² de carga incidente sobre as fachadas da edificação proposta e o mês de março como o mês com menor incidência de radiação solar. Esta análise se mostra factível na medida em que agosto é um mês de baixa nebulosidade e altas

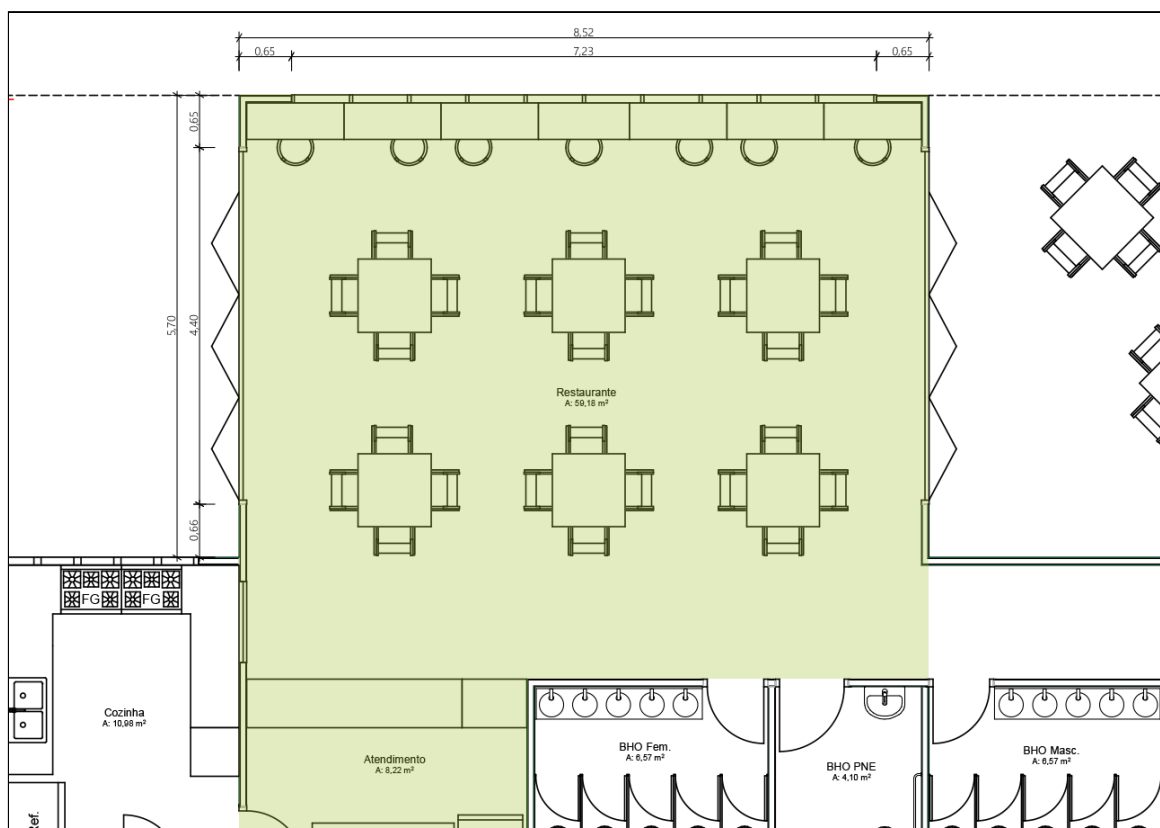
temperaturas, e março ser o mês com maiores taxas de precipitação, reconhecido como o meio do período popularmente conhecido como inverno amazônico.

Gráfico 4 - Melhor e pior cenário anual



Fonte: Autoria própria

Figura 40 - Restaurante

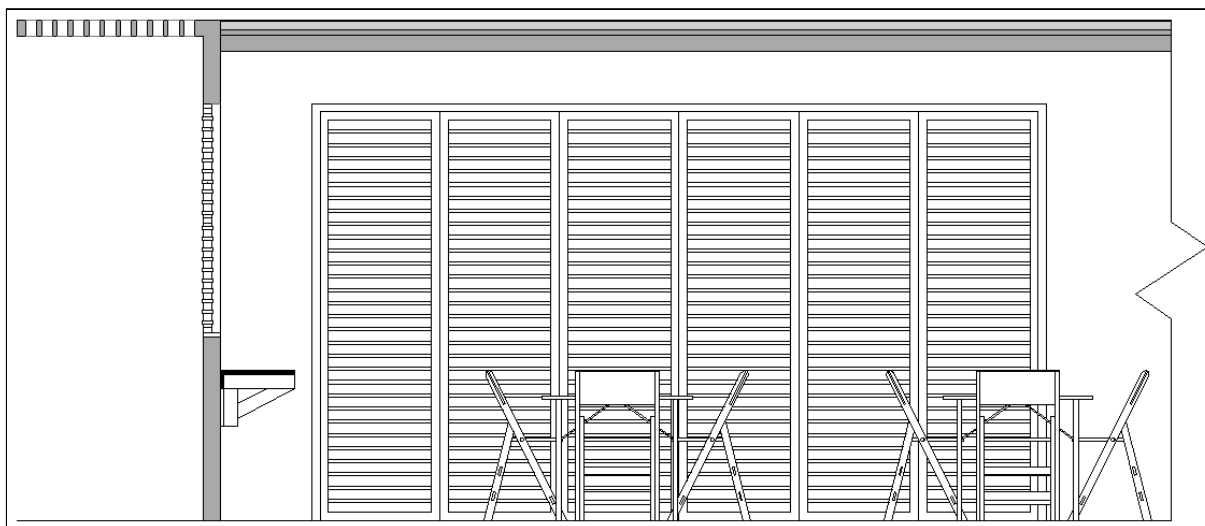


Fonte: Autoria própria

Em relação aos materiais construtivos, foi priorizado o uso da madeira por ser um material leve e que esteticamente se assemelha ao entorno visto que é amplamente utilizado nas construções tradicionais ribeirinhas. Além deste, foram utilizados materiais isolantes nas paredes e cobertura, buscando a redução da transmissão de calor do exterior para o interior do edifício.

Assim, as paredes constituem-se de estrutura de madeira preenchida com 10 cm de lã de vidro, fechadas com chapas de Painel de Tiras de Madeira Orientadas (OSB) de 2 cm de espessura interna e externamente, sendo nesta última revestida com *sidings* de madeira com 2 cm, sustentados por ripas com 4 cm de espessura fixadas a estrutura de madeira, essa com 10 cm de espessura. Já a cobertura é composta por estrutura de madeira de 10 cm de espessura, com chapas de OSB de 2 cm e 5 cm em espessura para as placas de Poliestireno Extrudado (XPS) como isolamento térmico, já a manta impermeabilizante de Composto a Base de Poliolefinas Termoplásticas (TPO) possui espessura insignificante para o cálculo.

Figura 41 - Corte do restaurante



Fonte: Autoria própria

6.2.3 Estudo da insolação no ambiente e ajustamento prévio da radiação solar incidente global (W/m^2)

A radiação solar, ao incidir sobre os componentes das fachadas da edificação, representam em menor ou maior escala, ganhos de calor. O ganho de calor solar

será função da intensidade da radiação solar incidente e das características térmicas dos materiais que compõem as fachadas.

A radiação solar incidente sobre as superfícies é calculada levando-se em consideração a latitude, data, altitude, nebulosidade e orientação do plano de incidência em relação ao sol.

A tabela 10 apresenta os dados de radiação solar incidente (I_g) sobre planos horizontais e verticais para cada fachada da edificação proposta no projeto para o dia 22 de agosto, na latitude $-01^{\circ}30'$, com o índice de nebulosidade típico deste mês para a região de Belém.

Tabela 10 - Radiação solar incidente (I_g) sobre planos horizontais e verticais (W/m^2).
Latitude $-01^{\circ}30'$. Nebulosidade: 05,20. Dia 22 de Agosto.

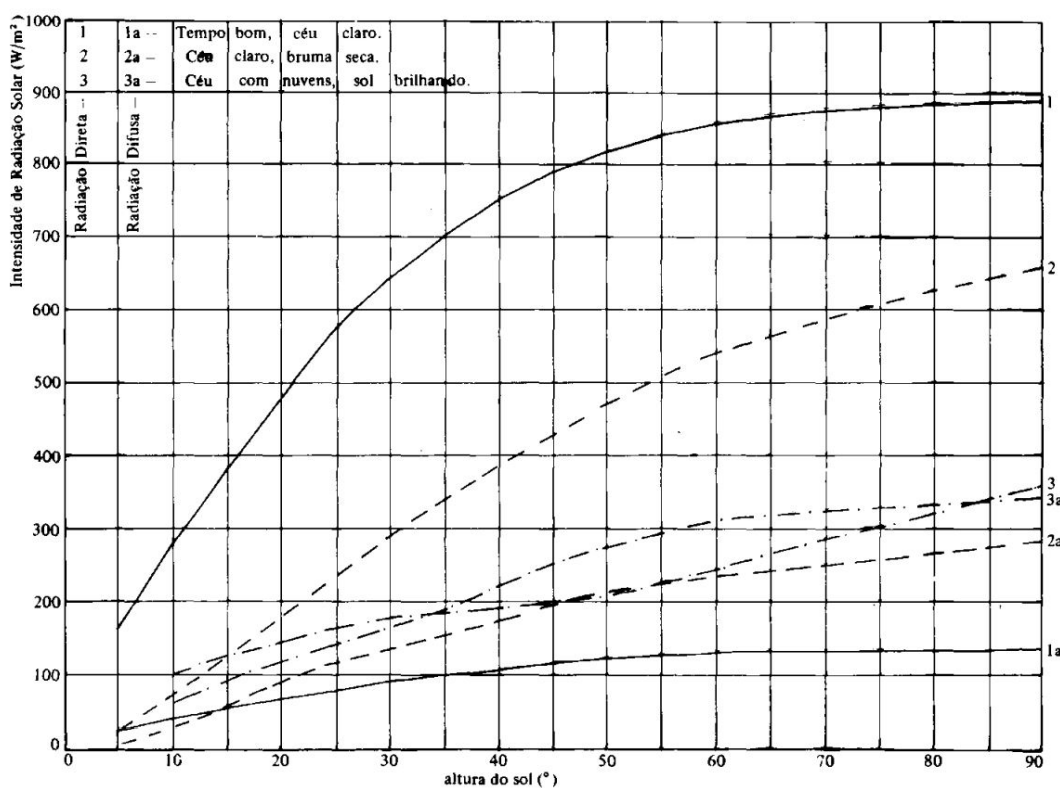
Radiação solar incidente global (W/m^2)					
	0°	90°	180°	270°	COB
06 h	48	187	9	9	41
07 h	91,5	335	17	17	144
08 h	126,5	397,5	24,5	24,5	299
09 h	145,5	359,5	29	29	435
10 h	156,5	265,5	32,5	32,5	537
11 h	163,5	140	34	34	601
12 h	165	34,5	34,5	70,5	614,5
13 h	160,5	33,5	33,5	205,5	574,5
14 h	145,5	29	29	359,5	435
15 h	126,5	24,5	24,5	397,5	299
16 h	91,5	17	17	335	144
17 h	48	9	9	187	41
Total	1468,5	1832	293,5	1701	4165

Fonte: Luz do sol

É necessário, entretanto, realizar um ajustamento desses dados devido ao sombreamento proposto para as aberturas do recinto, que ocasionam uma diminuição dos ganhos de calor solar.

O gráfico 5, elaborado pelo LNEC (Laboratório Nacional de engenharia Civil, Lisboa - Portugal) fornece dados da intensidade de radiação solar direta e difusa para três condições do céu.

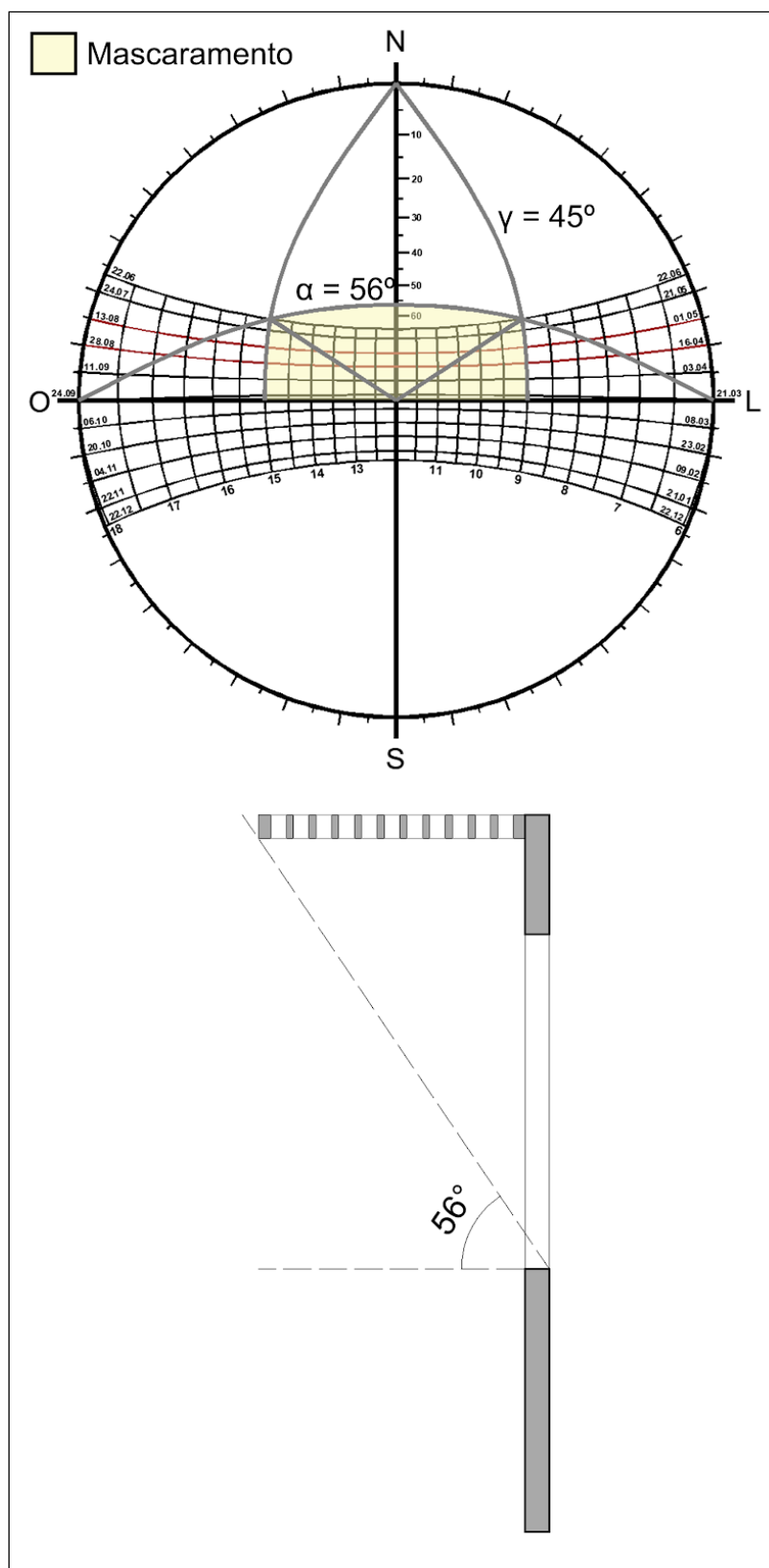
Gráfico 5 - Dados de intensidade de radiação solar direta sobre plano normal e difusa sobre plano horizontal, segundo a altura do sol, para diversas condições do céu.



Fonte: LNEC

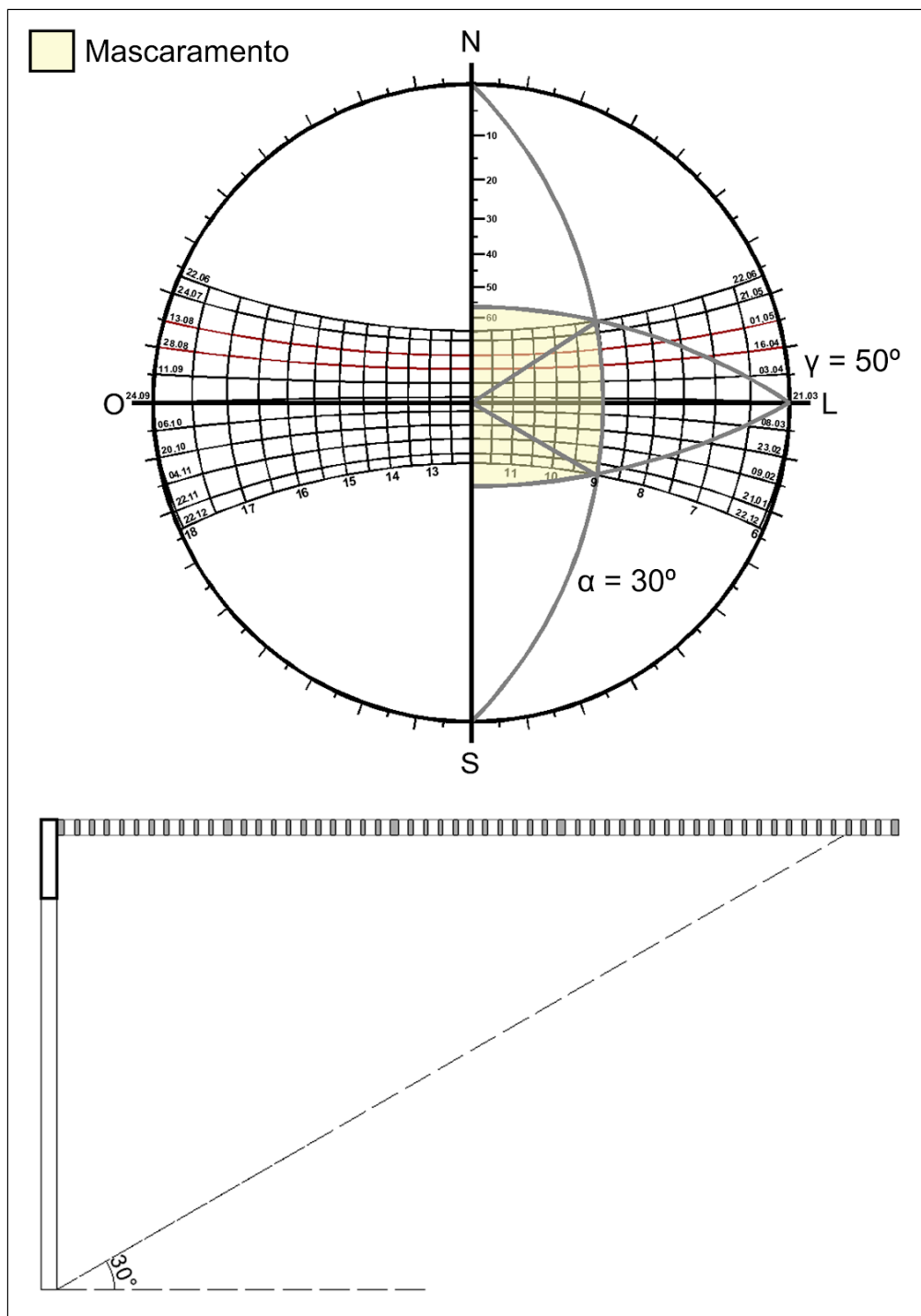
Através do gráfico 5, é possível ajustar a intensidade de radiação solar pelo efeito do sombreamento. Na condição de céu claro, a radiação solar incidente global (I_g) fica ajustada para 100 W/m^2 para os horários em que o mascaramento exerce obstrução da radiação solar direta, permitindo a entrada apenas da luz difusa, conforme as cartas solares dispostas nas figuras 42, 43 e 44.

Figura 42 - Carta solar com mascaramento e corte do ângulo de obstrução do sombreamento da fachada norte no período entre as 9 horas e 15 horas



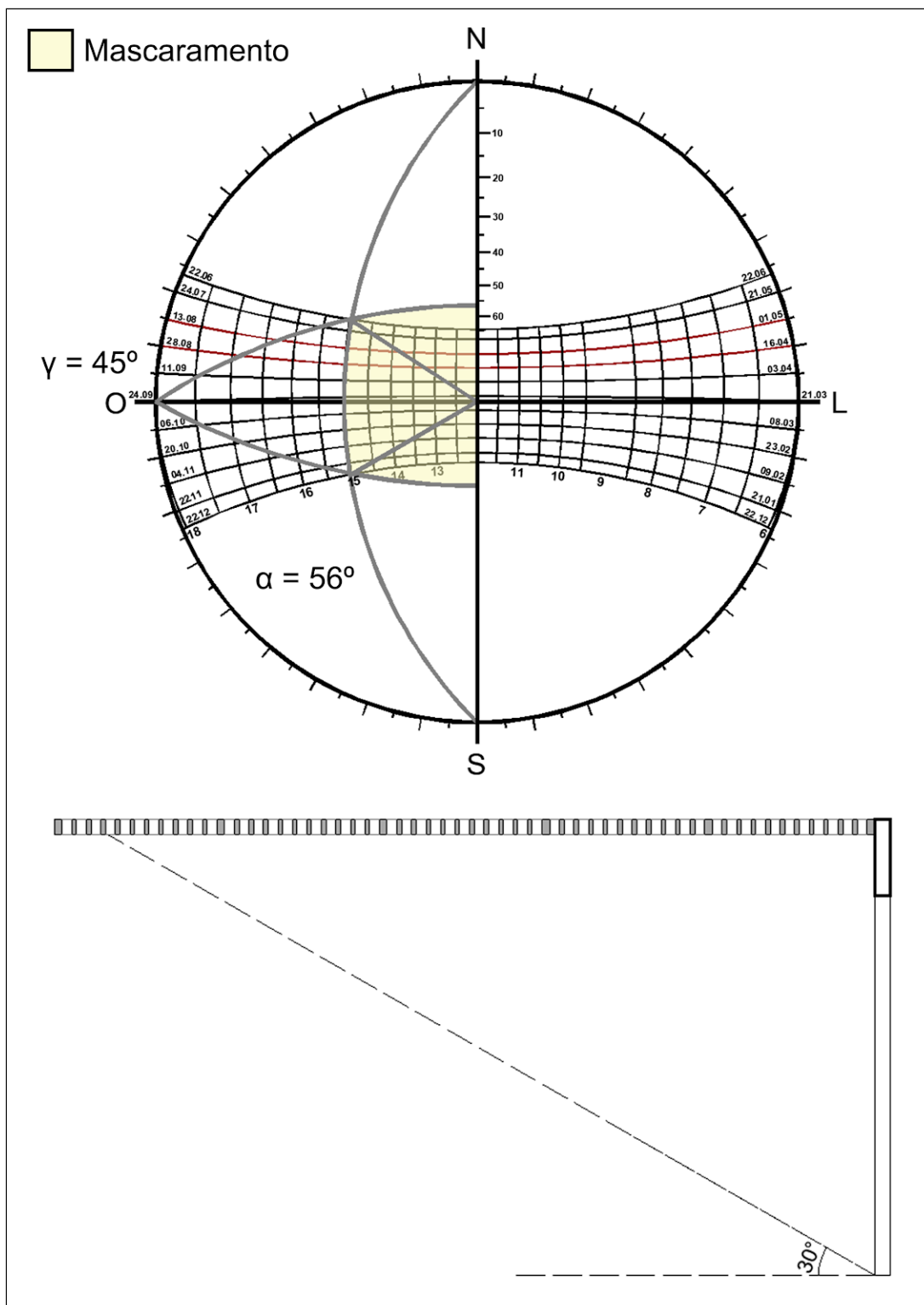
Fonte: Autoria própria

Figura 43 - Carta solar com mascaramento e corte do ângulo de obstrução do sombreamento para a fachada leste a partir das 8 horas até às 12 horas



Fonte: Autoria própria

Figura 44 - Carta solar com mascaramento e corte do ângulo de obstrução do sombreamento para a fachada oeste a partir das 12 horas até às 15 horas



Fonte: Autoria própria

De posse desses dados, é possível ajustar a radiação incidente global com a ação dos mascaramentos propostos.

- Cobertura (livre de obstrução):

6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h
41	144	229	435	537	601	614,5	574,5	435	299	144	41

- Fachada Norte (0°):

6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h
48	91,5	126,5	100	100	100	100	100	100	100	91,5	48

- Fachada Leste (90°):

6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h
100	100	100	100	100	100	34,5	33,5	29	24,5	17	9

- Fachada Oeste (270°):

6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h
9	17	24,5	29	32,5	34	70,5	100	100	100	100	100

6.2.4 Determinação do Coeficiente Global de Transmissão Térmica (K)

Os ganhos de calor nas vedações opacas são calculados a partir do coeficiente global de transmissão térmica ou transmitância térmica (K), e nas vedações transparentes ou translúcidas a partir do Fator Solar (S_{tr}). Segundo Frota & Schiffer (2003), o coeficiente K pode ser determinado para paredes homogêneas, segundo a equação:

$$1/K = 1/h_e + 1/h_i + e/\lambda \quad (2)$$

Onde:

K = coeficiente global de transmissão térmica ($W/m^2 \cdot ^\circ C$);

e = espessura da camada (m);

λ = condutibilidade térmica ($W/m \cdot ^\circ C$);

$1/h_e + 1/h_i$ = resistências térmicas superficiais ($m^2 \cdot ^\circ C/W$).

Para determinação do K em paredes heterogêneas, é necessário identificar se a parede possui elementos compostos em camadas de diferentes espessuras, ou elementos heterogêneos em superfície, mas com espessuras semelhantes. Os valores para as resistências térmicas superficiais podem ser obtidos na tabela 10.

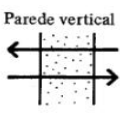
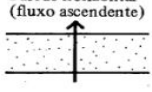
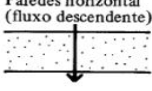
Equação para determinação do K em paredes heterogêneas com diferentes espessuras:

$$1/K = 1/h_e + e_1/\lambda_1 + e_2/\lambda_2 + e_3/\lambda_3 + \dots + 1/h_i \quad (3)$$

A expressão para determinação do K para paredes heterogêneas em superfícies consta na equação:

$$1/K = K_1 \cdot A_1 + K_2 \cdot A_2 + K_3 \cdot A_3 + \dots / A_1 + A_2 + A_3 + \dots \quad (4)$$

Tabela 11 - Condutâncias e resistências térmicas superficiais para paredes exteriores

Posição das paredes e sentido do fluxo	Unidades	Paredes exteriores				
		h_i	$\frac{1}{h_i}$	h_e	$\frac{1}{h_e}$	$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e}$
Parede vertical 	$W/m^2 \cdot ^\circ C$	8	-	20	-	-
	$m^2 \cdot ^\circ C/W$	-	0,12	-	0,05	0,17
Parede horizontal (fluxo ascendente) 	$W/m^2 \cdot ^\circ C$	11	-	20	-	-
	$m^2 \cdot ^\circ C/W$	-	0,09	-	0,05	0,14
Paredes horizontal (fluxo descendente) 	$W/m^2 \cdot ^\circ C$	6	-	20	-	-
	$m^2 \cdot ^\circ C/W$	-	0,17	-	0,05	0,22

Fonte: FROTA & SCHIFFER (2003)

Em relação às paredes transparentes ou translúcidas, segundo Frota & Schiffer (2003), deve-se incorporar ao fluxo um coeficiente devido à transparência da superfície analisada. Nesta situação utiliza-se o Fator Solar (S_{tr}). A expressão que define o (S_{tr}) é a equação:

$$S_{tr} = \alpha \cdot K / h_e + \tau \quad (5)$$

Onde:

S_{tr} = Fator Solar;

α = coeficiente de absorção solar;

h_e = condutância térmica superficial externa;

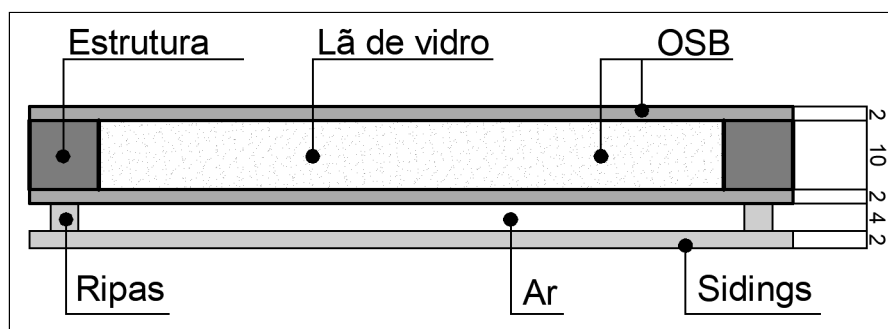
τ = coeficiente de transparência quanto a radiação solar.

Abaixo seguem os cálculos para determinação da transmissão térmica (K) de cada componente da edificação.

I - Cálculo da transmissão térmica da Parede Norte do recinto restaurante

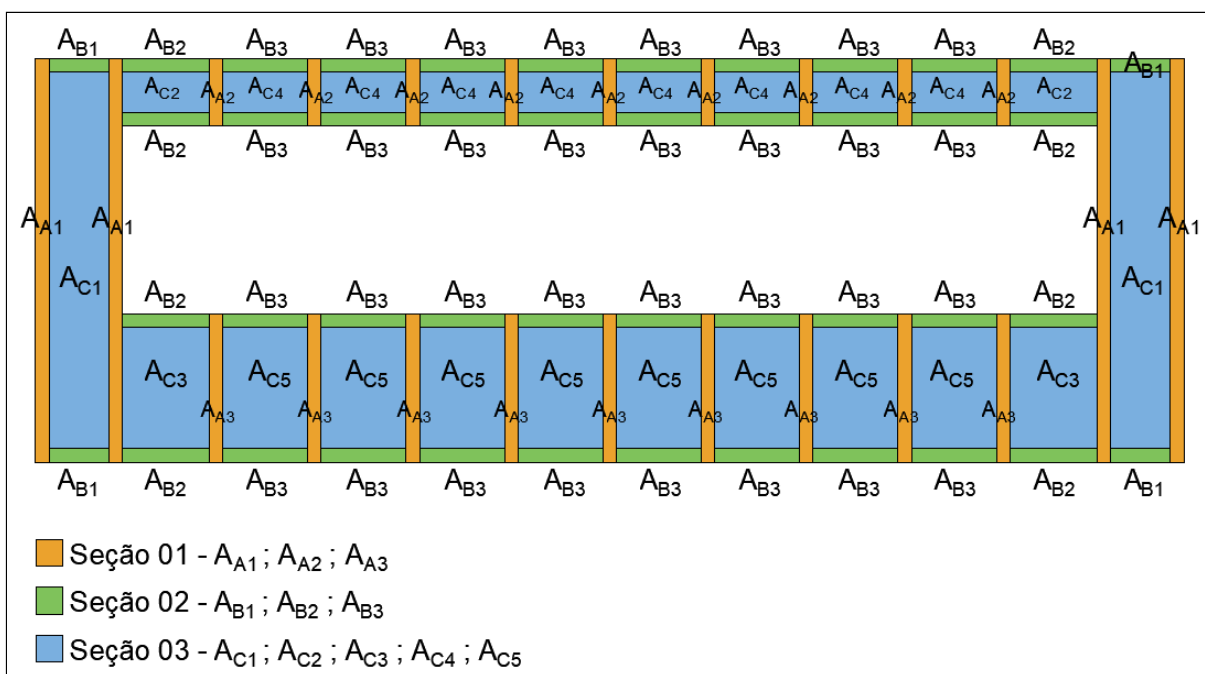
Para efeito de cálculo foi utilizado dados do pinhos perpendiculares a fibra, pois não foi encontrado na pesquisa realizada, dados sobre condutividade térmica de madeiras da região amazônica.

Figura 45 - Corte demonstrativo dos componentes das paredes



Fonte: Autoria própria

Figura 46 - Corte da parede norte com seções



Fonte: Autoria própria

Dados:

$$d_{\text{OSB}} = 590 \text{ Kg/m}^3$$

$$d_{\text{pinus}} = 550 \text{ Kg/m}^3$$

$$d_{\text{lã de vidro}} = 0,24 \text{ Kg/m}^3$$

$$\lambda_{\text{OSB}} = 0,13 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$$

$$\lambda_{\text{pinus}} = 0,14 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$$

$$\lambda_{\text{lã de vidro}} = 0,05 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$$

a) Resistência térmica da parede

Seção 1 (Elementos estruturais verticais - Chapa de OSB + Estrutura de Pinus + Chapa de OSB + Ripas de pinus + Sidings de Pinus):

$$A_1 = 4 \times 0,30 + 9 \times 0,11 + 9 \times 0,05 = 2,64 \text{ m}^2$$

$$R_1 = (0,020/0,14) + (0,04/0,14) + (0,02/0,13) + (0,1/0,14) + (0,02/0,13)$$

$$R_1 = 1,45$$

Seção 2 (Elementos estruturais horizontais - Chapa de OSB + Estrutura de Pinus + Chapa de OSB + Câmara de ar + Sidings de Pinus):

$$A_2 = 4 \times 0,044 + 8 \times 0,064 + 32 \times 0,063 = 2,704 \text{ m}^2$$

$$R_2 = (0,020/0,14) + 0,16 + (0,02/0,13) + (0,1/0,14) + (0,02/0,13)$$

$$R_2 = 1,32$$

Seção 3 (Elementos de vedação - Chapa de OSB + Lã de vidro + Chapa de OSB + Câmara de ar + Sidings de Pinus):

$$A_3 = 2 \times 1,24 + 2 \times 0,58 + 2 \times 0,19 + 8 \times 0,56 + 8 \times 0,19 = 10,02 \text{ m}^2$$

$$R_3 = (0,020/0,14) + 0,16 + (0,02/0,13) + (0,1/0,05) + (0,02/0,13)$$

$$R_3 = 2,61$$

$$R_{\text{total}} = (4 \times 0,30) + (9 \times 0,11) + (9 \times 0,05) + (4 \times 0,044) + (8 \times 0,064) + (32 \times 0,063) + (2 \times 1,24) + (2 \times 0,58) + (2 \times 0,19) + (8 \times 0,56) + (8 \times 0,19) / (4 \times 0,30/1,45) + (9 \times 0,11/1,45) + (9 \times 0,05/1,45) + (4 \times 0,04 / 1,32) + (8 \times 0,064/1,32) + (32 \times 0,063/1,32) + (2 \times 1,24/2,61) + (2 \times 0,58/2,61) + (2 \times 0,19/2,61) + (8 \times 0,56/2,61) + (8 \times 0,19/2,61)$$

$$R_t = 15,364/7,708$$

$$R_t = 1,993 \text{ (m}^2 \cdot \text{°C)/W}$$

b) Resistência térmica total (RT)

$$RT = 1/h_i + 1/h_e + R_t$$

$$RT = 0,17 + 1,993$$

$$RT = 2,16 \text{ (m}^2 \cdot \text{°C)/W}$$

c) Transmissão térmica da parede

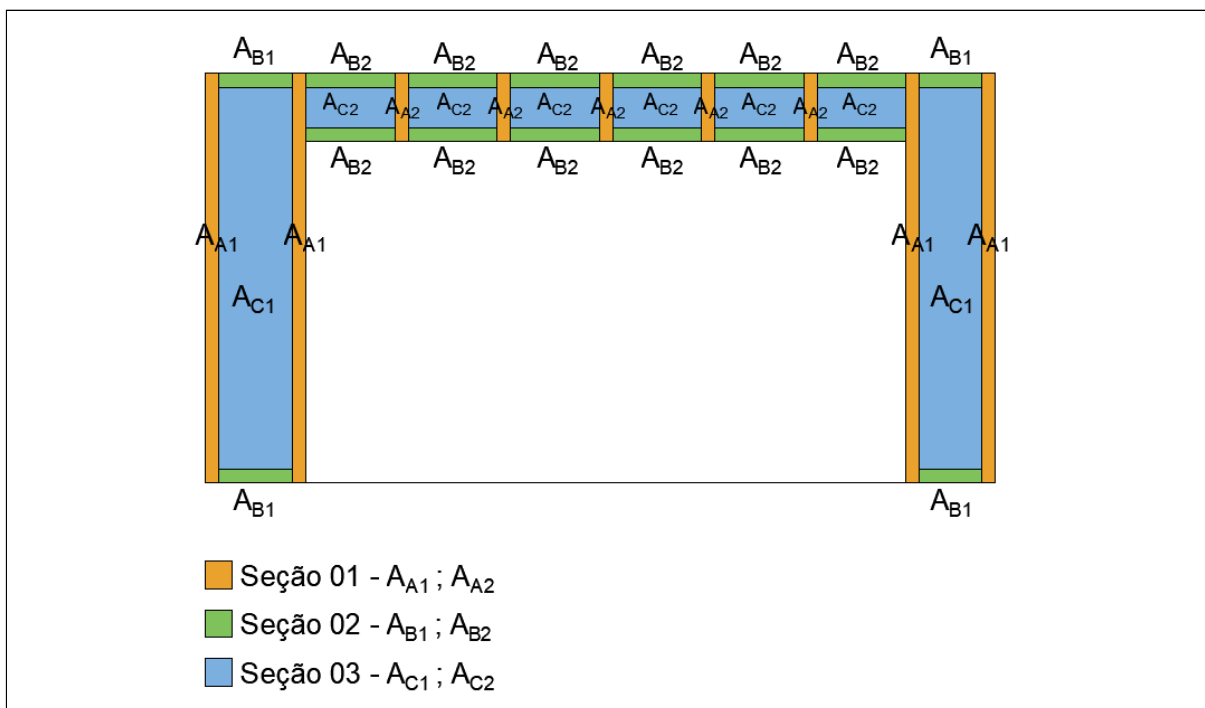
$$K = 1/RT$$

$$K = 1/2,16$$

$$K = 0,462 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{°C)}$$

II - Cálculo da transmissão térmica das Paredes Leste e Oeste do recinto restaurante

Figura 47 - Corte das paredes Leste e Oeste com seções



Fonte: Autoria própria

Dados:

$$d_{\text{OSB}} = 590 \text{ Kg/m}^3$$

$$d_{\text{pinus}} = 550 \text{ Kg/m}^3$$

$$d_{\text{lã de vidro}} = 0,24 \text{ Kg/m}^3$$

$$\lambda_{\text{OSB}} = 0,13 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$$

$$\lambda_{\text{pinus}} = 0,14 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$$

$$\lambda_{\text{lã de vidro}} = 0,05 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$$

a) Resistência térmica da parede

Seção 1 (Elementos estruturais verticais - Chapa de OSB + Estrutura de Pinus + Chapa de OSB + Ripas de pinus + Sidings de Pinus):

$$A_1 = 4 \times 0,30 + 5 \times 0,05 = 1,45 \text{ m}^2$$

$$R_1 = (0,020/0,14) + (0,04/0,14) + (0,02/0,13) + (0,1/0,14) + (0,02/0,13)$$

$$R1 = 1,45$$

Seção 2 (Elementos estruturais horizontais - Chapa de OSB + Estrutura de Pinus + Chapa de OSB + Câmara de ar + Sidings de Pinus):

$$A2 = 4 \times 0,54 + 12 \times 0,06 = 2,88 \text{ m}^2$$

$$R2 = (0,020/0,14) + 0,16 + (0,02/0,13) + (0,1/0,14) + (0,02/0,13)$$

$$R2 = 1,32$$

Seção 3 (Elementos estruturais verticais - Chapa de OSB + Estrutura de Pinus + Chapa de OSB + Ripas de pinus + Sidings de Pinus):

$$A3 = 2 \times 1,27 + 6 \times 0,195 = 3,71 \text{ m}^2$$

$$R3 = (0,020/0,14) + 0,16 + (0,02/0,13) + (0,1/0,05) + (0,02/0,13)$$

$$R3 = 2,61$$

$$R_{\text{total}} = (4 \times 0,30) + (5 \times 0,05) + (4 \times 0,54) + (12 \times 0,06) + (2 \times 1,27) + (6 \times 0,195) / (4 \times 0,30/1,45) + (5 \times 0,05/1,45) + (4 \times 0,54/1,32) + (12 \times 0,06/1,32) + (2 \times 1,27/2,61) + (6 \times 0,195/2,61)$$

$$R_t = 8,04/4,60$$

$$R_t = 1,75 \text{ (m}^2 \cdot \text{°C)/W}$$

b) Resistência térmica total (RT)

$$RT = 1/h_i + 1/h_e + R_t$$

$$RT = 0,17 + 1,75$$

$$RT = 1,92 \text{ (m}^2 \cdot \text{°C)/W}$$

c) Transmissão térmica da parede

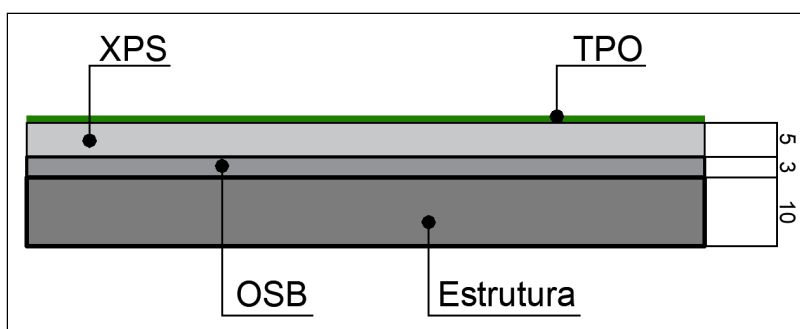
$$K = 1/RT$$

$$K = 1/1,92$$

$$K = 0,520 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{°C)}$$

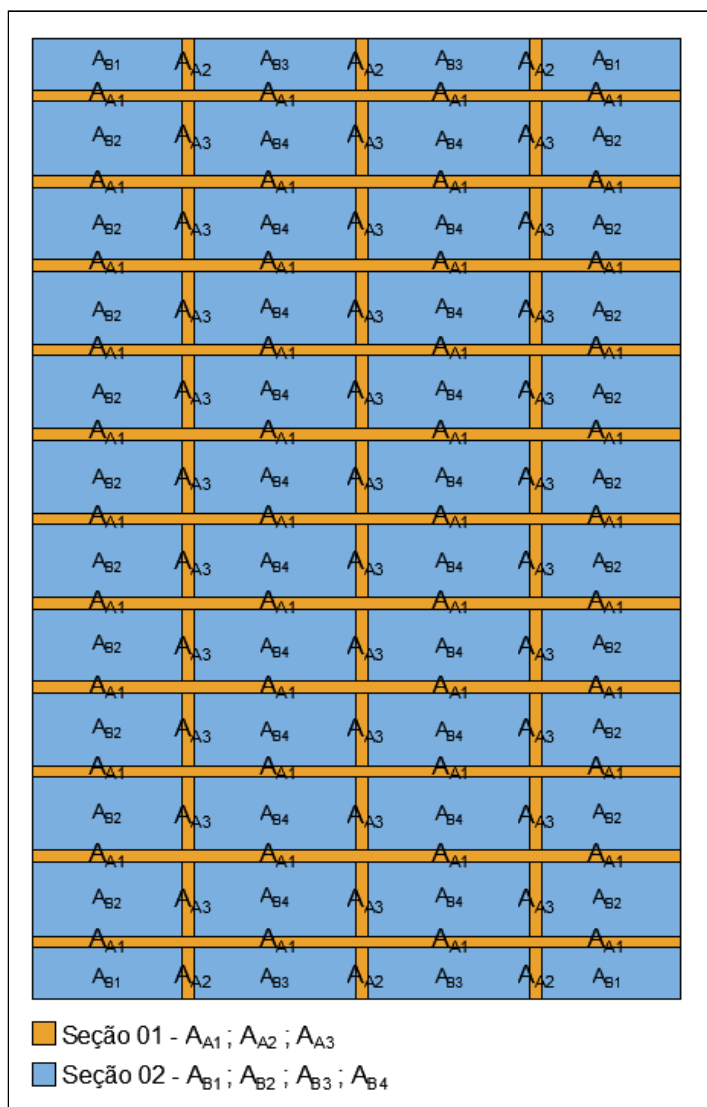
III - Cálculo da transmissão térmica da Cobertura do recinto restaurante.

Figura 48 - Corte demonstrativo dos componentes da cobertura



Fonte: Autoria própria

Figura 49 - Corte da cobertura com seções



Fonte: Autoria própria

Dados:

$$d_{\text{OSB}} = 590 \text{ Kg/m}^3$$

$$d_{\text{pinus}} = 550 \text{ Kg/m}^3$$

$$d_{\text{XPS}} = 0,32 \text{ Kg/m}^3$$

$$\lambda_{\text{OSB}} = 0,13 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$$

$$\lambda_{\text{pinus}} = 0,14 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$$

$$\lambda_{\text{XPS}} = 0,03 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$$

a) Resistência térmica da cobertura

Seção 1 (Elementos estruturais - Estrutura de pinus + Chapas de OSB + Placas de XPS):

$$A1 = 11 \times 0,56 + 30 \times 0,06 + 6 \times 0,04 = 8,20 \text{ m}^2$$

$$A1 = 11 \times 0,129 + 22 \times 0,14 + 11 \times 0,12 = 5,819 \text{ m}^2$$

$$R1 = (0,05/0,03) + (0,03/0,13) + (0,1/0,14)$$

$$R1 = 2,61$$

Seção 2 (Elementos de vedação - Chapas de OSB + Placas de XPS):

$$A2 = 8 \times 0,576 + 40 \times 0,83 = 37,76 \text{ m}^2$$

$$R2 = (0,05/0,03) + (0,03/0,13)$$

$$R2 = 1,89$$

$$R_{\text{total}} = (11 \times 0,56) + (30 \times 0,06) + (6 \times 0,04) + (8 \times 0,576) + (40 \times 0,83) / (11 \times 0,56/2,61) + (30 \times 0,06/2,61) + (6 \times 0,04/2,61) + (8 \times 0,576/1,89) + (40 \times 0,83/1,89)$$

$$R_t = 44,49/23,12$$

$$R_t = 1,98 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C)/W}$$

b) Resistência térmica total (RT) para fluxos descendentes

$$RT = 1/h_i + 1/h_e + R_t$$

$$RT = 0,22 + 1,96$$

$$RT = 2,20 \text{ (m}^2 \cdot \text{°C)/W}$$

c) Transmissão térmica da cobertura para fluxos descendentes

$$K = 1/RT$$

$$K = 1/2,20$$

$$K = 0,458 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{°C)}$$

d) Resistência térmica total (RT) para fluxos ascendentes

$$RT = 1/h_i + 1/h_e + R_t$$

$$RT = 0,14 + 1,98$$

$$RT = 2,12 \text{ (m}^2 \cdot \text{°C)/W}$$

e) Transmissão térmica da cobertura para fluxos ascendentes

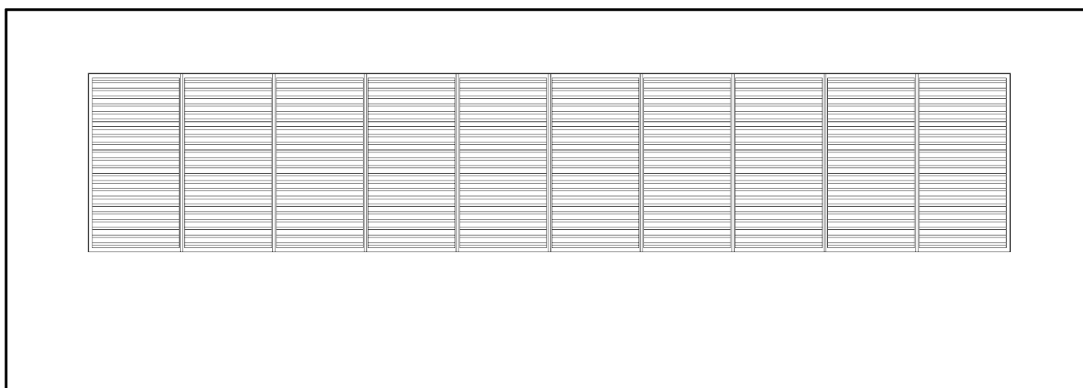
$$K = 1/RT$$

$$K = 1/2,12$$

$$K = 0,476 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{°C)}$$

IV - Cálculo da transmissão térmica da Janela do recinto restaurante

Figura 50 - Corte da janela da parede norte



Fonte: Autoria própria

Dados:

$$d_{\text{pinus}} = 550 \text{ Kg/m}^3$$

$$\lambda_{\text{pinus}} = 0,14 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$$

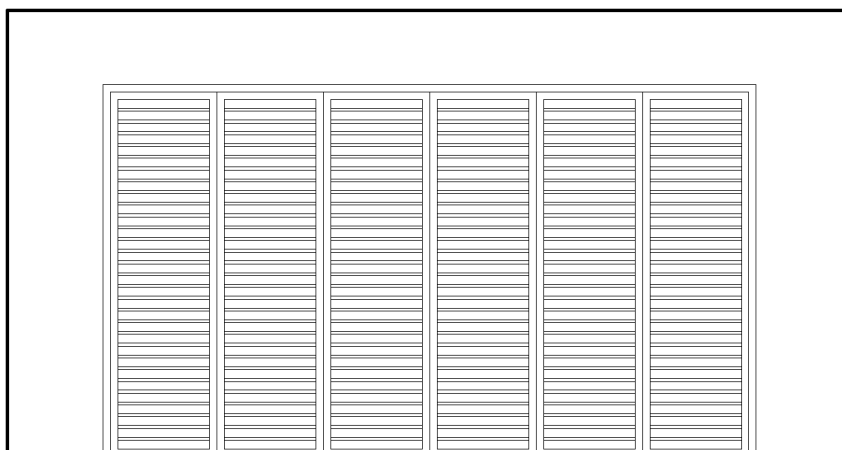
$$1/K = 1/h_e + 1/h_i + e/\lambda$$

$$K = 0,17 + 0,10/0,14$$

$$K = 0,884 \text{ W/(m}^2\text{.}^\circ\text{C)}$$

V - Cálculo da transmissão térmica das Portas do recinto restaurante

Figura 51 - Corte da porta das paredes Leste e Oeste



Fonte: Autoria própria

Dados:

$$d_{\text{pinus}} = 550 \text{ Kg/m}^3$$

$$\lambda_{\text{pinus}} = 0,14 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$$

$$1/K = 1/h_e + 1/h_i + e/\lambda$$

$$K = 0,17 + 0,10/0,14$$

$$K = 0,884 \text{ W/(m}^2\text{.}^\circ\text{C)}$$

Na tabela 12, têm-se os resultados dos cálculos do ambiente analisado.

Tabela 12 - Valores da transmissão térmica dos componentes envoltórios

Componente	Descrição	Transmissão térmica (K)
Parede N	Estrutura em madeira, preenchida com lã de vidro, fechada externa e internamente com placas de OSB. Revestido externamente com sidings de madeira fixados por ripas de madeira na estrutura. Cor do revestimento externo: marrom clara.	K = 0,462 W/(m².°C)
Parede L e O	Estrutura em madeira, preenchida com lã de vidro, fechada externa e internamente com placas de OSB. Revestido externamente com sidings de madeira fixados por ripas de madeira na estrutura. Cor do revestimento externo: marrom clara.	K = 0,520 W/(m².°C)
Cobertura	Estrutura de madeira, chapa de OSB, isolamento de XPS, manta impermeabilizante de TPO.	Para fluxos descendentes: K = 0,458 W/(m².°C) Para fluxos ascendentes: K = 0,476 W/(m².°C)
Janela	Venezianas de madeira	K = 0,884 W/(m².°C)
Porta 1 e 2	Venezianas de madeira	K = 0,884 W/(m².°C)

6.2.5 Cálculo dos ganhos de calor solar da envoltória

O ganho de calor em superfícies é determinado a partir do coeficiente K, encontrados no tópico anterior. Frota & Schiffer (2003) recomendam que os ganhos de calor da envoltória sejam deixados em função de I_g a fim de obter o maior ganho de calor e encontrar as regiões da envoltória que necessitem de ajustes para redução dos ganhos. A expressão para sua determinação é dada pela seguinte equação:

Para superfícies opacas:

$$Q_{op} = A_{op} \cdot \alpha \cdot K \cdot 1/h_e \cdot I_g \text{ (W)} \quad (6)$$

Onde:

Q_{op} = Ganhos de calor em superfície opaca (W);

A_{op} = área da superfície opaca (m²);

K = coeficiente global de transmitância térmica (W/m².°C);

α = coeficiente de absorção da radiação solar;

I_g = Intensidade de radiação solar incidente global (W/m²);

h_e = coeficiente da condutância térmica superficial externa (W/m².°C).

O coeficiente α está relacionado à absorção na superfície externa do elemento, sendo assim, a influência da cor ou do revestimento do material na superfície da envoltória está diretamente ligada aos ganhos de calor. Materiais mais reflexivo e de cor clara, apresentam coeficientes de absorção menores, cores mais escuras possuem coeficiente maiores, sendo mais absorventes da radiação solar, por consequência, do calor emitido pelo luz do sol. O coeficiente de absorção pode ser encontrado na tabela 13.

Tabela 13 - Valores de coeficiente de absorção

Cor ou Superfície	Coefficiente de absorção (α)
Branco	0,2 – 0,3
Amarelo, laranja, vermelho claro	0,3 – 0,5
Vermelho escuro, verde claro, azul claro	0,5 – 0,7
Marrom claro, verde escuro, azul escuro	0,7 – 0,9
Marrom escuro	0,9 – 1
Preto fosco	0,85 – 0,95
Tijolo ou pedra ou telha cor vermelha	0,65 – 0,80
Tijolo ou pedra cor amarela, couro	0,50 – 0,70
Tijolo ou pedra ou telha cor amarela	0,30 – 0,50
Vidro da janela	Transparente
Alumínio, ouro, bronze, (brilhantes)	0,30 – 0,50
Latão, alumínio fosco, aço galvanizado	0,40 – 0,65
Latão, cobre (polidos)	0,30 – 0,50
Alumínio, cromo (polidos)	0,10 – 0,40

Fonte: FROTA & SCHIFFER (2003)

Para superfícies transparentes ou translúcidas:

$$Q_{tr} = A_{tr} \cdot FS_t \cdot I_g \quad (W) \quad (7)$$

Onde:

Q_{tr} = Ganhos de calor em superfície transparente (W);

A_{tr} = área da superfície transparente (m²);

S_{tr} = Fator Solar;

I_g = Intensidade de radiação solar incidente global (W/m²).

Na tabela 14 estão demonstrados os cálculos de ganhos de calor solar de cada componente do ambiente analisado:

Tabela 14 - Cálculo dos ganhos de calor de cada componente

Componente	Área total	Ganhos de Calor	
Parede N	15,44m ²	$Q1 = 15,44 \cdot [(0,70 \cdot 0,462) / 20] \cdot I_g$	$Q1 = 0,249 I_g$
Parede L	6,40m ²	$Q2 = 6,40 \cdot [(0,70 \cdot 0,520) / 20] \cdot I_g$	$Q2 = 0,116 I_g$
Parede O	6,40m ²	$Q3 = 6,40 \cdot [(0,70 \cdot 0,520) / 20] \cdot I_g$	$Q3 = 0,116 I_g$
Cobertura	46,59m ²	$Q4 = 46,59 \cdot [(0,80 \cdot 0,458) / 20] \cdot I_g$	$Q4 = 0,853 I_g$
Janela	5,06m ²	$Q5 = 5,06 \cdot [(0,70 \cdot 0,884) / 20] \cdot I_g$	$Q5 = 0,156 I_g$
Portas 1	5,50m ²	$Q6 = 5,50 \cdot [(0,70 \cdot 0,884) / 20] \cdot I_g$	$Q6 = 0,170 I_g$
Portas 2	5,50m ²	$Q7 = 5,50 \cdot [(0,70 \cdot 0,884) / 20] \cdot I_g$	$Q7 = 0,170 I_g$

Com os ganhos de calor de cada componente do ambiente auferidos e deixados em função de I_g e com auxílio dos dados de radiação solar incidente para latitude de Belém após ajustamento (ver item 6.2.3), é possível verificar os ganhos de calor solar de cada componente do recinto analisado, em Watts/hora, e os ganhos de calor total do recinto em cada horário. Obtendo-se o horário crítico para análise, onde os ganhos de calor solar são maiores, conforme a tabela 15.

Tabela 15 - Planilha de ganhos de calor solar

Componente	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h
Parede N Q1 = 0,249 lg (W)	12	23	31	25	25	25	25	25	25	25	23	12
Parede L Q2 = 0,116 lg (W)	22	39	46	12	12	12	4	4	3	3	2	1
Parede O Q3 = 0,116 lg (W)	1	2	3	3	4	4	8	12	12	12	39	22
Cobertura Q4 = 0,853 lg (W)	35	123	225	371	458	513	524	490	371	255	123	35
Janela + Vazios Q5 = 0,156 lg (W)	250	477	660	522	522	522	522	522	522	522	477	250
Porta L Q6 = 0,170 lg (W)	567	567	567	567	567	567	196	190	164	139	96	51
Porta O Q7 = 0,170 lg (W)	51	96	139	164	184	193	400	567	567	567	567	567
Totais (W)	938	1327	1671	1781	1772	1836	1679	1810	1664	1523	1327	938

Após análise dos dados levantados, encontramos o horário de maior ganho de calor para o ambiente crítico como sendo às 11 horas, com ganhos de 1836 W.

6.2.6 Ganhos de calor gerados no ambiente interno

Para uma avaliação mais precisa do desempenho térmico, além dos ganhos de calor provenientes do meio externo, é necessário quantificar os ganhos de calor advindos de outras fontes, além do sol. Portanto, é importante considerar o número de pessoas e as atividades realizadas no ambiente interno da edificação, assim como a potência dos equipamentos e da iluminação artificial do ambiente.

Neste sentido, segundo Frota & Schiffer (2003), a quantidade de calor dissipada pelo organismo humano para o ambiente, dependerá da atividade exercida. Para o cálculo do ganho de calor, considera-se apenas o calor sensível.

Da mesma forma, a conversão da energia elétrica em luz também gera calor sensível, que é dissipado através da radiação para superfícies circundantes e por condução, através de materiais adjacentes, e por convecção através do ar. Lâmpadas incandescentes convertem apenas 10% de sua potência elétrica em luz,

sendo que o restante, 90% se transforma em calor, sendo 80% através da radiação e 10% através de condução e convecção. Lâmpadas fluorescentes convertem 25% da sua potência elétrica em luz, sendo 25% dissipado sob forma de calor radiante e 50% através da convecção e condução.

Ainda segundo Frota, como a luz também se transforma em calor depois de absorvida pelos materiais, adota-se como cargas térmicas a potência instalada para no caso das lâmpadas incandescentes e para as fluorescentes, 125%, se referindo a potência nominal de mais 25% referente aos reatores.

Já no que se refere aos equipamentos, o calor dissipado para o ambiente é função de sua potência e de suas características, adota-se como calor cedido ao ambiente cerca de 60% da potência nominal dos aparelhos elétricos.

Para o cálculo, deve-se somar as potências verificadas cedidas pelas pessoas, a iluminação e os equipamentos, chegando-se assim ao calor gerado no ambiente interno.

Segundo Frota & Schiffer (2003, p. 177), considera-se para pessoas sentadas, cosendo a mão, o valor padrão de 65W de calor gerado pelo metabolismo. Para efeito de cálculo neste trabalho, iremos considerar o recinto restaurante em sua lotação máxima, com 28 ocupantes. Não será considerado os valores emitidos pela iluminação, pois no horário verificado, a iluminação natural será suficiente.

Tabela 16 - Ganhos de calor interno

Ganhos de calor interno	
$Q_{\text{ocupação}} = 20 \times 65$	$Q_{\text{ocupação}} = 1300 \text{ W}$
$Q_{\text{eq}} = \text{Geladeira}$	$Q_{\text{eq}} = 150\text{W} \times 0,6 = 90\text{W}$

De posse dos dados de ganhos de calor interno e ganhos de calor solar, é possível obter os ganhos de calor total no ambiente, disponíveis na tabela 17:

Tabela 17 - Ganhos de calor total

Ganhos de calor total	
$Q_{\text{total}} = Q_{\text{sol}} + Q_{\text{ocupação}} + Q_{\text{eq}} = 1836 + 1300 + 90$	$Q_{\text{total}} = 3226 \text{ W}$

6.2.7 Cálculo das perdas de calor

Mesmo que o ambiente esteja submetido aos ganhos de calor interno e externo, ele não se mantém permanentemente aquecido, sofrendo perdas de calor no decorrer do tempo. As perdas ocorrem através do fluxo de calor gerado pelas diferenças de temperatura, através do efeito chaminé ou através da ventilação no ambiente.

É importante ressaltar que todas as equações das perdas de calor são deixadas em função da variação de temperatura (ΔT).

Para cálculo das perdas de calor em superfícies opacas, transparentes e translúcidas, considera-se a seguinte equação:

$$Q' = A_{(op, tr)} \cdot K \cdot \Delta T \text{ (W)} \quad (8)$$

Onde:

Q' = perda de calor em superfície opaca/transparente (W);

$A_{(op, tr)}$ = área da superfície opaca/transparente (m^2);

K = coeficiente global de transmissão térmica ($W/m^2 \cdot ^\circ C$);

ΔT = variação de temperatura ($^\circ C$).

Para cálculo das perdas de calor devido a ventilação, utiliza-se a seguinte equação:

$$Q'_{vent} = 0,35 \cdot N \cdot V \cdot \Delta T \text{ (W)} \quad (9)$$

Onde:

Q'_{vent} = perdas de calor devido a ventilação (W);

N = número de trocas de ar;

V = volume total do local (m^3);

ΔT = variação de temperatura ($^\circ C$).

Tabela 18 - Cálculo das perdas de calor de cada componente

Componente	Área total	Perdas de Calor	
Parede N	15,44m ²	$Q'1 = 15,44 \cdot 0,462 \cdot \Delta T$	$Q'1 = 7,133 \Delta T$
Parede L	6,40m ²	$Q'2 = 6,40 \cdot 0,520 \cdot \Delta T$	$Q'2 = 3,328 \Delta T$
Parede O	6,40m ²	$Q'3 = 6,40 \cdot 0,520 \cdot \Delta T$	$Q'3 = 3,328 \Delta T$
Cobertura	46,59m ²	$Q'4 = 46,59 \cdot 0,476 \cdot \Delta T$	$Q'4 = 22,176 \Delta T$
Janela	5,06m ²	$Q'5 = 5,06 \cdot 0,884 \cdot \Delta T$	$Q'5 = 4,473 \Delta T$
Portas 1	5,50m ²	$Q'6 = 5,5 \cdot 0,884 \cdot \Delta T$	$Q'6 = 4,862 \Delta T$
Portas 2	5,50m ²	$Q'7 = 5,5 \cdot 0,884 \cdot \Delta T$	$Q'7 = 4,862 \Delta T$
Ventilação	189,78 m ³	$Q'_{vent} = 0,35 \cdot 6 \cdot 189,78 \cdot \Delta T$	$Q'_{vent} = 398,550 \Delta T$ para N = 6
Total de perdas de calor		$Q'_{total} = 449 \Delta T$	

6.2.8 Balanço térmico

O balanço térmico consiste em igualar o total de ganhos ao total de perdas de calor, para obter a variação de temperatura do ambiente (ΔT). Conforme a equação:

$$Q = Q' \quad (10)$$

Onde:

Q = total de ganhos de calor (W);

Q' = total de perdas de calor (W).

Tabela 19 - Cálculo do balanço térmico

Balanço térmico	
$3226 = 449 \Delta T$	$\Delta T = 3226/449$
$\Delta T = 7,18 \text{ } ^\circ \text{C}$	

6.2.9 Avaliação da inércia térmica

Para a avaliação da inércia térmica, é necessário aplicar o conceito de superfície equivalente pesada (S_{eq}), que consiste no somatório das áreas das superfícies da envoltória do ambiente estudado (piso, paredes e teto) multiplicados por um coeficiente relacionado ao peso das paredes e a resistência térmica dos revestimentos. A superfície equivalente pesada é deixada em relação à área do piso do ambiente avaliado, conforme a equação:

$$S_{eq}/A_p = \sum A_{s,i} \cdot C_{eq,i}/A_p \quad (11)$$

Onde:

S_{eq} = superfície equivalente pesada (m^2);

A_p = área do piso (m^2);

$A_{s,i}$ = área da superfície da envoltória (m^2);

$C_{eq,i}$ = coeficiente.

Segundo Frota & Schiffer (2003), uma parede apresenta maior ou menor inércia térmica segundo o seu peso e sua espessura, mas os revestimentos também apresentam um papel importante. Revestimentos isolantes, por exemplo, reduzem as trocas de calor com a parede e reduzem a inércia térmica.

Ainda segundo as autoras, é importante considerar apenas metade das espessuras das paredes, pois dividem dois ambientes, portanto, a outra metade da espessura é considerada ao outro ambiente.

Croiset (*apud* Frota & Schiffer, 2003) dispõe de um método simplificado para a avaliação da inércia térmica de uma parede interior, inclusive piso e teto. Seu método consiste na aplicação de um coeficiente (C_{eq}) igual a 1, 2/3, 1/3 ou 0, conforme demonstrado na tabela 20.

Tabela 20 - Resistência térmica do revestimento (m.K/W)

Resistência térmica do revestimento (m.K/W)			
	Inferior a 0,15	Entre 0,15 e 0,50	Superior a 0,50
Parede pesando mais de 200 Kg/m ²	1	2/3	0
Parede pesando entre 100 e 200 Kg/m ²	2/3	1/3	0
Parede pesando entre 50 e 100 Kg/m ²	1/3	0	0
Parede pesando menos de 50 Kg/m ²	0	0	0

Fonte: Croiset *apud* Frota & Schiffer (2003)

Tabela 21 - Determinação do fator de inércia

Elementos construtivos da envoltória	Área (m²)	Peso e/2 . d . 1 (Kg/m²)	Resistência Térmica (m . K/W)	Coefficiente da resistência térmica do revestimento	Área x Coeficiente da resistência térmica do revestimento (m²)	Superfície equivalente pesada/área do piso
Parede N	15,44m ²	55,812*	0,142	1/3	5,146	0,14
Parede L	6,40m ²	55,812*	0,142	1/3	2,133	
Parede O	6,40m ²	55,812*	0,142	1/3	2,133	
Cobertura	46,59m ²	36,358**	1,66	0	0	
Superfície equivalente pesada					9,413	

Onde:

e = espessura;

d = densidade.

*Parede: $(0,020/2) \times 550 + (0,04/2) \times 550 + (0,02/2) \times 590 + (0,1/2) \times 550 + (0,1/2) \times 0,24 + (0,02/2) \times 590 = 55,812 \text{ kg/m}^2$

** Cobertura: $(0,05/2) \times 0,32 + (0,03/2) \times 590 + (0,1/2) \times 550 = 36,358 \text{ kg/m}^2$

Para a classificação da inércia térmica, é utilizada a relação entre a superfície equivalente pesada e área do piso, segundo a tabela 22.

Tabela 22 - Classificação da inércia térmica

Superfície equivalente pesada/área do piso	Classificação
inferior a 0,5	inércia muito fraca
entre 0,5 e 1,5	inércia fraca
superior a 1,5 e sem cumprir a condição definida para inércia forte	inércia média
superior a 1,5 e se metade das paredes pesar mais de 300 Kg/m ²	inércia forte

Fonte: Frota & Schiffer (2003)

A relação entre superfície equivalente pesada e área do recinto analisado é igual a 0,14. De posse deste dado, e conforme a tabela 22, é possível classificar a inércia da envoltória como de inércia muito fraca. Após classificação da inércia térmica, deve-se encontrar o coeficiente de amortecimento, disponível na tabela 23. O amortecimento serão tão maiores quanto maior for a inércia da construção.

Tabela 23 - Coeficiente de amortecimento (m)

Classificação quanto a inércia	Coeficiente de amortecimento
Inércia muito fraca	m = 0,4
Inércia fraca	m = 0,6
Inércia média	m = 0,8
Inércia forte	m = 1,0

Fonte: Frota & Schiffer (2003)

Tabela 24 - Classificação da Inércia Térmica e Coeficiente de amortecimento

Classificação da Inércia Térmica (conforme tabela 22)	Coeficiente de amortecimento (conforme tabela 23)
Inércia muito fraca	m = 0,4

6.2.10 Cálculo da temperatura externa média (\bar{t}_e) e Elongação (E)

Para calcular a temperatura externa média, é necessário calcular a temperatura externa máxima, que consiste na média da temperatura máxima

observada no mês com a média mensal das temperaturas máximas diárias; e a temperatura externa mínima, que consiste na média da temperatura mínima observada no mês com a média mensal das temperaturas mínimas diárias. Assim, a temperatura externa média será a média do resultado da temperatura externa máxima com a temperatura externa mínima.

$$\bar{T}_e = (T_{e,m\acute{a}x} + T_{e,m\grave{i}n})/2 \quad (12)$$

Onde:

\bar{T}_e = temperatura externa média (°C);

$T_{e,m\acute{a}x}$ = temperatura externa máxima (°C);

$T_{e,m\grave{i}n}$ = temperatura externa mínima (°C).

A Elongação (E) é calculada a partir da amplitude (A) verificada, sendo esta a diferença da temperatura externa máxima ($T_{e,m\acute{a}x}$) pela temperatura externa mínima ($T_{e,m\grave{i}n}$), expresso na equação:

$$E = (T_{e,m\acute{a}x} - T_{e,m\grave{i}n})/2 \quad (13)$$

Cálculo da temperatura externa média e elongação:

$$\bar{T}_e = (T_{e,m\acute{a}x} + T_{e,m\grave{i}n})/2$$

$$T_{e,m\acute{a}x} = (34 + 32) / 2 = 33^{\circ}\text{C}$$

$$T_{e,m\grave{i}n} = (19,1 + 22,1) / 2 = 20,6^{\circ}\text{C}$$

$$\bar{T}_e = (33 + 20,6) / 2 = \mathbf{26,8^{\circ}\text{C}}$$

$$A = 33 - 20,6 = 12,4^{\circ}\text{C}$$

$$E = 12,4 / 2 = \mathbf{6,2^{\circ}\text{C}}$$

6.2.10 Cálculo da temperatura interna máxima

No cálculo para determinação da temperatura interna máxima, é necessário levar em consideração o atraso e amortecimento na transmissão do calor. Durante o cálculo da variação de temperatura (ΔT), utiliza-se somente o balanço térmico, em que o total de ganhos térmicos é igual ao total de perdas, porém, isto só aconteceria se o edifício possuísse inércia nula. A expressão que calcula a temperatura interna máxima, está representada na equação:

$$t_{i,m\acute{a}x} = \bar{t}_e + (1 - m) \cdot E + (1 - m) \cdot \Delta T \quad (14)$$

Onde:

$t_{i,m\acute{a}x}$ = temperatura interna máxima ($^{\circ}\text{C}$);

\bar{t}_e = temperatura média ($^{\circ}\text{C}$);

m = coeficiente de amortecimento;

ΔT = variação de temperatura ($^{\circ}\text{C}$);

E = alongação, definido como a metade da amplitude (A) entre as temperaturas máxima e mínima ($E = A/2$);

A = amplitude, determinada pela metade da diferença entre as temperaturas máxima e mínima externas: $t_{e,max} - t_{e,min}/2$

Cálculo da temperatura interna máxima:

$$t_{i,m\acute{a}x} = \bar{t}_e + (1 - m) \cdot E + (1 - m) \cdot \Delta T$$

$$t_{i,m\acute{a}x} = 26,8 + (1 - 0,4) \times 6,2 + (1 - 0,4) \times 7,19$$

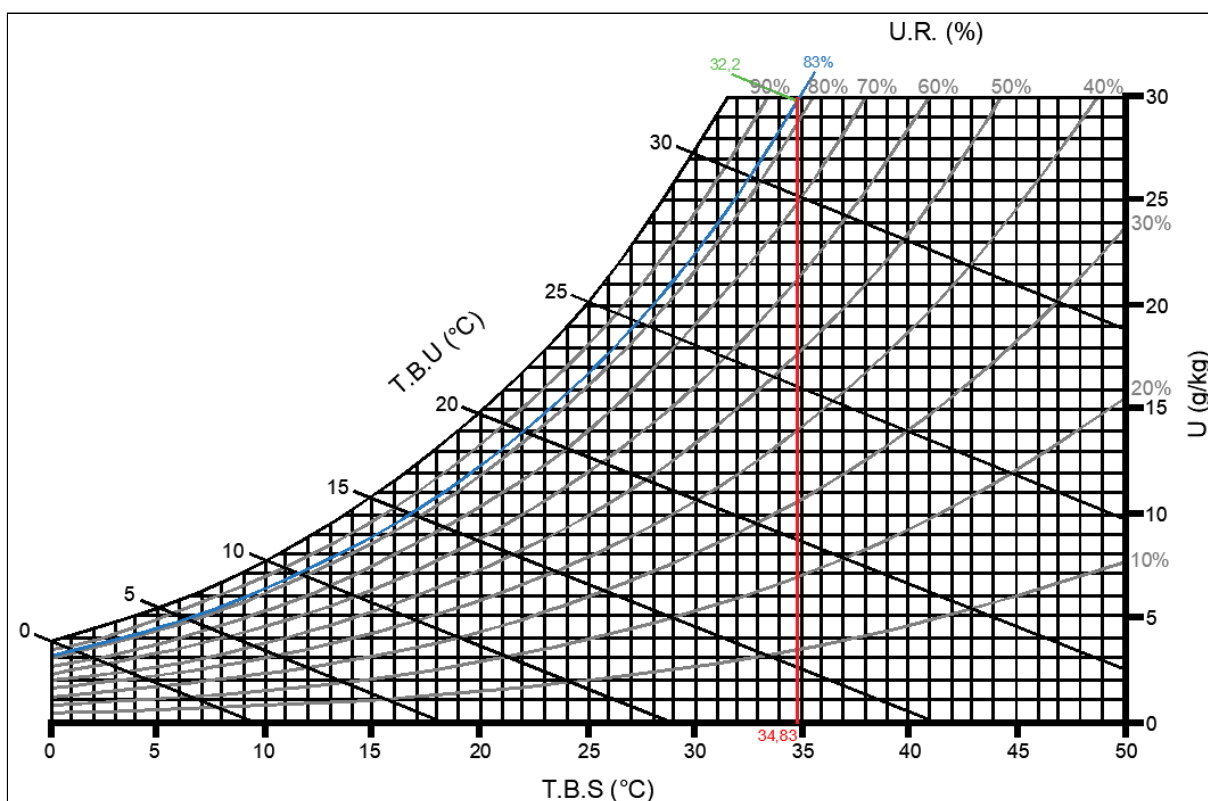
$$t_{i,m\acute{a}x} = \mathbf{34,83^{\circ}\text{C}}$$

6.2.11 Avaliação das condições térmicas ambientais

Após a determinação da temperatura interna máxima do ambiente estudado, caracterizada como Temperatura de Bulbo Seco (TBS), é necessário obter a

Temperatura de Bulbo Úmido (TBU). Para determinação do TBU é necessário levantar a Umidade Relativa do Ar no mês verificado e analisar a Carta Psicrométrica da cidade de Belém, ver figura 52. Através da TBS e da TBU é possível determinar a Temperatura Efetiva (TE) do ambiente através do Nomograma de Índice de Conforto Equatorial.

Figura 52 - Carta Psicrométrica da cidade de Belém



Fonte: Modificado pela autora com dados do *Analysis Bio*

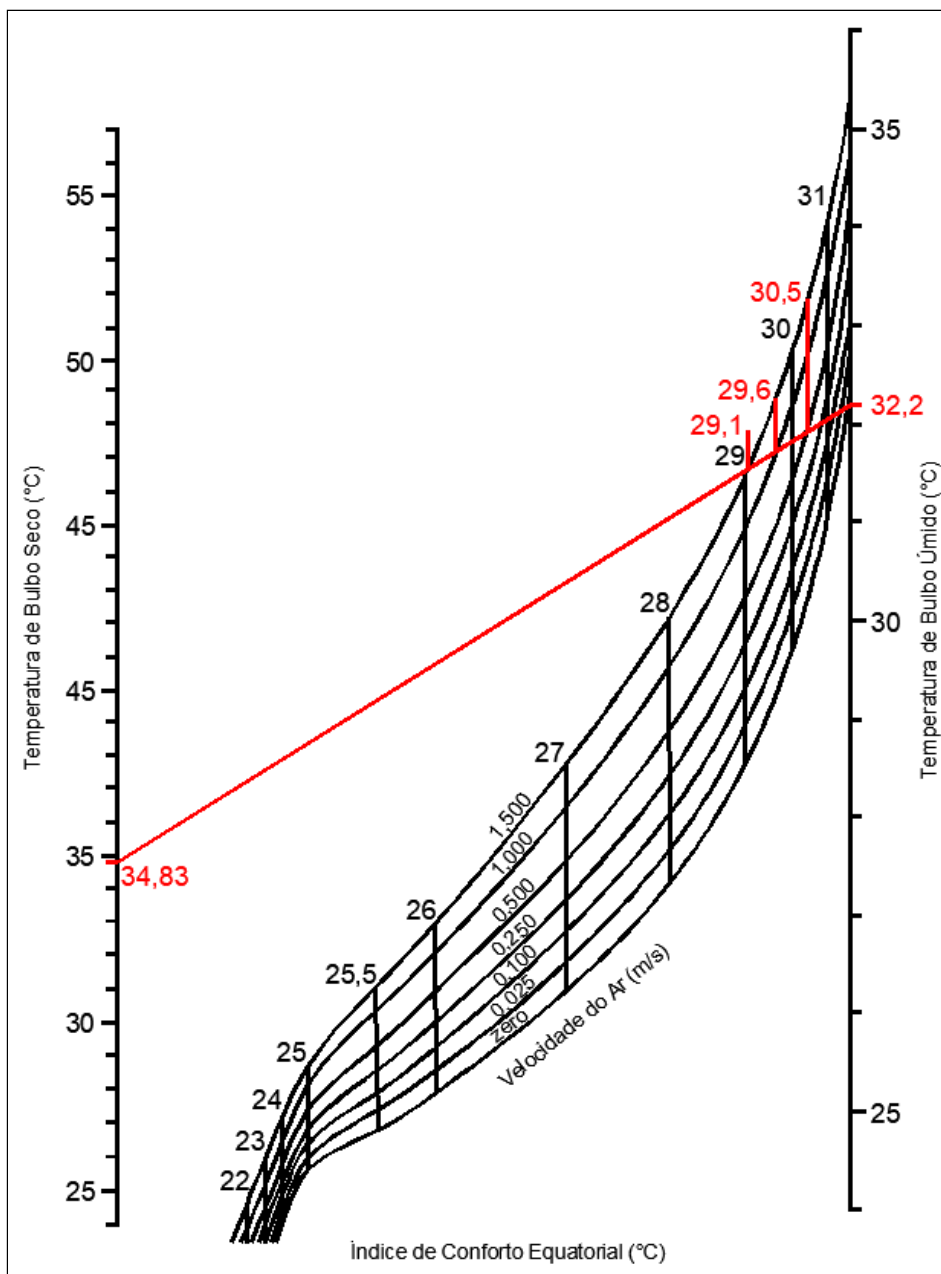
Dados necessários para calcular a Temperatura Efetiva (TE):

- Temperatura de Bulbo Seco (TBS): 34,83°C
- Umidade Relativa do ar (UR): 83%
- Temperatura de Bulbo Úmido (TBU): **32,2°C**

Encontra-se a Temperatura Efetiva no Nomograma de Índice de Conforto Equatorial, ver figura 53, ligando-se uma reta entre a Temperatura de Bulbo Seco e a Temperatura de Bulbo Úmido obtidas na análise. O ponto da reta que toca a curva

referente à velocidade do ar é caracterizado como a Temperatura Efetiva para dada velocidade.

Figura 53 - Nomograma de Índice de Conforto Equatorial



Fonte: Webb *apud* Frota & Schiffer (2003), modificado pela autora

De posse desses dados e com o auxílio do Nomograma de índice de conforto equatorial, verifica-se a Temperatura Efetiva (TE) do ambiente analisado com diferentes valores, de acordo com a velocidade do vento: 1,5 m/s = 27,60°C; 1,0 m/s = 28,10°C e 0,5 m/s = 28,80°C.

6.2.12 Verificação do sistema de ventilação natural

A verificação da ventilação ocorre por meio do cálculo do fluxo de ar pelo efeito chaminé, determinado pela equação abaixo:

$$\phi_c = 0,14 \cdot A \cdot \sqrt{(H \cdot \Delta T_1)} \quad (15)$$

Onde:

ϕ_c = fluxo de ar por efeito chaminé (m³/s);

A = área da abertura, entrada ou saída sendo esta a menor (m²);

H = altura a partir da metade da abertura de entrada até a metade da abertura de saída (m);

$\Delta T_1 = (1 - m) \cdot \Delta T$ (°C). Onde (m) caracteriza o fator de inércia.

Dados:

$$m = 0,4$$

$$\Delta T = 7,19$$

$$\Delta T_1 = (1 - 0,4) \cdot 7,19 = 4,30^\circ\text{C}$$

Após determinação do fluxo de ar por efeito chaminé, é possível analisar se o valor utilizado como o número de trocas de ar (N), realmente possui eficiência devido ao efeito chaminé. A taxa horária de ventilação será obtida com a divisão do fluxo (m³/h) pelo volume do recinto (m³). Conforme a equação:

$$N = \phi_c / V \quad (16)$$

Tabela 25 - Cálculo do fluxo de ar por efeito chaminé

	Cálculo do fluxo de ar por efeito chaminé/volume	N° de renovações/hora
Janela Norte	$\phi_c = 0,14 \times 3,54 \sqrt{(0,70 \times 4,30)} \times 3600/189,78$	16/h
Porta Leste	$\phi_c = 0,14 \times 3,85 \sqrt{(1,25 \times 4,30)} \times 3600/189,78$	24/h
Porta Oeste	$\phi_c = 0,14 \times 3,85 \sqrt{(1,25 \times 4,30)} \times 3600/189,78$	24/h
N° Total de renovações/hora		64/h

Fonte: Autoria própria

6.2.13 Revisão das perdas de calor

Caso o valor do número de trocas de ar (N) encontrado e verificado no subtópico anterior não permita o alcance do conforto térmico desejado, ou aja grande diferença entre seus valores é necessário realizar sua revisão.

O índice de 6 renovações de ar é um número estimado que possibilita a realização dos cálculos de perdas de calor pela ventilação a partir do efeito chaminé, o número verificado, de 64 renovações, encontrado através da aplicação do método, permite realizar a verificação do sistema de ventilação natural através da determinação de um valor constante de renovações.

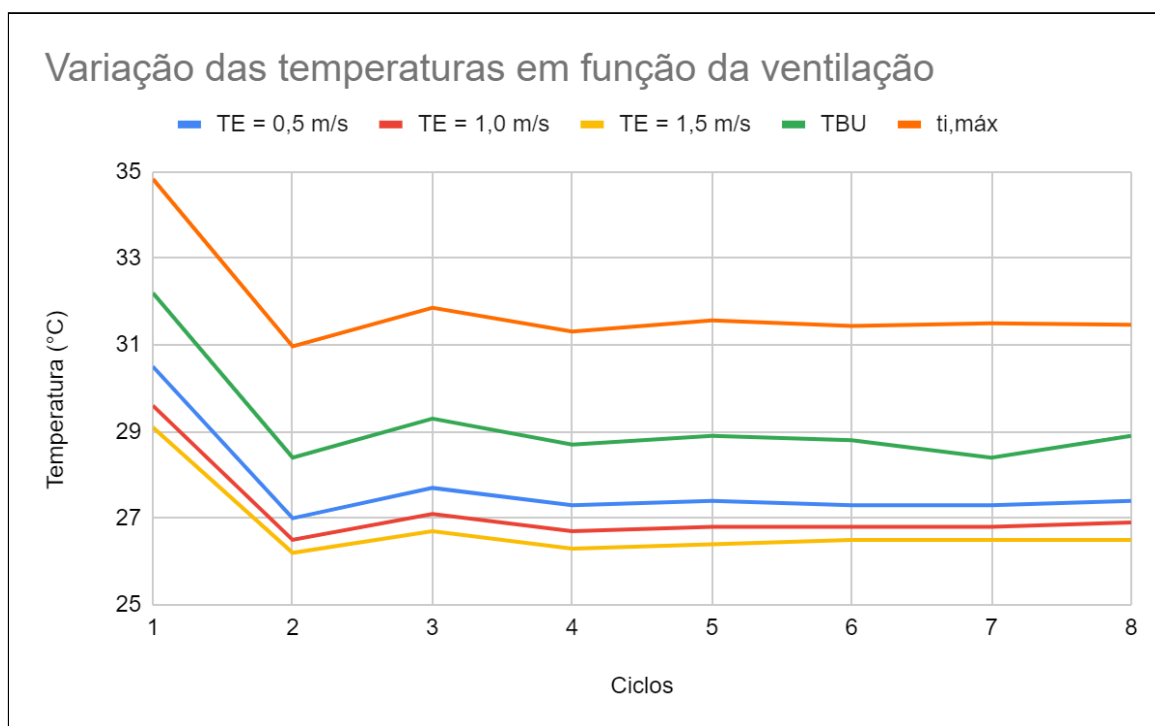
Para sua determinação será necessário recalcular as perdas de calor, TBS e TBU, realizando suas correções a fim de determinar as Temperaturas Efetivas. Para se alcançar uma constante é preciso fazer a correção desses dados até chegar a um ponto de equilíbrio nesta equação.

A revisão do número de renovações de ar, assim como o ponto de equilíbrio, pode ser verificada na tabela 26 e no gráfico . A carta psicrométrica (figura 54) e o nomograma (figura 55) demonstram os novos resultados obtidos para TBS, TBU e TE para diferentes velocidades de vento.

Tabela 26 - Revisão do número de renovações de ar

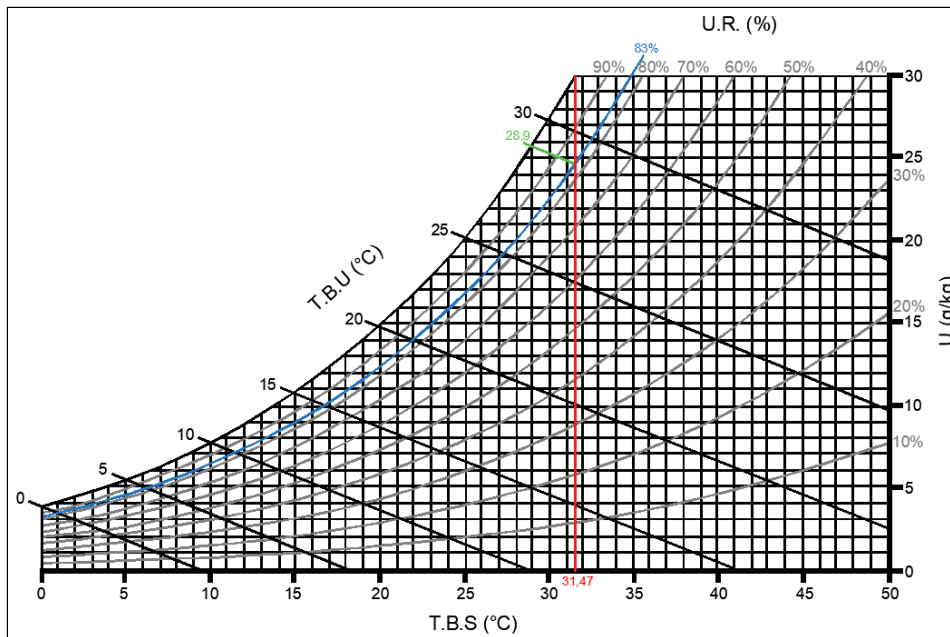
Revisão do número de renovações de ar (N)								
Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8
N estimado	6	64	21	36	27	31	29	30
Q'vent	398,54	4251,07	1394,88	2391,23	1793,42	2059,11	1926,27	1992,69
ΔT	7,19	0,75	2,23	1,32	1,75	1,53	1,63	1,58
ti,máx	34,83	30,97	31,86	31,31	31,57	31,44	31,50	31,47
TBU	32,2	28,4	29,3	28,7	28,9	28,8	28,4	28,9
TE = 0,5 m/s	30,5	27	27,7	27,3	27,4	27,3	27,3	27,4
TE = 1,0 m/s	29,6	26,5	27,1	26,7	26,8	26,8	26,8	26,9
TE = 1,5 m/s	29,1	26,2	26,7	26,3	26,4	26,5	26,5	26,5
N Janela	24	8	13	10	12	11	11	11
N Porta Leste	24	8	13	10	12	11	11	11
N Porta Oeste	16	5	9	7	8	8	8	8
N Total	64	21	36	27	31	29	30	30

Fonte: Autoria própria

Gráfico 6 - Verificação das temperaturas em função da ventilação

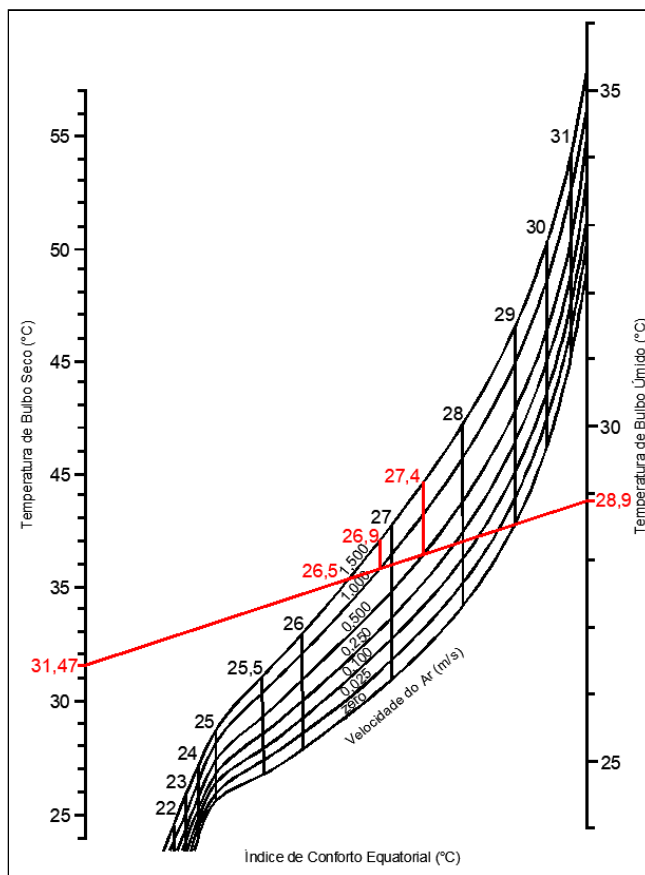
Fonte: Autoria própria

Figura 54 - Carta Psicrométrica com TBS e TBU encontrados após revisão do número de renovações de ar



Fonte: Autoria própria

Figura 55 - Nomograma com TE encontrada após revisão do número de renovações de ar



Fonte: Autoria própria

6.3 Análise dos resultados

A aplicação do método do CSTB seguiu o modelo definido em roteiro para possibilitar a análise do desempenho térmico do recinto crítico da edificação proposta. Foram considerados dados reais, tais como densidade e condutibilidade térmica dos materiais utilizados nas estruturas dos componentes, tais como cobertura, paredes, janela e portas.

Além dos dados obtidos, foi necessário criar uma situação hipotética de uso do espaço, para definir sua ocupação, tipo e quantidade de equipamentos no recinto para obter os ganhos de calor interno. Desta forma, foi avaliado o recinto restaurante em sua ocupação máxima, com 20 pessoas em estado de repouso cosendo as mãos e uma geladeira.

Após a caracterização da edificação foi verificado que, de acordo com a aplicação do método, o dia 22 de agosto é o pior cenário, sendo este considerado, segundo dados levantados, o mês mais crítico no que diz respeito às cargas totais verificadas pela incidência da radiação solar. O mês de agosto apresenta condições típicas de verão na zona equatorial, com dias quentes e úmidos, com pouca nebulosidade e menores taxas de precipitação, proporcionando maiores incidências de radiação solar e maiores ganhos de cargas térmicas.

De maneira a facilitar a análise, foi elaborado um quadro resumo com os principais resultados obtidos na verificação do desempenho térmico. Os dados do quadro já apresentam os valores finais alcançados, incluindo àqueles obtidos após a revisão do número de renovações de ar do recinto analisado.

O quadro resumo abaixo sintetiza os resultados obtidos para o desempenho térmico da edificação proposta.

Tabela 27 - Quadro resumo dos resultados obtidos

Quadro Resumo	
Dados	
K da cobertura para fluxo descendente	0,458 W/(m ² .°C)
K da cobertura para fluxo ascendente	0,476 W/(m ² .°C)
K da parede Norte	0,462 W/(m ² .°C)
K da parede Leste e Oeste	0,520 W/(m ² .°C)
Fator de inércia	m = 0,4
Q _{solar}	1836 W
Q _{total}	3226 W
Q' _{total}	2043 ΔT
N	30/h
TBS	31,47°C
TBU	28,90°C
TE (0,5 m/s)	27,40°C
TE (1,0 m/s)	26,90°C
TE (1,5 m/s)	26,50°C

De acordo com os resultados alcançados a partir da aplicação do método do CSTB, nota-se que as renovações de ar no interior do ambiente, pelas aberturas do recinto escolhido, a partir do efeito chaminé e da ventilação natural podem tornar a temperatura interna do recinto menor que a temperatura externa do ambiente, sendo assim para 30 renovações, a uma velocidade de ar de 1,5m/s, foi determinada uma Temperatura Efetiva de 26,50°C. Entretanto, a temperatura verificada ainda não pode ser considerada suficiente para o alcance do *optimum* climático determinado por Webb em seu índice de conforto térmico para zonas equatoriais, definido como 25,50°C. Porém, visto que a ventilação natural não é constante em volume, velocidade nem em direção, portanto, não podendo ser considerado que esta

temperatura também será mantida e, como comprovada sua eficiência na redução do desconforto térmico, pode-se considerar o uso de ventilação mecânica forçada, neste caso a partir de ventiladores, possibilitando diminuir mais ainda a temperatura interna para que atinja um nível de conforto térmico desejável.

Entende-se também que as alternativas empregadas no projeto são satisfatórias pois, a região de Belém, nos horários de maior incidência da radiação solar encontra-se fora do alcance da zona de conforto térmico por condicionamento passivo, como advertido pela NBR 15220. Sendo assim, buscou-se aplicar medidas que propiciam atenuação o desconforto térmico. As paredes recebem pouca carga devido sua área reduzida e materiais aplicados; as janelas e portas, apesar de elevarem a carga adquirida pelo recinto, também significam um incremento na ventilação e nas trocas de ar por suas aberturas; a cobertura apresenta um baixo índice de transmitância térmica, também se mostrando eficaz no controle do ganho de calor pela radiação solar direta, além do mais, no projeto foi proposto à este componente, a implantação de um telhado verde, que também poderia ser um elemento fundamental na redução do ganho de carga térmica pela cobertura, no entanto, por falta de dados sobre os componentes deste, foi considerada para esta análise apenas a laje sem o sistema de cobertura vegetal. Segundo estudos realizados pelo Instituto Federal do Tocantins, edificações que recebem esse tipo de cobertura, verificaram uma diferença em torno de 4°C a 10°C menor do que o ambiente externo.²³

²³ Telhados verdes para conforto térmico. Disponível em < <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/jice/7jice/paper/viewFile/7557/3594> > Acesso em 05 dez 2019

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou propor uma nova forma de se projetar na Ilha do Combu, utilizando estratégias sustentáveis e soluções arquitetônicas que pudessem melhorar o desempenho térmico da edificação, servindo como um modelo a ser adotado para a região de Belém. Além disso, se propôs a elaborar para a Ilha do Combú, importante ponto turístico da capital paraense, uma estrutura mais adequada para acolhimento dos visitantes e possibilidades de interação maior com as comunidades locais, a fauna e a flora da região, através de uma permanência mais prolongada.

A sustentabilidade ganha importância em uma sociedade cada vez mais consumista e que, segundo projeções de organismos internacionais, experimentará no próximo século um grande aumento populacional que levará a escassez de recursos naturais. Sem a adoção de práticas ambientalmente amigáveis, que permitam a utilização dos recursos atuais sem comprometer ecossistemas, para que as gerações futuras também possam usufruir de seus benefícios, não somente o meio natural estará comprometido, mas também o modo de vida humano.

A arquitetura tem um papel de destaque para a criação de um mundo mais sustentável. Sendo a construção civil uma atividade altamente consumidora de recursos naturais em que nossas residências e empresas representam grande parcela no consumo de energia elétrica, é papel do arquiteto desenvolver soluções mais eficientes para projetar, construir, viver e trabalhar.

O alto uso de alternativas mecânicas para o alcance do conforto térmico, tais como ar-condicionados, aquecedores e ventiladores representam, em grande maioria dos casos, uma deficiência de nossas edificações, pois é possível se chegar a um grau de conforto térmico onde essas alternativas seriam pouco ou até mesmo não empregadas. Neste sentido, a adoção de medidas que tornem nossas edificações mais confortáveis termicamente através de condicionamento passivo, ou seja, utilizando os fatores naturais e elementos intrínsecos ao envelope da

edificação, representam um ganho de eficiência pela melhora do desempenho térmico e, conseqüentemente, redução do consumo de energia elétrica.

A análise do desempenho térmico de uma edificação é etapa importante para a criação de um projeto eficiente, colaborando para que seja possível verificar eventuais deficiências do projeto e assim, elaborar correções para a adoção de alternativas que levem a um incremento do desempenho e o alcance de uma edificação confortável para seus ocupantes, que gere economia por sua eficiência energética e que ajude a reduzir o consumo dos recursos naturais.

Através do método desenvolvido pelo *Centre Scientifique et Technique du Batiment* (CSTB), proposto por Frota & Schiffer (2003), e empregado na análise deste trabalho, é possível realizar análises de desempenho térmico que possibilitem a verificação dos melhores materiais, composição das estruturas e adoção das melhores soluções arquitetônicas no objetivo do alcance do conforto. Neste sentido, as recomendações feitas pela NBR 15220 para oito zonas bioclimáticas brasileiras, servem como norte para adequação das soluções e a definição dos materiais construtivos, levando em consideração as características e condicionantes climáticas de cada zona bioclimática.

A zona bioclimática 8, em que se insere a região da cidade de Belém apresenta certos desafios para o alcance do conforto térmico em uma edificação. A NBR 15220 é clara quanto ao não alcance do conforto por condicionamento passivo nos horários mais quentes do dia, quando a incidência de radiação solar se torna maior, sendo portanto, necessário a adoção de estratégias de condicionamento ativo, como atestado também nas análises realizadas para a edificação proposta.

É importante que exista em nossa região um maior estímulo a elaboração de projetos de edificações sustentáveis e energeticamente eficientes, que incentivem a sociedade local, gestores públicos e privados, mas principalmente os arquitetos, a repensarem a forma de construir. A Amazônia é hoje um dos últimos locais no planeta com natureza preservada, com grande interesse internacional por suas riquezas e em constante ameaça de colapso devido a exploração desenfreada de seus recursos. Através da adoção de modelos de construção sustentáveis e atividades que preservem valorizem a natureza é possível proteger a região para as gerações futuras.

É importante mencionar também, que a pesquisa realizada encontrou dificuldades na obtenção de informações referentes às características térmicas de materiais nativos na região, utilizados na construção civil, devido ao fato de não existirem artigos ou estudos voltados para isso. Como sugestão para que seja possível implantar de fato na região amazônica uma arquitetura mais eficiente, utilizando materiais locais, seria necessário a realização de estudos detalhados para obtenção das características desses materiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3 – Normas Brasileiras de Desempenho Térmico para Edificações. Rio de Janeiro, 2005.

ALMEIDA, José E. **Desempenhos térmico, luminoso e energético de unidades de um conjunto habitacional implantado pelo programa de arrendamento residencial - PAR, em Maceió - AL.** Dissertação de Mestrado. UFAL. Maceió, 2005. Disponível em < <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/683> > Acesso em 10 nov 2019.

Anavilhanas Jungle Lodge. Disponível em < <http://www.anavilhanaslodge.com/wordpress/> > Acesso em 29 jun 2019.

Anuário Estatístico do Setor Turístico. Ministério do Turismo. 2019. Disponível em: < <http://www.dadosefatos.turismo.gov.br/2016-02-04-11-53-05.html> > Acesso em 29 jun 2019.

Atribuição das Terras no Brasil. EMBRAPA Disponível em: < <https://www.embrapa.br/gite/projetos/atribuicao/index.html> > Acesso em 20 jun 2019.

Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico BRASIL. Ministério do Turismo e Embratur. Estudo sobre o turismo praticado em ambientes naturais conservados. Relatório final. São Paulo: Instituto Brasileiro de Turismo/Fipe, dez/2002.

BRASIL. Ministério do Turismo. Ecoturismo: orientações básicas. Brasília: Ministério do Turismo, 2008. 60p.

BROWN, G. Z.; DEKAY, M. **Sol, vento & luz: estratégias para o projeto de arquitetura.** Tradução de Alexandre Ferreira da Silva. Porto Alegre: Bookman, 2004.415 p.

CIRILO, Brenda. **O processo de criação e implementação de unidades de conservação e sua influência na gestão local: o estudo de caso da Área de Proteção Ambiental da Ilha do Combu, Belém/PA.** UFPA, 2013. Disponível em: <http://www.naea.ufpa.br/naea/novosite/index.php?action=Tcc.arquivo&id=282> acesso em 07 de jun de 2019.

Companhia Paraense de Turismo - PARATUR. Resumo Executivo do polo Belém. Disponível em: < http://setur.pa.gov.br/sites/default/files/pdf/resumo_executivo_do_polo_belem.pdf > Acesso em 20 jun 19.

Costa, E., de Castro, N., Silva, B., & Silva, S. (2015). **Ilha do Combu: realidades e desafios**. *Saúde E Meio Ambiente: Revista Interdisciplinar*, 4(2), 32-48. Disponível em: < <http://www.periodicos.unc.br/index.php/sma/article/view/903> > Acesso: 18 jun 2019

FARIAS, Kássia. **Principais políticas de fomento do turismo na Amazônia: análise dos primeiros planos de turismo da Amazônia (PTA I e II) e do PROECOTUR**. *Revista de Turismo Contemporâneo* - Natal, 2014. Disponível em: < <https://periodicos.ufrn.br/turismocontemporaneo/article/download/6511/5045/> > Acesso em 26 jun 2019

FONTELES, José Osmar. **Turismo e impactos socioambientais**. São Paulo: Aleph, 2004. 218 p.

FRANCISCO, Maíra L. **Recomendações de conforto térmico para projeto arquitetônico e implantação de unidades habitacionais em assentamentos rurais. Caso: Assentamento Rural Sapé Tiraju, Serra Azul - SP**. Universidade de São Paulo - USP. São Carlos, 2005. Disponível em: < <http://repositorio.eesc.usp.br/handle/RIEESC/2613> > Acesso em 06 nov de 2019.

FROTA, Anésia; SCHIFFER, Sueli. **Manual do Conforto Térmico**. 8ª edição. São Paulo - SP, 2003.

GOULART, S. V. G. et al. **Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico**. Relatório desenvolvido no Núcleo de Pesquisas e Construção do Departamento de Engenharia Civil da UFSC. Florianópolis, 1994. Disponível em: < <https://www.semas.pa.gov.br/diretorias/areas-protegidas/area-de-protecao-ambiental-da-ilha-do-combu/apresentacao/> > Acesso em 08 jun 2019.

Guia para Arquitetos na Aplicação da Norma de Desempenho - ABNT NBR 15575. CAU/BR. 2015. Disponível em: < http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf > Acesso em 07 nov 2019.

LabEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Analysis SOL-AR. Universidade Federal De Santa Catarina. Florianópolis, 2008. Disponível em: < <http://www.labeee.ufsc.br/software/analysisBIO.html> >. Acesso em 28 jun 2019.

LabEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Programa Analysis BIO. Universidade Federal De Santa Catarina. Florianópolis, 2008. Disponível em: < <http://www.labeee.ufsc.br/software/analysisBIO.html> >. Acesso em 28 jun. 2019.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 1997. 188 p.

LAMBERTS, Roberto; TRIANA, Maria Andréa; FOSSATI, Michele; BATISTA, Juliana Oliveira. **Sustentabilidade nas edificações: contexto internacional e algumas referências brasileiras na área**. Relatório desenvolvido no Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LabEEE da UFSC. Florianópolis, 2008. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br>>. Acesso em: 28 jun. 2019.

MANFREDO, Teresa. **Turismo na Amazônia: elementos culturais, conflitos e imaginário envolvendo a região de Manaus**. UNICAMP, Campinas, SP, 2017. Disponível em: < http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/324312/1/Manfredo_MariaTeresa_D.pdf > Acesso em 29 jun 2019.

MEGGERS, B. J; EVANS, C. **Amazônia: a ilusão de um paraíso**. São Paulo: EDUSP, 1987.

Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/desenvolvimento-rural/turismo-sustent%C3%A1vel/desenvolvimento-ambiental-do-turismo/polos-de-ecoturismo.html> > Acesso em 26 jun 2019.

Ministério do Turismo Disponível em: < <http://amazonialegal.turismo.gov.br/> > Acesso em 26 jun 2019.

NASCIMENTO, L. S. **Perfil sociodemográfico e epidemiológico de uma comunidade ribeirinha da Amazônia**. Anais do Congresso Brasileiro de Medicina da Família e Comunidade. Belém, Maio; v. 12, p. 1363, 2013. Disponível em: <http://www.cmfc.org.br/brasileiro/article/view/747/745>. Acesso: 19 jun. 2019.

PERALTA, Nelissa. **Ecoturismo de base comunitária na Amazônia: uma análise comparativa**. Observatório de Inovação do Turismo. Fundação Getúlio Vargas. Rio de Janeiro - RJ, 2012. Disponível em: <

<https://www.mamiraua.org.br/documentos/d5e8968af33353718c8db0107a0dd761.pdf>
f > Acesso em 23 jun 2019.

Resumo Executivo do Pólo Belém. PARATUR. 2011. Disponível em: <
http://setur.pa.gov.br/sites/default/files/pdf/resumo_executivo_do_polo_belem.pdf >
Acesso em 29 jun 2019.

RIBEIRO, Jocilete de Almeida. **Área de proteção ambiental da ilha do Combu, Belém/PA: desafios de implantação e gestão de uma unidade de conservação.** Universidade Federal do Pará (UFPA), 2011. Disponível em:
<http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/3203> acesso em 07 de jun de 2019.

RUSCHMANN, Doris. **Turismo e planejamento sustentável: a proteção do meio ambiente.** Editora Papyrus. Campinas - SP, 2001.

Sistema Brasileiro de Classificação de Meios de Hospedagem (SBClass). Ministério do Turismo. Disponível em <
<http://www.classificacao.turismo.gov.br/MTUR-classificacao/mtur-site/Entenda?tipo=7>
> Acesso em 29 jun 2019.

SOUZA, Jessika; SANTOS, Emerson; BORGES, William. **Condições de saúde de ribeirinhos da ilha do Combu sob a ótica da equipe de saúde: dificuldades e desafios no cotidiano da assistência.** Universidade Federal do Pará (UFPA), 2015. Disponível em: <
<http://www.coesa.ufpa.br/arquivos/2015/expandidos/relatoexperiencia/REL198.pdf> >
Acesso em 17 jun 2019.

Unidades de Conservação. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em:
<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/o-que-sao.html>
acesso em 07 de jun de 2019.

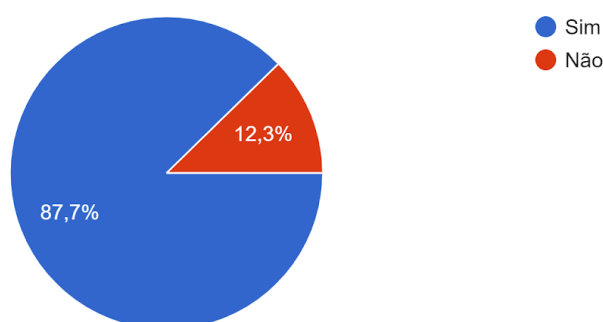
APÊNDICE

APÊNDICE A - Questionário Turismo na Ilha do Combu

Este questionário é parte de pesquisa de campo de Trabalho de Conclusão de Curso da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Pará. Tem por objetivo colher dados que serão analisados e servirão de base para a formulação de um programa de necessidades para elaboração de um projeto arquitetônico que visa propor a execução de alternativas que buscarão proporcionar um atividade turística mais estruturada e sustentável na ilha do Combu.

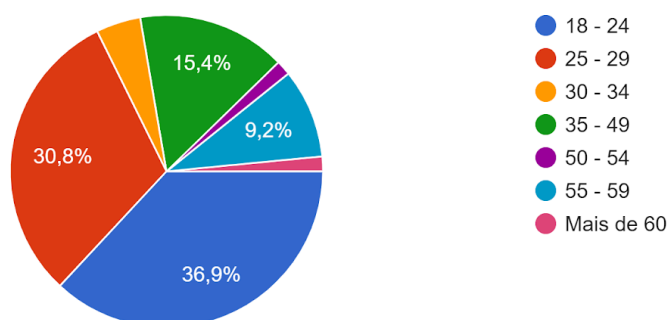
Mora em Belém?

65 respostas



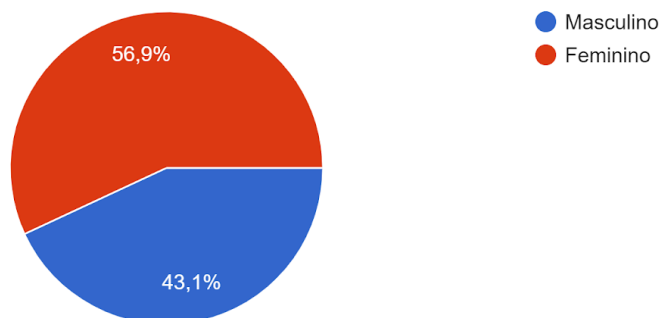
Faixa etária

65 respostas



Sexo

65 respostas

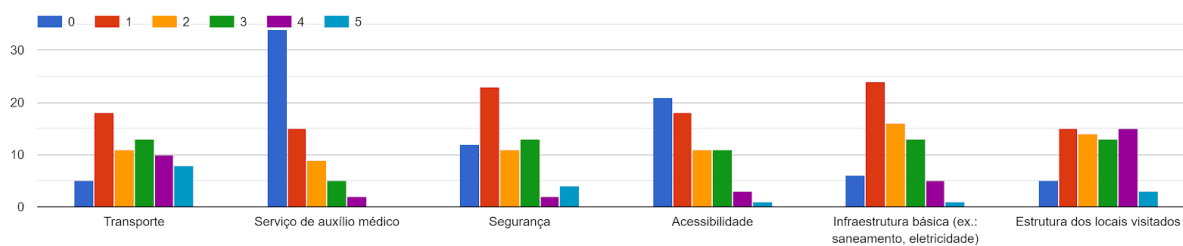


Com que frequência você visita a ilha do Combu?

65 respostas

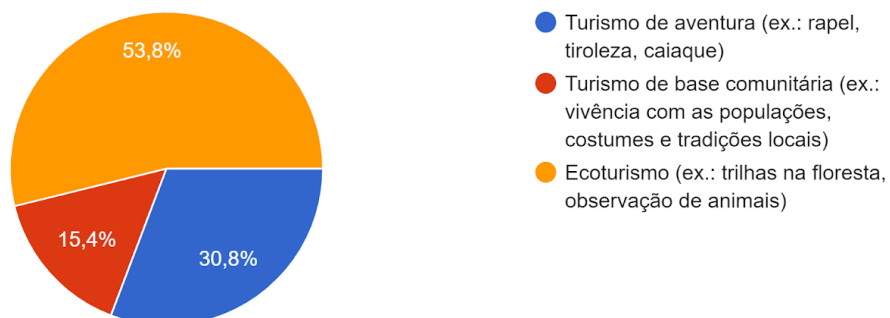


Avalie em uma escala de 0 a 5 a estrutura turística da Ilha do Combu, segundo os itens abaixo.



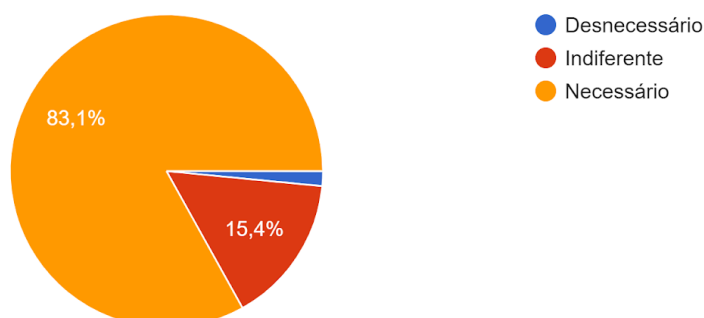
Além do turismo gastronômico já muito presente na ilha, quais dessas outras atividades turísticas você consideraria realizar na Ilha do Combu?

65 respostas



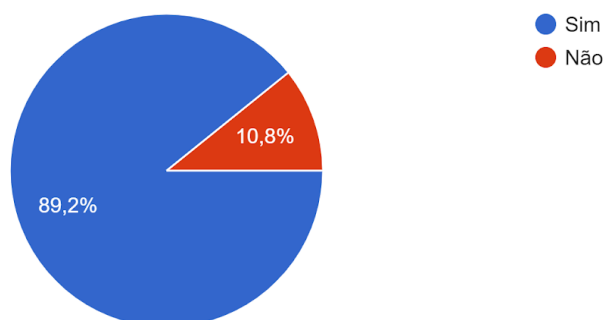
O que você pensa sobre a implantação de uma estrutura de acolhimento ao turista na ilha do Combu?

65 respostas



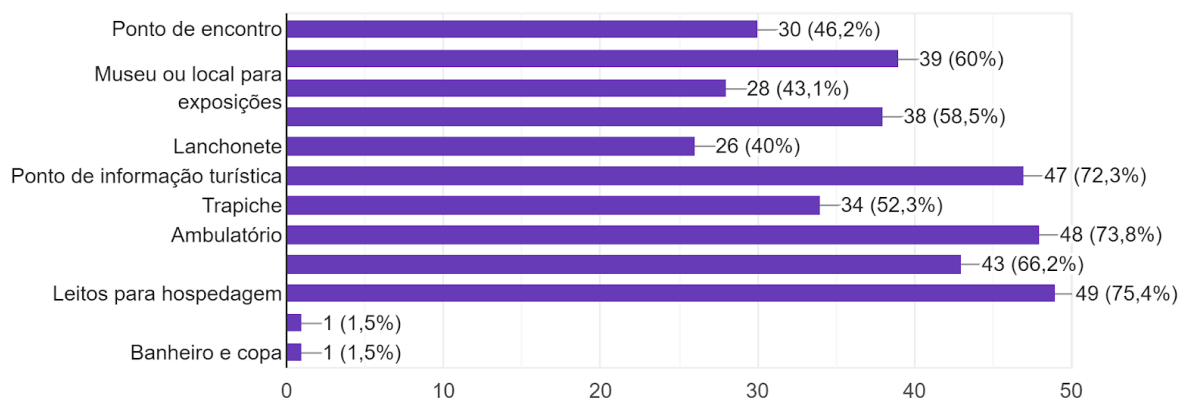
Você consideraria prolongar sua permanência na ilha do Combu por mais de um dia caso existisse estrutura de acolhimento para isso?

65 respostas



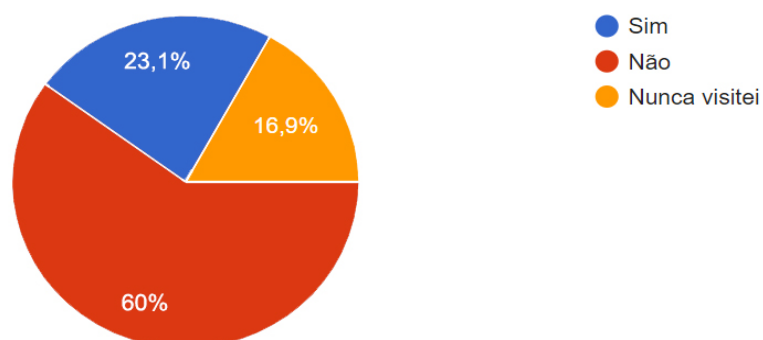
Caso fosse implantado, quais desses itens você acha mais necessário existir nessa estrutura?

65 respostas



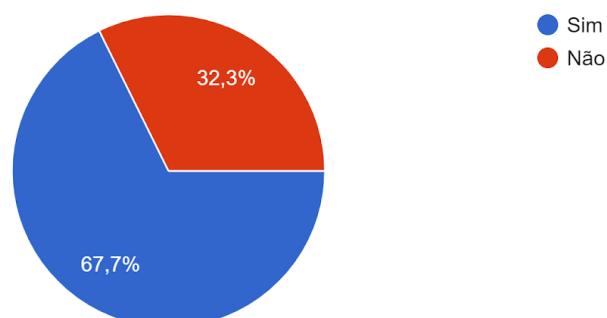
Caso você já tenha visitado algum estabelecimento localizado na ilha do Combu, a sensação térmica lhe causou conforto?

65 respostas



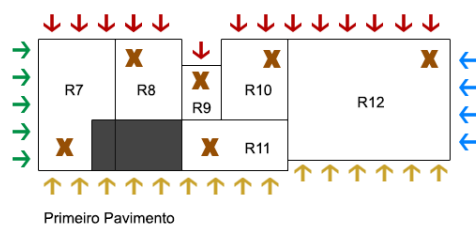
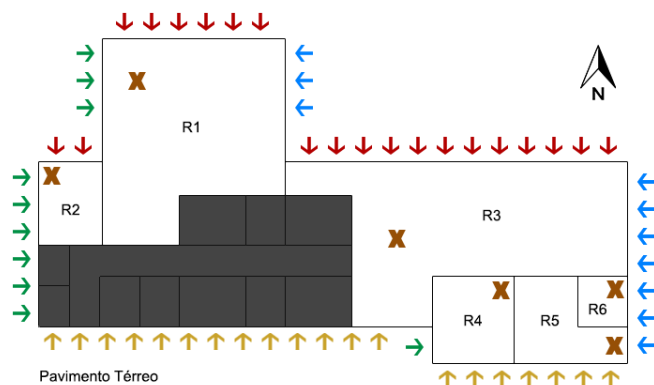
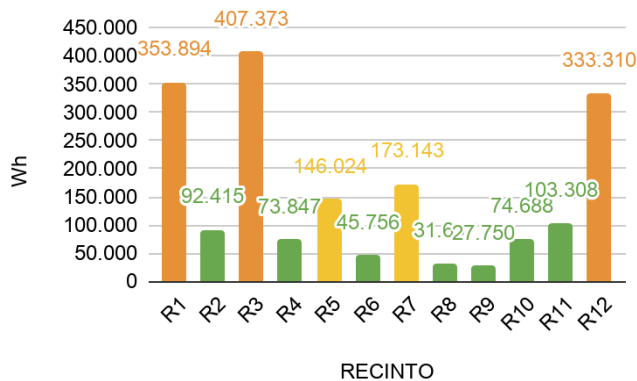
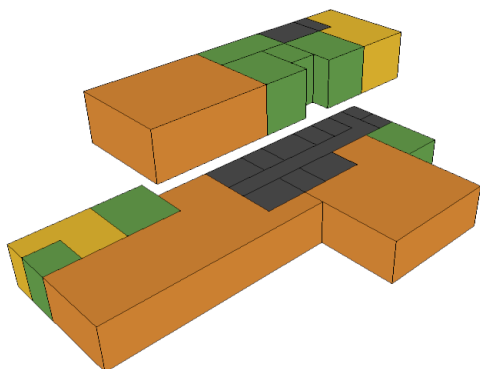
Você acha que a atividade turística pode ocasionar degradação ambiental na ilha do Combu?

65 respostas

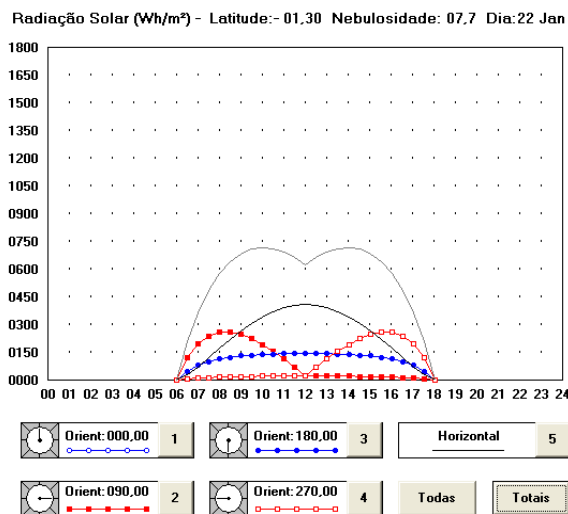


APÊNDICE B - Simulação das cargas térmicas mensais

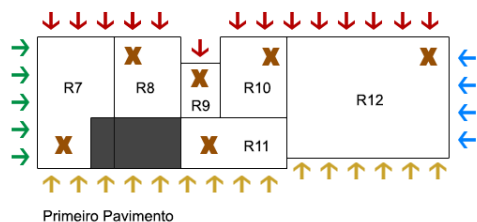
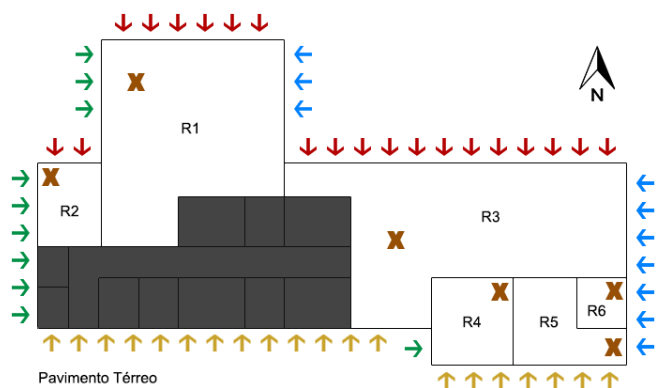
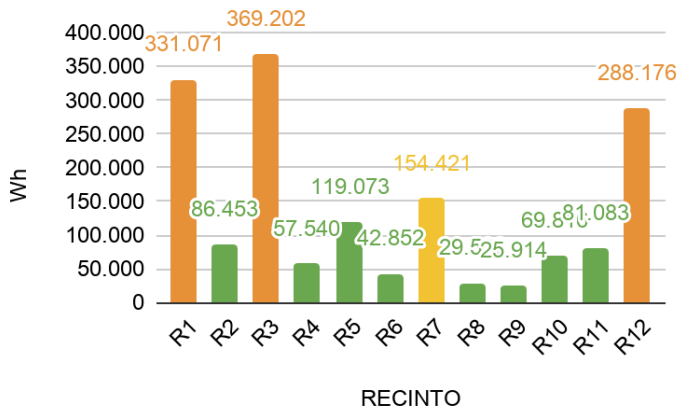
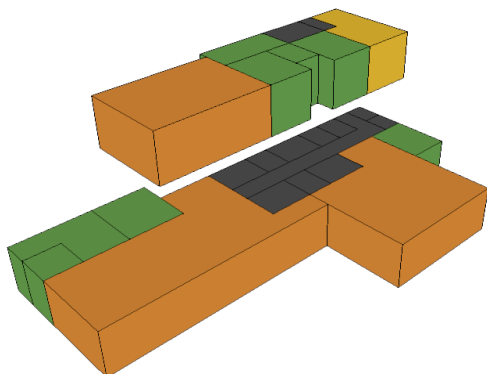
Dia 22 de janeiro



	0	90	180	270	COB	TOTAL
05,97	0	0	0	0	0	0
06,47	6	120	47	6	27	206
06,97	10	196	78	10	70	363
07,48	13	239	99	13	120	483
07,98	15	259	113	15	172	575
08,48	17	261	123	17	222	640
08,98	19	248	130	19	267	683
09,49	20	225	135	20	307	707
09,99	21	193	138	21	341	715
10,49	22	156	141	22	369	710
10,99	23	115	143	23	390	693
11,50	23	70	144	23	403	663
12,00	23	23	145	23	408	622
12,50	23	23	144	23	403	663
13,01	23	23	143	23	390	693
13,51	22	22	141	22	369	710
14,01	21	21	138	21	341	715
14,51	20	20	135	20	307	707
15,02	19	19	130	19	267	683
15,52	17	17	123	17	222	640
16,02	15	15	113	15	172	575
16,52	13	13	99	13	120	483
17,03	10	10	78	10	70	363
17,53	6	6	47	6	27	206
18,03	0	0	0	0	0	0
TOTAL	400	2293	2728	2293	5783	13497



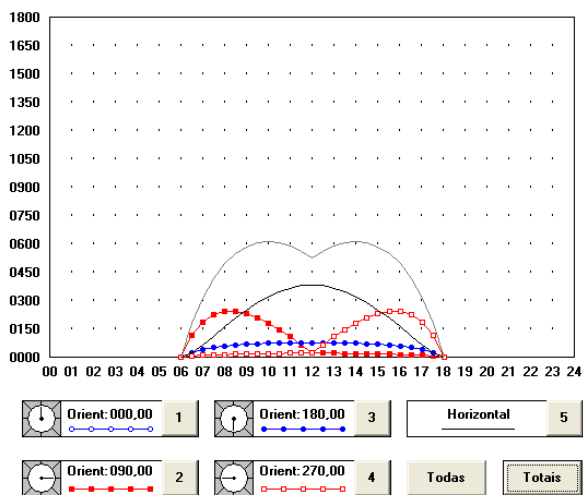
Dia 22 de fevereiro



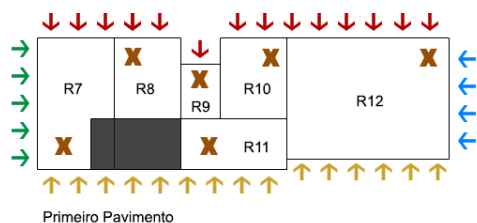
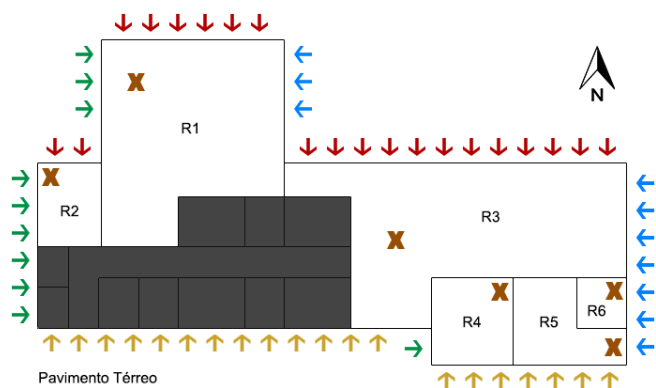
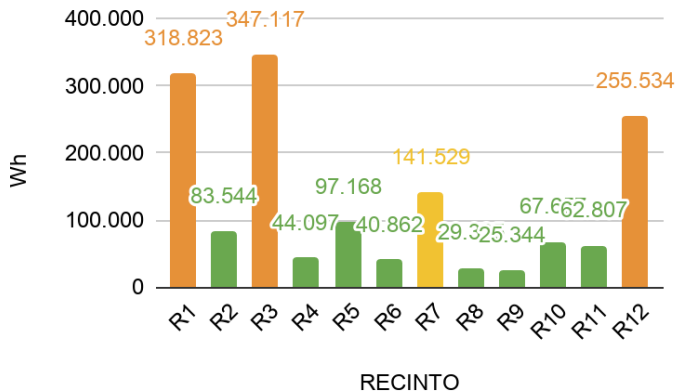
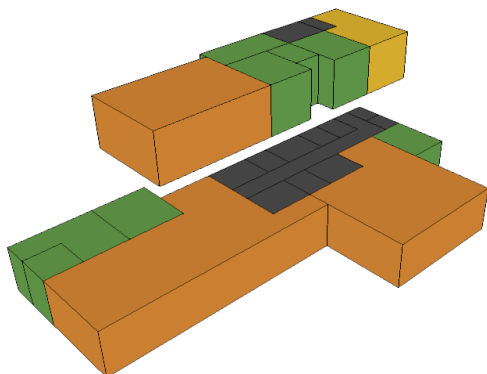
Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude: -01,30 Nebulosidade: 08,3 Dia: 22 Fev

	0	90	180	270	COB	TOTAL
05,98	0	0	0	0	0	0
06,49	5	115	26	5	25	177
06,99	9	186	42	9	65	311
07,49	12	227	53	12	112	415
07,99	14	244	60	14	161	493
08,49	16	245	65	16	208	549
08,99	17	232	69	17	250	585
09,49	18	210	71	18	287	604
09,99	19	180	73	19	318	610
10,50	20	146	74	20	344	605
11,00	21	107	75	21	365	589
11,50	21	65	76	21	378	562
12,00	21	21	76	21	383	523
12,50	21	21	76	21	378	562
13,00	21	21	75	107	365	589
13,50	20	20	74	146	344	605
14,01	19	19	73	180	318	610
14,51	18	18	71	210	287	604
15,01	17	17	69	232	250	585
15,51	16	16	65	245	208	549
16,01	14	14	60	244	161	493
16,51	12	12	53	227	112	415
17,01	9	9	42	186	65	311
17,51	5	5	26	115	25	177
18,02	0	0	0	0	0	0
TOTAL	365	2152	1443	2152	5410	11522

Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude: -01,30 Nebulosidade: 08,3 Dia: 22 Fev



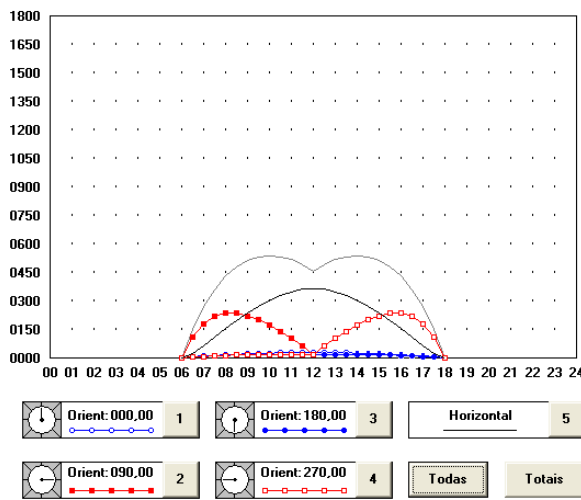
Dia 22 de março



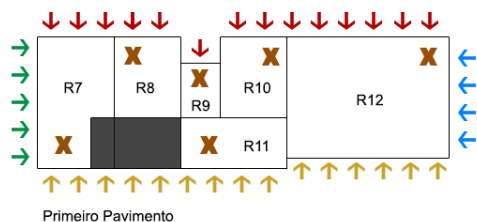
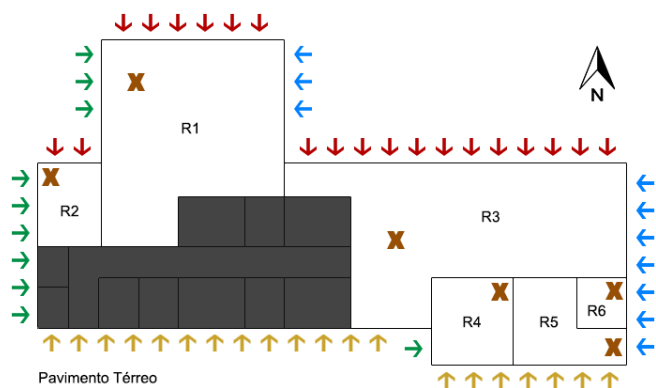
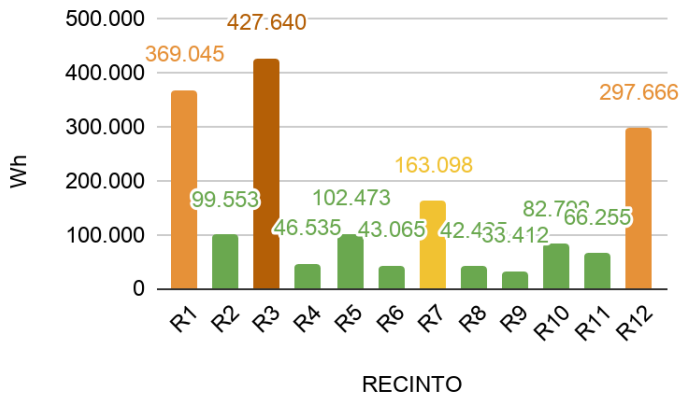
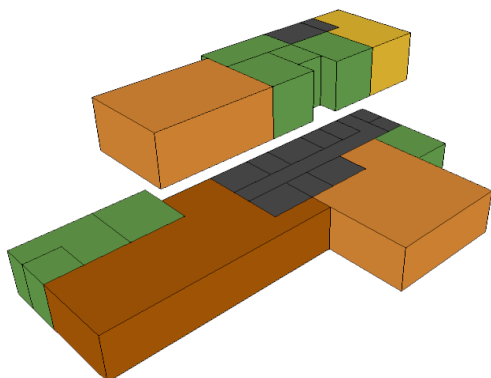
Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude: -01,30 Nebulosidade: 08,6 Dia: 22 Mar

	0	90	180	270	COB	TOTAL
06,00	0	0	0	0	0	0
06,50	6	111	5	5	24	151
07,00	10	179	8	8	63	269
07,50	14	217	11	11	107	361
08,00	17	234	13	13	154	431
08,50	20	234	15	15	198	481
09,00	22	222	16	16	238	514
09,50	24	200	17	17	273	531
10,00	26	172	18	18	303	537
10,50	27	139	19	19	328	532
11,00	28	102	20	20	348	517
11,50	29	62	20	20	361	492
12,00	29	20	20	20	365	455
12,50	29	20	20	20	361	492
13,00	28	20	20	102	348	517
13,50	27	19	19	139	328	532
14,00	26	18	18	172	303	537
14,50	24	17	17	200	273	531
15,00	22	16	16	222	238	514
15,50	20	15	15	234	198	481
16,00	17	13	13	234	154	431
16,50	14	11	11	217	107	361
17,00	10	8	8	179	63	269
17,50	6	5	5	111	24	151
18,00	0	0	0	0	0	0
TOTAL	477	2055	345	2055	5155	10087

Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude: -01,30 Nebulosidade: 08,6 Dia: 22 Mar

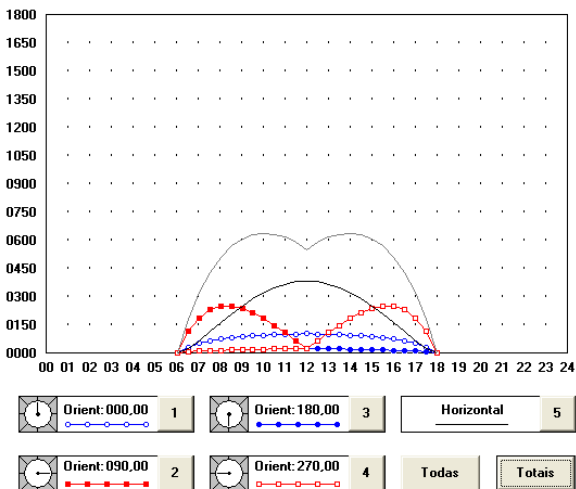


Dia 22 de abril

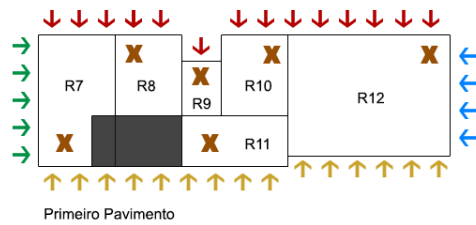
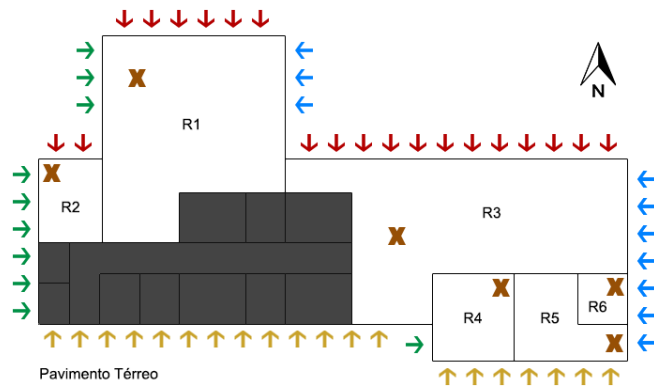
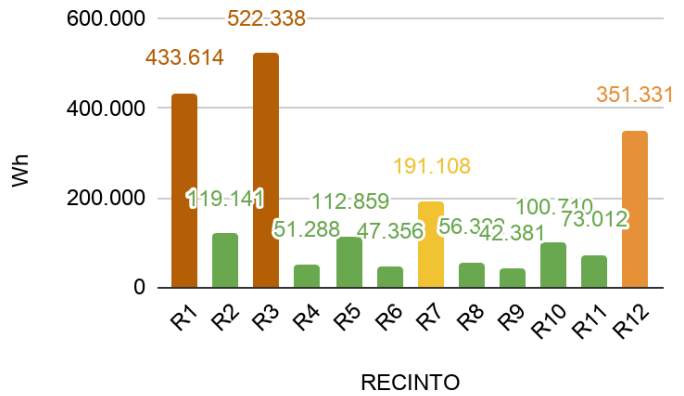
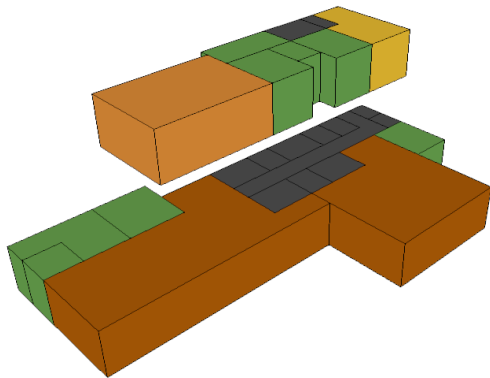


Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude:- 01,30 Nebulosidade: 08,2 Dia:22 Abr							
	0	90	180	270	COB	TOTAL	▲
06,02	0	0	0	0	0	0	0
06,52	29	116	5	5	25	181	
07,02	49	187	9	9	66	320	
07,51	63	228	12	12	113	428	
08,01	74	246	14	14	162	510	
08,51	81	247	16	16	208	568	
09,01	87	234	17	17	251	607	
09,51	91	212	19	19	288	628	
10,01	95	182	20	20	320	635	
10,50	97	147	20	20	346	631	
11,00	99	108	21	21	366	615	
11,50	101	66	21	21	379	588	
12,00	101	22	21	21	383	549	
12,50	101	21	21	66	379	588	
13,00	99	21	21	108	366	615	
13,50	97	20	20	147	346	631	
13,99	95	20	20	182	320	635	
14,49	91	19	19	212	288	628	
14,99	87	17	17	234	251	607	
15,49	81	16	16	247	208	568	
15,99	74	14	14	246	162	510	
16,49	63	12	12	228	113	428	
16,98	49	9	9	187	66	320	
17,48	29	5	5	116	25	181	
17,98	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	1835	2168	370	2168	5430	11971	

Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude:- 01,30 Nebulosidade: 08,2 Dia:22 Abr

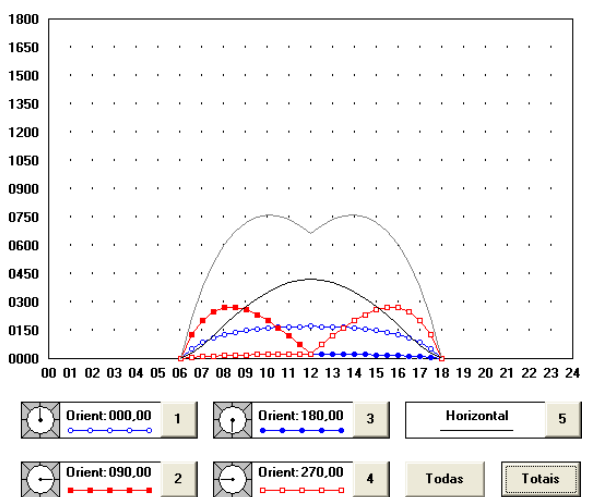


Dia 22 de maio

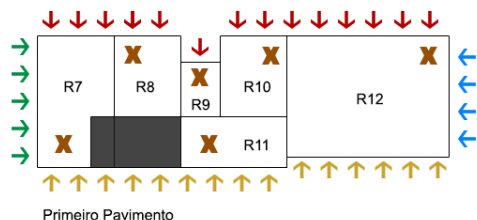
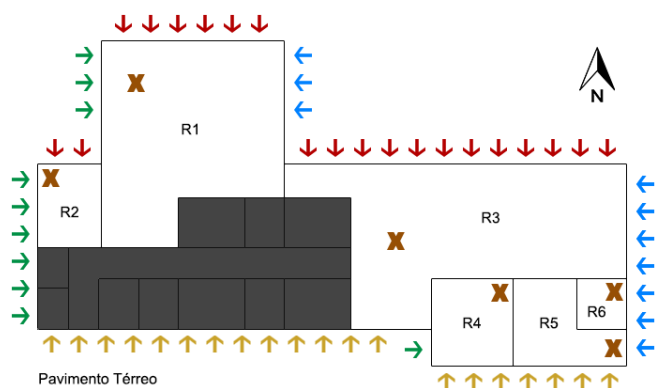
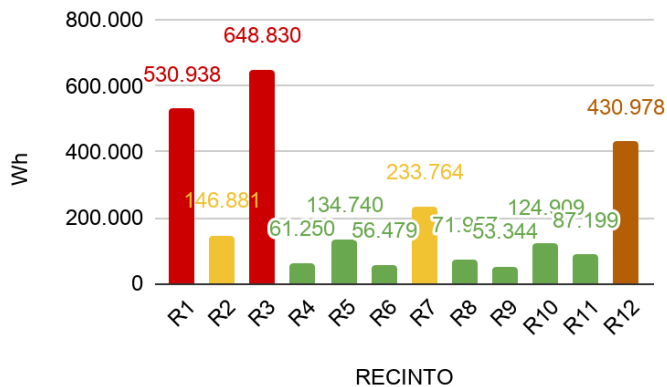
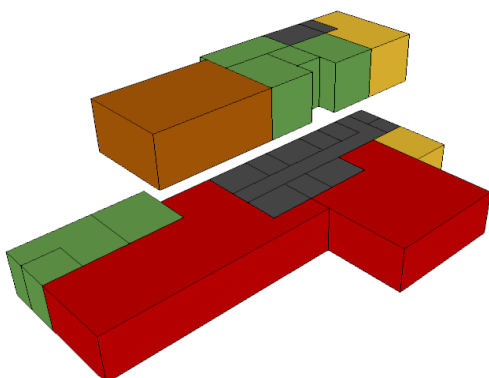


Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude:- 01,30 Nebulosidade: 07,4 Dia:22 Mai							
	0	90	180	270	COB	TOTAL	▲
06,03	0	0	0	0	0	0	0
06,53	51	125	6	6	28	216	
07,03	85	203	10	10	72	381	
07,52	110	249	13	13	124	509	
08,02	127	269	16	16	177	606	
08,52	140	271	18	18	229	676	
09,02	150	258	20	20	276	723	
09,51	156	233	21	21	318	749	
10,01	161	201	22	22	353	759	
10,51	165	162	23	23	381	754	
11,01	168	119	24	24	402	736	
11,50	170	73	24	24	415	706	
12,00	171	24	24	24	420	663	
12,50	170	24	24	73	415	706	
12,99	168	24	24	119	402	736	
13,49	165	23	23	162	381	754	
13,99	161	22	22	201	353	759	
14,49	156	21	21	233	318	749	
14,98	150	20	20	258	276	723	
15,48	140	18	18	271	229	676	
15,98	127	16	16	269	177	606	
16,48	110	13	13	249	124	509	
16,97	85	10	10	203	72	381	
17,47	51	6	6	125	28	216	
17,97	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	3137	2384	418	2384	5971	14294	

Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude:- 01,30 Nebulosidade: 07,4 Dia:22 Mai

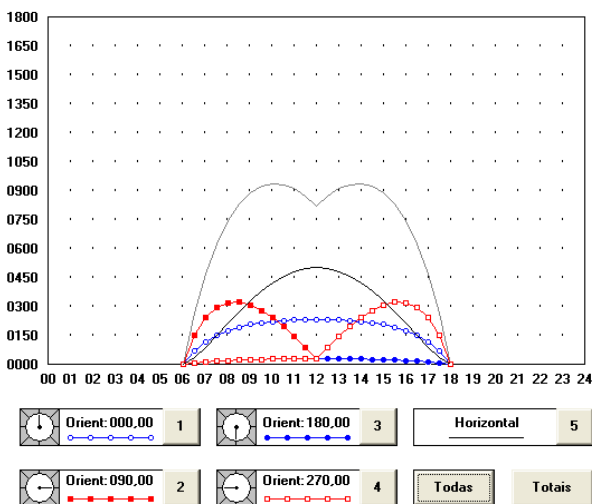


Dia 22 de junho

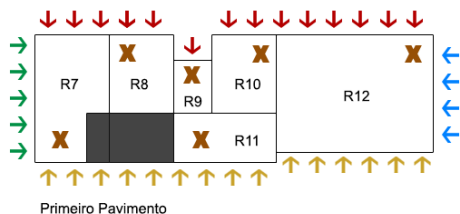
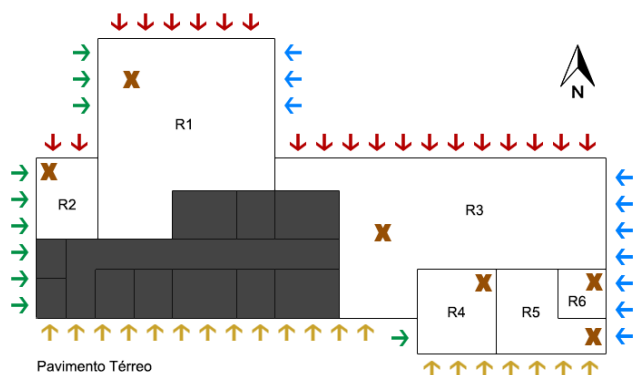
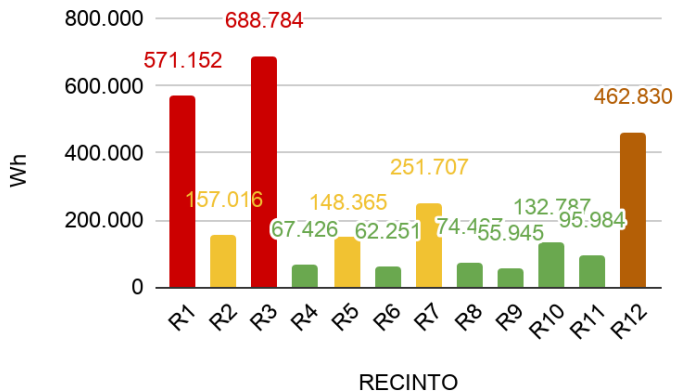
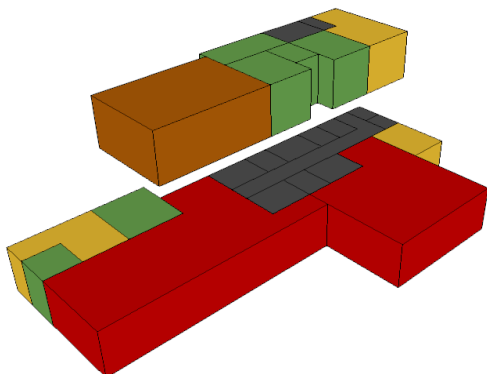


Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude: -01,30 Nebulosidade: 06,1 Dia:22 Jun							
	0	90	180	270	COB	TOTAL	▲
06,04	0	0	0	0	0	0	0
06,53	69	147	7	7	33	265	
07,03	116	241	12	12	86	467	
07,53	150	295	16	16	147	624	
08,03	174	320	19	19	211	744	
08,52	192	323	22	22	273	832	
09,02	205	307	24	24	330	890	
09,52	214	279	25	25	379	923	
10,01	221	240	27	27	421	936	
10,51	226	194	28	28	455	930	
11,01	230	142	29	29	480	909	
11,50	232	87	29	29	495	873	
12,00	233	29	29	29	501	822	
12,50	232	29	29	87	495	873	
12,99	230	29	29	142	480	909	
13,49	226	28	28	194	455	930	
13,99	221	27	27	240	421	936	
14,48	214	25	25	279	379	923	
14,98	205	24	24	307	330	890	
15,48	192	22	22	323	273	832	
15,97	174	19	19	320	211	744	
16,47	150	16	16	295	147	624	
16,97	116	12	12	241	86	467	
17,47	69	7	7	147	33	265	
17,96	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	4295	2842	506	2842	7123	17608	

Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude: -01,30 Nebulosidade: 06,1 Dia:22 Jun

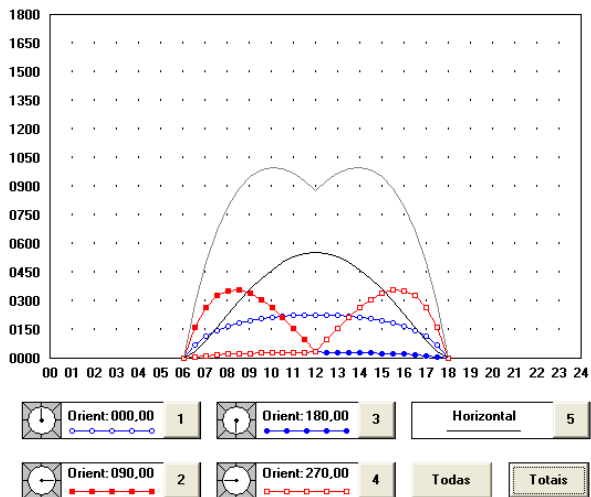


Dia 22 de julho

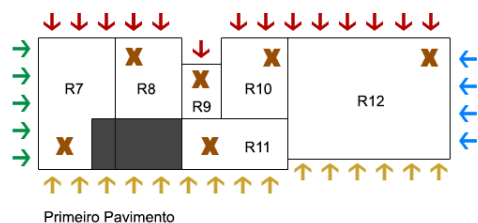
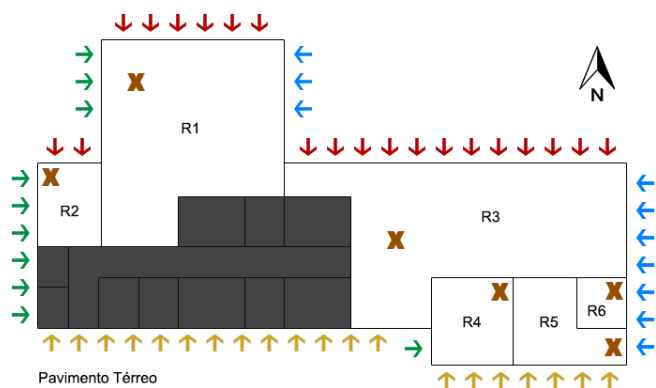
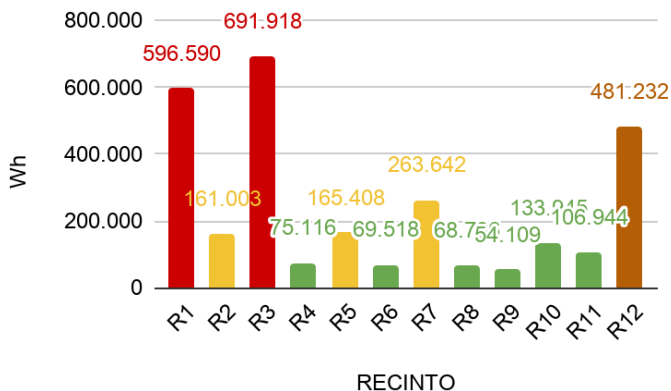
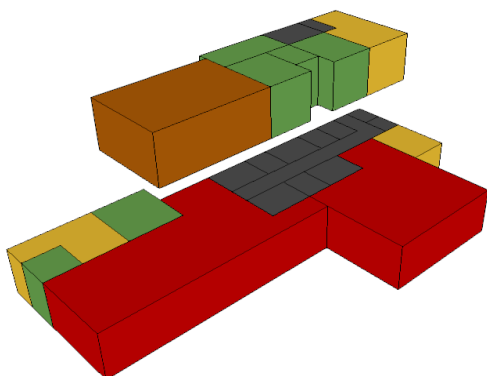


Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude:- 01,30 Nebulosidade: 05,6 Dia:22 Jul							
	0	90	180	270	COB	TOTAL	
06.03	0	0	0	0	0	0	0
06.53	67	164	8	8	37	284	
07.03	113	267	13	13	95	502	
07.52	146	327	18	18	163	670	
08.02	169	354	21	21	233	798	
08.52	186	356	24	24	301	891	
09.02	199	339	26	26	363	953	
09.51	208	307	28	28	418	987	
10.01	214	264	29	29	464	1000	
10.51	220	213	30	30	501	994	
11.01	223	156	31	31	529	971	
11.50	226	95	32	32	546	931	
12.00	227	32	32	32	552	875	
12.50	226	32	32	95	546	931	
12.99	223	31	31	156	529	971	
13.49	220	30	30	213	501	994	
13.99	214	29	29	264	464	1000	
14.49	208	28	28	307	418	987	
14.98	199	26	26	339	363	953	
15.48	186	24	24	356	301	891	
15.98	169	21	21	354	233	798	
16.48	146	18	18	327	163	670	
16.97	113	13	13	267	95	502	
17.47	67	8	8	164	37	284	
17.97	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	4170	3134	550	3134	7849	18837	

Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude:- 01,30 Nebulosidade: 05,6 Dia:22 Jul

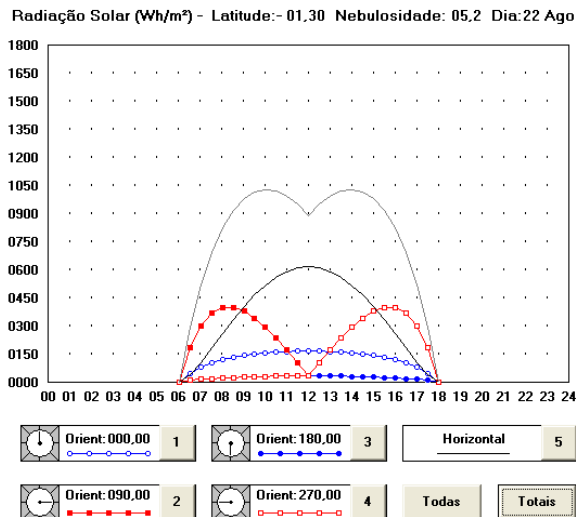


Dia 22 de agosto

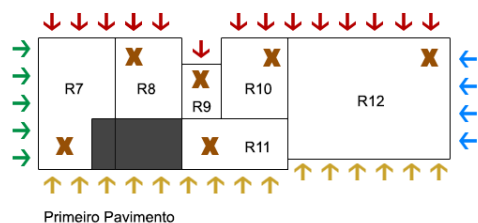
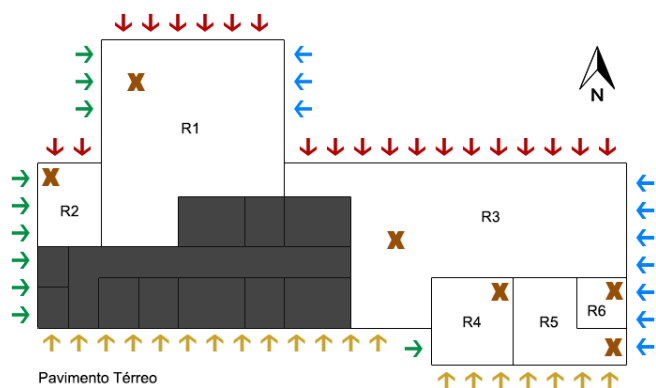
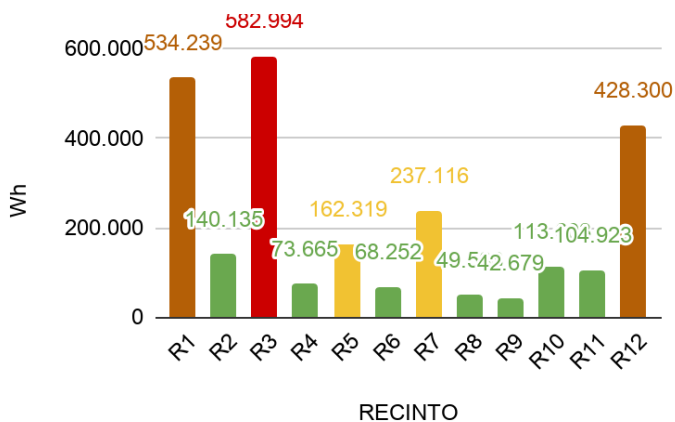
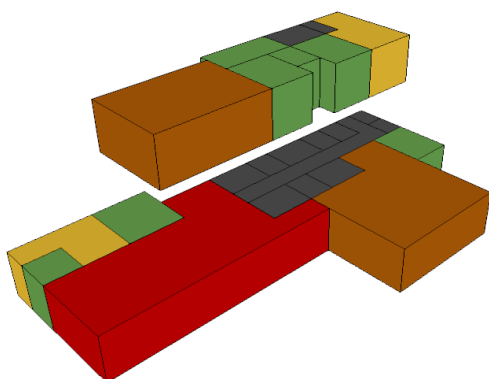


Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude: -01,30 Nebulosidade: 05,2 Dia: 22 Ago

	0	90	180	270	COB	TOTAL
06,02	0	0	0	0	0	0
06,52	48	187	9	9	41	294
07,02	80	302	15	15	106	518
07,51	103	368	19	19	182	692
08,01	120	397	23	23	261	824
08,51	133	398	26	26	337	919
09,01	142	378	28	28	405	981
09,51	149	341	30	30	465	1015
10,01	154	294	32	32	516	1027
10,50	159	237	33	33	558	1020
11,00	162	174	34	34	591	995
11,50	165	106	34	34	611	951
12,00	165	35	35	35	618	888
12,50	165	34	34	106	611	951
13,00	162	34	34	174	591	995
13,50	159	33	33	237	558	1020
13,99	154	32	32	294	516	1027
14,49	149	30	30	341	465	1015
14,99	142	28	28	378	405	981
15,49	133	26	26	398	337	919
15,99	120	23	23	397	261	824
16,49	103	19	19	368	182	692
16,98	80	15	15	302	106	518
17,48	48	9	9	187	41	294
17,98	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2997	3500	597	3500	8765	19359



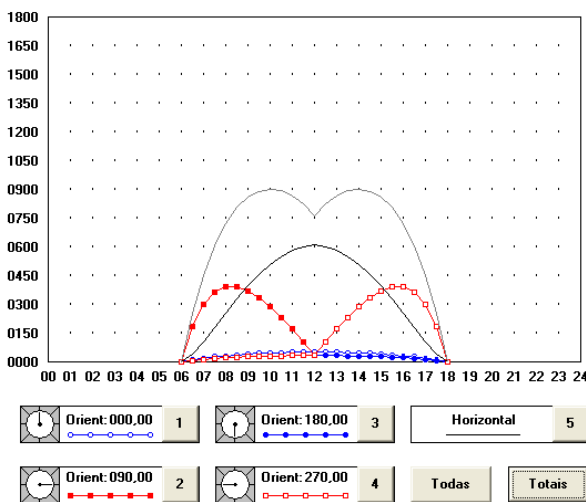
Dia 22 de setembro



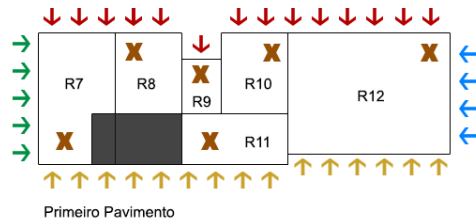
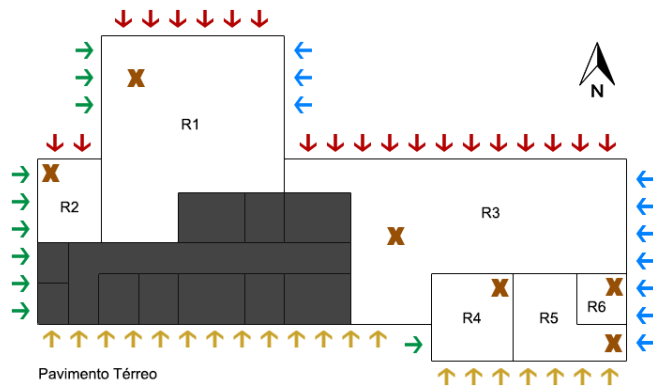
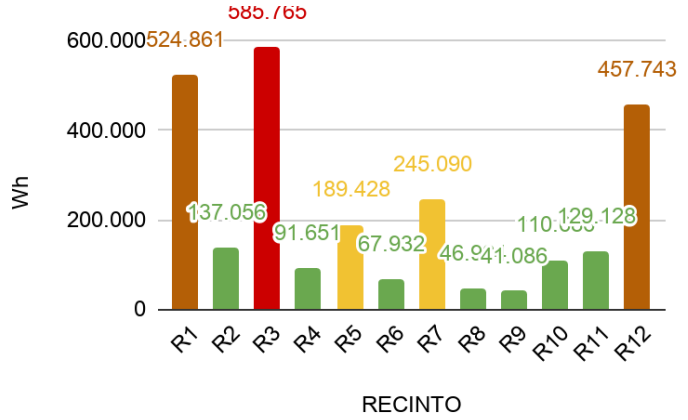
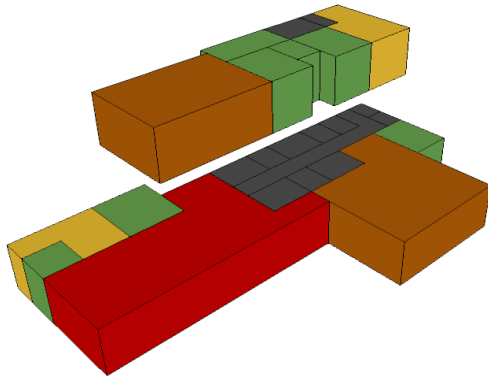
Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude: -01,30 Nebulosidade: 05,6 Dia:22 Set

	0	90	180	270	COB	TOTAL
06,00	0	0	0	0	0	0
06,50	11	185	9	9	40	254
07,00	19	298	14	14	104	451
07,50	26	363	18	18	179	605
08,00	32	391	22	22	257	722
08,50	36	391	25	25	330	807
09,00	40	370	27	27	397	862
09,50	44	334	29	29	456	891
10,00	46	287	30	30	506	901
10,50	49	232	32	32	548	893
11,00	51	171	33	33	581	868
11,50	52	104	33	33	602	825
12,00	52	34	34	34	610	763
12,50	52	33	33	104	602	825
13,00	51	33	33	171	581	868
13,50	49	32	32	232	548	893
14,00	46	30	30	287	506	901
14,50	44	29	29	334	456	891
15,00	40	27	27	370	397	862
15,50	36	25	25	391	330	807
16,00	32	22	22	391	257	722
16,50	26	18	18	363	179	605
17,00	19	14	14	298	104	451
17,50	11	9	9	185	40	254
18,00	0	0	0	0	0	0
TOTAL	865	3432	577	3432	8611	16917

Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude: -01,30 Nebulosidade: 05,6 Dia:22 Set



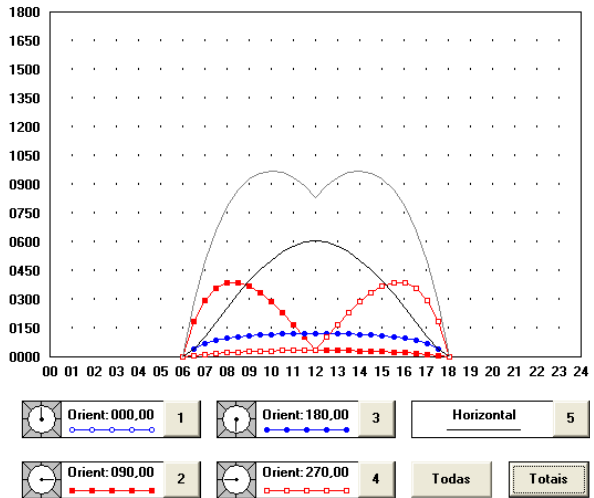
Dia 22 de outubro



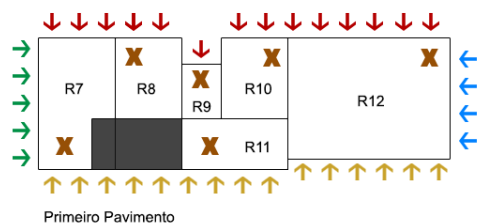
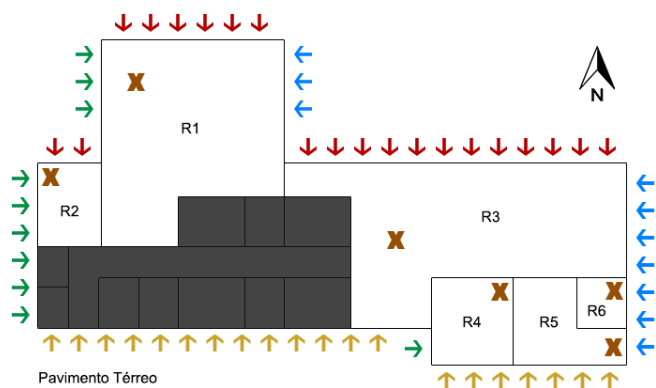
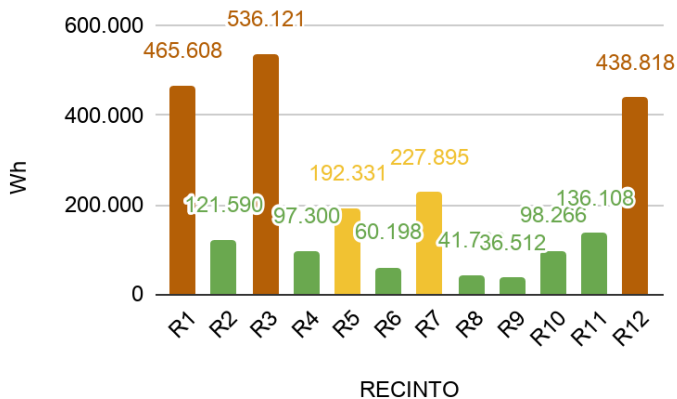
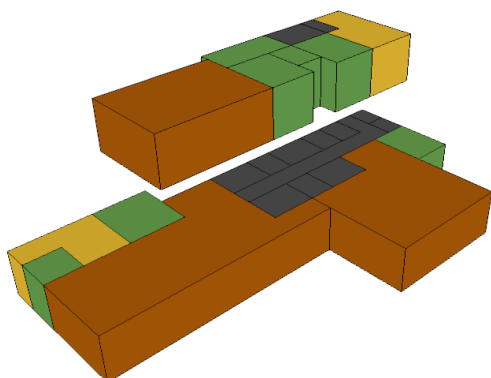
Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude: -01,30 Nebulosidade: 05,5 Dia: 22 Out

	0	90	180	270	COB	TOTAL
05,98	0	0	0	0	0	0
06,48	9	182	41	9	40	281
06,99	14	295	68	14	104	495
07,49	18	359	85	18	178	660
07,99	22	388	97	22	255	784
08,49	25	388	105	25	329	872
08,99	27	368	111	27	396	929
09,49	29	333	114	29	454	960
09,99	31	286	117	31	504	969
10,50	32	231	120	32	546	961
11,00	33	170	122	33	578	936
11,50	34	103	123	34	599	893
12,00	34	34	123	34	607	831
12,50	34	34	123	103	599	893
13,00	33	33	122	170	578	936
13,50	32	32	120	231	546	961
14,01	31	31	117	286	504	969
14,51	29	29	114	333	454	960
15,01	27	27	111	368	396	929
15,51	25	25	105	388	329	872
16,01	22	22	97	388	255	784
16,51	18	18	85	359	178	660
17,01	14	14	68	295	104	495
17,52	9	9	41	182	40	281
18,02	0	0	0	0	0	0
TOTAL	579	3411	2329	3411	8577	18307

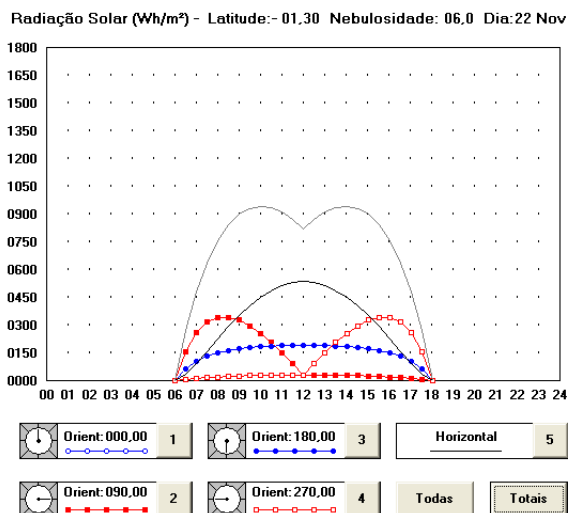
Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude: -01,30 Nebulosidade: 05,5 Dia: 22 Out



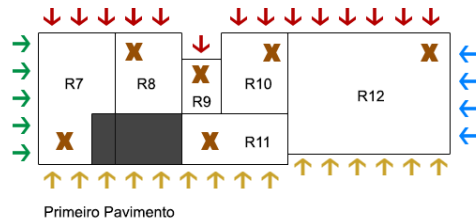
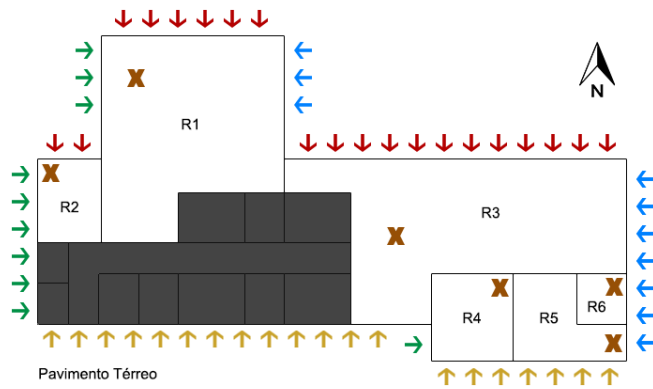
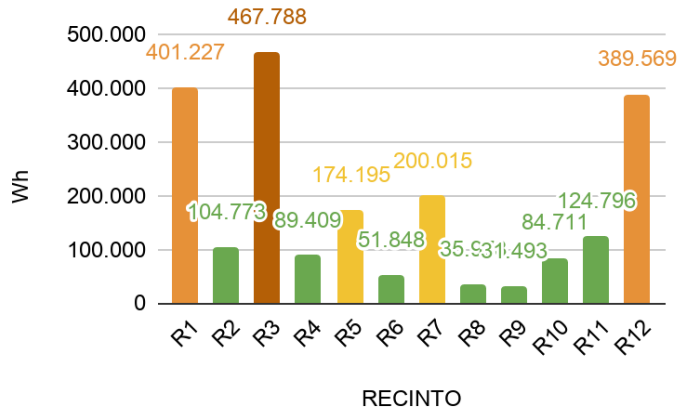
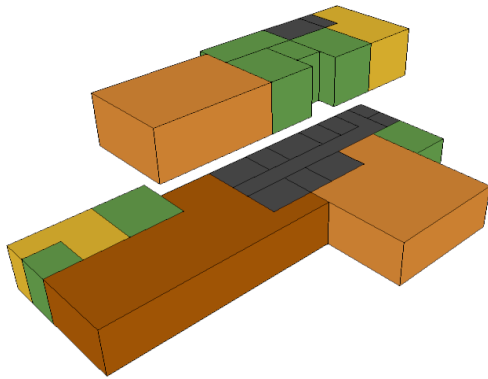
Dia 22 de novembro



Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude: -01,30 Nebulosidade: 06,0 Dia:22 Nov							
	0	90	180	270	COB	TOTAL	
05,97	0	0	0	0	0	0	0
06,47	8	158	62	8	35	271	
06,97	13	257	103	13	92	477	
07,48	17	315	131	17	157	636	
07,98	20	341	150	20	226	757	
08,48	23	343	163	23	292	843	
08,98	25	326	172	25	352	900	
09,49	26	295	178	26	404	931	
09,99	28	254	182	28	449	941	
10,49	29	205	186	29	485	935	
10,99	30	151	188	30	513	912	
11,50	30	92	190	30	530	873	
12,00	31	31	191	31	536	819	
12,50	30	30	190	30	530	873	
13,01	30	30	188	30	513	912	
13,51	29	29	186	29	485	935	
14,01	28	28	182	28	449	941	
14,51	26	26	178	26	404	931	
15,02	25	25	172	25	352	900	
15,52	23	23	163	23	292	843	
16,02	20	20	150	20	226	757	
16,52	17	17	131	17	157	636	
17,03	13	13	103	13	92	477	
17,53	8	8	62	8	35	271	
18,03	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	527	3017	3603	3017	7608	17772	



Dia 22 de dezembro



Radiação Solar (Wh/m²) - Latitude: -01,30 Nebulosidade: 06,8 Dia:22 Dez						
	0	90	180	270	COB	TOTAL
05,96	0	0	0	0	0	0
06,47	7	134	62	7	30	241
06,97	11	219	103	11	79	424
07,47	15	269	132	15	135	565
07,97	17	292	151	17	194	673
08,48	20	295	165	20	251	750
08,98	22	281	174	22	303	802
09,48	23	255	180	23	349	830
09,99	24	219	185	24	387	840
10,49	25	177	188	25	419	835
10,99	26	130	191	26	442	815
11,50	27	79	192	27	457	782
12,00	27	27	193	27	462	735
12,50	27	27	192	27	457	782
13,01	26	26	191	26	442	815
13,51	25	25	188	25	419	835
14,01	24	24	185	24	387	840
14,52	23	23	180	23	349	830
15,02	22	22	174	22	303	802
15,52	20	20	165	20	251	750
16,03	17	17	151	17	194	673
16,53	15	15	132	15	135	565
17,03	11	11	103	11	79	424
17,53	7	7	62	7	30	241
18,04	0	0	0	0	0	0
TOTAL	460	2596	3640	2595	6596	15847

