

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
DAU-CAMPUS LARANJEIRAS

# ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA NO SEMIÁRIDO:

PROPOSTA DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL  
REFERÊNCIA EM SEABRA-BA

ORLECI OURIVES DA SILVA



AUTORIA PRÓPRIA

**ORLECI OURIVES DA SILVA**

**ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA NO SEMIÁRIDO: Proposta de  
edificação residencial referência em Seabra-BA**

Trabalho apresentado a Universidade Federal do Sergipe – UFS, Campus de Laranjeiras, como requisito parcial para obtenção do título de Arquiteta e Urbanista.

Orientador: Prof. Dr<sup>a</sup>. Carla Fernanda Barbosa  
Teixeira

**LARANJEIRAS**

**2022**

**UNIUNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO ARQUITETURA E URBANISMO**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**ORLECI OURIVES DA SILVA**

**ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA NO SEMIÁRIDO: Proposta de  
edificação residencial referência em Seabra-BA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
como requisito parcial para obtenção do título de  
Bacharel em Arquitetura e Urbanismo, pela  
Universidade Federal de Sergipe.

Aprovado em: 18 de novembro de 2022.

**Banca Examinadora**

Documento assinado digitalmente  
 CARLA FERNANDA BARBOSA TEIXEIRA  
Data: 18/11/2022 20:12:34-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

(Profª Drª. Carla Fernanda Barbosa Teixeira, DAU - UFS).

Documento assinado digitalmente  
 ITALO CESAR MONTALVAO GUEDES  
Data: 23/11/2022 11:05:29-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

(Prof. Dr. Ítalo César Montalvão Guedes, DAU - UFS).

MARCELA MARCAL MACIEL  
MONTEIRO:38173891249

Assinado de forma digital por MARCELA MARCAL  
MACIEL MONTEIRO:38173891249  
Dados: 2022.11.21 08:53:03 -03'00'

---

(Profª. Marcela Marçal Maciel Monteiro, UNIFESSPA).

## AGRADECIMENTO

Agradeço aos meus pais Oscar Lopes e Nalci Ourives pelo apoio e mimo nos momentos em que mais precisei.

Agradeço à minha irmã Orneci Ourives e seu esposo Adriano Moreira por terem me acolhido em sua casa quando precisei dar uma pausa em meus estudos e agradeço à minha amiga Marta Farias por ter aberto as portas de sua casa e família.

Agradeço ao meu irmão Orlei Ourives e minha cunhada Débora Reis por terem me acolhido em sua casa e isso ter possibilitado continuar meus estudos, pois sem eles esse documento jamais teria sido escrito.

Agradeço à minha orientadora Carla Fernanda pela paciência e total empatia por ter entendido meu momento e não ter me pressionado ao longo do meu TCC. Agradeço também pela excelência em suas correções e tão valiosos ensinamentos.

Agradeço ao professor Ítalo Montalvão por ter participado de minhas bancas e ter contribuído para a melhoria de meu trabalho.

Agradeço também a minha examinadora externa Marcela Monteiro por ter participado de minha banca final e ter trazido novos olhares para meu trabalho.

"Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível, e de repente você estará fazendo o impossível". – São Francisco de Assis.

## RESUMO

A arquitetura bioclimática busca promover conforto térmico ao usuário pela adaptação da edificação ao clima local. Esse conceito foi perdendo espaço a partir da Revolução Industrial e das consequências que o Estilo Internacional trouxe ao romper com o passado e espalhar para todos os cantos uma única forma de fazer arquitetura, sem que os arquitetos locais refletissem, em grande maioria, a adaptação ao clima. Com isso, passou a ser comum terceirizar o conforto térmico das habitações aos meios mecânicos de climatização, de forma que, no contexto do semiárido não foi diferente. Então, essa temática é bastante relevante, principalmente depois da urgência sanitária ocorrida pela pandemia do novo Coronavírus (COVID 19), ao perceber a necessidade em ventilar os espaços para diminuir o contágio do vírus pelo ar em espaços fechados. Assim, esse trabalho tem como objetivo propor uma edificação residencial bioclimática em Seabra- Ba, a nível de anteprojeto, de forma a aplicar as estratégias bioclimáticas recomendadas pela NBR 15220-3 e dessa forma, espera-se contribuir para a melhoria das edificações no semiárido seabrense no que tange o seu conforto térmico.

**Palavras-chave:** Arquitetura bioclimática, Semiárido, Seabra.

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 – Climas do Brasil segundo Bernardes (1951).....	22
Figura 2 – Climas do Brasil baseado em Koppen, IBGE (2006).....	23
Figura 3 – Climas do Brasil adaptado de Koppen .....	25
Figura 4 – Relevos de destaque da região Nordeste, segundo Nimer (1989).....	27
Figura 5 –Mapa topográfico da região Nordeste .....	28
Figura 6 – Subdivisões geográficas do território nordestino.....	29
Figura 7 – Barreiras naturais impedem a passagem de parte das massas de ar carregadas de umidade.....	30
Figura 8 – Mapas de climas da região Nordeste.....	31
Figura 9 – Climas do Nordeste baseado em Koppen.....	32
Figura 10 – Pilares da arquitetura bioclimática segundo Olgyay.....	33
Figura 11 – Carta bioclimática para países em desenvolvimento, Givoni .....	36
Figura 12 – Zoneamento bioclimático brasileiro .....	38
Figura 13 – Carta bioclimática NBR 15220-3 (2005) adaptada de Givoni.....	39
Figura 14 – Zonas bioclimáticas na região Nordeste .....	40
Figura 15 – Ventilação cruzada.....	41
Figura 16 – Ventilação cruzada x relação mobiliário .....	42
Figura 17 – Esquadrias ventiladas .....	42
Figura 18 - Ventilação por meio de aberturas em torres de caixa d'água .....	43
Figura 19 – Esquema de umidificação e ventilação adaptado de Izard/ Guyot (1980) .....	50
Figura 20 – Localização de Seabra na zona bioclimática 5 .....	53
Figura 21 – Parede interna com elevada inércia térmica feita com taipa .....	54
Figura 22 – Cores com absortância indicadas para zona 5 .....	55
Figura 23 – Parque Nacional da Chapada Diamantina .....	57
Figura 24 – Localização de Seabra.....	58
Figura 25 – Fotografias aéreas de Seabra.....	59
Figura 26 – Climas para Seabra.....	60
Figura 27 – Climas do Nordeste baseado em Koppen com recorte em Seabra .....	61
Figura 28 - Temperaturas médias anuais para Seabra .....	61
Figura 29 - Topografia da cidade de Seabra até as serras .....	62
Figura 30 - Ventos predominantes anuais para Seabra .....	63
Figura 31 – Climas de Brasília .....	64

Figura 32 – Rosa dos ventos para a cidade de Brasília .....	65
Figura 33 - Mapas de zoneamento bioclimático brasileiro para Brasília e climas segundo Koppen .....	66
Figura 34 – Planta baixa da residência Nivaldo Borges .....	67
Figura 35 – Eixo central da residência Nivaldo Borges .....	68
Figura 36 - Cobertura com claraboias .....	68
Figura 37 – Orientação solar da residência Nivaldo Borges .....	69
Figura 38 – Croquis do assentamento dos tijolos.....	71
Figura 39 – Fotografia da sala.....	72
Figura 40 – Projeto de brise de concreto .....	72
Figura 41 – Croqui aérea .....	73
Figura 42 – Croqui de corte esquemático .....	73
Figura 43 – Plantas baixas e esquema dos ventos da casa Autônoma .....	74
Figura 44 - Croqui bioclimático da casa Autônoma .....	77
Figura 45 - Climas de Barbalha.....	78
Figura 46 - Mapas de zoneamento bioclimático brasileiro para Barbalha e climas segundo Koppen para Barbalha.....	79
Figura 47 - Plantas baixas e ventilação da residência C.....	81
Figura 48 - Fachadas B e perspectiva da residência C.....	82
Figura 49 - Corte AA e Fachada D da residência C .....	83
Figura 50 – Corte DD, fachada A e fachada C da residência C .....	83
Figura 51 – Localização do terreno para a residência bioclimática .....	86
Figura 52 – Entorno do terreno .....	87
Figura 53 – Entorno do terreno e sentido das vias.....	88
Figura 54 – Planta de situação e fotografias do terreno.....	89
Figura 55 – Insolação nas faces do terreno .....	90
Figura 56 – Esquema de ventilação e ruídos das faces do terreno.....	92
Figura 57 – Estudo inicial de estratégias bioclimáticas .....	93
Figura 58 – Legislação aplicada.....	94
Figura 59 – Estudo de setorização.....	97
Figura 60 – Evolução da forma .....	98
Figura 61 – Evolução da Fachada Sul .....	99
Figura 62 – Setorização do 1º Pavimento e 2º Pavimento .....	101
Figura 63 – Planta baixa 1º Pavimento e 2º Pavimento .....	103
Figura 64 – Planta baixa reservatório de água.....	105

Figura 65 – Planta baixa cobertura .....	106
Figura 66 – Planta baixa 1º Pavimento com <i>Layout</i> .....	107
Figura 67 - Planta baixa 2º Pavimento com <i>Layout</i> .....	108
Figura 68 - Estudo de sombras da edificação na fachada Norte.....	109
Figura 69 - Estudo de sombras da edificação na fachada Leste.....	110
Figura 70 - Estudo de sombras da edificação na fachada Sul .....	110
Figura 71 – Fachada Sul .....	111
Figura 72 – Sombreamento fachada sul .....	112
Figura 73 – Fachada Norte.....	113
Figura 74 – Sombreamento fachada Norte .....	114
Figura 75 – Fator solar vidro .....	115
Figura 76 – Fachada Leste.....	116
Figura 77 – Detalhamento portas.....	118
Figura 78 – Simulação de ventilação a partir do <i>Flow Design</i> do 1º Pavimento.....	119
Figura 79 – Esquema de ventilação do 2º Pavimento .....	120
Figura 80 – Síntese da simulação de ventilação no <i>software Flow Design</i> – Autodesk .....	121
Figura 81 – Corte longitudinal perspectivado com ventilação cruzada.....	122
Figura 82 - Corte longitudinal em croqui perspectivado com ventilação cruzada 2	122
Figura 83 – Croqui síntese de estratégias bioclimáticas .....	123
Figura 84 – Detalhe parede, leve reflexiva.....	124
Figura 85 – Detalhe cobertura, leve isolada.....	125
Figura 86 – Detalhe parede oeste isolada.....	126
Figura 87 - Corte A.....	127
Figura 88 - Corte B.....	128
Figura 89 – Corte C.....	129
Figura 90 – Corte D.....	130
Figura 91 – Corte E .....	131
Figura 92 – Corte F .....	132
Figura 93 – Perspectiva aérea .....	133
Figura 94 – Perspectiva Sul .....	133
Figura 95 – Perspectiva renderizada Norte.....	134

## LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 – Estratégias bioclimáticas no Nordeste segundo a NBR 15220-3 .....	40
Quadro 2 - Síntese de estratégias construtivas para ventilação natural .....	43
Quadro 3 - Síntese de estratégias construtivas para sombreamento.....	46
Quadro 4 – Síntese de estratégias construtivas para massa térmica para aquecimento .....	47
Quadro 5 – Estratégias construtivas de uso de massa térmica para resfriamento....	49
Quadro 6 – Síntese de estratégias construtivas para resfriamento evaporativo .....	51
Quadro 7 – Estratégias bioclimáticas, zona 4 .....	65
Quadro 8 – Diretrizes e soluções da casa Autônoma .....	76
Quadro 9 - Estratégias bioclimáticas, zona 7 .....	79
Quadro 10 – Diretrizes bioclimáticas para a residência .....	94
Quadro 11 - Programa de Necessidades inicial .....	95
Quadro 12 – Programa de necessidade final .....	99
Quadro 13 - Ventilação dos ambientes .....	117

## LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 - Incidência solar nas fachadas do projeto .....	70
Tabela 2 - Incidência solar nas fachadas da edificação executada.....	70
Tabela 3 - Incidência solar nas fachadas .....	82
Tabela 4 – Incidência solar nas faces do terreno .....	91

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

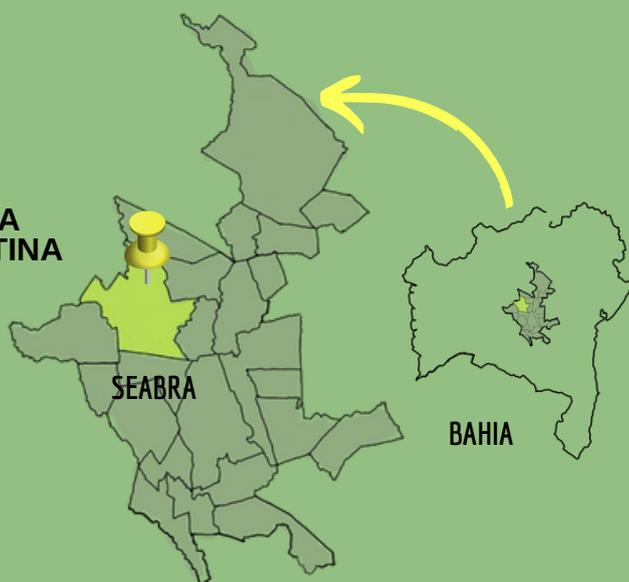
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Brasileira
PROJETEEE	Projetando Edificações Energeticamente Eficientes
SEI	Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Considerações iniciais.....	15
1.2	Objetivos.....	16
1.3	Metodologia.....	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	NOÇÕES DE CLIMA.....	19
2.1.1	Clima e fatores que o influenciam	19
2.1.1.1	Elementos do clima	21
2.1.2	Climas do Brasil	22
2.1.3	Climas no Nordeste	26
2.2	ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA.....	32
2.2.1	Princípios da arquitetura bioclimática	33
2.2.2	Carta bioclimática	34
2.2.3	NBR 15220-3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações de interesse social	37
2.2.4	Diretrizes bioclimáticas para zona 5	52
2.3	CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA DO TRABALHO – SEABRA – CHAPADA DIAMANTINA.....	55
2.3.1	Seabra no contexto da Chapada Diamantina	56
2.3.2	Clima e relevo de Seabra	60
3	ANÁLISE DE TIPOLOGIAS DE CLIMA QUENTE SECO	64
3.1	Brasília.....	64
3.2	Barbalha.....	78
4	CONCEPÇÃO PROJETUAL	86
4.1	TERRENO.....	86
4.2	PROGRAMA DE NECESSIDADES.....	95
4.3	ESTUDO DE MANCHAS.....	96

4.4	EVOLUÇÃO DA FORMA.....	97
4.5	PROJETO.....	99
4.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	136
	REFERÊNCIAS	139
	APÊNDICE .....	145

CHAPADA  
DIAMANTINA



SEABRA

BAHIA

IGREJA  
DO  
BOM JESUS



AUTORIA PRÓPRIA

## 1 INTRODUÇÃO

A introdução foi dividida em considerações iniciais, e nelas foram abordadas de forma geral a temática da arquitetura bioclimática, além da problemática e a justificativa referente à escolha de sua aplicação na cidade de Seabra. Em sequência a introdução apresenta os objetivos gerais e específicos da monografia e finaliza com a metodologia empregada, bem como, os resultados esperados.

### 1.1 Considerações iniciais

A bioclimatologia, segundo Wevila Correia (2012), é uma ciência que estuda a relação do clima e os seres humanos e, quando aplicada à arquitetura, aponta estratégias passivas para atingir o conforto térmico dos usuários. Esse tipo de arquitetura, por sua vez, foi denominado de arquitetura bioclimática, cujo surgimento ocorreu a partir da publicação do livro *Design bioclimático* de Olgay (1963). Assim, o edifício nesse tipo de arquitetura se comporta como um organismo, adaptando-se ao clima local por meio da integração entre corpo do edifício, questões ambientais circundantes e ser humano.

Ao longo da história, de acordo com Victor Olgay (1963), o desenho da casa refletiu diferentes soluções projetuais adaptadas ao clima de cada lugar. Roberto Lamberts *et al.* (2014) acrescentam que os conhecimentos adquiridos de forma empírica, passados de pai para filho e herdados pela arquitetura vernácula ensinam técnicas relacionadas aos princípios bioclimáticos e sustentáveis para serem empregadas nas edificações. No entanto, com a revolução industrial e a gama enorme de materiais construtivos que ela trouxe, materiais como o concreto armado e o aço desafiaram a forma tradicional de se construir em pedra e alvenaria, dominante desde o Egito Antigo.

Lamberts *et al.* (2014) ainda trazem a reflexão das consequências que o Estilo Internacional e os princípios da arquitetura funcionalista trouxeram. Assim, muitos profissionais da arquitetura por não possuírem as habilidades de Le Corbusier, passaram a se limitar a apenas compor jogos de fachadas, uso de grandes vãos e de panos de vidro, como introduziu Mies Van de Rohe. Desse modo, a preocupação com o conforto ambiental na arquitetura foi sendo deixada de lado e os tipos de “edificações estufa”, ou seja, cobertas com grandes janelas envidraçadas foram exportados para outras localidades do planeta sem que houvesse qualquer reflexão de sua adaptação ao clima local.

Fernandes (2009) relata que com essas novas edificações modernas e as recentes tecnologias para iluminação e condicionamento de ar, possibilitaram a climatização interna dos espaços, permitindo assim que o papel do conforto do usuário fosse terceirizado para outros profissionais e tecnologias. Igualmente, no contexto brasileiro não foi diferente, conforme Oscar Corbella e Simos Yannas (2003), na década de 60 grande parte das edificações comerciais passaram a adotar sistemas de climatização artificial para proporcionar conforto térmico aos usuários.

O problema enfrentado pela pouca qualidade bioclimática na arquitetura do Brasil em função da dependência de meios artificiais de climatização, também se reflete no semiárido nordestino. No contexto do sertão Seabrense, dentro da Chapada Diamantina, Bahia, é possível perceber o emprego dos mesmos materiais altamente industrializados que são utilizados em diferentes partes do país sem que haja uma adaptação que reflita as particularidades do clima quente e seco. Além disso, não há uma cultura arquitetônica em que se empreguem estratégias bioclimáticas que sejam adequadas ao clima, o que se converte em edificações bastante quentes no verão e frias no inverno.

Propor edificações bioclimáticas adaptadas ao clima do semiárido é importante para a sociedade que habita esses espaços, pois possibilita um maior conforto térmico dentro dos ambientes frente a um clima externo que oscila bastante ao longo do dia e que podem causar desconforto em períodos com temperaturas muito elevadas ou muito baixas. Além disso, diante do contexto da pandemia do novo Coronavírus (COVID19) que surgiu em 2019, ficou mais evidente a importância da ventilação natural, a estratégia bioclimática recomendada para todo o território brasileiro e que permite diminuir o contágio do vírus em espaços internos.

## **1.2 Objetivos**

- Objetivo geral

Este trabalho visa propor uma edificação unifamiliar bioclimática para Seabra, a nível de anteprojeto, e que siga as diretrizes propostas pela NBR 15220-3.

- Objetivos específicos:

Como objetivos específicos, este trabalho buscou identificar quais são essas estratégias bioclimáticas indicadas para a zona bioclimática em que Seabra está inserida, além de confrontar com as estratégias bioclimáticas indicadas para a cidade mais próxima que possui um arquivo climático.

### **1.3 Metodologia**

Como metodologia adotada, a monografia analisou algumas tipologias arquitetônicas brasileiras de climas quente e seco de região semiárida do Nordeste, além de tipologias de clima análogo, segundo dados de climas do IBGE, como Brasília. Assim, essas análises possibilitaram desenvolver um levantamento de referências projetuais que pudessem auxiliar na compreensão das soluções encontradas por esta monografia.

Além disso, as estratégias bioclimáticas foram sintetizadas em quadros gráficos e ilustrados com estratégias construtivas para cada uma das estratégias bioclimáticas indicadas para o clima de Seabra. As estratégias construtivas, por sua vez, foram consultadas a partir dos dados fornecidos pela plataforma digital *Projetando Edificações Energeticamente Eficientes (Projeteee)*, tanto de forma textual, quanto de forma gráfica. Desse modo, buscou-se com isso facilitar a busca de soluções construtivas no desenvolvimento desta edificação e de demais pessoas em posse dessa monografia.

### **1.4. Resultados esperados**

Esta monografia espera contribuir para a melhoria e a qualidade das edificações seabrenses no que se refere ao conforto térmico interno, além de trazer uma maior atenção às estratégias bioclimáticas indicadas para o clima de Seabra, como a ventilação e o sombreamento.

**VALE  
DO  
PATI**

**CHAPADA  
DIAMANTINA**



**AUTORIA PRÓPRIA**

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para compreender as temáticas referentes ao condicionamento passivo das edificações a partir de estratégias bioclimáticas, o referencial teórico foi dividido em 4 etapas. Essas etapas visam entender o clima e questões que o influenciam, a arquitetura bioclimática e estratégias bioclimáticas indicadas para a zona bioclimática ao qual Seabra - BA se insere. Desse modo, as principais referências utilizadas para esse estudo foram Victor Olgyay (1963), Baruch Givoni (1994, 1998), Marta Romero (2000), Lamberts *et al.* (2014), Anésia Frota, Sueli Schiffer (2001), entre outras dissertações de mestrado e artigos referentes ao tema.

### 2.1 NOÇÕES DE CLIMA

Esse capítulo abordará os principais conceitos de clima e o que interfere nele de forma geral e global. Em seguida serão identificadas algumas classificações climáticas utilizadas no Brasil, para finalmente em escala reduzida, abordar os climas e tipos climáticos que compreendem a região nordeste, com foco na região semiárida do estado da Bahia. Assim, neste capítulo foram utilizados como principais referências, o livro de Romero (2000), Edmon Nimer (1989) e O. Koenigsberger *et al.* (1977).

#### 2.1.1 Clima e fatores que o influenciam

O dicionário online Priberam (2021), define o clima como um conjunto de fenômenos atmosféricos que atuam em um determinado período pela média das condições do tempo. O tempo, por sua vez, é definido como um estado atmosférico momentâneo.

De acordo com Nimer (1989), nenhum fenômeno natural pode ser compreendido de forma isolada, pois ele depende de diversos outros fatores que o circundam. De modo que o tipo de vegetação, por exemplo, encontrada em um determinado local, não pode ser entendido sem considerar o clima ao qual está inserido, assim como o clima não pode ser entendido sem haver conhecimento das massas de ar.

De acordo com Romero (2000), entender o clima envolve tanto fatores geomorfológicos quanto espaciais, além da sua caracterização que é definida pelos elementos climáticos. Esses fatores que envolvem o clima compreendem a radiação solar, a altitude, a latitude, os ventos, as massas de terra e água, a topografia, além

do solo, entre outros, enquanto os elementos do clima compreendem a temperatura do ar, a umidade do ar, os movimentos de massas de ar e as precipitações.

De acordo com Koenigsberger *et al.* (1977), o principal fator que determina o clima é a radiação solar, pois o planeta Terra recebe toda energia advinda do Sol como radiação eletromagnética. No entanto, Romero (2000) diz que a penetração dessa radiação eletromagnética varia de acordo com a distância entre o planeta Terra e o Sol, do grau de absorção, reflexão e difusão dos componentes do ar. Assim, ao atravessar a atmosfera da Terra, parte da radiação solar é refletida através das superfícies da Terra e das nuvens, e outra parte é absorvida. Essa reflexão da radiação terrestre depende também do tipo de material, da sua cor e do seu grau de opacidade. Assim, superfícies como a areia, por exemplo, podem ter um grande poder de absorção, enquanto a neve de reflexão.

A altitude, altura de um determinado local em relação ao nível do mar, é um dos fatores mais relevantes que interferem na temperatura de determinado local, pois, quando há um aumento na altura, o ar fica menos carregado com partículas sólidas e líquidas, que por sua vez, são responsáveis por absorver as radiações solares e as difundirem aumentando a temperatura do ar. Dessa forma, normalmente, quanto maior for a altitude, menor tenderá a ser a temperatura, de forma que, para cada 200 m de altura, o gradiente termométrico do ar será de aproximadamente 1°C varado pouco nas latitudes e estações (ROMERO 2000).

A latitude, por sua vez, se refere à linha do Equador, de modo que a temperatura média se esfria à medida que se distancia da linha do Equador e se aproxima dos pólos, tanto do Norte, quanto do Sul, embora esse esfriamento não seja constante (ROMERO 2000).

A topografia local, também se constitui agente de influência do clima, pois sua forma pode agir como uma barreira natural para a passagem dos ventos. De forma que, até pequenas distâncias que separam localidades distintas por meio de elevações podem contribuir para que ocorram mudanças significativas no clima (ROMERO 2000).

A vegetação, por sua vez, pode ser um fator determinante para contribuir para a melhora de um microclima, pois o próprio processo de fotossíntese pode auxiliar na umidificação do local e estabilizar os efeitos do clima. Ela pode diminuir a temperatura do ar, enquanto o renova. Assim, uma superfície gramada pode absorver

uma maior quantidade de radiação solar, de forma a irradiar menos calor que outras superfícies construídas (ROMERO, 2000).

#### **2.1.1.1 Elementos do clima**

Os elementos do clima, referem-se aos valores que compõem cada tipo de clima e são: a temperatura, a umidade do ar, as precipitações e os movimentos de ar (ROMERO, 2000).

A temperatura do ar depende de diversos fatores, como a quantidade de calor adquirido ou perdido através das superfícies das quais possui contato, da topografia, bem como da superfície do solo, além da altitude, entre outros, assim, a temperatura do ar tende a mudar constantemente (ROMERO, 2000).

A umidade do ar, por sua vez, ocorre através da evaporação natural da água e evapotranspiração dos vegetais. Além disso, o ar possui capacidade de acumular vapor d'água proporcional ao ganho de temperatura e quando o ar está carregado de todo vapor d'água, diz-se que o ar está saturado, com umidade relativa de 100%. Além disso, a umidade relativa do ar varia ao longo do dia e épocas do ano, de forma que, em localidades que existem grandes oscilações de temperatura, como em regiões secas e semi-secas, também ocorrem grandes variações na umidade relativa do ar (ROMERO, 2000).

Já as precipitações ocorrem através da condensação do vapor d'água presente nas nuvens, que por sua vez são formadas através da evaporação das águas da superfície. Assim, a evaporação tende a aumentar rapidamente com a temperatura e a velocidade do vento, especialmente no período da tarde por conta da nebulosidade ser intermitente (ROMERO, 2000).

Os movimentos do ar ocorrem por diferenças de pressão atmosférica e tendem a manter a sua direção até encontrar um obstáculo, como o relevo. Assim, de todos os dados meteorológicos, os ventos são os mais variáveis ao longo do dia ou entre um dia e outro (ROMERO, 2000).

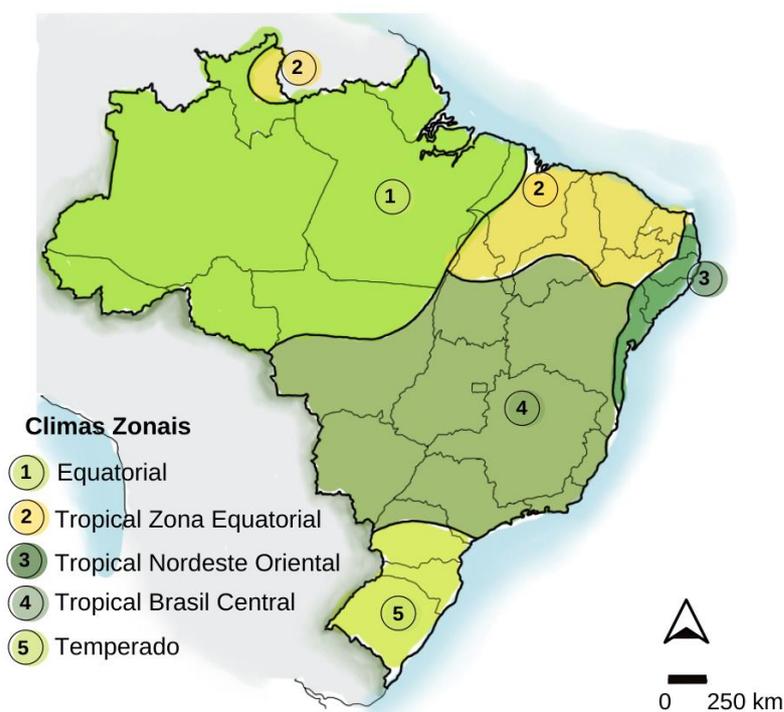
Dessa forma, observa-se que existem diversos fatores que podem modificar o clima de determinado local e vão além da latitude ao qual está inserido. Pois, segundo Fitch (1971, apud ROMERO, 2000), locais como altiplano peruano, localizado a 3.000 m, assim como nas montanhas da Lua na África, localizadas a

5.000 m, e, ainda que estejam localizados em zona equatorial, ao invés de possuírem florestas tropicais, as suas temperaturas são baixíssimas, com presença de névoa glacial, além de vegetação de tundra. Assim, no contexto brasileiro também devem ser observadas essas questões para entendimento do clima como um todo.

### 2.1.2 Climas do Brasil

Diversas classificações climáticas foram propostas para o Brasil, com isso, destacam-se os sistemas de classificação de Morize, Delgado de Carvalho, Peixoto, Guimarães e Bernardes (NASCIMENTO *et al.*, 2016). No entanto, embora, esses sistemas de classificação tenham desempenhado um papel importante no entendimento dos climas do Brasil, Diego Nascimento *et al.* (2016) destaca que a classificação de Bernardes de 1951 (baseada em Koppen) é amplamente utilizada em livros e enciclopédias, devido à sua simplicidade e abrangência zonal, conforme Figura 1. Assim, de acordo com essa última classificação, o Brasil possui 3 diferentes climas zonais, o equatorial, o tropical e o temperado.

**Figura 1** – Climas do Brasil segundo Bernardes (1951)



Fonte: Adaptado do IBGE<sup>1</sup> (2002).

<sup>1</sup> Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/images/educa/clima.pdf>. Acesso em: 18.03.2022

A classificação climática proposta por Koppen-Geiger em 1900, trata-se de uma classificação mundialmente aceita e amplamente utilizada em várias esferas do conhecimento e resulta da combinação da relação entre o clima e a vegetação local, além de utilizar dados de temperatura e precipitação. Assim, de acordo com Lamberts *et al.* (2014), pela vasta dimensão do território brasileiro somado ao fato do Brasil estar localizado entre os dois trópicos, o clima se torna bastante variado. Com isso o mapa derivado da classificação de Koppen, adotado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE, 2006), o Brasil está dividido em: clima equatorial, clima tropical, clima tropical semiárido, clima tropical atlântico, clima tropical de altitude e clima subtropical, conforme mostra a Figura 2 (LAMBERTS *et al.*, 2014).

**Figura 2** – Climas do Brasil baseado em Koppen, IBGE (2006)



Fonte: Adaptado de LAMBERTS *et al.* (2014).

O mapa proposto por Bernardes (1951) e o mapa adaptado de Koppen, IBGE (2006), mostram algumas similaridades, como a classificação geral dos climas, porém a última classificação divide o território brasileiro em mais climas, já que Koppen classifica os climas a partir da junção entre as características de temperatura,

vegetação e precipitação. Assim, os climas segundo o mapa adaptado de Köppen, IBGE (2005) são caracterizados como:

- **Clima equatorial**

O clima equatorial apresenta temperaturas elevadas e alto índice de pluviosidade diária (NIMER, 1979), ou seja, quente e úmido. Esse tipo de clima compreende toda a região amazônica e atinge temperaturas entre 24°C e 26°C com amplitudes térmicas<sup>2</sup> anuais de 3°C (LAMBERTS *et al.*, 2014).

- **Clima tropical**

O clima tropical por sua vez, ocorre em grande parte do Brasil e é dividido em dois grandes grupos, os tropicais não secos e os tropicais secos. Os climas tropicais não secos são predominantemente quentes durante o ano todo, excetuando as regiões montanhosas (NIMER, 1979). De acordo com Lamberts *et al.* (2014), o clima tropical apresenta um verão quente-chuvoso, além de inverno quente-seco.

- **Clima semiárido**

O clima semiárido é o mais seco do país, com temperaturas médias anuais por volta de 27°C, índice de pluviosidade baixo e grandes amplitudes térmicas (LAMBERTS *et al.*, 2014). Assim, de acordo com Romero (2000), o clima semiárido é considerado quente–seco.

- **Clima tropical atlântico**

O clima tropical atlântico, situado na parte costeira do Brasil, possui temperaturas médias anuais que variam entre 18° e 26°, com alto índice de pluviosidade (LAMBERTS *et al.*, 2014).

- **Clima tropical de altitude**

O clima tropical de altitude, as temperaturas médias se situam entre 18°C e 22°C com excelente distribuição de chuvas (LAMBERTS *et al.*, 2014).

- **Clima subtropical**

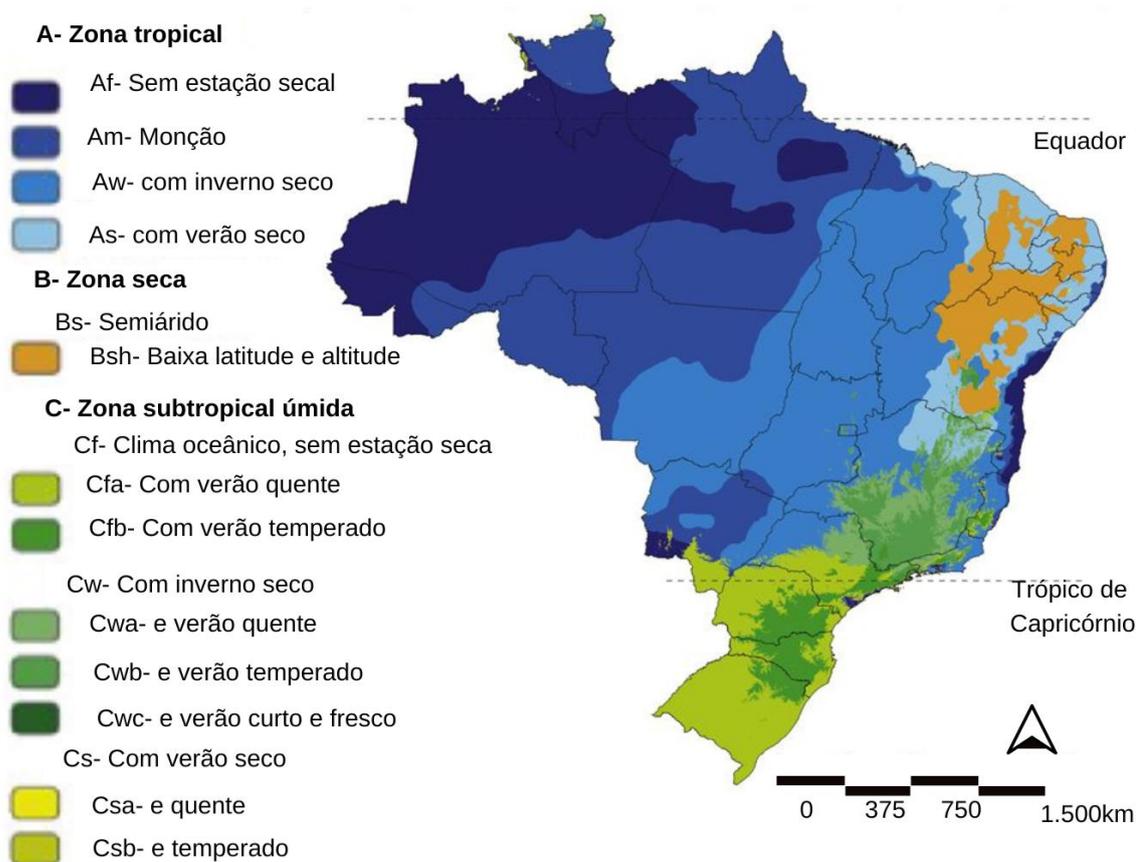
O clima subtropical, ocorre na parte sul do Brasil e se caracteriza por possuir uma amplitude térmica anual entre 9°C e 13°C e temperaturas médias anuais inferiores a 20°C (LAMBERTS *et al.*, 2014).

---

<sup>2</sup> Amplitude térmica: Diferença entre a máxima e a mínima registrada ao longo do dia ou ano.

Assim, dada a importância da classificação de Koppen-Geiger, Clayton Alvares *et al.* (2014), também desenvolveram mapas de clima, temperatura e precipitação para o território brasileiro baseados em Koppen, a partir de dados mensais de temperatura e precipitação de 2.950 estações meteorológicas. Dos mapas apresentados, o mapa desenvolvido por Alvares *et al.* (2014) possibilita o melhor entendimento das especificidades climáticas do território brasileiro. Assim, a Figura 3 mostra o mapa de climas do Brasil, de forma que o território é dividido em 3 zonas climáticas, A, B e C. Assim para o entendimento da classificação pensada por Koppen, Emerson Galvani (2020), diz que a primeira letra maiúscula indica a característica geral do clima do local, de maneira que, a letra A representa o clima quente e úmido, a letra B, representa o clima semiárido e a letra C representa o clima mesotérmico (subtropical). A segunda letra, por sua vez, indica as questões relacionadas ao regime das chuvas e a terceira letra representa a temperatura que é característica da região.

**Figura 3 – Climas do Brasil adaptado de Koppen**



Fonte: Adaptado de ALVARES *et al.* (2014).

Além disso, de acordo com Nascimento *et al.* (2016), outra classificação de grande importância é a desenvolvida por Nimer (1979), oficialmente utilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ela define o clima a partir de três sistemas: o primeiro diz respeito aos padrões de circulação atmosférica, divididos em três climas zonais (o equatorial, o tropical e o temperado) o segundo utiliza as frequências médias dos valores extremos de temperatura (quente, subquente, mesotérmico brando e mesotérmico temperado) e o terceiro define o grau de umidade do local a partir da relação do período de secas à vegetação típica (superúmido, úmido e semiárido).

Dessa forma, observa-se que a classificação climática proposta por Bernardes (2014), por ser generalista possibilita um entendimento rápido sobre os diferentes climas do Brasil, no entanto, necessita de algum mapa complementar para a compreensão das diversas particularidades e especificidades apontadas por Nimer (1979), como o regime de chuvas, por exemplo. Assim, além da classificação de Nimer, a classificação baseada em Koppen de Alvares *et al.* traz outras características como temperatura e precipitação, de forma que, o cruzamento entre os dados desses mapas, pode auxiliar na compreensão do clima de um de um determinado local, visto que, muitas cidades brasileiras não possuem estações meteorológicas e, conseqüentemente, dados históricos de precipitação, temperatura, dentre outros para estudos mais aprofundados do clima local.

### **2.1.3 Climas no Nordeste**

O território nordestino, segundo Edmon Nimer (1989), não possui uma variação de temperatura que seja significativa, excetuando as regiões de Borborema (planalto) e Diamantina (chapada), mas existe um padrão de regime de chuvas bastante variado, incomum em outras partes do território brasileiro. Além disso, o próprio relevo do território nordestino influencia em sua configuração climática:

A enorme extensão territorial da Região Nordeste (1.540.827 km<sup>2</sup>) – o relevo constituído por amplas planícies (baixadas litorâneas), por vales baixos, geralmente inferiores a 500 m, entre superfícies que se alçam muitas vezes, a cotas de 800 m na Borborema, Araripe, Ibiapaba e de 1.200 m na Diamantina – somados à conjugação de diferentes sistemas de circulação atmosférica, tornam a climatologia desta Região uma das mais complexas do mundo (NIMER, 1989, pg. 130).

Dessa forma, a Figura 4 mostra os locais apontados por Nimer (1989), distribuídos pelo território nordestino que possuem temperaturas diferenciadas do restante do território nordestino. De modo que o planalto da Borborema, segundo o IBGE (2017), compreende os estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte e a Chapada Diamantina está localizada na Bahia.

**Figura 4** – Relevos de destaque da região Nordeste, segundo Nimer (1989)



Fonte: 1, 2 FERREIRA *et al*<sup>3</sup> (2014); 3 Wikipédia<sup>4</sup> (2021); 4 Wikipédia<sup>5</sup> (2014).

De acordo com o mapa topográfico, extraído de Topographic (2021), a altitude média do território a altitude mais elevada chega a 1.745 m, conforme a Figura 5. Assim, o mapa, apresenta as altitudes mais elevadas em escalas de vermelho que partem de 575 m de altura nas porções centrais do território nordestino até 1.765 m indicada na cor branca. Dessa forma, os estados que possuem altitudes menos elevadas correspondem ao Maranhão, Sergipe, Rio Grande do Norte e parte do Ceará. Pernambuco, por sua vez, possui altitudes variadas, já a Bahia possui as

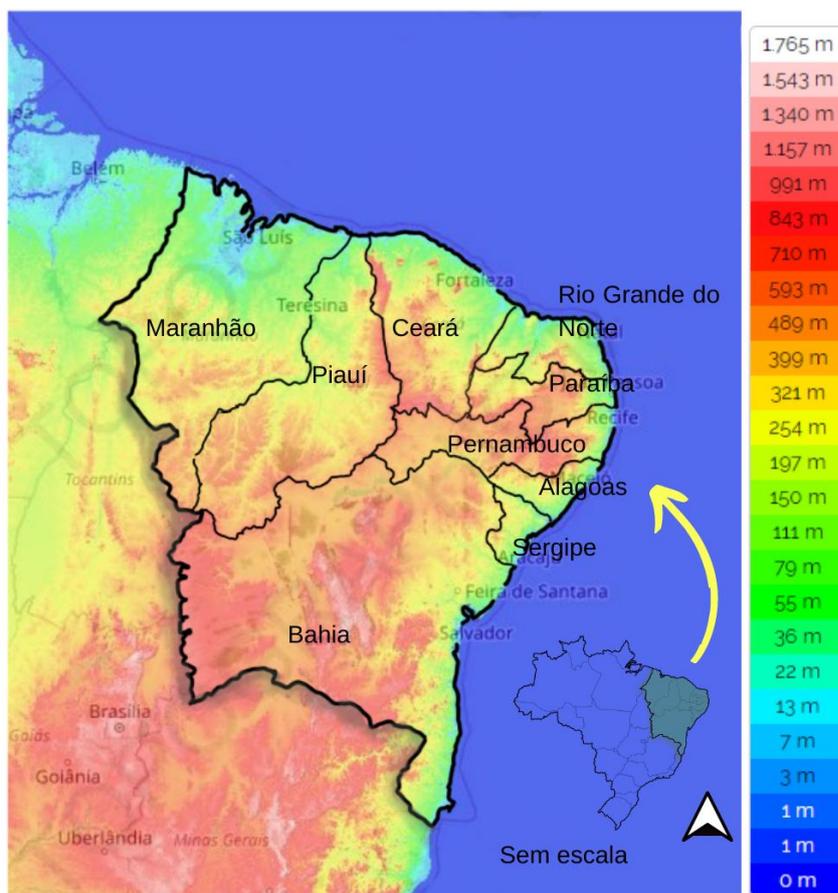
3 Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/305045593\\_Origem\\_das\\_Paisagens\\_do\\_Estado\\_de\\_Pernambuco](https://www.researchgate.net/publication/305045593_Origem_das_Paisagens_do_Estado_de_Pernambuco). Acesso em: 02.05.2022.

<sup>4</sup> Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Serra\\_da\\_Ibiapaba](https://pt.wikipedia.org/wiki/Serra_da_Ibiapaba). Acesso em: 02.05.2022

<sup>5</sup> Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Chapada\\_diamantina..jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Chapada_diamantina..jpg). Acesso em: 02.05.2022

altitudes mais elevadas do território nordestino, sobretudo na porção central do estado.

**Figura 5** – Mapa topográfico da região Nordeste



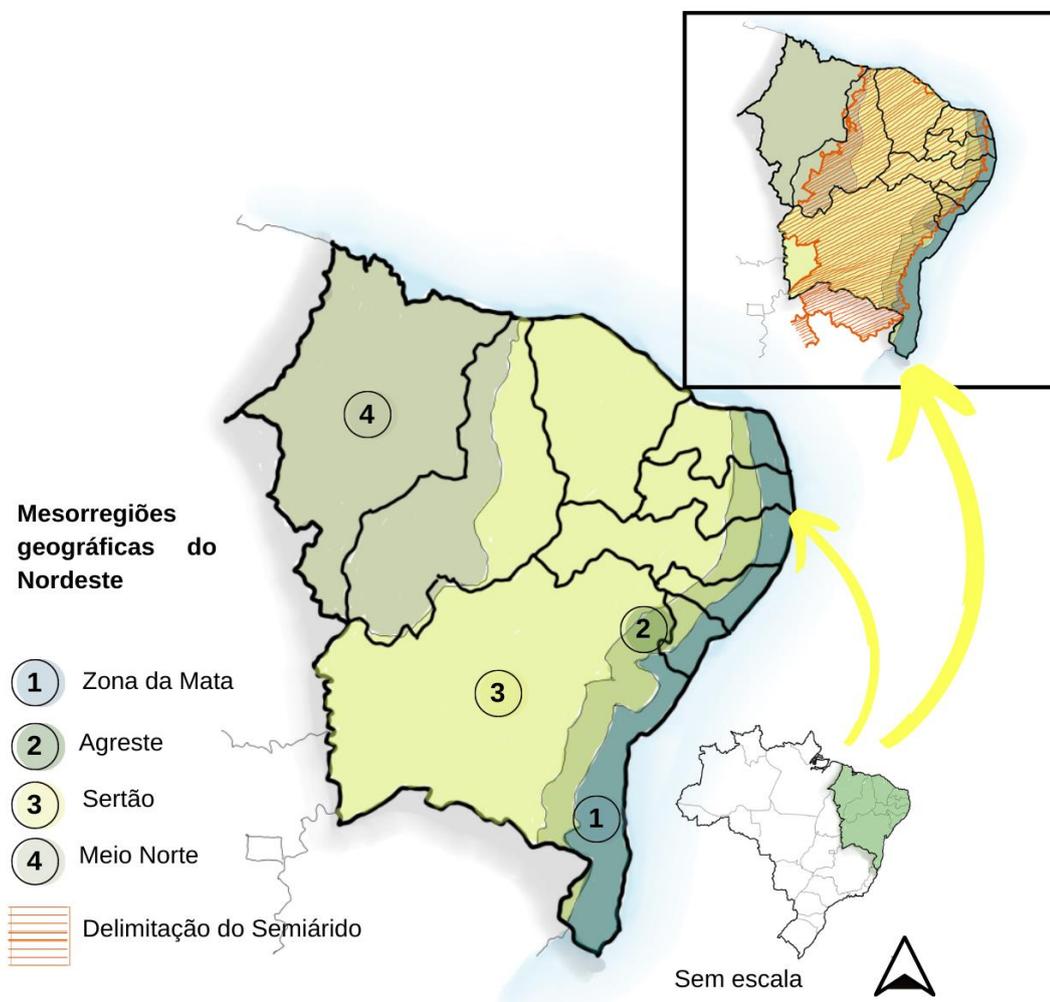
Fonte: Adaptado de Topographic<sup>6</sup> (2021), adaptado do IBGE (2002).

O território Nordestino, de acordo com Tathiane Martins *et al.* (2012), possui 4 mesorregiões, das quais fazem parte, a zona da mata, o agreste, o sertão e o meio do norte, conforme a Figura 6. Assim, de acordo com o mapa, a zona da mata corresponde à região costeira, o agreste, por sua vez, é formado por uma estreita faixa localizada entre a zona da mata e o sertão, já o meio norte está inserido nos estados do Maranhão e parte do Piauí. Assim, de acordo com Wagner Francisco (s.d.), tanto o meio do norte, quanto o agreste são faixas de transição para outras sub-regiões, de modo que o primeiro se constitui transição entre a Amazônia e o sertão semiárido, enquanto o segundo, corresponde transição entre o sertão semiárido e a zona da mata, região úmida. Além disso, de acordo com o SUDENE (2017), e a intersecção

<sup>6</sup> Disponível em: <https://pt-br.topographic-map.com/maps/2cvt/Regi%C3%A3o-Nordeste/>. Acesso em: 01.05.2022.

de mapas, elaboradas pelo autor, o semiárido compreende, além do sertão, a região do agreste e parte do meio do norte.

**Figura 6** – Subdivisões geográficas do território nordestino



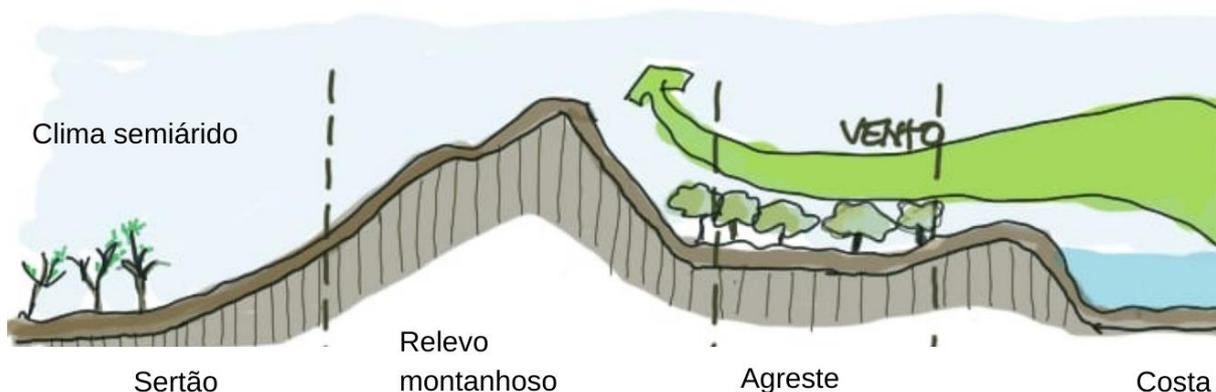
Fonte: Adaptado de FRANCISCO (s.d.), adaptado SUDENE <sup>7</sup>(2017), adaptado do IBGE (2002).

Dessa forma a Figura 7, adaptada de Romero (2000), são exemplificadas as formações das principais mesorregiões geográficas do território nordestino, dentre elas, a zona da mata (costa), o agreste e o sertão. Assim, a região sertaneja, de acordo com Romero (2000), é formada quando o relevo “montanhoso” impede que grande parte desses ventos atravessem essa barreira natural, o que ocasiona uma perturbação no índice de pluviosidade e assim se forma uma região semiárida do outro lado. Esse fenômeno ocorre em maior grau em regiões desérticas, como o deserto do

<sup>7</sup> Disponível em: <http://antigo.sudene.gov.br/images/arquivos/semiárido/arquivos/mapa-semiárido-1262municipios-Sudene.pdf>. Acesso em: 02.05.2022.

Atacama, quando o relevo montanhoso impossibilita a passagem dos ventos, o que causa uma zona árida com elevadas amplitudes térmicas.

**Figura 7** – Barreiras naturais impedem a passagem de parte das massas de ar carregadas de umidade.

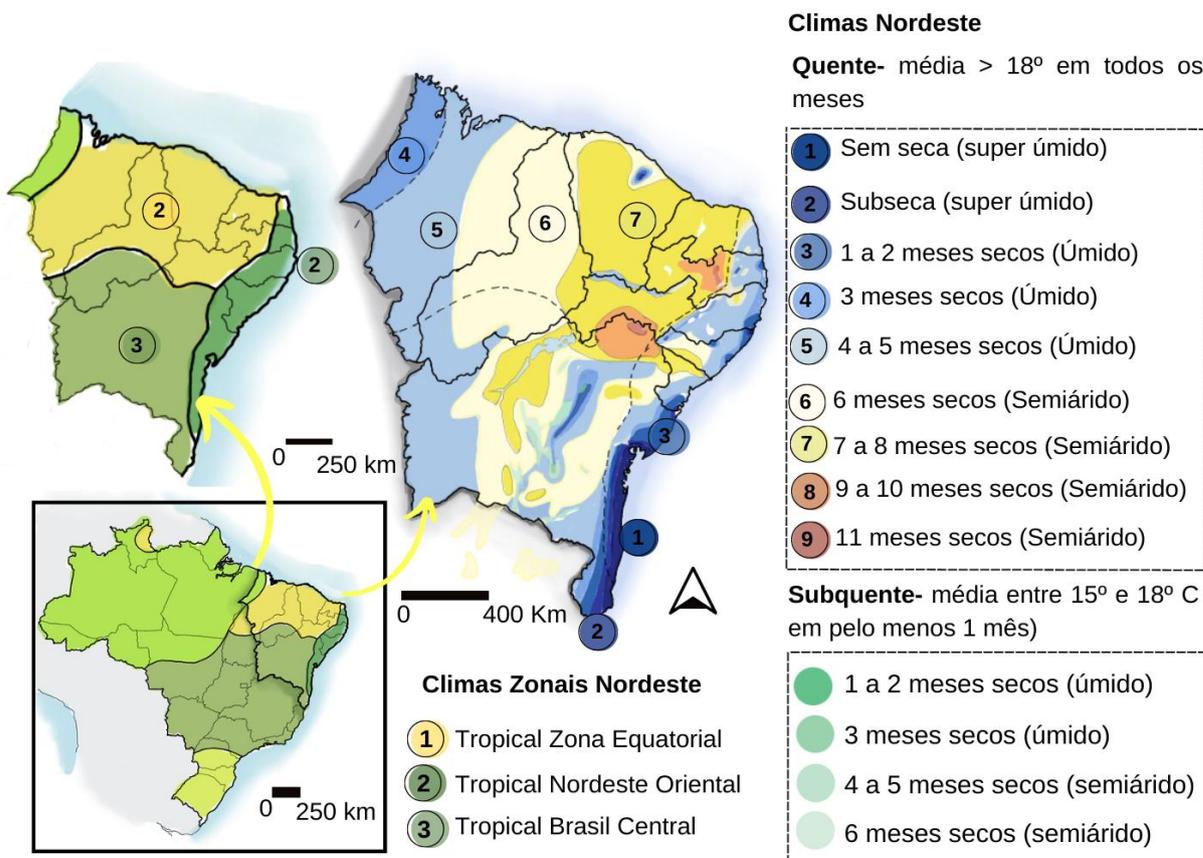


Fonte: Adaptado de ROMERO (2000).

De acordo com a classificação climática adotada pelo IBGE (2002), conforme a Figura 8, é possível ver dois mapas, o primeiro de Bernardes (1951), representa os climas zonais e o segundo, representa as particularidades do clima em relação à umidade dentro desses climas zonais. Dessa forma, o Nordeste possui 3 climas zonais, sendo eles, o tropical equatorial, o tropical Nordeste oriental e o tropical Brasil central. De forma que, o padrão de umidade varia de superúmido, na região costeira, a semiárido, na porção central do território nordestino. De forma que, no semiárido, os períodos de seca variam de 6 meses a 11 meses em clima quente e de 4 meses a 6 meses em clima subquente.

Os climas quentes possuem temperaturas médias acima de 18° C em todos os meses do ano e subquente, particularmente em alguns locais da Bahia, com médias entre 15°C e 18°C em pelo menos 1 mês do ano. Logo, de acordo com Anésia Frota e Sueli Schiffer (2001) e, baseado no “Mapa: ‘Brasil/Climas’”, Figura 8, os climas encontrados no semiárido nordestino podem ser classificados como quente e subquente, de modo que, o clima quente varia de um clima semiárido com temperaturas mais brandas a temperaturas muito intensas, enquanto no subquente, o semiárido apresenta temperaturas amenas.

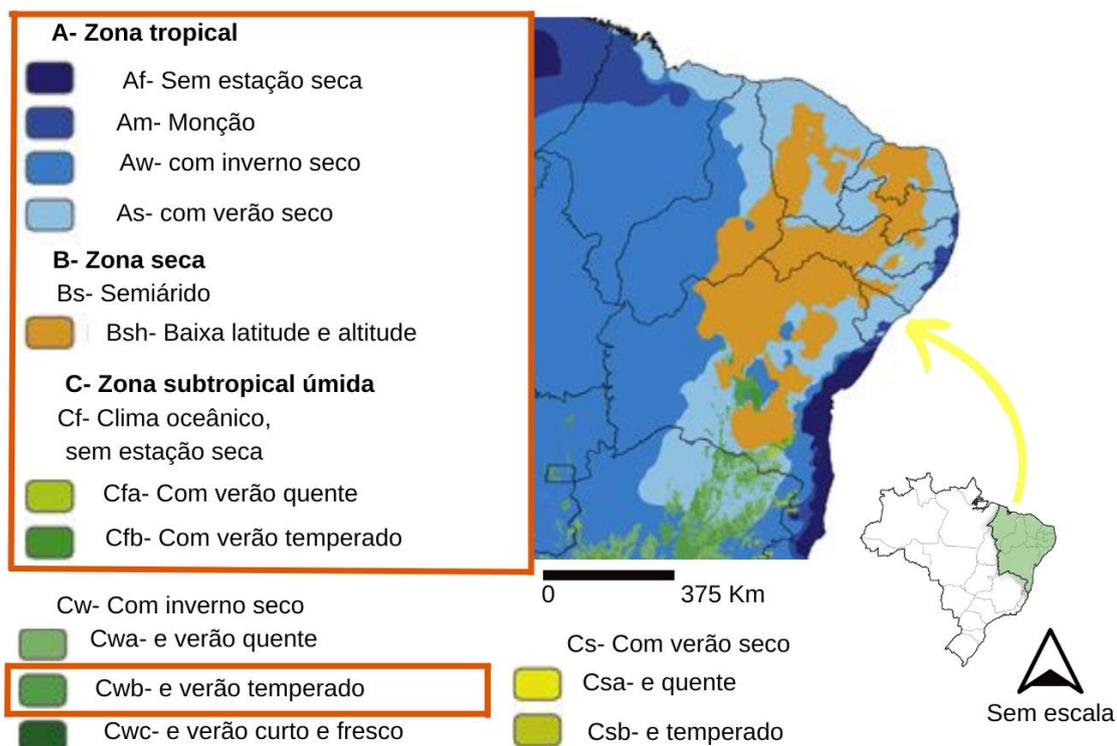
**Figura 8** – Mapas de climas da região Nordeste



Fonte: Adaptado do IBGE<sup>8</sup> (2002).

De acordo com o mapa de climas de Alvares *et al.* (2014), por sua vez, apresentado pela Figura 9, a região Nordeste possui uma zona tropical (A), uma zona seca (B) e uma zona subtropical úmida (C). Assim, de acordo com o mapa, o estado da Bahia possui, em alguns locais, a presença de clima oceânico (Cf) sem seca ao longo do ano, verão quente (Cfa) e verão temperado (Cfb) entre outros, além de locais com inverno seco (Cwb) e verão temperado. Ademais, ao longo da costa baiana há a presença do clima (Af) sem estação seca, além de clima (As) com verão seco na costa da maioria dos estados nordestinos, exceto a Bahia e Pernambuco. Da mesma maneira, a região que compreende o semiárido (Bsh), clima seco com latitudes e altitudes baixas, se encontra em quase todos os estados do Nordeste, exceto no Maranhão.

**Figura 9** – Climas do Nordeste baseado em Koppen



Fonte: Adaptado de ALVARES *et al* (2014).

Dessa forma, observa-se que em todos os mapas apresentados, a região Nordeste possui uma diversidade na distribuição de chuvas por todo o território e, embora a maior porção do território esteja classificada no clima semiárido, existem diferenças de altitude e precipitação que modificam as características dos climas, como o surgimento de clima subtropical na Bahia na classificação adotada pelo IBGE (2002) e clima subquente na mesma região no mapa de Alvares *et al.* (2014). Da mesma forma, os mapas concordam que mesmo na zona costeira, parte da costa e porção central do estado Rio Grande do Norte é classificada como semiárido.

## 2.2 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

Este capítulo abordará conceitos da arquitetura bioclimática de forma simplificada para posteriormente tratar sobre a carta bioclimática adaptada para o contexto brasileiro. Ademais, será abordada a NBR 15220-3 (2005), da qual trata o zoneamento bioclimático brasileiro, de forma a detalhar a zona ao qual a cidade de Seabra está inserida. Logo, as principais referências utilizadas neste capítulo foram

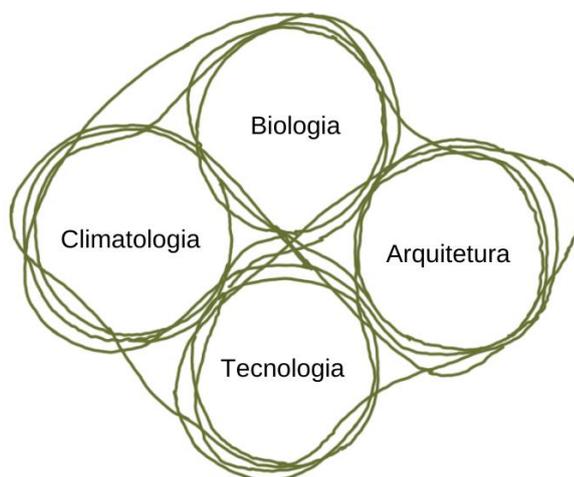
embasadas em Victor Olgyay (1963), assim como Baruch Givoni (1998) e a NBR 15220-3 (2005).

### 2.2.1 Princípios da arquitetura bioclimática

A bioclimatologia, ciência que estuda a relação dos seres vivos ao ambiente, seus fatores e elementos climáticos, quando aplicado à arquitetura, possibilita que a prática arquitetônica trate o clima como um dos principais protagonistas na busca pelo conforto térmico humano (CORREIA, 2012). No entanto, de acordo com Fernandes (2009), a arquitetura bioclimática vai além, nessa arquitetura o edifício que vai proporcionar condições favoráveis para o conforto térmico do usuário, tanto no que tange questões higrotérmicas, quanto estímulos visuais, acústicos, dentre outros. Assim, o conceito da arquitetura bioclimática surgiu a partir da década de 60, após a publicação do livro de Victor Olgyay em 1963, *Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism*.

A edificação para Olgyay (1963), contempla 4 pilares fundamentais apresentados pela Figura 10, a climatologia, a biologia, ou seja, os seres vivos, a arquitetura e a tecnologia. Assim, para uma casa ser climaticamente equilibrada, precisa seguir quatro etapas sequenciais: estudo do clima do local de inserção, o conforto térmico do usuário, levando em conta suas necessidades fisiológicas em relação ao clima, além de proposta de soluções tecnológicas para favorecer o conforto térmico e por último, a expressão arquitetônica com as soluções combinadas e aplicadas.

**Figura 10** – Pilares da arquitetura bioclimática segundo Olgyay



Fonte: Adaptado de OLGAYAY (1963).

Contudo, Olgyay (1963) afirma que o uso do clima como fator principal na concepção da arquitetura se justifica apenas quando a temperatura é uma questão determinante. Logo, quando Olgyay (1963) observou as formas distintas como o ser humano desenvolveu seus habitats em tribos situadas em diversos contextos climáticos, percebeu-se que, em locais de zona de clima frio, as edificações eram compactas e tinham como objetivo conservar o calor interno, como o exemplo o iglu esquimó. Já nas regiões em que o clima era quente e árido, as edificações eram pensadas para reduzir o impacto do calor e ao mesmo tempo proporcionar sombra. Suas paredes eram construídas com adobe e seus telhados eram maciços, pois esses materiais possuem grande capacidade em retardar a entrada de calor para o ambiente interno por longas horas, evitando picos térmicos ao longo do dia. Dessa forma, Olgyay (1963), demonstrou através da observação das tribos norte-americanas, diversas estratégias, bioclimáticas adaptadas ao clima local, de maneira que suas formas de construção se converteram em uma verdadeira expressão arquitetônica regional, o que se conhece por arquitetura vernácula.

No entanto. De acordo com Fernandes (2009), a partir da revolução industrial e com as novas tecnologias adquiridas junto com a arquitetura moderna, os arquitetos romperam com o passado e limitação imposta pelo lugar. Assim, isso possibilitou que a arquitetura pudesse ser internacionalizada e conseqüentemente resultando em um distanciamento cada vez maior da arquitetura às estratégias de condicionamento passivo e maior dependência de meios mecânicos para a climatização dos espaços.

### **2.2.2 Carta bioclimática**

O ser humano, de acordo com Fernandes (2009), é homeotérmico, isso significa dizer que o seu organismo é capaz de manter a temperatura interna constante (37°), independente do clima. Assim, o corpo humano utiliza dois mecanismos de termorregulação, um fisiológico e outro comportamental, do qual o primeiro responde ao metabolismo como o suor, o fluxo sanguíneo, etc, enquanto o segundo se relaciona à movimentação, ao sono, etc. Logo, de acordo com Bogo *et al.* (1994), além das considerações fisiológicas, devem ser pensadas também as questões psicológicas de cada indivíduo para atingir o conforto térmico. Assim, Baruch Givoni (1998), acrescenta que o conforto térmico do ser humano é mais importante no período

noturno do que durante o dia, visto que o conforto térmico é essencial para que o indivíduo tenha um sono reparador.

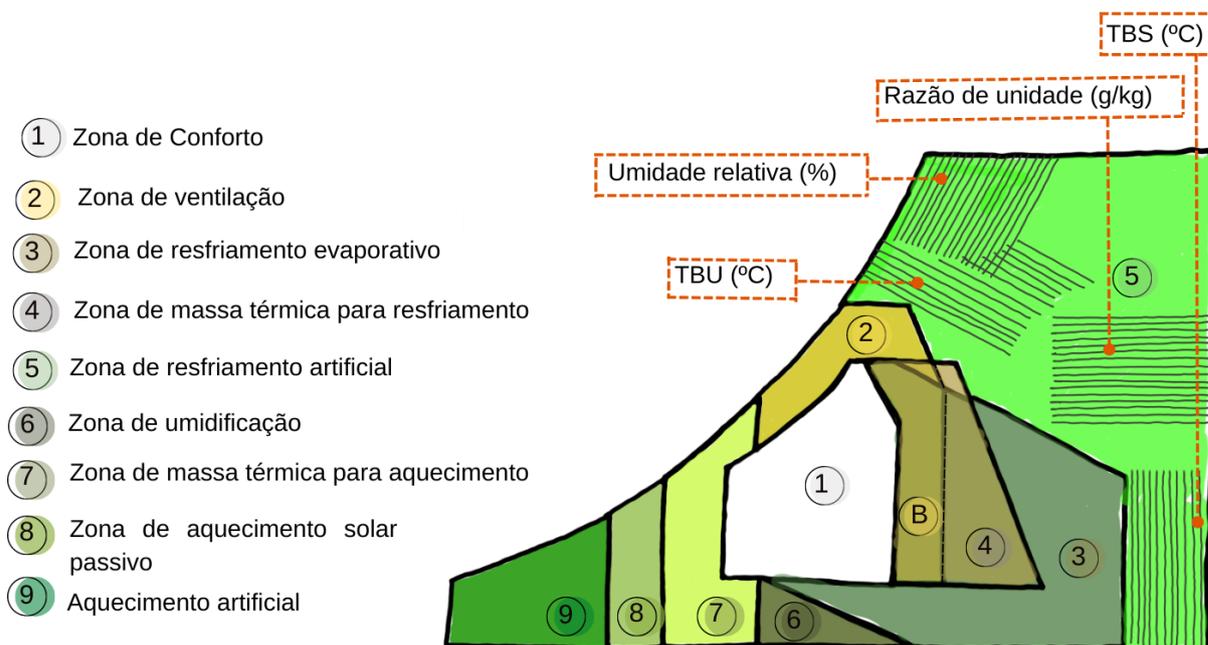
Desse modo, para além dos conhecimentos subjetivos no que diz respeito ao conforto térmico e individual de cada pessoa, os modelos desse tipo de conforto, tem por finalidade quantificar o comportamento humano em relação ao ambiente através de valores numéricos. Assim, a partir disso, foram criadas cartas bioclimáticas, onde se associam o comportamento climático do entorno da edificação, as estratégias indicadas para correção da temperatura interna com a zona de conforto térmico do usuário (BOGO *et al.*, 1994).

Olgay foi o primeiro a desenvolver um diagrama bioclimático com a demarcação da zona de conforto térmico para o ser humano, a partir dos valores de temperatura e umidade do ar, além da temperatura radiante média, velocidade do vento, radiação solar e resfriamento evaporativo. No entanto, a carta desenvolvida por Olgay apresentou algumas limitações, e desse modo Givoni desenvolveu uma carta bioclimática relacionando as necessidades humanas ao microclima local. Essa carta combina os valores de temperatura, amplitude e pressão do ar e possibilita ler, a partir dos dados climáticos plotados, as técnicas de condicionamento indicadas como massa térmica, resfriamento evaporativo, dentre outras (CORREIA, 2012).

De acordo com Bogo *et al.* (1994), a carta original de Givoni foi atualizada após pesquisas ao longo de um tempo e passou a considerar climas quentes. Observou-se a partir desses estudos que nos países de clima quente e úmido os habitantes aceitavam limites de temperatura e umidade maiores que em outras regiões. Logo, essa nova carta bioclimática, por apresentar as melhores adaptações humanas às situações limítrofes, é a mais indicada para o clima do Brasil.

A Figura 11 mostra a carta bioclimática realizada para países em desenvolvimento e foi construída sobre um diagrama psicrométrico que relaciona a temperatura do ar e a umidade relativa. A partir dela obtém-se valores das variáveis para determinados períodos no ano climático de uma certa localidade (LAMBERTS *et al.*, 2014). A carta bioclimática da Figura 11 está dividida em 9 zonas, além do resultado da intersecção destas zonas e a partir dela é possível identificar as estratégias bioclimáticas mais adequadas.

**Figura 11** – Carta bioclimática para países em desenvolvimento, Givoni



Fonte: Adaptado por MORENO<sup>9</sup> (2010).

A carta bioclimática de Givoni apresenta a zona 1 de conforto térmico do usuário, ao centro e em branco, assim como seis zonas com estratégias bioclimáticas passivas com intenção de corrigir o conforto térmico e duas zonas com estratégias artificiais sendo as de condicionamento passivo. As zonas de condicionamento passivo são: 2 – zona de ventilação; 3 – zona de resfriamento evaporativo; 4 – zona de massa térmica de resfriamento; 6 – zona de umidificação; 7 – zona de massa térmica para aquecimento e 8 – zona de aquecimento solar passivo. E as duas zonas para estratégias artificiais são: 5 – zona de ar resfriamento artificial e 9 zona de aquecimento artificial (FERNANDES, 2009). Assim, através da plotagem dos dados climáticos de determinada cidade, a carta bioclimática possibilita identificar quais são as estratégias indicadas para cada local, e através de uma busca por tais estratégias bioclimáticas é possível determinar as diretrizes construtivas mais adequadas.

Dessa forma, em vista da importância do uso da carta bioclimática para o desenvolvimento de edificações adaptadas ao clima local, bem como, a partir dela proporcionar conforto térmico ao usuário, deve-se utilizar os dados climáticos desta cidade para serem inseridos na carta. No entanto, como no Brasil a maioria das

<sup>9</sup> Disponível em: [https://adm.online.unip.br/img\\_ead\\_dp/27265.PDF](https://adm.online.unip.br/img_ead_dp/27265.PDF). Acesso em 07. 04. 2022.

idades não possuem estações meteorológicas próprias para que seja possível o desenvolvimento da carta bioclimática, deve-se, portanto, utilizar dados climatológicos de cidades com condições de altitude e clima parecidos, mais próximas a elas, para assim obter as melhores estratégias bioclimáticas aproximadas para o local.

### **2.2.3 NBR 15220-3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações de interesse social**

O Zoneamento bioclimático brasileiro surgiu como uma forma de propor uma classificação climática para as diferentes cidades brasileiras, de forma a garantir índices mínimos de desempenho térmico para habitações populares. Assim, em 2005 surgiu a primeira norma de desempenho térmico para edificações brasileiras (NBR 15220) (CORREIA, 2012). A NBR 15.220, por sua vez, foi separada em 3 partes, de modo que a terceira trata do zoneamento bioclimático brasileiro. Nesta parte, o território brasileiro foi dividido em 8 zonas relativamente homogêneas em relação ao clima, conforme mostra a Figura 12, e consta as estratégias bioclimáticas adequadas para cada uma, além de indicar as suas respectivas diretrizes técnico-construtivas. Desse modo, foram utilizados dados das normais climatológicas entre os anos de 1961 e 1990 em 206 cidades, além de dados das normais climatológicas de outras fontes medidas entre os anos de 1931 e 1960 em 124 cidades. No entanto, como o número de cidades com dados das normais é ainda insuficiente, as demais cidades foram estimadas através de interpolação (NBR 15220-3, 2005).

As zonas bioclimáticas apresentadas na Figura 12 são:

- A zona bioclimática 1 está localizada em locais de clima frio, como Curitiba e Campos do Jordão e estabelece como estratégias bioclimáticas aquecimento solar e grande inércia térmica nas vedações internas.
- A zona bioclimática 2 possui as mesmas estratégias bioclimáticas da zona anterior e acrescenta a ventilação cruzada no verão, de forma que duas das cidades que pertencem a essa zona são Pelotas e Piraicicaba.
- A zona bioclimática 3, por sua vez, indica as mesmas diretrizes construtivas da zona anterior, além de paredes externas leves e refletoras e radiação solar, algumas cidades que fazem parte dessa zona são Belo Horizonte e Porto Alegre.
- A zona bioclimática 4 indica as estratégias de resfriamento evaporativo, inércia térmica para resfriamento, ventilação seletiva no verão, aquecimento solar e

inércia térmica para aquecimento e algumas cidades localizadas nessa zona são Brasília e Ribeirão Preto.

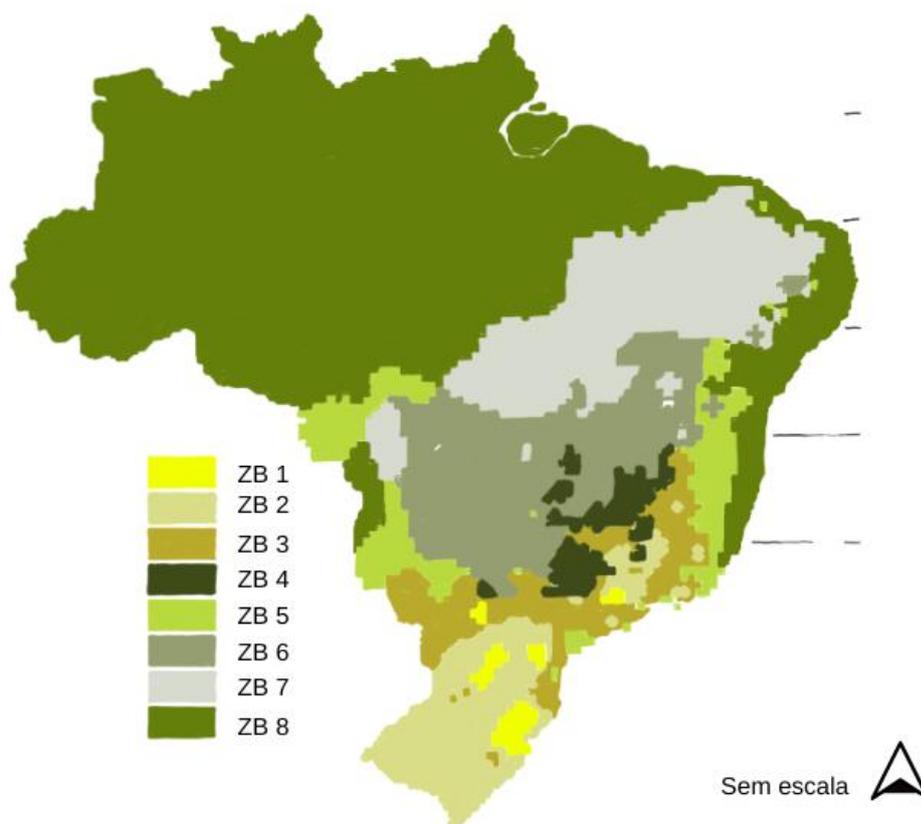
- A zona bioclimática 5 indica as estratégias de ventilação cruzada no verão e inércia térmica para o inverno. Algumas cidades que estão dentro desta zona bioclimática são Santos e Niterói.

- A zona bioclimática 6 indica resfriamento evaporativo, inércia térmica para resfriamento e ventilação seletiva no verão. Algumas das cidades que estão dentro desta zona bioclimática são Goiânia e Campo Grande.

- A zona bioclimática 7 indica o resfriamento evaporativo, a inércia térmica para resfriamento e ventilação seletiva no verão. Algumas das cidades que estão dentro desta zona bioclimática são Cuiabá e Teresina.

- A zona bioclimática 8 indica ventilação permanente ao longo de todo o ano. Esta zona compreende a maior parte do território brasileiro e algumas cidades que fazem parte desta zona bioclimática são Belém e João Pessoa.

**Figura 12** – Zoneamento bioclimático brasileiro



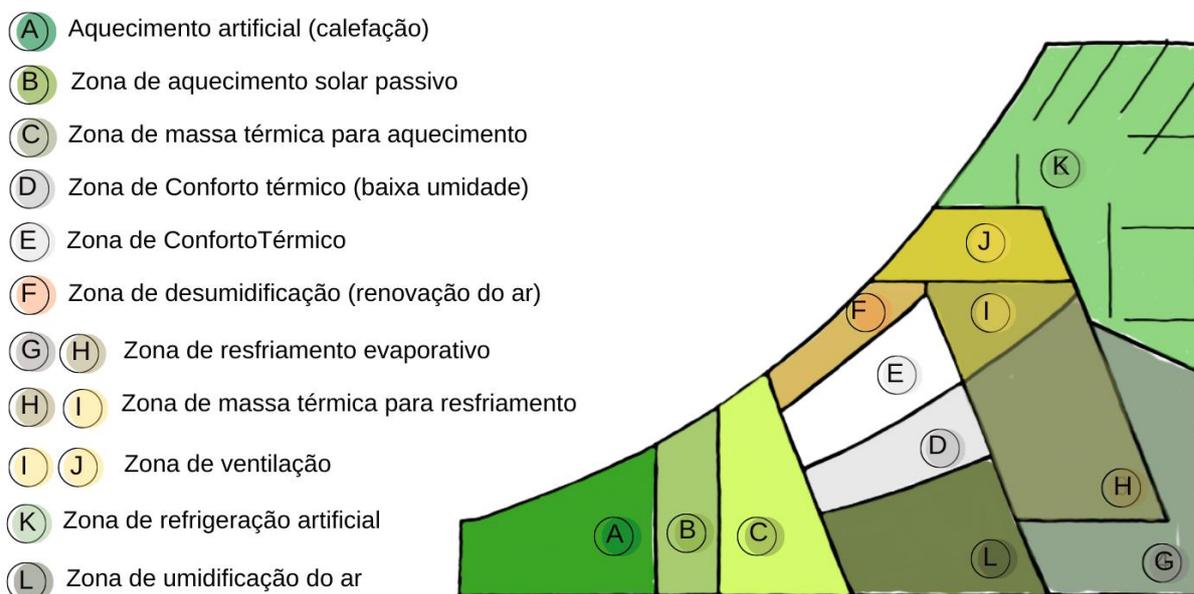
Fonte: Adaptado da NBR 15220-3 (2005).

A carta bioclimática adotada pela NBR 15220-3 foi adaptada a partir da carta bioclimática de Givoni, conforme mostra a Figura 13, de modo que, a partir dela

é possível ver através dos dados climáticos plotados, quais são as estratégias bioclimáticas mais adequadas para cada zona, NBR 15220 (ABNT, 2005). Assim, a carta adotada pela NBR 15220 (ABNT, 2005) possui algumas diferenças que podem ser notadas e a primeira observada é que a zona de conforto foi separada em duas partes, de forma que se considerou uma segunda zona de conforto com baixa umidade. Além disso, surgiu a zona de desumidificação, assim como a zona de umidificação é bem mais expressiva na carta bioclimática da NBR 15220 (ABNT, 2005) que na proposta por Givoni para o Brasil.

Diferentemente da carta bioclimática desenvolvida para países em desenvolvimento, a Carta bioclimática da NBR 15220-3 divide-se em 12 zonas bioclimáticas e são representadas através de letras. De forma que, a zona de conforto térmico foi dividida em duas partes, E e D, e estabelece que a zona da qual pertence a área D possui baixa umidade. A zona de resfriamento artificial, representada pela letra K em comparação com a carta bioclimática anterior abordada é menor, subdividindo-se na parte inferior, G, pela zona que compreende a zona de resfriamento evaporativo junto com a zona H.

**Figura 13** – Carta bioclimática NBR 15220-3 (2005) adaptada de Givoni

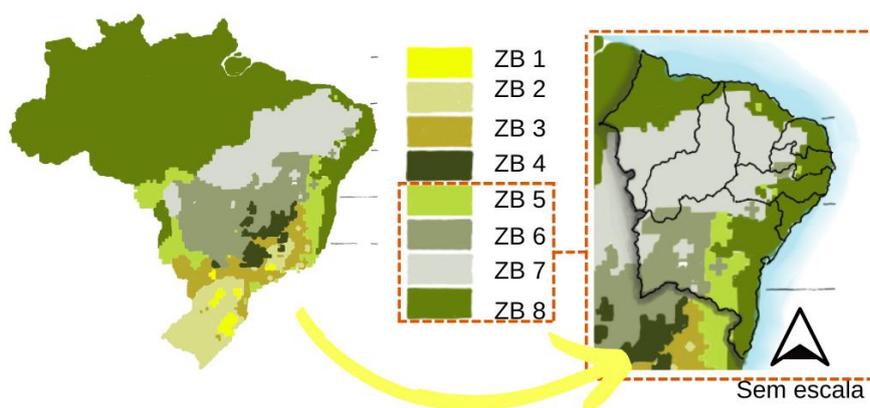


Fonte: Adaptada da NBR 15220/3 (2005).

Quatro entre as oito zonas bioclimáticas brasileiras são encontradas na região Nordeste e são, a zona 5, a zona 6, a zona 7 e a zona 8, como mostra a Figura 14. Assim, de acordo com a Eletrobras (2014), a zona 5 é caracterizada por possuir clima com temperaturas amenas, enquanto a zona 6 é caracterizada por estar

localizada em regiões com baixas amplitudes térmicas, geralmente situadas no interior. Já a zona 7 é caracterizada por possuir clima com temperaturas quentes, com uma estação seca e outra chuvosa, além de haver pouca variação de temperatura ao longo do ano e a zona 8 é caracterizada por possuir clima quente e úmido. Dessa forma, através da Figura 14 é possível observar que a zona 7 e 8 são as mais expressivas da região Nordeste.

**Figura 14** – Zonas bioclimáticas na região Nordeste



Fonte: Adaptado da NBR 15220-3 (2005); adaptado do IBGE (2002).

Dessa forma, o Quadro 1 mostra as estratégias bioclimáticas para verão e inverno, indicadas pela NBR 15220-3 para as zonas bioclimáticas existentes no Nordeste. Assim, observa-se que a ventilação natural é indicada para todas as quatro zonas, enquanto o resfriamento evaporativo é apenas indicado para as zonas 6 e 7. A massa térmica, por sua vez, é indicada para todas as zonas, exceto a 8, de modo que para a zona 5 é indicada apenas para o inverno, enquanto para a zona 6, são indicadas para ambas as estações e para a zona 7 apenas para o verão.

**Quadro 1** – Estratégias bioclimáticas no Nordeste segundo a NBR 15220-3

Zona bioclimática	Zona 5		Zona 6		Zona 7		Zona 8	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
Ventilação	-	x	-	x	-	x	-	x
Resfriamento evaporativo	-	-	-	x	-	x	-	-
Massa térmica	x	-	x	x	-	x	-	-

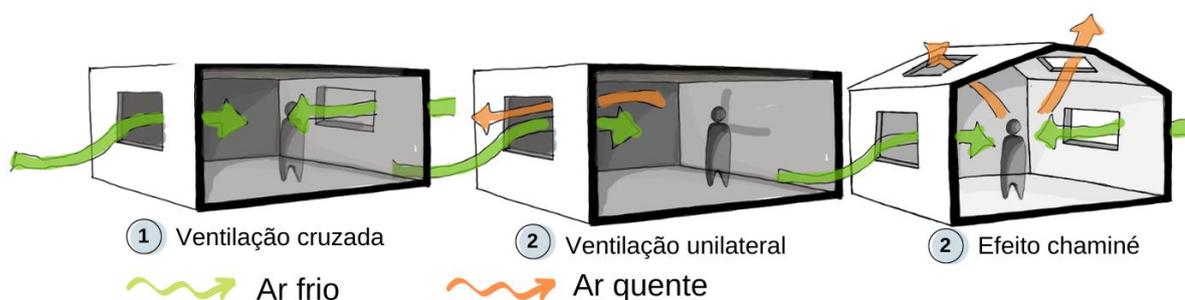
Fonte: Elaborado pelo autor a partir da NBR 15.220-3 (2005).

Assim, com base nas estratégias bioclimáticas indicadas para o território nordestino são conceituadas:

- Ventilação natural

A ventilação natural é uma importante ferramenta de renovação do ar e de grande importância para a higiene em geral (FROTA; SCHIFFER, 2001). Assim, a ventilação cruzada acontece quando são dispostas aberturas em paredes opostas ou adjacentes, de forma a possibilitar a passagem dos ventos em direção oposta à entrada. Ao contrário disso, a ventilação unilateral ocorre quando as aberturas estão localizadas em uma mesma parede, isso diminui a área de abrangência da circulação de ar no ambiente, portanto, esse tipo de estratégia de ventilação é utilizada em locais em que a ventilação cruzada não é possível, conforme mostra a Figura 15 (STOUHI, 2021). Assim, a ventilação cruzada ocorre por meio do diferencial de pressão, sendo positivo a barlavento<sup>10</sup> e negativo a sotavento<sup>11</sup> e a velocidade e número de trocas de ar é aumentado quando o tamanho das aberturas for maior em ambos os lados (PROJETEEE, s.d.).

**Figura 15 – Ventilação cruzada**



Fonte: Adaptado de STOUHI (2021).

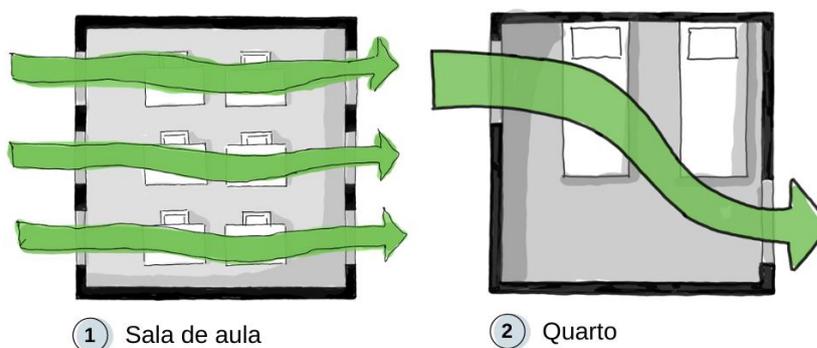
O planejamento da disposição dos móveis no ambiente, bem como, a previsão das atividades que serão realizadas nos ambientes é importante para definir a localização das aberturas nas paredes, visto que o volume de vento e direcionamento que passa pelo ambiente depende do posicionamento da saída. De acordo com Bittencourt e Cândido (2010), a escolha pela localização das aberturas depende da atividade que será realizada no ambiente e da escolha em se produzir um fluxo de ar mais uniforme ou um jato de ar mais concentrado. No entanto, quando

<sup>10</sup> Barlavento: direção que sopra o vento.

<sup>11</sup> Sotavento: direção oposta a barlavento.

determinado ambiente necessita de flexibilidade em sua ambientação, uma distribuição mais uniforme da ventilação é mais indicada nesses casos, como pode ser observado na Figura 16.

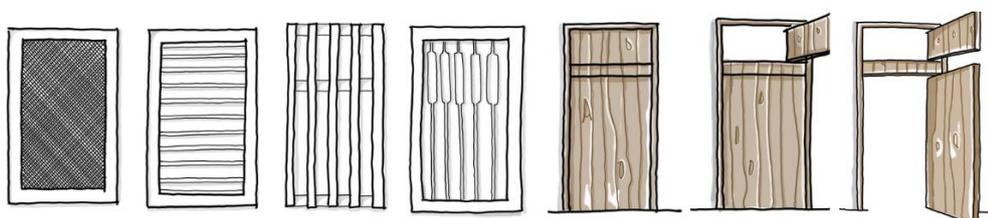
**Figura 16** – Ventilação cruzada x relação mobiliário



Fonte: Adaptado de Bittencourt e Cândido (2010).

A ventilação cruzada nos ambientes também pode ocorrer através do uso de cobogós, esquadrias com venezianas ou esquadrias com bandeira que permita a abertura. Essas, além de possibilitar a passagem dos ventos, também podem reduzir a incidência solar e promover privacidade, como ilustra a Figura 17 (HOLANDA, 1976).

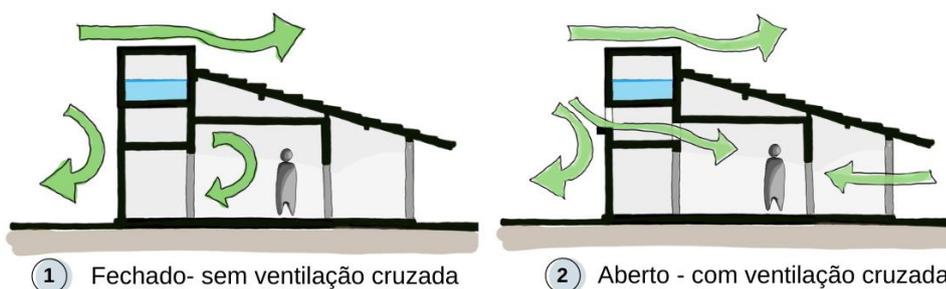
**Figura 17** – Esquadrias ventiladas



Fonte: Adaptado de HOLANDA, (1976).

As torres de vento, também conhecidas como apanhador de vento, Malqaf ou Badgir, são uma tradicional estratégia de ventilação para resfriamento de ambientes internos bastante utilizada em regiões de clima quente seco. Elas funcionam de duas formas, uma para captar e direcionar à superfície os ventos frios que circulam em níveis mais altos e outra para retirar o ar quente do ambiente quando não há presença de ventilação (STOUHI, 2021). De acordo com Leonardo Bittencourt e Christhina Cândido (2010), esse tipo de sistema também é utilizado para diminuir a entrada de vento com poeira nessas regiões. Assim, os autores também trazem ideias que podem ser implementadas no Brasil a partir do conceito e funcionamento das torres de vento, como utilizar torres de caixa d'água com a função de captar os ventos para dentro do ambiente, conforme mostra a Figura 18.

**Figura 18** - Ventilação por meio de aberturas em torres de caixa d'água

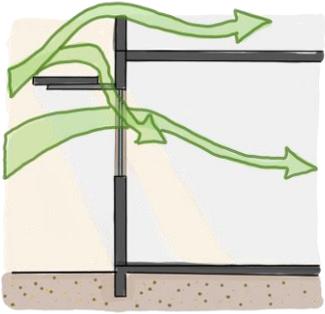
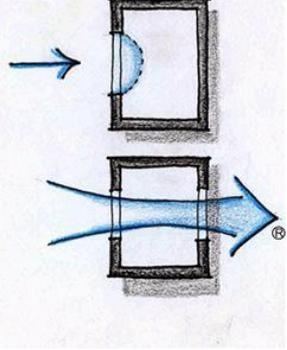
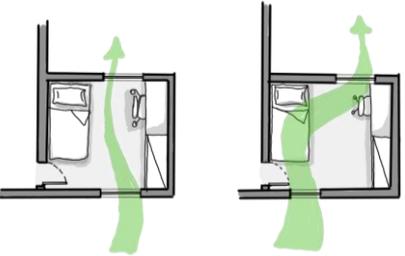
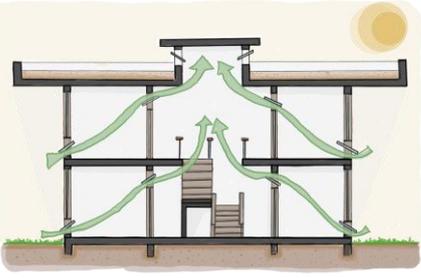


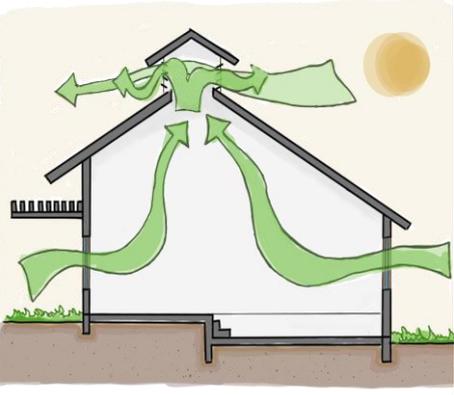
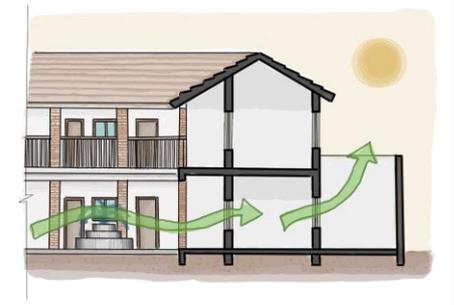
Fonte: Adaptado de BITTENCOURT; CÂNDIDO (2010).

Dessa forma, o Quadro 2 apresenta diversas estratégias construtivas de ventilação natural encontradas no site PROJETEEE que podem ser implementadas nas edificações de modo a criar soluções racionais e bem pensadas principalmente nas fases de projeção.

**Quadro 2 - Síntese de estratégias construtivas para ventilação natural**

Ilustração	Ventilação natural	Resumo
	Cobogós	Os cobogós podem proporcionar sombreamento e favorecer a ventilação, além da iluminação. Além disso eles podem possibilitar a segurança de um ambiente ao mesmo tempo que favorece a privacidade dos ambientes (PROJETEEE, 2005).
	Ventilação cruzada – plantas abertas	Planta com menos divisórias, no entanto é preciso se atentar às mudanças provocadas pelo fluxo de vento de modo a evitar turbulência (PROJETEEE, 2005).

	<p>Aumento do diferencial de pressão</p>	<p>Projeções horizontais externas direcionam os ventos para a faixa de altura dos ocupantes (PROJETEEE, 2005).</p>
	<p>Ventilação cruzada</p>	<p>A velocidade do ar é aumentada quando a área de saída que sofre pressão negativa for maior do que a área da abertura de entrada que exerce pressão positiva (PROJETEEE, 2005).</p>
	<p>Ventilação cruzada - Janelas</p>	<p>Quando a distribuição das janelas é pensada para que o fluxo de ar atinja o usuário em suas diversas atividades. Os tipos de janelas que podem ser utilizadas são as pivotantes e dobráveis para direcionar o fluxo de ventos e de correr com duplo deslizamento. (PROJETEEE, 2005).</p>
	<p>Efeito Chaminé – Fluxo interno</p>	<p>A localização de aberturas na parte interna conduz a ventilação à saída. Locais como a caixa de escada podem ser indicados para o uso dessa estratégia. (PROJETEEE, 2005).</p>

	<p>Efeito Chaminé</p>	<p>Pode ser utilizado na cumeeira do telhado. Essa técnica é potencializada quanto maior for a altura para as aberturas de saída do vento. Podem ser utilizados lanternins, exaustores eólicos e aberturas zenitais. (PROJETEEE, 2005).</p>
	<p>Ventilação unilateral</p>	<p>Quando é difícil a localização de aberturas em paredes opostas ou adjacentes, é possível criar aberturas na mesma parede com anteparos verticais para direcionar o vento e provocar zonas de pressão diferentes. (PROJETEEE, 2005).</p>
	<p>Ventilação em pátios internos</p>	<p>Os pátios internos podem promover tanto a ventilação quanto a iluminação nos espaços internos. Ela depende da proporção entre a altura da edificação e a largura do pátio. (PROJETEEE, 2005).</p>

Fonte: Adaptado de PROJETEER (2005).

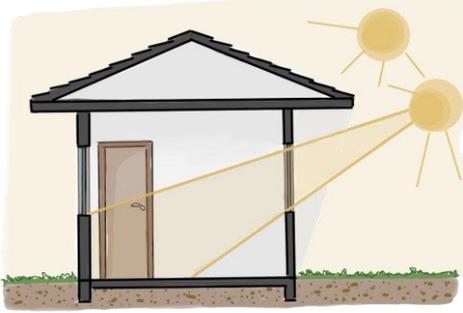
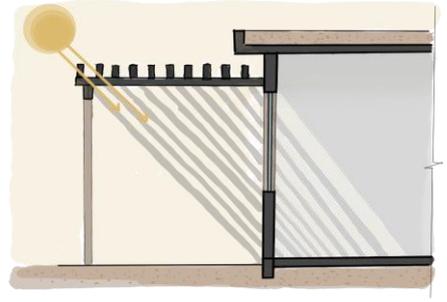
- Sombreamento

De acordo com Romero (2000), o uso de vegetação pode diminuir as temperaturas de um determinado local, de forma a criar um microclima com temperaturas mais amenas e assim evitar que excesso de calor entre nos ambientes, pois de acordo com Givoni (1994), o maior ganho de calor ocorre em maior proporção pelas aberturas do que pelas paredes e telhado, ou seja, quanto maior for a área das janelas e portas, maior será o aquecimento interno dos ambientes. Assim, as aberturas em edificações em regiões de clima quente seco precisam ser pequenas para evitar a entrada excessiva de calor nos ambientes, ou quando grandes, devem

possuir dispositivos de sombreamento. Esses dispositivos de sombreamento podem ser fixos para controle solar, como brises, tanto horizontais quanto verticais, ou a combinação entre ambos. Esses dispositivos quando aplicados em fachadas leste e oeste são mais eficientes na vertical do que na horizontal com mesma profundidade.

Outra forma de se diminuir os ganhos térmicos através das fachadas e aberturas, de acordo com Armando de Holanda (1976), é através do recuo das paredes por meio de terraços, varandas e pergolados. Além disso, Givoni (1998) acrescenta que o uso de cores claras nas paredes pode reduzir o efeito de aquecimento interno, uma vez que cores muito claras permitem a reflexão do sol na parede exposta. Assim, no clima quente e seco, paredes pintadas de cores claras e escuras, quando a primeira é exposta à radiação solar direta e a segunda é protegida dessa radiação, apresentam aproximadamente a mesma temperatura.

**Quadro 3** - Síntese de estratégias construtivas para sombreamento

Ilustração	Sombreamento	Resumo
	<p>Sombreamento de aberturas e orientação da edificação.</p>	<p>O sombreamento das aberturas é fundamental para prevenir a radiação solar direta. As janelas devem ser localizadas em fachadas com menor impacto de radiação, como as orientação Norte e Sul (PROJETEEE, 2005).</p>
	<p>Tipo de proteção solar: pérgolas</p>	<p>As proteções solares horizontais são uma alternativa favorável para o sombreamento das fachadas norte e sul, quando o sol está mais alto (PROJETEEE, 2005).</p>

Fonte: Adaptado do PROJETEEE (2005).

- Massa térmica

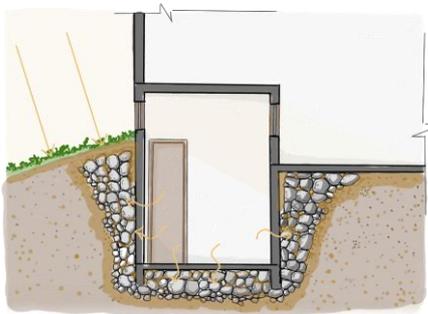
De acordo com Correia (2012), o uso de inércia térmica nas edificações em locais de elevada amplitude térmica é bastante importante para o controle das trocas

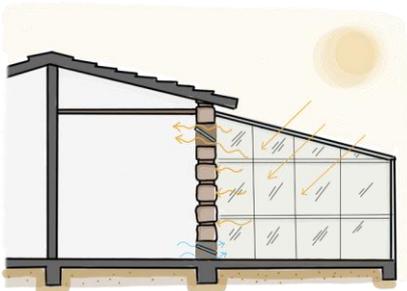
térmicas com o meio. De forma que, segundo o Projeteee (2005), a massa térmica da terra tem a capacidade de atrasar as oscilações de temperatura externas de forma a aproximar a temperatura interna da média da temperatura externa, além da terra, Correia (2002), diz que essas edificações podem ser construídas com paredes com grandes espessuras, de tijolos, adobe e taipa, de modo que a parte exterior dessas paredes sejam claras e reflexivas, para que a o aquecimento dessa parede seja minimizado e conseqüentemente, também a transmissão do calor para dentro do espaço. Do mesmo modo, materiais com alta capacidade térmica, bem como atraso térmico são propriedades a serem consideradas na escolha dos materiais da edificação (PROJETEEEE, 2005).

Uma edificação com o uso de elevada inércia térmica tem a capacidade de absorver calor no período do verão, de forma a manter a temperatura interna confortável, enquanto no inverno, quando é bem orientado, tem a capacidade de armazenar calor ao longo do dia e transmiti-lo para o interior dos ambientes no período noturno (PROJETEEEE, 2005).

Assim, o Quadro 3, apresenta algumas estratégias de massa térmica para aquecimento e outras para resfriamento.

**Quadro 4** – Síntese de estratégias construtivas para massa térmica para aquecimento

Ilustração	Inércia térmica	Resumo
	<p>Edificações semi enterradas</p>	<p>As edificações semienterradas possuem as propriedades da terra em armazenar calor, quando bem orientado, e transmitir para o ambiente. Esse tipo de solução pode trazer temperaturas mais agradáveis, tanto no inverno quanto no verão. No entanto, a superfície exposta não deve ser impermeabilizada (PROJETEEEE, 2005).</p>

	<p>Componentes internos e aquecimento solar passivo</p>	<p>Localizar paredes mais espessas internamente para absorver a radiação solar. O envelope não precisa ser de elevada inércia térmica, mas isolado externamente (PROJETEEE, 2005).</p>
	<p>Estufa</p>	<p>Durante o dia a estufa recebe calor e repassa para as paredes internas com elevada inércia térmica. No hemisfério Sul esse reservatório de calor deve ser orientado para o Norte para a exposição solar do inverno (PROJETEEE, 2005).</p>
	<p>Piso – aquecimento solar passivo</p>	<p>Os materiais utilizados devem ser de alta capacidade térmica, como concreto, cascalho ou materiais cerâmicos, de forma a ser aquecido pela radiação solar (PROJETEEE, 2005).</p>

Fonte: Adaptado do PROJETEEE (2005).

Deve-se, portanto, ter cuidado no uso da estratégia de alta inércia térmica, principalmente orientado a oeste, pois no período do verão e com a elevada exposição

de carga térmica ao longo do ano, pode acumular muito calor e deixar o ambiente interno desconfortável. Dessa forma, torna-se importante o uso de estratégias para minimização do aquecimento através de sombreamento ao longo do dia ou isolamento térmico (PROJETEEE, 2005). Além disso, observa-se que nos climas do Nordeste, embora existam locais com temperaturas mais amenas, os usos de algumas estratégias de massa térmica para aquecimento precisam ser realizados com bastante critério, não apenas por conta do verão, mas também por conta da variação de temperatura que ocorre ao longo do dia.

O Quadro 4 apresenta uma das estratégias para resfriamento através do uso de inércia térmica, embora existam outros tipos disponíveis na plataforma do Projeteee.

**Quadro 5** – Estratégias construtivas de uso de massa térmica para resfriamento

Ilustração	Inércia térmica	Resumo
	<p>Parede verde</p>	<p>As paredes verdes promovem isolamento térmico natural, de forma a diminuir as temperaturas da superfície através da evaporação da água da vegetação. Assim, junto com a massa térmica permite que haja interação com o ambiente interno (PROJETEEE, 2005)</p>

Fonte: PROJETEEE (2005).

Dessa forma, de acordo com o PROJETEEE (2005), outras estratégias utilizadas para resfriamento evaporativo, como teto jardim, assim como estratégia para aquecimento através da inércia térmica de edificações semienterradas, podem ser utilizadas para resfriamento. Logo, observa-se a necessidade do uso racional e cuidadoso dessas estratégias nas edificações para conseguir exatamente o efeito desejado.

- Resfriamento evaporativo

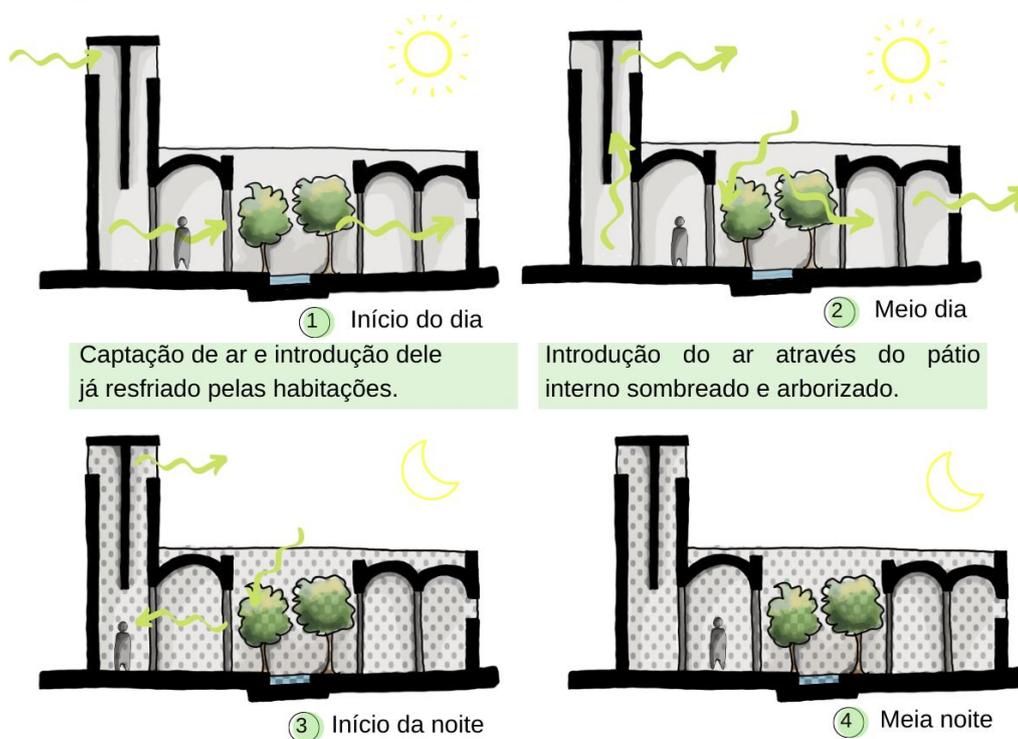
O resfriamento evaporativo é uma estratégia que tem como objetivo diminuir a temperatura do ar através do aumento da umidade relativa, podendo ser

obtido de forma direta ou indireta. Assim, o uso de vegetação e fontes d'água ou de quaisquer métodos que permita a evaporação da água para o ambiente se constituem como formas diretas de resfriamento evaporativo, enquanto que o indireto pode ser obtido através do uso de tanques de água, com estrutura sombreada e ventilada, sobre a laje da cobertura (FERNANDES, 2009).

O desenho de pátios internos é uma configuração característica de climas quentes e secos e auxiliam na manutenção do resfriamento interno dessas edificações. Logo, o sombreamento desses pátios pode ser realizado através de árvores, pérgolas, telhado, lona retrátil presença de água, como lâminas d'água ou fontes d'água, além da presença de vegetação auxiliam, também, no resfriamento evaporativo (GIVONI, 1998).

A Figura 19 mostra o esquema de ventilação e umidificação que ocorre em pátios com torres de captação de vento em locais de clima quente seco, de forma que, no início do dia, os ventos fluem a partir da torre e passam pelo pátio de forma a carregar a umidade de um lado para o outro e no decorrer do dia a direção do fluxo dos ventos vai se modificando.

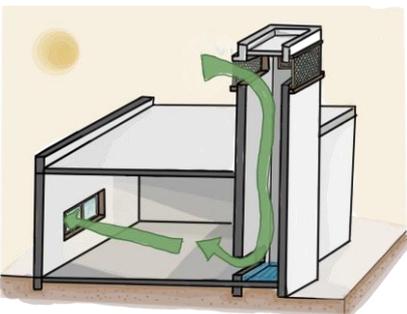
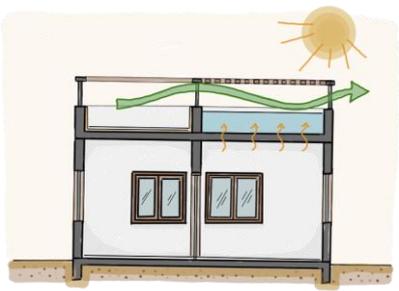
**Figura 19** – Esquema de umidificação e ventilação adaptado de Izard/ Guyot (1980)

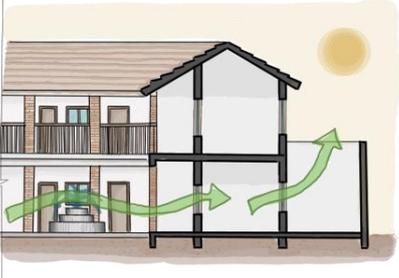


Fonte: Adaptado de Romero (2000)

O Quadro 5 apresenta uma síntese de estratégias construtivas para o resfriamento evaporativo:

**Quadro 6 – Síntese de estratégias construtivas para resfriamento evaporativo**

Ilustração	Resfriamento evaporativo	Resumo
	Teto jardim	<p>A vegetação absorve a maior parte da radiação recebida e também a camada de terra da cobertura recebe um ganho de calor reduzido. Deve haver sistema de impermeabilização. (PROJETEEE, 2005).</p>
	Torres de resfriamento evaporativo	<p>O ar é captado na abertura superior e à medida que ele passa através do umedecedor e reduz sua temperatura, desce pela gravidade criando uma pressão positiva circulando através do ambiente. (PROJETEEE, 2005).</p>
	Água na cobertura	<p>São feitos tanques de água sobre a laje não impermeabilizada ou aspersores de água diminuindo os ganhos de calor pela cobertura (PROJETEEE, 2005). Embora seja uma possibilidade, essa estratégia pode trazer malefícios como o acúmulo de insetos transmissores de doenças como Dengue e outras.</p>

	<p>Ventilação em pátios internos com fontes de água</p>	<p>Os pátios internos podem promover tanto a ventilação quanto a iluminação nos espaços internos. Ela depende da proporção entre a altura da edificação e a largura do pátio. Além disso, através do uso de fontes de água é possível reduzir os custos de resfriamento interno através da redução da temperatura do entorno. (PROJETEEE, 2005).</p>
	<p>Microclima local</p>	<p>A cobertura vegetal tem a superfície com temperatura superficial menor que o asfalto que pode exceder 13°C de diferença. A presença de vegetação retém água que através de processos naturais mudam o microclima do local (PROJETEEE, 2005).</p>

Fonte: Adaptado de PROJETEER (2005)

Dessa forma, observa-se a utilidade do zoneamento bioclimático brasileiro não apenas para habitações de interesse social, mas também para todos aqueles que queiram ter uma noção mais clara de que estratégias bioclimáticas podem ser utilizadas em suas cidades, visto que, como foi dito anteriormente, no território brasileiro nem todas as cidades possuem estações meteorológicas próprias. Além disso, outras ferramentas podem ser utilizadas, como o software que determina a posição da cidade no mapa de zoneamento bioclimático brasileiro, ZBBR (2005), assim como, a plataforma Projeteer, que representa as possibilidades de projeção dessas estratégias bioclimáticas, como foram apresentados nos quadros.

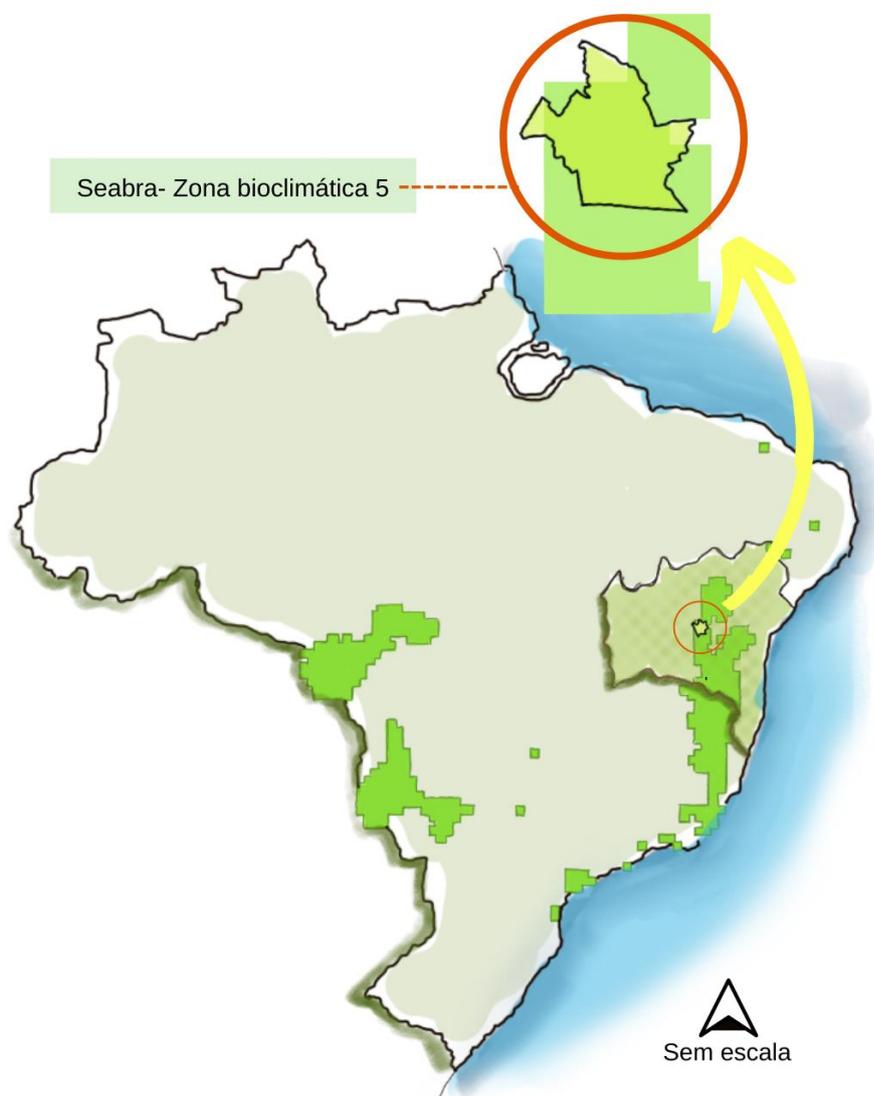
#### 2.2.4 Diretrizes bioclimáticas para zona 5

A zona bioclimática 5 compreende 05,6% do território nacional e se distribui pelos estados do Sudeste, Centro Oeste e Nordeste. De acordo com a Eletrobras (2014), essa zona possui clima ameno, de forma que o verão e o inverno são

marcados. Assim, as cidades que estão localizadas nessa zona bioclimática são, dentre outras, Pedra Azul (MG), Cidade Vera (MT), Niterói (RJ), São Francisco do Sul (SC), além de Vitória da Conquista (BA), Piatã (BA) e Seabra (BA).

A cidade de Seabra teve sua localização estimada através da interpolação de dados, pois não possui uma estação meteorológica própria. Assim, de acordo com os dados climáticos da cidade mais próxima de Seabra que possui dados climáticos históricos, a plataforma PROJETEEE indica que se utilize esses dados a fim de estudo do clima local. A Figura 20 mostra como a zona bioclimática está distribuída ao longo do território brasileiro.

**Figura 20** – Localização de Seabra na zona bioclimática 5



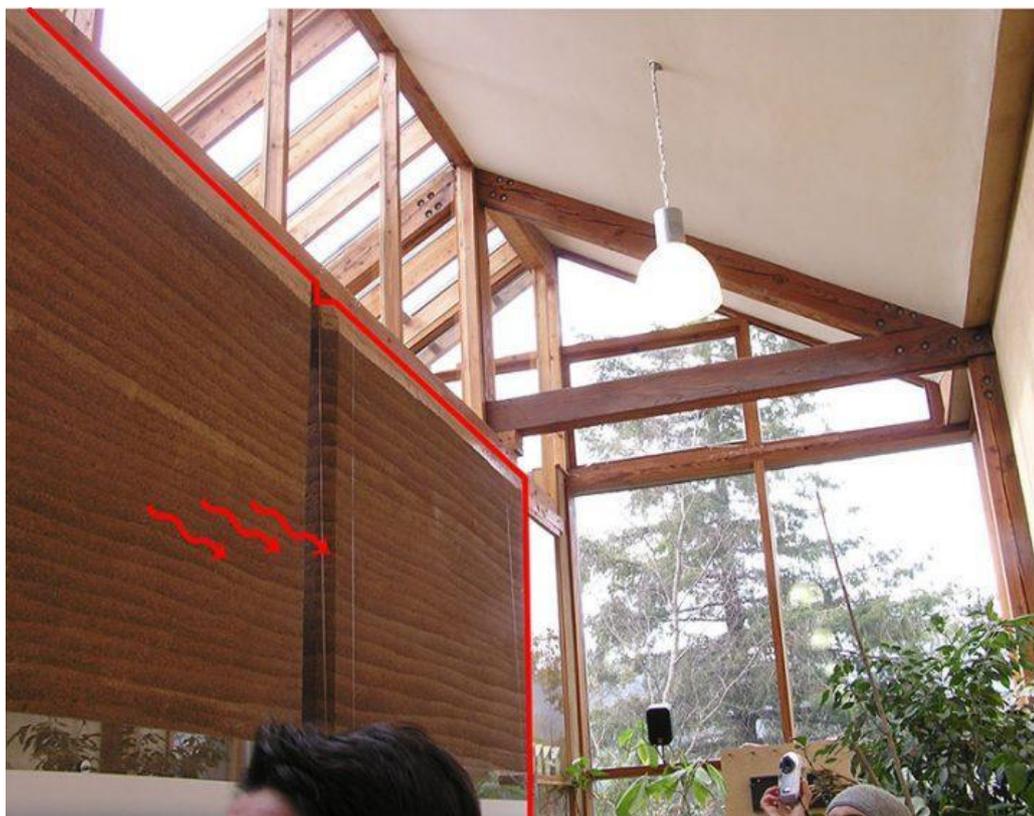
Fonte: Adaptado da NBR 15220-3 (2005).

As estratégias de condicionamento térmico passivo indicadas para a zona bioclimática 5, de acordo com a NBR 15220-3, são ventilação cruzada no verão e vedação interna pesada no inverno, além disso, a Norma também indica que as aberturas sejam sombreadas.

A NBR 15220-3 indica para as paredes externas, superfícies leves e refletoras, ou seja, que tenham aplicadas nelas cores claras. Além disso, as aberturas devem ser médias com dimensões proporcionais à área total do ambiente no valor de 15% a 25%. Na superfície da cobertura, por sua vez, indica-se que seja também leve, mas isolada, além das paredes internas pesadas, conforme a Figura 21.

A Figura 21 mostra a parede interna de uma edificação construída em taipa e é aquecida pelas estruturas em vidro, o que além de deixar o ambiente com personalidade, consegue exemplificar a massa térmica por aquecimento.

**Figura 21** – Parede interna com elevada inércia térmica feita com taipa



Fonte: PROJETEEE<sup>12</sup> (2005).

De acordo com a Eletrobras/ PROCEL (2014), as cores e absorptâncias das superfícies indicadas para a zona bioclimática 5 são, para as paredes externas  $\alpha \leq$

<sup>12</sup> Disponível em: <http://www.mme.gov.br/projeteee/implementacao/componentes-internos-e-aquecimento-solar-passivo/?cod=ita#aplicacoes-10>

50,0 e para a cobertura  $\alpha \leq 50,0$ . De forma que, a Figura 22 mostra as cores que são indicadas na pintura das paredes para essa zona. Assim, a cor com maior absorvência é o azul bali, com  $\alpha = 48,9$  e a menor é o branco neve, com  $\alpha = 10,2$ . Além disso, a Figura 22 apresenta cores terrosas claras como o Mel com  $\alpha = 41,8$  e Pêssego, com cor mais suave e  $\alpha = 35,0$ .

**Figura 22** – Cores com absorvência indicadas para zona 5

Tipo	Número	Cor	Nome	$\alpha$
Acrílica Fosca	49		Azul bali	48,9
	50		Branco Neve	10,2
	51		Branco Gelo	29,7
	56		Mel	41,8
	57		Palha	27,2
	58		Pérola	22,1
	59		Pêssego	35,0

Estes e outros exemplos podem ser encontrados no Anexo V do RAC.

Fonte: ELETROBRAS (2014).

Para as paredes, leve refletora, a norma indica que a transmitância seja  $U \leq 3,60 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ , com atraso térmico de  $\phi \leq 4,3\text{h}$ , fator solar de  $F_{\text{So}} \leq 4,0\%$  e capacidade térmica de  $\geq 130 \text{ cal/}^\circ\text{C}$ . Para as coberturas, por sua vez, a norma indica que a transmitância seja  $U \leq 2,000 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ , com atraso térmico de  $\phi \leq 3,3 \text{ h}$  e fator solar de  $F_{\text{So}} \leq 6,5\%$ . Dessa forma, as principais estratégias bioclimáticas indicadas para Seabra são massa térmica no inverno e ventilação cruzada no verão. No entanto, o resfriamento evaporativo também pode ser utilizado, visto que, segundo a plataforma Projeteee, é uma das estratégias para a cidade de referência, Piatã. Além disso, o resfriamento evaporativo também é uma das estratégias bioclimáticas indicadas para locais de clima quente e seco.

### 2.3 CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA DO TRABALHO – SEABRA – CHAPADA DIAMANTINA

Este capítulo tratará de contextualizar a cidade de Seabra. O primeiro ponto abordado será a cidade de Seabra no contexto da Chapada Diamantina, em seguida, serão abordadas as características climáticas encontradas através de mapas elaborados por Alvares *et al.* (2014), bem como do seu relevo. Dessa forma, as

principais referências utilizadas neste capítulo foram o IBGE (2017) e a Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI) (2021).

### **2.3.1 Seabra no contexto da Chapada Diamantina**

A Chapada Diamantina é uma região localizada na porção central da Bahia e de acordo com o Governo da Bahia (2011), ela é constituída por áreas planálticas e serranas intercalados por depressões. Além disso, a região possui uma grande diversidade de cachoeiras e riachos, paisagens essas de beleza cênica singular. Assim, o conjunto de serras que formam a região são: Serra do Sincorá, Serra do Tombador, Serra do Rio de Contas, Serra do Espinhaço e Serra da Chapada do Morro do Chapéu. Dessa forma, de acordo com a SEI (2021), a Chapada engloba 24 municípios, da qual Seabra faz parte, o que totaliza uma superfície territorial de 32.664 Km<sup>2</sup>, logo 5,7% do estado.

De acordo com o Governo da Bahia (2011), com o intuito de preservar os recursos naturais da região, foram criadas sete unidades de conservação, dentre elas, três APASs<sup>13</sup>, um monumento natural, uma área de relevante interesse ecológico, além de um parque estadual e um parque nacional. Esse último, o Parque Nacional da Chapada Diamantina, foi criado em 1985 através de um decreto federal que abrange os municípios de Andaraí, Lençóis, Palmeiras, Mucugê, Itaeté e Ibicoara, o que totaliza 1.520 km<sup>2</sup>. Assim, o Parque Nacional da Chapada Diamantina, possui inúmeros pontos turísticos, dos quais se destacam, o Morro do Pai Inácio com 1.200 m de altitude, o Morro do Camelo com 1.050 m de altitude, a Cachoeira da Fumaça, com aproximadamente 400 m de queda d'água, além do Vale do Capão, todos esses pertencentes ao município de Palmeiras, bem como o rio Mucugezinho e a Gruta do Lapão.

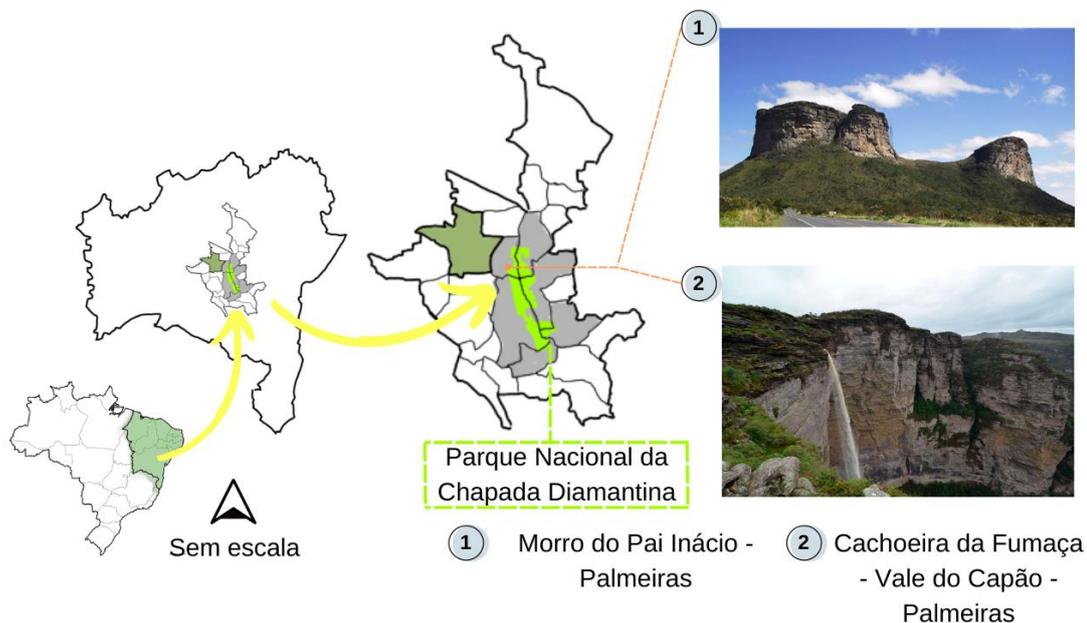
A Figura 23 mostra o mapa que compreende o Parque Nacional da Chapada Diamantina dentro do território de identidade da Chapada Diamantina, além de fotografias de alguns pontos turísticos que estão próximos à Seabra. A cidade de Seabra, por sua vez, está destacada em verde escuro dentro do contexto da Chapada Diamantina e da Bahia. As fotografias escolhidas são do Morro do Pai Inácio e a Cachoeira da Fumaça, ambos pertencentes ao município de Palmeiras. Além disso,

---

<sup>13</sup> APA: Área de proteção ambiental.

como mostra a Figura 23, a cidade de Seabra não faz parte do território do Parque Nacional da Chapada Diamantina.

**Figura 23** – Parque Nacional da Chapada Diamantina



Fonte: Adaptado de IBGE (2002); adaptado de MOURA *et al.* (2018); 1, guia da Chapada Diamantina<sup>14</sup> (2019); 2, guia Chapada Diamantina<sup>15</sup> ([s.d.]).

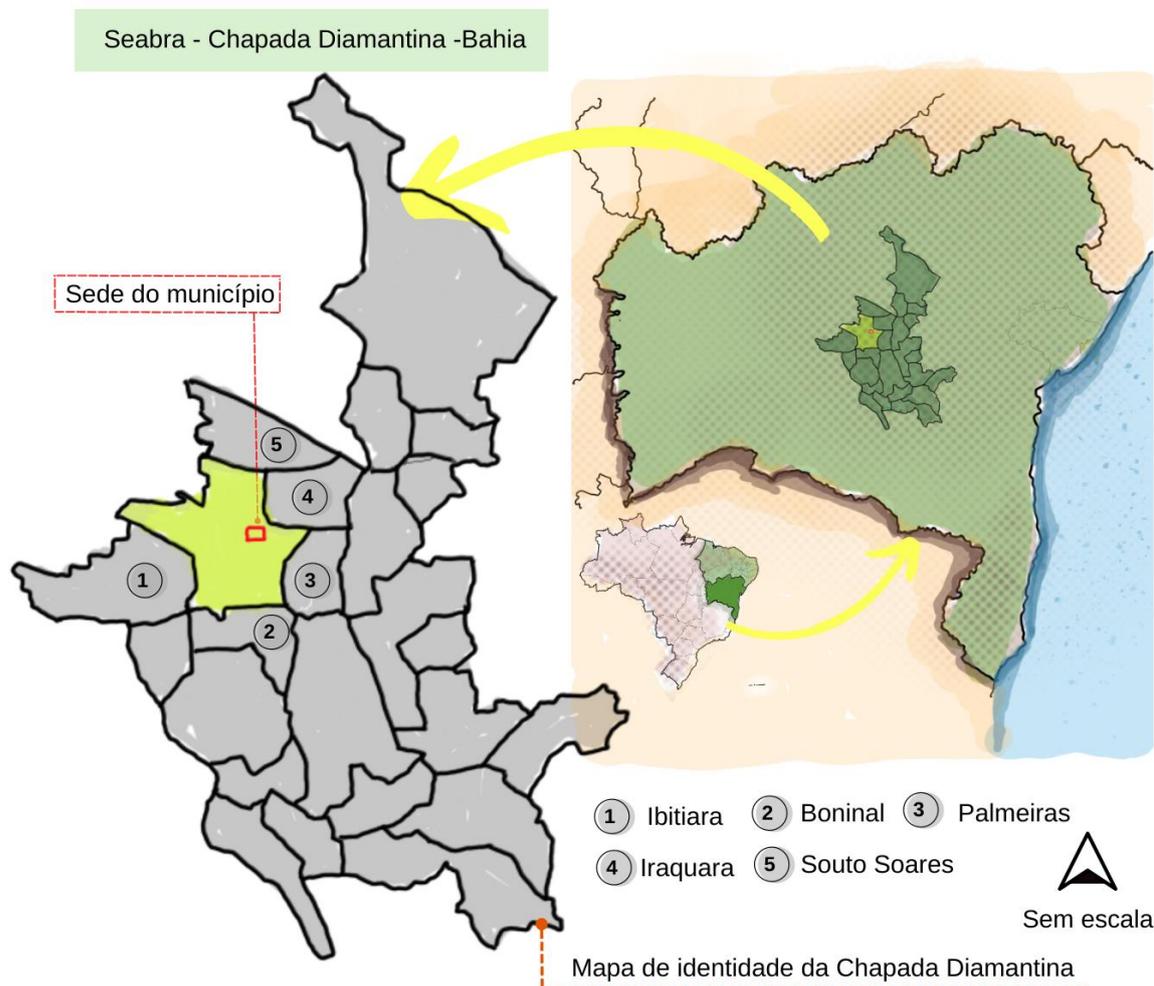
A cidade de Seabra está situada no extremo ocidente da Chapada Diamantina, conforme o mapa de Identidade da região da Figura 24, de forma que a sede do município está localizada mais próxima aos municípios de Palmeiras e Iraquara.

De acordo com o IBGE (2017), as coordenadas geográficas da cidade de Seabra são Longitude  $-41,76820^{\circ}$  e Latitude  $-12,41876^{\circ}$ , além de altitude de 812,93 m, assim, a cidade de Seabra, marca o centro geográfico da Bahia. A superfície territorial da cidade equivale a 2.402,17 km<sup>2</sup> com uma população estimada de 45.395 habitantes, o que constitui uma densidade populacional de 18,90 hab./km<sup>2</sup>. Assim, a taxa de crescimento populacional anual da cidade é baixa (0,59%), de acordo com os dados fornecidos entre os anos de referência de 2000 a 2010. Além disso, pouco mais da metade da população residente do município vive na zona rural (51,5%).

<sup>14</sup> Disponível em: <https://www.guiachapadadiamantina.com.br/morro-do-pai-inacio-ganha-escadarias-para-facilitar-o-acesso/>. Acesso em: 08.05.2022.

<sup>15</sup> Disponível em: <https://www.guiachapadadiamantina.com.br/cachoeira-da-fumaca/>. Acesso em: 08.05.2022.

**Figura 24 – Localização de Seabra**



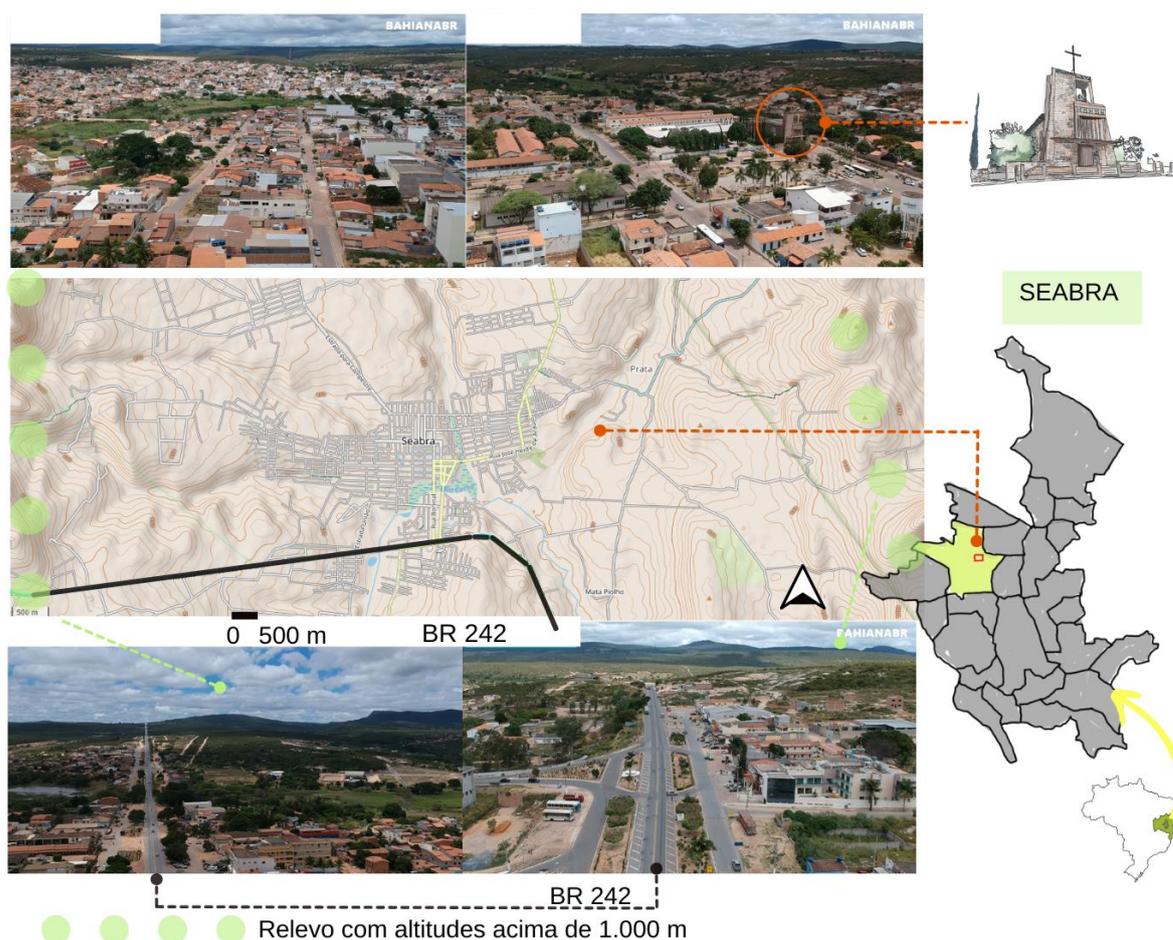
Fonte: Adaptado de Wikipédia, 2021; mapa de identidade da Chapada Diamantina adaptado do SEI (2019)

Segundo o SEI (2021), o município de Seabra é o mais populoso da Chapada Diamantina, seguido de Morro de Chapéu com 35.466 habitantes. Além disso, a maior parte dos municípios da Chapada Diamantina que fazem fronteira com Seabra possuem população menor que 20 mil habitantes. Esses municípios são: Boninal (14.514 habitantes), Ibitiara (16.463 habitantes), Palmeiras (9.123 habitantes), Iraquara (25.728 habitantes) e Souto Soares (17.118 habitantes).

A Figura 25 mostra paisagens aéreas da cidade de Seabra realizadas através de drone em 2021. Assim, as primeiras imagens que são apresentadas aparecem em duas áreas distintas com ocupação variada do solo, além de marcar a Igreja do Bom Jesus. Nas imagens inferiores, por sua vez, mostram a rodovia federal que corta a sede do município, BR 242 e liga a capital do estado, Salvador, ao Distrito

Federal, Brasília. A partir das imagens escolhidas é possível observar que as edificações da cidade possuem gabarito de altura baixo, em torno de um a dois pavimentos, além de poucas edificações com números de pavimentos superiores ou igual a três pavimentos.

**Figura 25 – Fotografias aéreas de Seabra**



Fonte: Mapa adaptado de Openstreetmap<sup>16</sup> (2021), fotografias adaptadas de BAHIANABR<sup>17</sup> (2021), Mapa de identidade da Chapada Diamantina adaptado do SEI (2019).

A localização do município de Seabra, popularmente conhecido como a capital da Chapada Diamantina, é favorecida tanto pela proximidade da rodovia 242,

<sup>16</sup> Disponível em: <https://www.openstreetmap.org/#map=14/-12.4144/-41.7641&layers=YG>. Acesso em 04.05.2022.

<sup>17</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/channel/UCsrFmwI0bEoHjJQoAtQ6R0A>. Acesso em 04.05.2022.

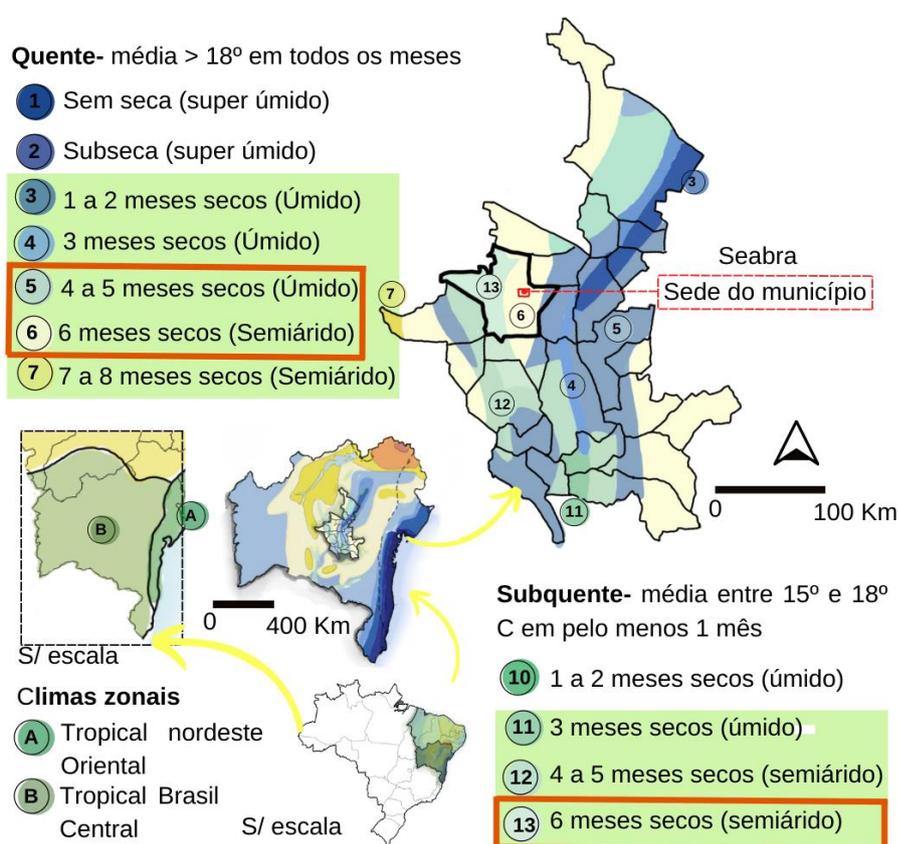
como pela proximidade com as cidades turísticas que estão dentro do Parque Nacional da Chapada Diamantina.

### 2.3.2 Clima e relevo de Seabra

A cidade de Seabra está situada no clima zonal tropical Brasil central e possui clima semiárido, com bioma caatinga, de forma que as chuvas são distribuídas em até 6 meses secos. Além disso, sua temperatura média é maior que 18° C em todos os meses do ano (IBGE, 2017). vv

A Figura 26 mostra a ampliação do Mapa de climas do IBGE (2002), de forma que a sede do município está dentro da porção que se caracteriza por possuir clima quente e seco e período de seca até 6 meses.

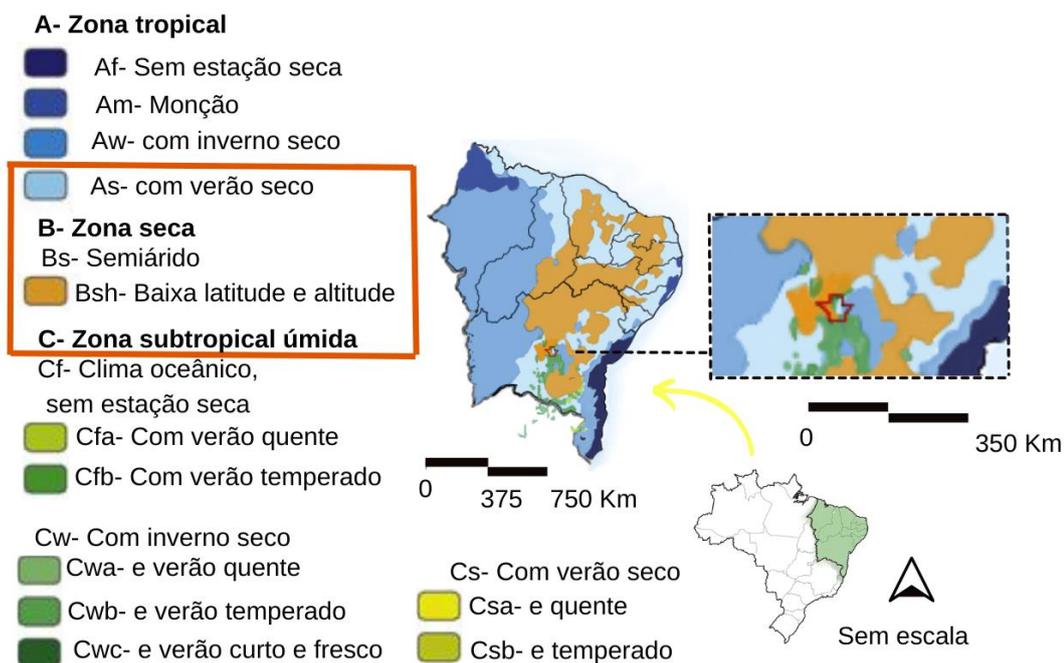
**Figura 26 – Climas para Seabra**



Fonte: Adaptado do IBGE (2002), mapa de identidade Chapada Diamantina adaptado do SEI (2019).

Contudo, de acordo com o mapa de climas de Koppen, os contornos do município de Seabra, a Figura 27 mostra que, além de possuir a maior parte de seu território com clima (BSH), semiárido, ele também possui característica de clima (As) com verão seco, além de parte estar localizada em zona subtropical úmida.

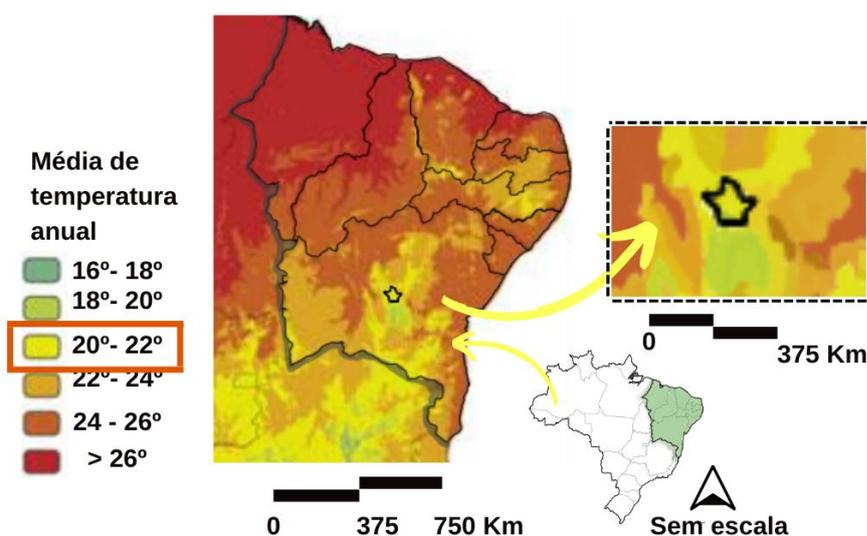
**Figura 27** – Climas do Nordeste baseado em Koppen com recorte em Seabra



Fonte: Adaptado de ALVARES *et al.* (2014).

Segundo o mapa de temperaturas desenvolvido por Alvares *et al.* (2014) a partir de Koppen, a cidade de Seabra possui temperaturas anuais médias entre 20° e 22°, conforme mostra a Figura 28.

**Figura 28** - Temperaturas médias anuais para Seabra

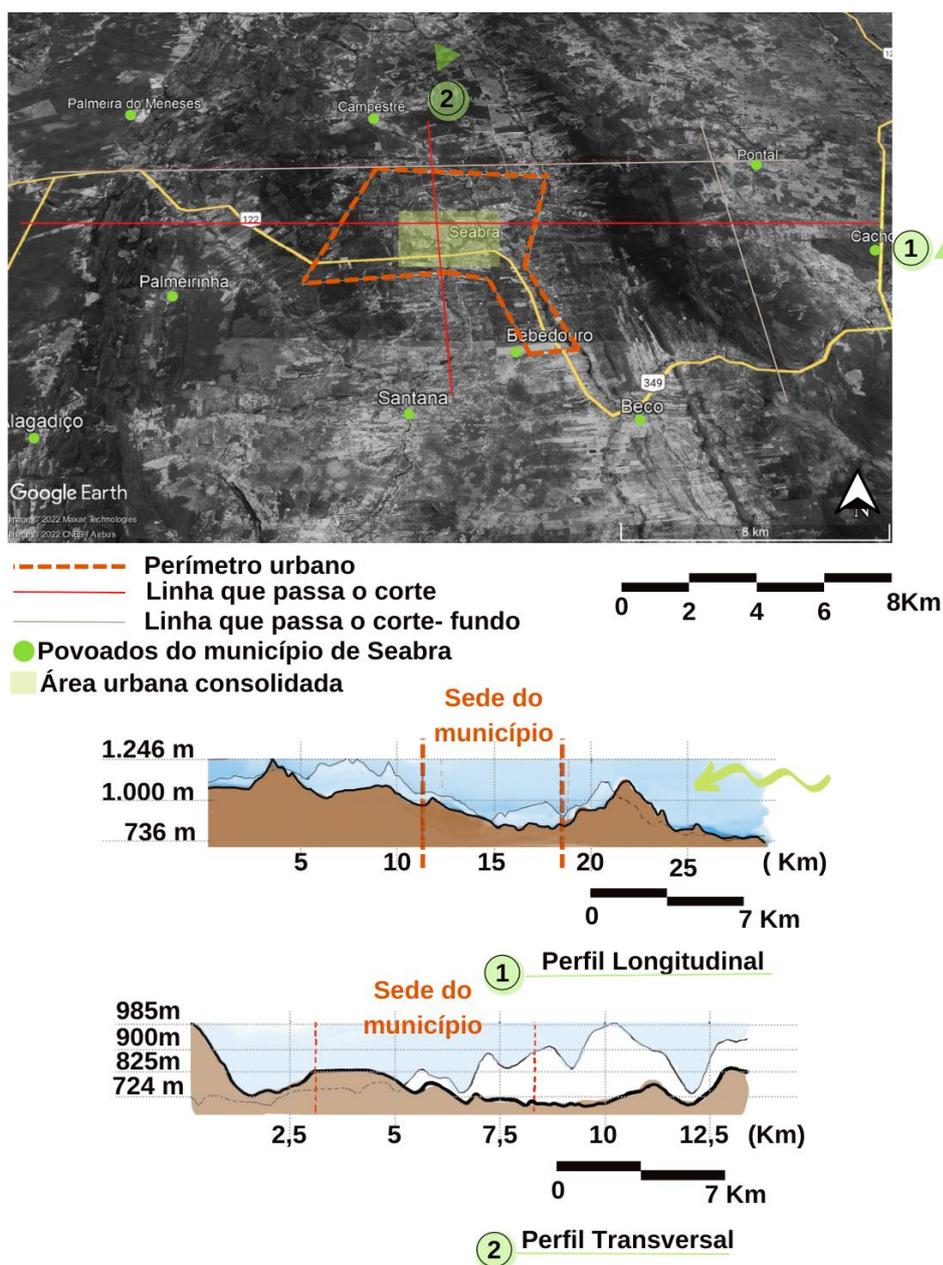


Fonte: Adaptado de ALVARES *et al.* (2014).

O relevo no município é formado por Serras e Chapadas (IBGE, 2017), com topografia irregular ao longo de toda a sede. Assim, as cotas altimétricas variam desde

820 m nas partes mais baixas a aproximadamente 950 m nas partes mais altas. Além disso, as extremidades leste e oeste da cidade são formadas por relevo com altitudes elevadas, que variam de 1.200 m de altura e 1.100 m, de forma que o perímetro urbano está localizado cerca de 100 m abaixo. Assim, a Figura 29 apresenta o perfil topográfico da sede do município, delimitação do perímetro urbano e localização de diversos povoadamentos rurais do município.

**Figura 29 - Topografia da cidade de Seabra até as serras**

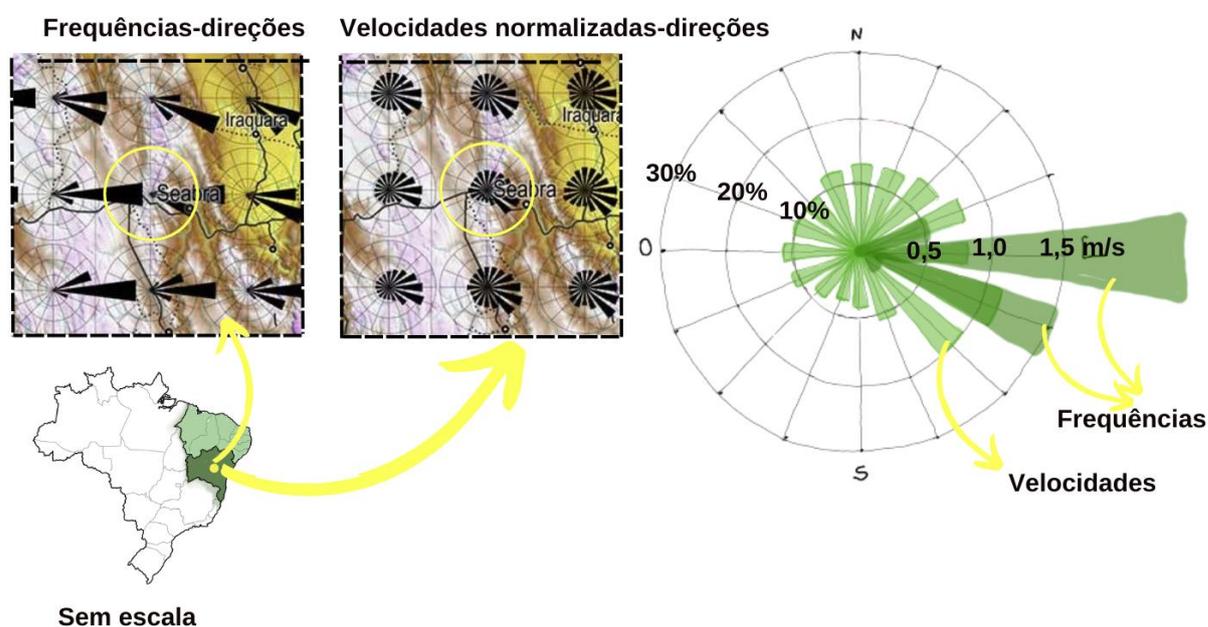


Fonte: Adaptado do Google Earth (2021).

De acordo com o atlas eólico da Bahia, elaborado por Camargo-Schubert Engenheiros Associados...*et al.* (2013), os ventos predominantes para a cidade de Seabra são Leste e Sudeste e a velocidade dos ventos tendem a aumentar no período noturno, além disso, apresenta ventos máximos no período do inverno e primavera. Assim, as rosas dos ventos de frequências e velocidades do atlas eólico da Bahia, foram elaboradas a partir do modelo atmosférico resultante do MesoMap e calculados a partir de uma amostragem de 15 anos. A Figura 30 mostra o recorte dos mapas do atlas eólico de frequência dos ventos e as velocidades normalizadas junto com as direções para a cidade de Seabra.

A rosa dos ventos escolhida estava situada mais próxima à sede do município e posterior à serra leste. Esta escolha ocorreu, pois, o relevo elevado das serras podem diminuir e modificar as direções dos ventos, como é visto nos recortes do mapa eólico. Assim, a partir deles, foi elaborada a rosa dos ventos da cidade de Seabra com as frequências e velocidades juntas em uma mesma representação gráfica.

**Figura 30** - Ventos predominantes anuais para Seabra



Fonte: Adaptado de CAMARGO (2013).

Dessa forma, observou-se a partir dos mapas de climas e topografia que o clima de Seabra, embora esteja localizado em região sertaneja e possui clima semiárido, as temperaturas são menos elevadas por conta da sua altitude, e os ventos variam pouco a direção após o relevo.

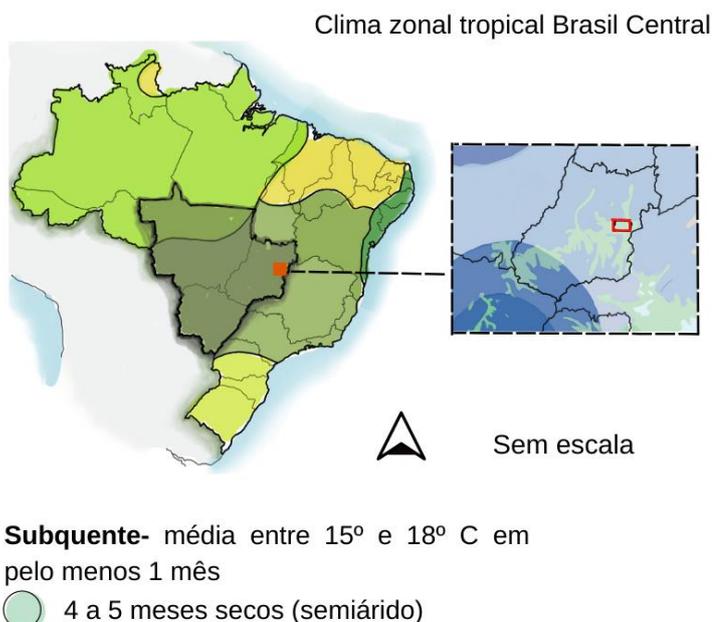
### 3 ANÁLISE DE TIPOLOGIAS DE CLIMA QUENTE SECO

Neste capítulo serão analisadas três edificações residenciais em locais de clima quente e seco no Brasil, desses, os dois primeiros estão localizados em Brasília e o segundo localizado na cidade de Barbalha, zona semiárida do Cariri, Ceará, Nordeste. As duas edificações de Brasília foram elaboradas por dois arquitetos distintos.

#### 3.1 Brasília

A cidade de Brasília, capital do Brasil, está localizada no Centro Oeste do país e de acordo com o Programa ZBBR, zoneamento bioclimático brasileiro, Roriz (2004), e conforme a NBR 15220-3, está localizada nas coordenadas, Latitude -15,77, Longitude 47,92, e Altitude de 1171 m acima do nível do mar. Ademais, o clima de Brasília segundo o mapa de climas adotado pelo IBGE (2002), é subquente com temperatura média entre 15° e 18°C em pelo menos 1 mês ao ano, além de possuir até 5 meses secos. Além disso, de acordo com o mapa de Alvares *et al.* (2014) adaptado de Koppen, o inverno é o período seco, conforme mostra a Figura 31. Assim, o arquiteto Mário Viggiano (2003), ainda descreve que o clima de Brasília possui elevada amplitude térmica diária.

**Figura 31** – Climas de Brasília

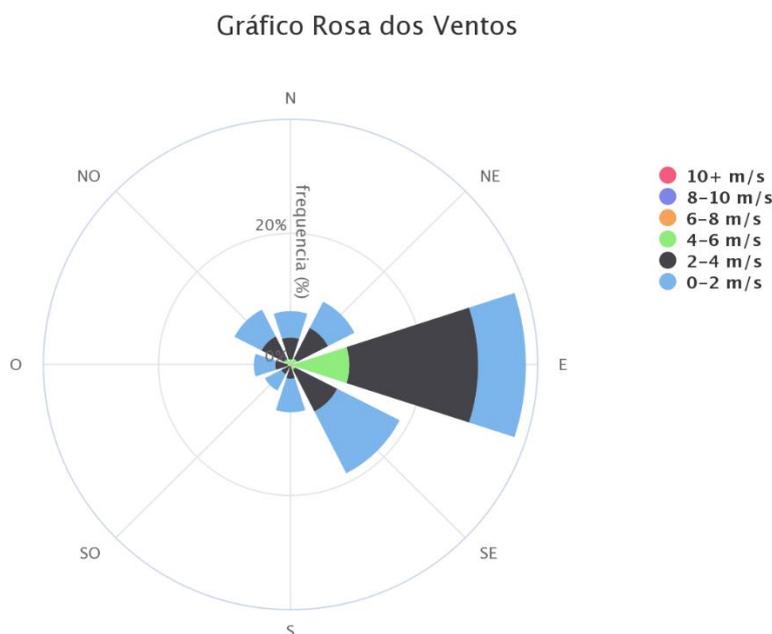


Fonte: Adaptado do IBGE (2002).

De acordo com a rosa dos ventos elaborada pelo Projeteee, a partir do arquivo climático de 2016, os ventos predominantes para Brasília são Leste e

Sudeste, com maior velocidade dos ventos no sentido Leste. Os ventos podem chegar a 6 m/s, nessa orientação e menor velocidade na orientação sudeste, com velocidades de até 2 m/s, conforme mostra a Figura 32.

**Figura 32** – Rosa dos ventos para a cidade de Brasília



Fonte: PROJETEEE<sup>18</sup> (2016).

Segundo a NBR 15220-3, a cidade de Brasília está localizada na zona bioclimática 4, conforme está sintetizado no Quadro 7. Assim, as estratégias bioclimáticas indicadas para essa zona são para o inverno, aquecimento solar e massa térmica para aquecimento. Para o período do verão, por sua vez, são indicadas as estratégias de resfriamento evaporativo, massa térmica para resfriamento e ventilação seletiva (em alguns horários).

**Quadro 7** – Estratégias bioclimáticas, zona 4

Zona bioclimática	Zona 4	
	Inverno	Verão
Estação		
Aquecimento solar	-	x
Massa térmica	-	x
Resfriamento evaporativo	x	
Ventilação seletiva	x	

Fonte: NBR 15220-3 (2015).

<sup>18</sup> Disponível em: <http://www.mme.gov.br/projeteee/dados-climaticos/>. Acesso em: 13.05.2022

A Figura 33 mostra o recorte do zoneamento bioclimático brasileiro para a cidade de Brasília e nele mostra de forma gráfica a zona a qual a cidade pertence, além do recorte do Mapa apresentado por Alvares *et al.* (2014).

**Figura 33** - Mapas de zoneamento bioclimático brasileiro para Brasília e climas segundo Koppen



Fonte: Adaptado da NBR 15220-3 (2005), adaptado de ALVARES *et al.* (2014).

- Residência Nivaldo Borges

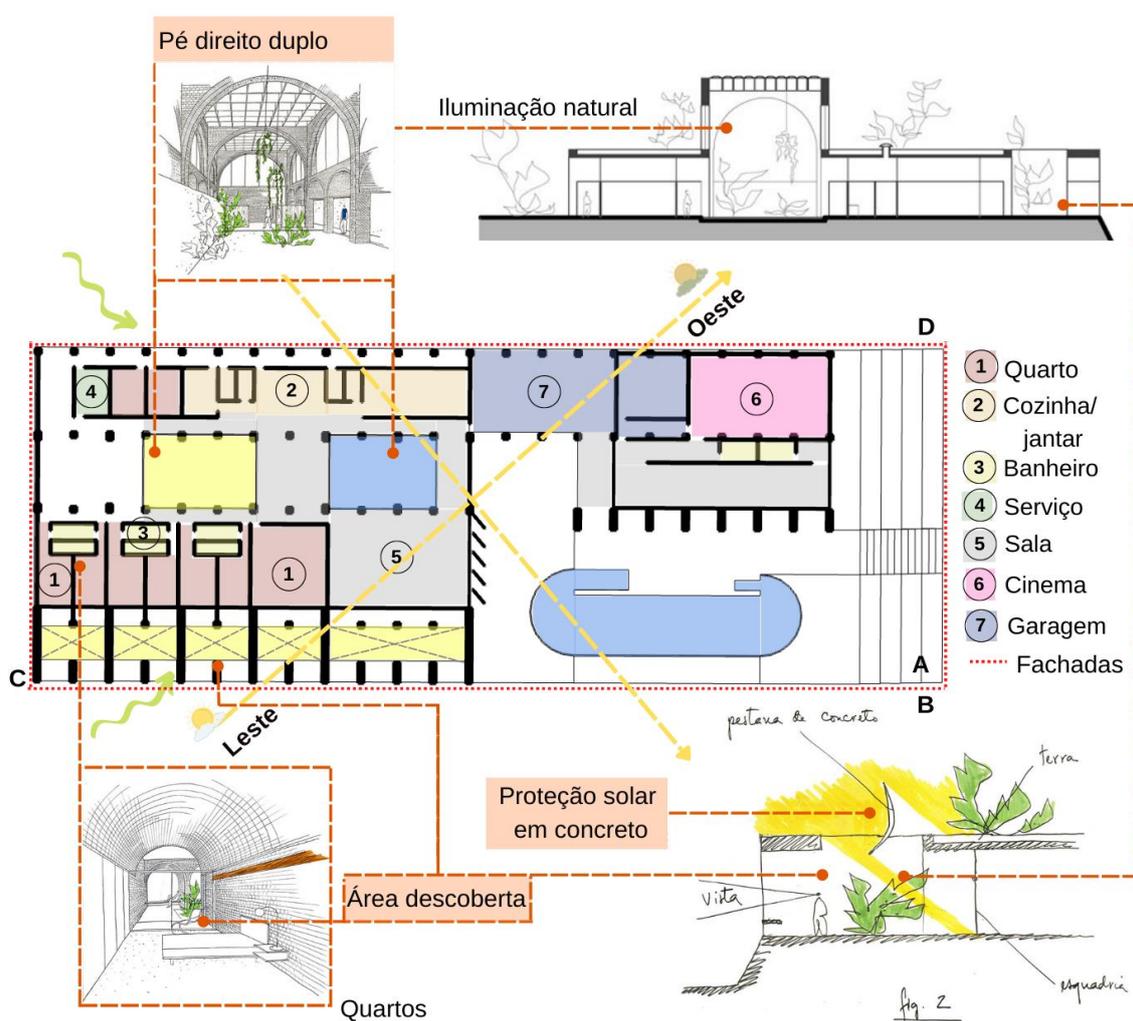
De acordo com Adalberto Vilela (2011), a residência Nivaldo Borges foi projetada por João da Gama Figueiras Lima, comumente conhecido como Lelé, ela foi construída para seu amigo pessoal Nivaldo Borges, nome pelo qual foi nomeada a sua residência. A mansão está localizada na cidade de Brasília, no Setor de Mansões Park Way, quadra 7.

O programa de necessidades dessa residência foi pensado para uma família grande. Logo, foram projetadas 7 suítes com jardins privativos, salas amplas, cinema para 50 lugares e garagem com oficina (VILELA, 2011). A Figura 34 mostra que a residência foi separada em 3 principais áreas distintas, a partir do eixo transversal. O lado direito está a área de lazer, onde fica o cinema, a piscina e a oficina, enquanto o lado esquerdo está dividido em área íntima, serviço e social. Já em sentido longitudinal, a edificação foi dividida em uma extremidade, principalmente o setor social e de serviço e na outra extremidade, predominantemente o setor íntimo, formado pelos dormitórios.

As principais estratégias bioclimáticas observadas na Figura 34 foram o sombreamento, através dos protetores solares em concreto e o recuo dos dormitórios

com o uso de varandas, além de iluminação abundante advinda das laterais da parte central da edificação. Essa iluminação que entra pela parte superior e de forma lateral pelas laterais permite a iluminação dos dormitórios e sala de forma mais controlada e suave. Essa solução encontrada por Lelé se assemelha aos pátios internos, abundantemente utilizados em climas quente e secos, nesse caso Lelé fez uma cobertura e deixou as aberturas para a ventilação cruzada a nível do solo, mais próximo aos usuários.

**Figura 34** – Planta baixa da residência Nivaldo Borges



Fonte: Adaptado de FRACALOSSI (2013).

A concepção formal da edificação mostra que o eixo central, ao qual dividem setor de serviço do setor íntimo e social, se configura como uma área de transição com pé direito duplo, jardim e lâmina d'água. Isso mostra que Lelé trouxe para dentro da edificação a natureza, além de possibilitar a entrada de bastante luz

lateral através dos panos de vidro. Vilela (2011) diz que essa parte da edificação se assemelha às antigas basílicas e sua transparência contrasta com o aspecto duro e bruto dos tijolos de sua construção.

A Figura 35 mostra fotografias da parte central da edificação e pode ser visto um espelho d'água com vegetação, além de modulações compostas por arcadas que marcam um ritmo.

**Figura 35** – Eixo central da residência Nivaldo Borges



Fonte: FRACALLOSSI (2013).

A parte central da edificação, além de receber iluminação lateral, também possui claraboias na cobertura, conforme mostra a Figura 36. A segunda fotografia da Figura 36 mostra a sala de estar que está localizada na parte central, abaixo da cobertura com claraboias.

**Figura 36** - Cobertura com claraboias

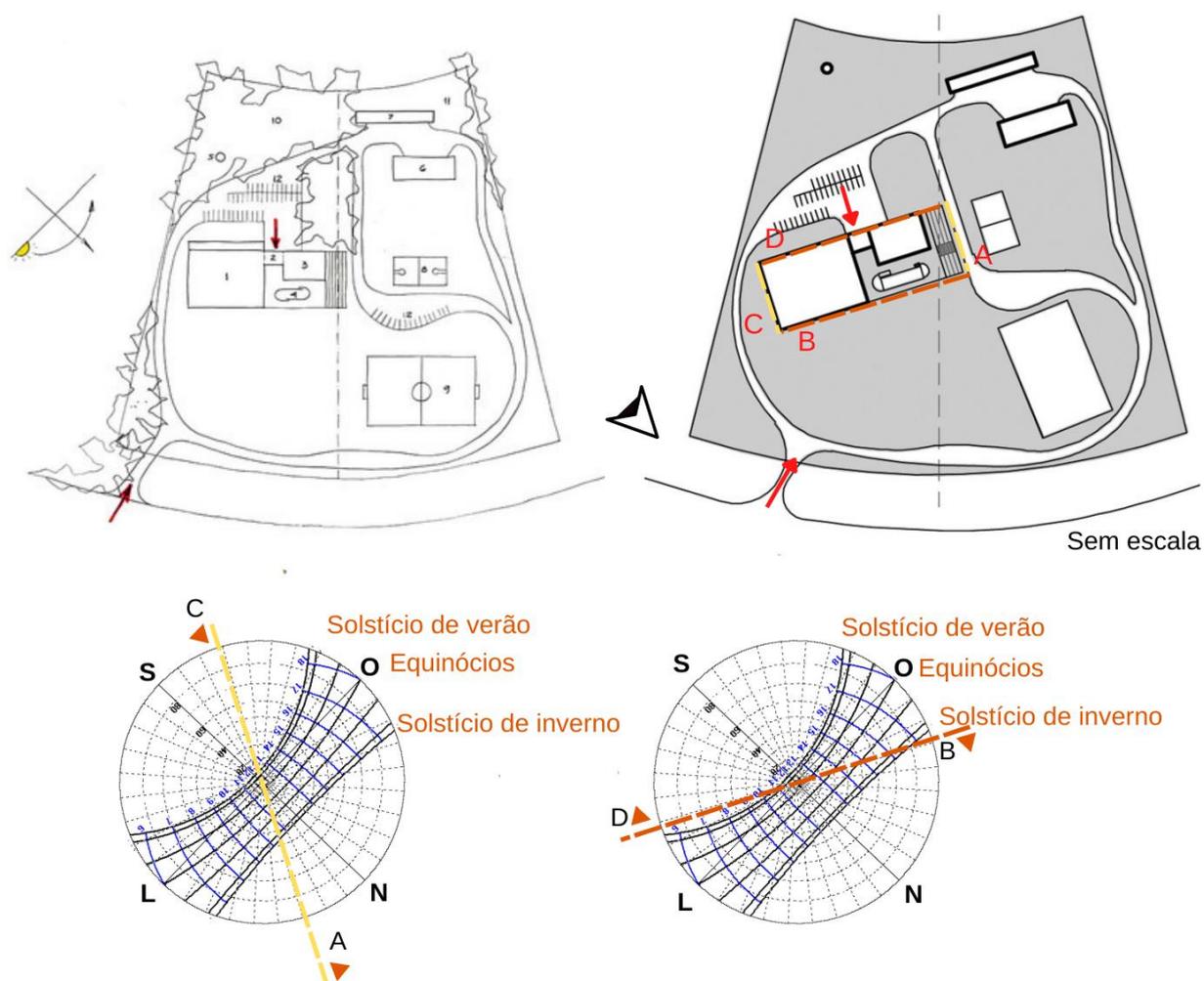


Fonte: ArchiDaily<sup>19</sup> (2011).

<sup>19</sup> Disponível em: [https://www.archdaily.com.br/br/01-154649/classicos-da-arquitetura-residencia-nivaldo-borges-slash-joao-filgueiras-lima?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com.br/br/01-154649/classicos-da-arquitetura-residencia-nivaldo-borges-slash-joao-filgueiras-lima?ad_medium=gallery). Acesso em 03.01.2023.

A princípio a orientação apresentada pelo anteprojeto de Lelé mostrava uma configuração, mas foi modificada no anteprojeto para obter condições solares mais favoráveis. Logo, Lelé rotacionou a edificação 18° em relação ao eixo original. A Figura 37 mostra a intenção inicial de Lelé na orientação e mostra no segundo desenho do terreno a rotação não apenas da edificação principal, mas dos outros elementos, como as quadras de esporte.

**Figura 37 –** Orientação solar da residência Nivaldo Borges



Fonte: Adaptado de FRACALOSSI (2013)

A Tabela 1 mostra a incidência solar nas fachadas do projeto de Lelé. A disposição inicial pensada por ele mostra que as fachadas transversas A e C, a fachada A recebe insolação ao longo do dia a maior parte do ano, enquanto a fachada C recebe incidência solar direta no período matutino. Para as fachadas longitudinais B e D, a fachada B recebe incidência solar direta a maior parte do ano ao longo da manhã e

início da tarde, enquanto a fachada D, recebe incidência solar direta no período da tarde a maior parte do ano. Os dormitórios, por sua vez, estão localizados na fachada B e mostra que Lelé projetou protetores solares para bloquear a incidência solar direta principalmente do início da tarde quando o sol está mais alto.

**Tabela 1** - Incidência solar nas fachadas do projeto

	Solstício de verão	Equinócios	Solstício de inverno
A	Antes 14h - depois 18h	11h - 18h	9h - depois 17h
B	Antes 6h - 11:30h	6h - 13 h	Antes 7h - 14:30h
C	Antes 6h - 12:30h	6h - 11h	Antes 7h - 9h
D	11:30h - Depois 18h	13h - 18h	14:30h - Depois 17h

Obs.: Antes = poucos minutos antes. Depois = poucos minutos depois.

Fonte: Autoria própria (2022).

A Tabela 2, por sua vez, mostra a incidência solar direta das fachadas da edificação após a sua rotação em relação ao terreno. Essa configuração foi executada. Ao analisar a Tabela 2, observou-se que Lelé optou por uma inclinação que resultou em menor tempo incidência solar direta na fachada D no período do Solstício de inverno, essas fachadas estão orientados os setores de serviço e social da casa. As demais fachadas, nota-se que Lelé conseguiu um acréscimo de alguns minutos a mais de incidência solar direta entre 30 minutos e 1 hora. De forma que, a fachada B, onde localizam-se em grande maioria os dormitórios, teve um acréscimo de incidência solar direta no período do Solstício de inverno.

**Tabela 2** - Incidência solar nas fachadas da edificação executada

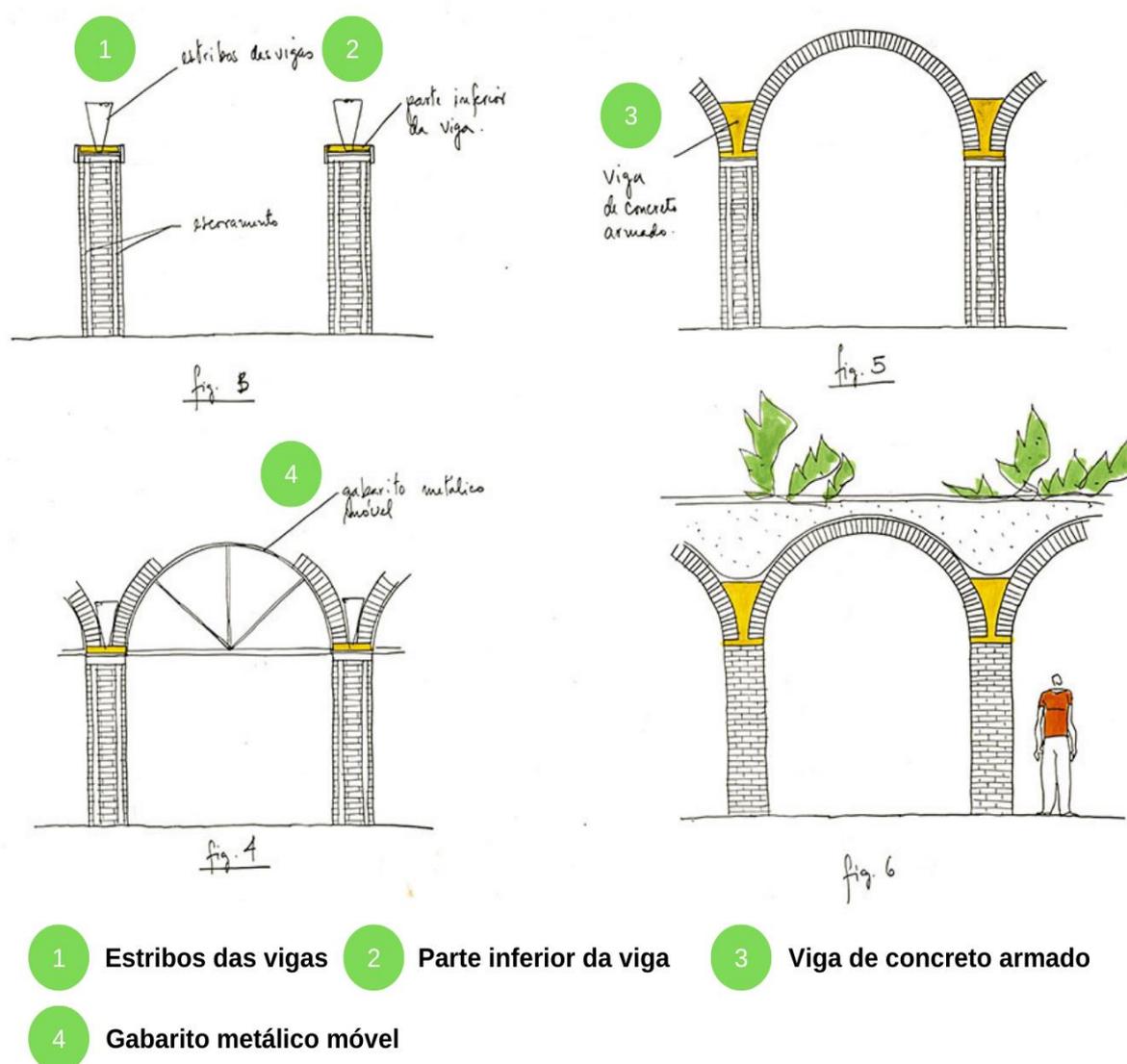
	Solstício de verão	Equinócios	Solstício de inverno
A	Antes 12h - depois 18h	11:30h - 18h	11:30h - 17:30h
B	Antes 6h - 11h	6h - depois 14h	Depois 6h - antes 17h
C	Antes 6h - Antes 12h	6h - 11:30h	7:30h - 11:30h
D	11h - 18:30h	Antes 14h - 18h	Antes 17h - depois 17h

Obs.: Antes = poucos minutos antes. Depois = poucos minutos depois.

Fonte: Autoria própria (2022).

O sistema construtivo escolhido para a edificação foi o de tijolos cerâmicos, tanto na vedação, quanto na cobertura com o uso de abóbodas em técnica de “meio ponto”. Para isso foram utilizados gabaritos metálicos para o assentamento dos tijolos, assim como as arcadas e conseqüentemente as abóbodas de berço, conforme mostra a Figura 38 (VILELA, 2011). Além disso, para finalizar, Lelé utilizou na cobertura de seu projeto teto jardim, embora, essa proposta não tenha sido executada.

**Figura 38 – Croquis do assentamento dos tijolos**

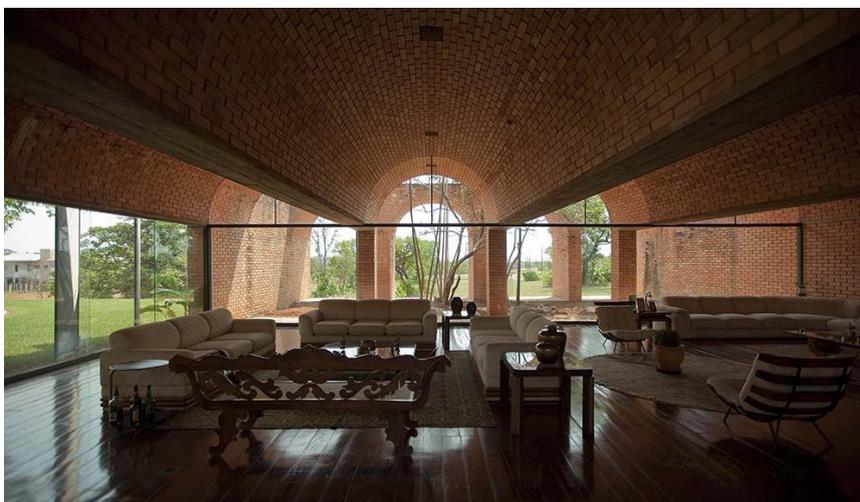


Fonte: ArchDaily (2013).

Lelé dividiu os ambientes por meio de módulos, de modo que, a unidade do módulo foi considerada baseada nas limitações do método construtivo e em função das abóbodas. Logo, a medida considerada foi de 3,50 m (VILELA, 2011). Sendo assim, a menor unidade do módulo foi utilizada nos dormitórios e conseqüentemente,

os cômodos que necessitaram uma dimensão, foram realizados com 2 ou mais módulos, unidos por vigas de sustentação. A Figura 39 mostra fotografia da sala com mais de 3 unidades de módulos.

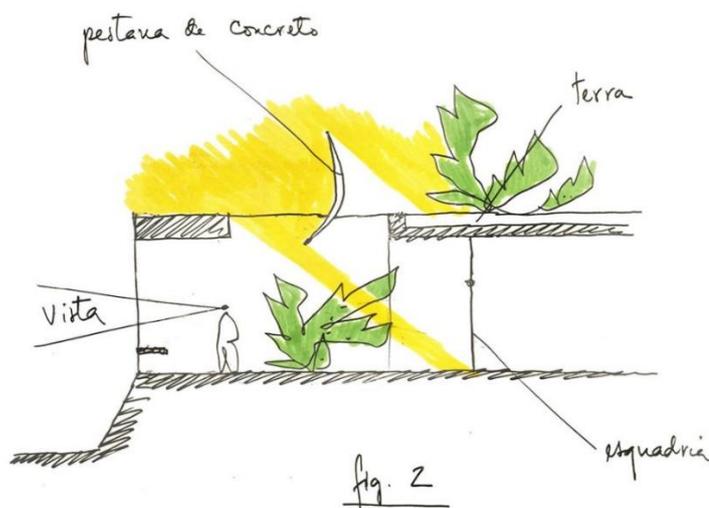
**Figura 39** – Fotografia da sala



Fonte: ArchDaily (2013).

Lelé também pensou no sombreamento dos dormitórios com o projeto de brises de concreto, pois a fachada B recebe incidência solar a maior parte do ano. No entanto, o brise de concreto não chegou a ser executado pela dificuldade de junção entre o concreto e os tijolinhos maciços (VILELA, 2011). Dessa forma, a Figura 40 mostra o projeto de brise de concreto elaborado por Lelé.

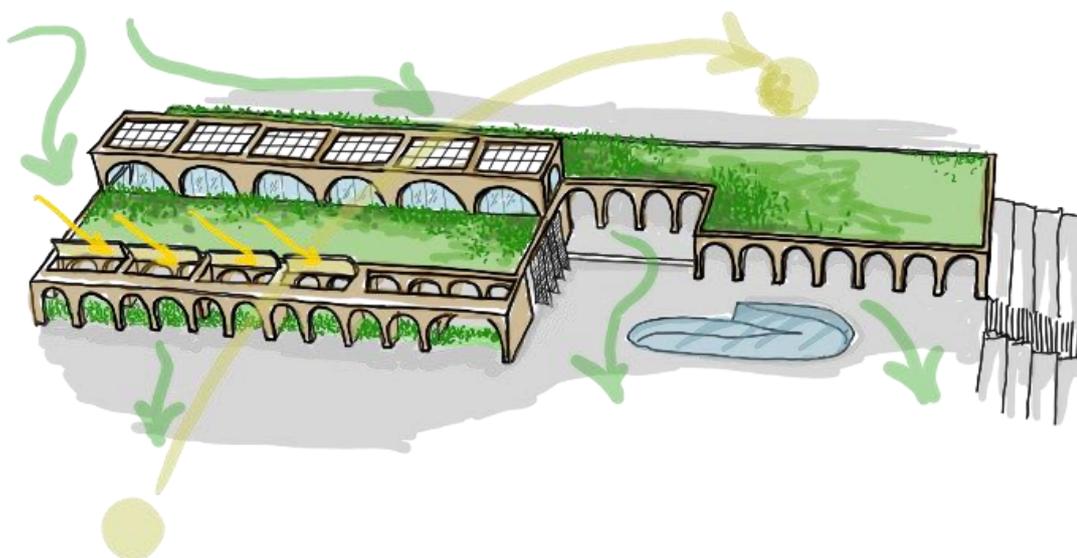
**Figura 40** – Projeto de brise de concreto



Fonte: Archdaily (2013).

A Figura 41 mostra o croqui da casa, elaborado pelo autor, com a representação do tipo de cobertura verde que Lelé pensou, no entanto, o telhado verde também não foi executado.

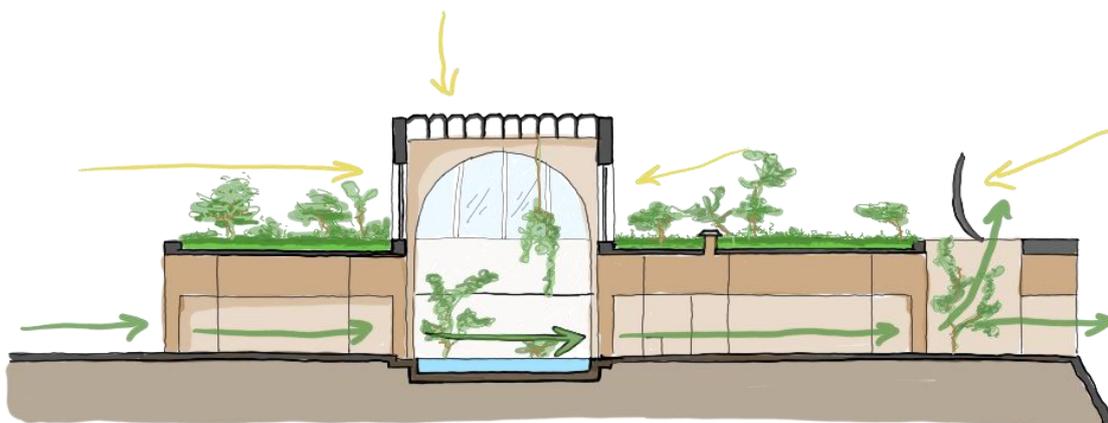
**Figura 41 – Croqui aérea**



Fonte: Adaptado do ArchDaily (2013).

A Figura 42 mostra o croqui do corte transversal com esquema de ventilação e iluminação. O corte mostra a presença do telhado verde pensado por Lelé, o espelho d'água ao centro da torre e a possibilidade de iluminação através dela. O corte também mostra o projeto do brise em concreto na varanda dos dormitórios.

**Figura 42 – Croqui de corte esquemático**



Fonte: Adaptado do ArchDaily (2013).

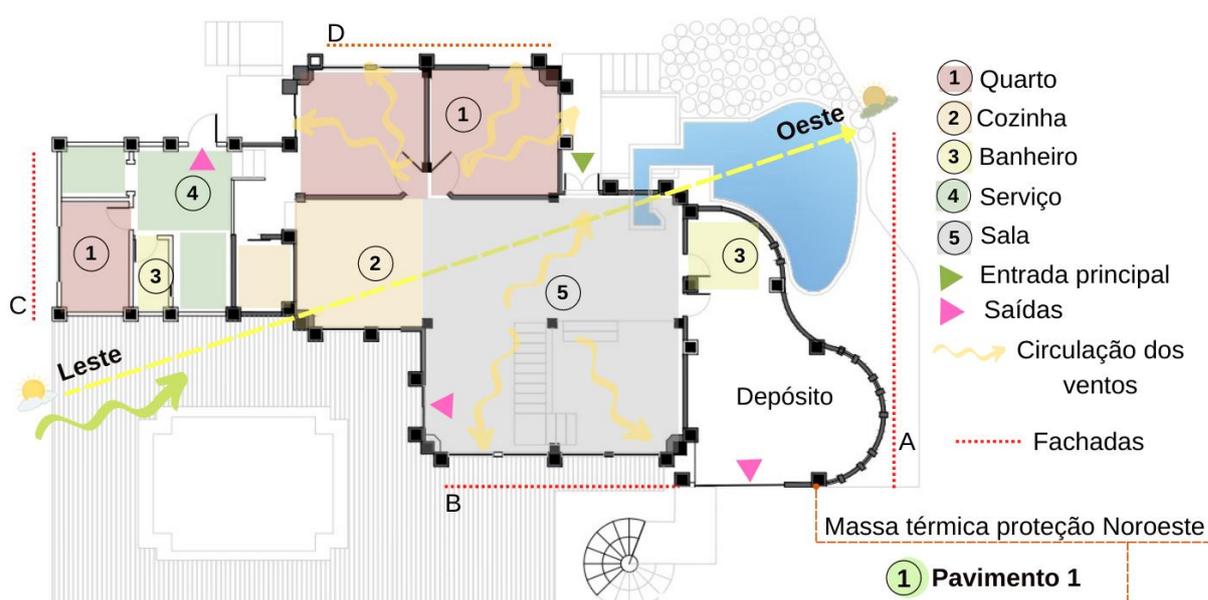
Dessa forma, observa-se que Lelé utilizou principalmente as estratégias de sombreamento e resfriamento evaporativo em seu projeto, além de racionalizar a orientação do projeto no terreno.

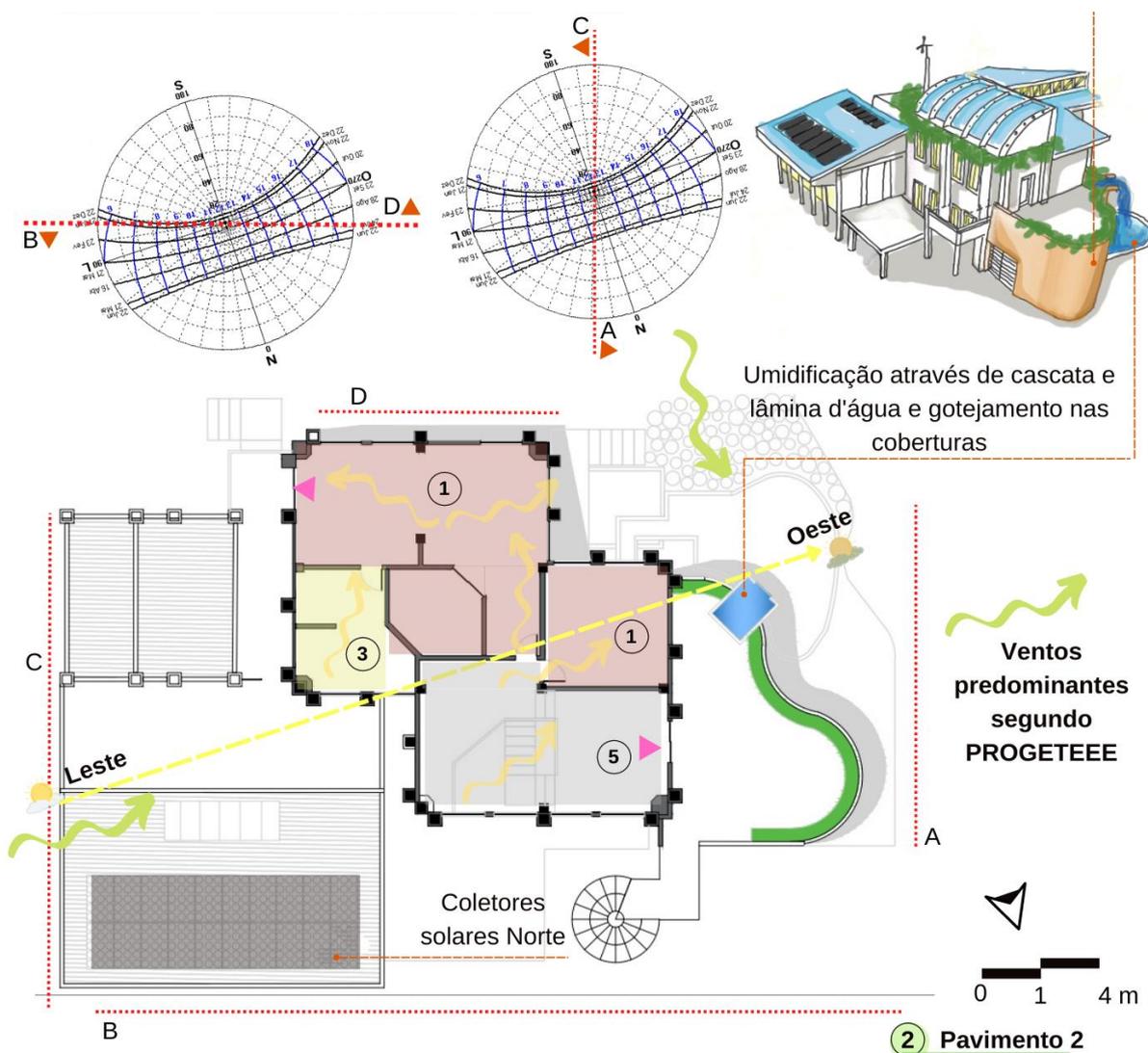
- Casa Autônoma

De acordo com Mário Viggiano (2003), a casa autônoma é um projeto sustentável idealizado por ele, cujo lote de 3.125 m<sup>2</sup>, em declive, está localizado próximo ao plano piloto de Brasília, no Setor de Mansões Park Way e dentro de uma área de proteção ambiental. Assim, a implantação além de preservar algumas árvores existentes do local, levou em conta um estudo aprofundado das características climáticas e do microclima local. Logo, os ventos predominantes chuvosos partem do Norte, enquanto os ventos frios geralmente partem do Leste e os ventos secos do Sudeste. Já em relação ao microclima, o local possui boa penetração dos ventos e temperaturas diárias refrescadas pela influência do solo úmido.

A localização dos cômodos partiu da orientação do quarto principal e o estúdio, pavimento superior, de forma a serem locados para o Leste, enquanto o depósito, a área técnica e o terraço foram locados para a fachada Noroeste que recebe a maior incidência solar e conseqüentemente maior carga térmica (VIGGIANO, 2003). Assim, a Figura 43 mostra as plantas baixas do 1º e 2º pavimentos com a identificação do posicionamento dos cômodos e inserção do possível fluxo dos ventos na parte interna, em função das aberturas.

**Figura 43** – Plantas baixas e esquema dos ventos da casa Autônoma





Fonte: Adaptado de VIGGIANO (2003), adaptado de SOL-AR (s.d.).

As fachadas da edificação foram nomeadas de A a D para facilitar a análise da incidência solar que está discriminada na Tabela 1, a partir da carta solar fornecida pelo programa Analysis SOL-AR, Lamberts e Maciel (s.d.). Dessa forma, a fachada A, orientada a Noroeste e do qual estão alocados no pavimento inferior, o depósito, o banheiro e a sala, além do estúdio no pavimento superior, recebem incidência solar ao longo da tarde tanto nos solstícios de inverno e verão, quanto nos equinócios. A fachada B, por sua vez, orientada a Nordeste e onde estão localizadas no pavimento inferior, sala, cozinha e serviço, assim como no pavimento superior, o banheiro e a sala recebem incidência solar ao longo do dia todo no solstício de inverno, e apenas pela manhã, no solstício de verão. Já a fachada C, orientada a Sudeste, onde estão

localizados o setor de serviço na parte inferior e suíte, recebe insolação no período matutino tanto nos solstícios, quanto nos equinócios. Enquanto, a fachada D, orientada a Sudoeste, onde estão localizados os quartos na parte inferior e superior, recebe incidência solar variável ao longo do ano, de forma que, no solstício de verão recebe incidência solar durante o dia todo, nos equinócios, no período matutino e no solstício de inverno não recebe nada.

**Tabela 1** - Incidência solar nas fachadas da casa Autônoma

	Solstício de verão	Equinócios	Solstício de inverno
Fachada A	Depois 12h – depois 18 h	Antes das 12 h – 18 h	11 h - 17:30 h
Fachada B	Antes 8 h – 10 h	6h – depois das 14 h	Antes das 7h – Depois das 17 h
Fachada C	Antes das 6h – depois das 12h	6 h – antes das 12 h	Depois das 6 h – 11 h
Fachada D	Antes 6 – depois 18 h*	14 h – 18 h	-----

Obs.: Antes= poucos minutos antes. Depois = poucos minutos depois

Obs2.:\* Recebe quase nada de insolação entre as 7h -11h

Fonte: Elaborado pelo autor

O arquiteto elaborou um conjunto de diretrizes norteadoras para o projeto e estabeleceu soluções para cada uma, como é possível ver no Quadro 6. De forma que, a Fachada A, que tem maior incidência solar e carga térmica, recebeu proteção através do uso de massa térmica e vegetação. Enquanto a fachada B, que recebe maior incidência solar no inverno, teve o uso de muitas aberturas para captação solar e ventilação, mas também o uso de vegetação para proteção solar. Assim como a fachada C para evitar os ventos frios do Leste, tiveram a maior parte das paredes sem aberturas. E finalmente a Fachada D, usou beirais longos para proteção solar. Além disso, de acordo com VIGGIANO (2003), os fechamentos da casa foram realizados com blocos de concreto celular e alvenaria externa em tijolinho maciço.

**Quadro 8** – Diretrizes e soluções da casa Autônoma

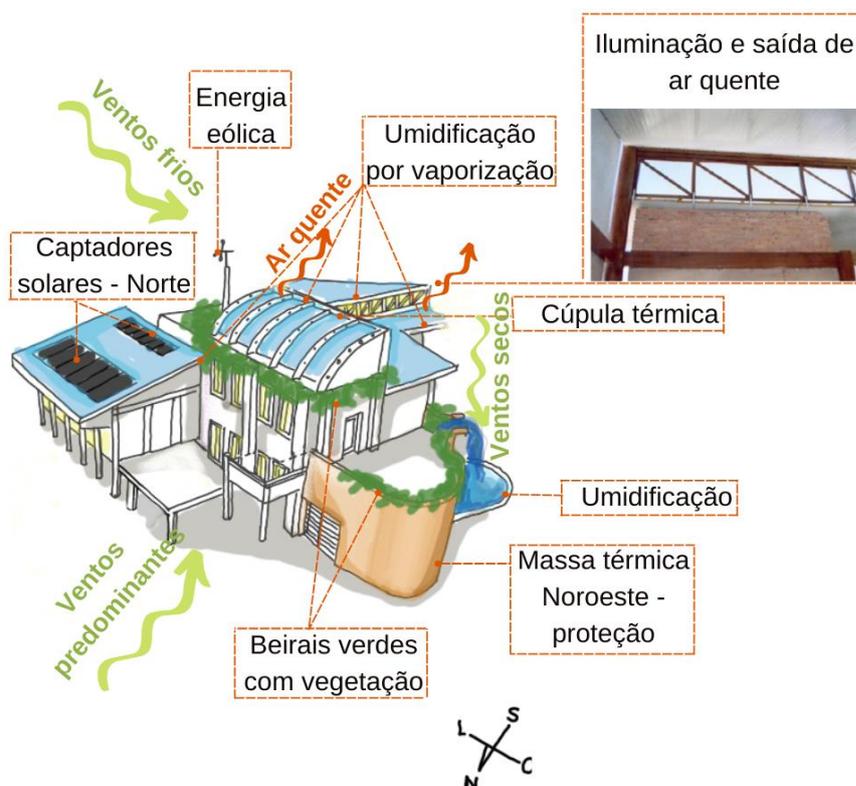
Diretriz	Solução
Uso de materiais de alta inércia térmica	Uso de tijolos nas paredes e telha sanduiche na cobertura
Proteção da fachada noroeste	Uso de massa térmica
Sombreamento das fachadas norte, leste e oeste	Uso de beirais longos com 1,20 m

Uso de muitas aberturas	Uso de proporção área das aberturas/ volume de ar do cômodo = 0,18
Captação de ventos frescos	Instalar captadores eólicos
Evitar ventos secos	Bloquear os ventos sudeste
Uso de vegetação	Uso de beirais com vegetação e jardins de inverno
Captação do sol para aquecer a água	Maior dimensão dos telhados voltados para o Norte

Fonte: Adaptado de VIGGIANO (2003).

Assim, VIGGIANO (2003) desenvolveu um croqui com inserção das diretrizes bioclimáticas pensadas para o projeto que estão representadas na Figura 44. Além das que foram discutidas anteriormente, no croqui observa-se a preocupação com o resfriamento da cobertura através da umidificação por vaporização de água em sistema hidráulico pensado, assim como aberturas próximas às coberturas para promover a saída do ar quente, por meio do efeito chaminé, bem como a entrada de luz.

**Figura 44** - Croqui bioclimático da casa Autônoma



Fonte: Adaptado de VIGGIANO (2003)

Além disso, o arquiteto também pensou em outros pontos para que a edificação fosse sustentável, como o uso de energia eólica, captação de energia solar

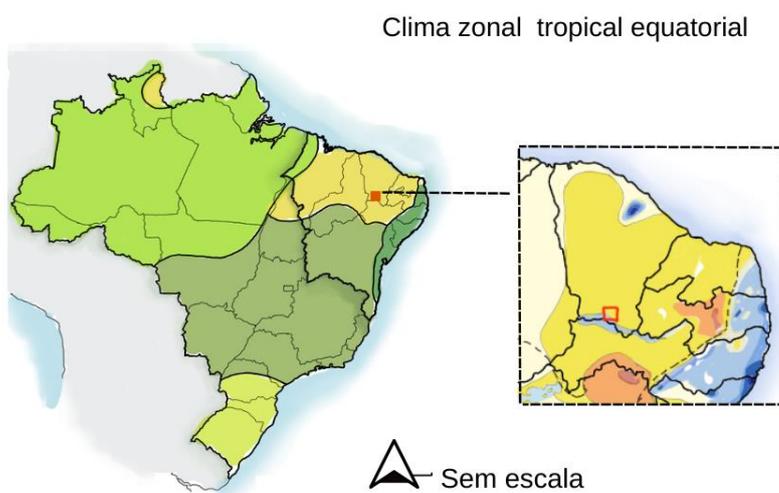
para aquecimento da água, captação de água das chuvas e tratamento das águas servidas.

Essas duas edificações em um único clima mostraram que os arquitetos utilizaram estratégias distintas para atingir o conforto térmico, desde à técnica construtiva, às decisões tomadas. Viggiano utilizou, tanto recursos de disposição dos cômodos na edificação, como a criação de aberturas direcionadas para os ventos dominantes e racionalização do uso de cores com maior absorvência na fachada com menor incidência solar direta crítica. Já Lelé ao utilizar o mesmo material em toda edificação, criou outras estratégias para atingir o conforto térmico interno na edificação e se apropriou da correção da orientação da planta no terreno, por exemplo.

### 3.2 Barbalha

A cidade de Barbalha está localizada na região do Cariri, no estado do Ceará, Nordeste. De forma que, as suas coordenadas geográficas, segundo o Programa ZBBR, Roriz (2004), são: Latitude -07,31, Longitude de 39,30 e Altitude de 414 m acima do nível do mar. Assim, observa-se que a cidade possui uma latitude baixa, bem próxima ao paralelo do Equador, assim, de acordo com o mapa de climas adotado pelo IBGE (2002), Figura 45, classifica a zona ao qual essa cidade pertence, em tropical equatorial. Logo esse clima é quente com médias mensais acima de 18° C, além de possuir meses secos que variam de 7 a 8 meses, o que o constitui como semiárido.

**Figura 45 - Climas de Barbalha**



**Quente-** média > 18° em todos os meses

● 7 a 8 meses secos (Semiárido)

Fonte: Adaptado de IBGE (2002)

A NBR 15220-3 (2005), por sua vez, classifica a cidade de Barbalha na zona bioclimática 7. Assim para essa zona, são indicadas as estratégias bioclimáticas apenas para o período do verão, sendo elas, o resfriamento evaporativo, a inércia térmica para resfriamento, a ventilação em alguns horários, a necessidade de refrigeração artificial, além de sombreamento. De forma que, as diretrizes construtivas indicadas para essa zona bioclimática, são aberturas de 10 a 15% da área do piso, além de paredes com atraso térmico maior que 3,5 horas. Assim, o Quadro 9 mostra, de forma gráfica, as estratégias bioclimáticas indicadas pela NBR 15220-3 para a zona bioclimática 7.

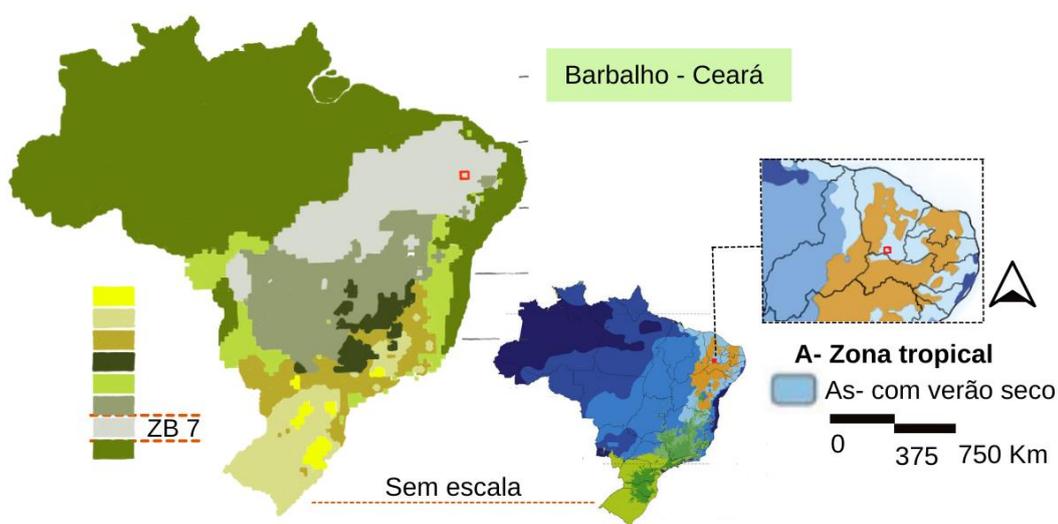
**Quadro 9 - Estratégias bioclimáticas, zona 7**

Zona bioclimática	Zona 7	
Estação	Inverno	Verão
Massa térmica	-	x
Resfriamento evaporativo	-	x
Refrigeração artificial	-	x
Ventilação	-	x

Fonte: NBR 15220-3 (2015).

A Figura 46, por sua vez, mostra mapas do zoneamento bioclimático brasileiro com localização da cidade de Barbalha, além disso, também mostra o mapa de climas desenvolvido de acordo com Koppen, com recorte para a localização da cidade de Barbalha. Esse último mapa classifica a cidade de Barbalha na zona tropical A, especificamente AS com predominância de verão seco.

**Figura 46 -** Mapas de zoneamento bioclimático brasileiro para Barbalha e climas segundo Koppen para Barbalha



Fonte: Adaptado da NBR 15220-3 (2005); adaptado de ALVARES *et al.* (2014).

- Residência C

A residência C foi elaborada pelo escritório Lins arquitetos associados na cidade Barbalha, região do Cariri, Ceará, e de acordo com a equipe e projeto disponível na plataforma do ArchDaily<sup>20</sup> (2021), a casa de 200 m<sup>2</sup> foi desenvolvida em 2017 em lote com 10 m de testada, voltada para o Sudoeste, enquanto as laterais de 23 metros de profundidade estão orientadas para o Nordeste e Noroeste.

O programa de necessidades da edificação foi distribuído em 2 pavimentos. De modo que, no 1º Pavimento foram dispostos o setor social, formados pela cozinha e salas, e o setor íntimo, formado pela suíte de um casal de idosos. No pavimento superior, por sua vez, foi colocado o setor íntimo, formado por dois quartos, sala privativa, home office e varanda. Assim, a edificação possui ambientes integrados sem muitas paredes entre as salas e a cozinha, o que facilita a passagem dos ventos

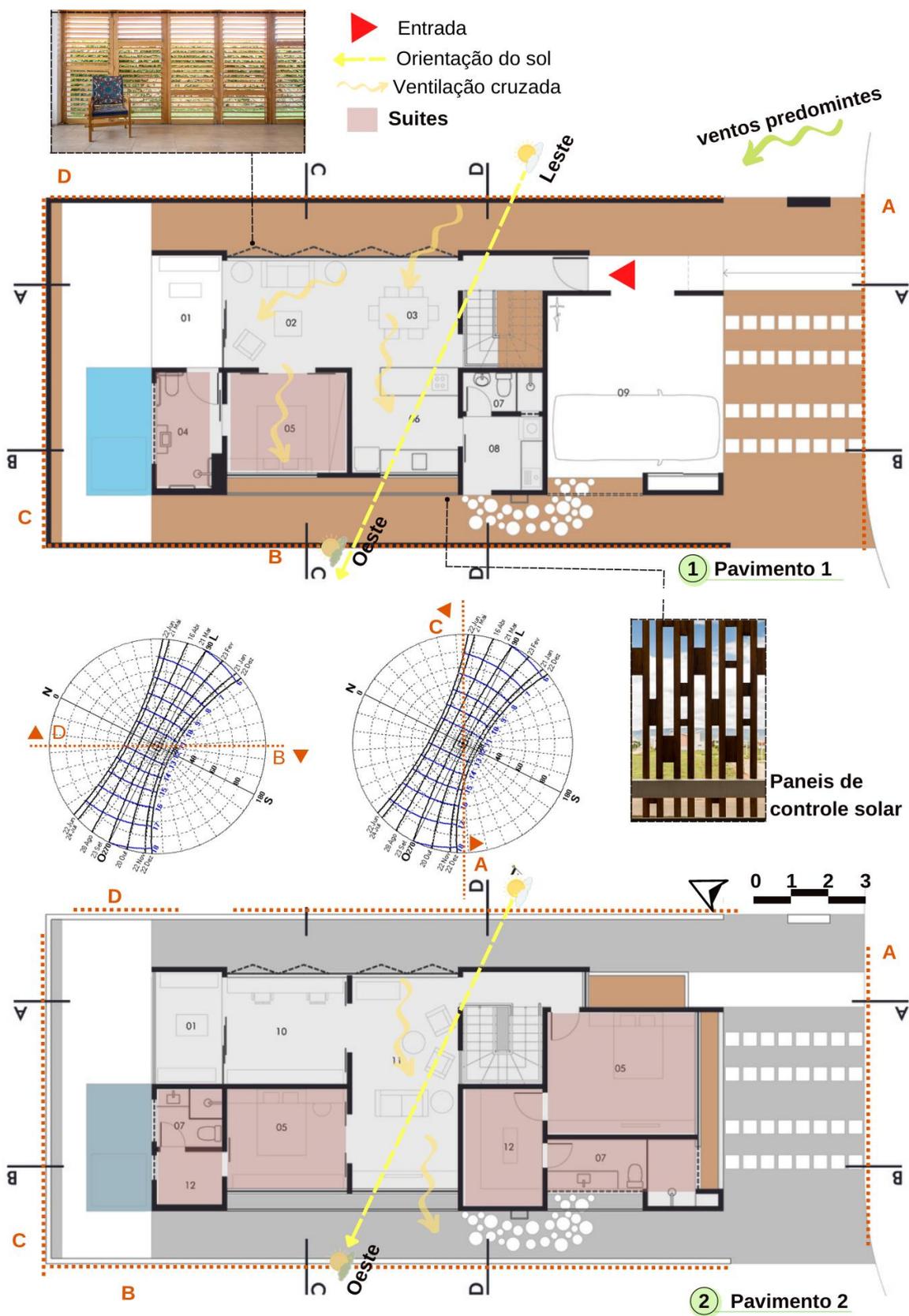
O terreno desta edificação limitou o seu desenho por ser retangular e com medidas enxutas, portanto, os arquitetos criaram estratégias de projeto para diminuir os ganhos térmicos no período do verão. A primeira estratégia observada foi a distribuição do programa de necessidades na planta, de forma que, as maiores aberturas foram pensadas para a fachada com ventos predominantes e conseqüentemente as menores aberturas para a fachada com maior incidência solar crítica. Além disso, para essa última fachada, os arquitetos deslocaram a parede dos cômodos para evitar ganho térmico e criaram brises para controle da radiação solar, ao mesmo tempo que possibilitou a passagem de ventos. Esses brises estão distantes alguns centímetros das paredes dos dormitórios e isso também possibilita passagem de ventilação entre essas superfícies, de forma a resfriar o ar quente que entra nesta orientação.

A Figura 47 mostra as plantas baixas do primeiro e segundo pavimento com a inserção da carta solar e locação das fachadas de A a D para facilitar a análise da orientação solar e estratégias utilizadas. Além disso, ela destaca a localização dos dormitórios na planta baixa da residência e mostra as fotografias dos painéis que funcionam como protetores solares e esquadrias com venezianas para controle da ventilação.

---

<sup>20</sup> Disponível em; <https://www.archdaily.com.br/br/931480/residencia-c-lins-arquitetos-associados>. Acesso em: 07.05.2022.

Figura 47 - Plantas baixas e ventilação da residência C



Fonte: Adaptado do ArchDaily (2021).

A fachada B, por sua vez, onde estão locados os quartos no 1º e 2º pavimento recebem maior incidência solar ao longo do dia e ano, de forma que nessa fachada foram utilizados painéis tipo brises descolados da parede para controle solar. Já a fachada C, recebe incidência solar durante o dia inteiro somente no solstício de inverno, enquanto no solstício de verão e equinócio apenas a tarde. Nessa fachada foram colocados banheiro e varanda. Por último a fachada D, recebe incidência solar no período matutino ao longo do ano. Assim foram locadas as salas com poucas paredes para outros ambientes de forma a possibilitar a ventilação cruzada entre os espaços.

**Tabela 3** - Incidência solar nas fachadas

	Solstício de verão	Equinócios	Solstício de inverno
Fachada A	Antes 6h – 15h	6h – 11h	Depois 6h – 7h
Fachada B	11h – depois 18h	Depois 12h – 18h	13 h – antes das 18h
Fachada C	Antes das 15h – depois 18h	11h – 18h	7h – antes 18h
Fachada D	Antes das h – 11h	6h – 12h	Depois 6h – 13h

Obs.: Antes= poucos minutos antes. Depois = poucos minutos depois.

Fonte: Elaborado pelo autor

Além disso, os arquitetos utilizaram a cor branca nas paredes, recurso esse, como foi dito, possibilita a reflexão de parte da luz solar e consequentemente carga térmica. Assim, a Figura 48 mostra a fachada B que recebe maior carga térmica ao longo do ano com o recebimento dos brises.

**Figura 48** - Fachadas B e perspectiva da residência C



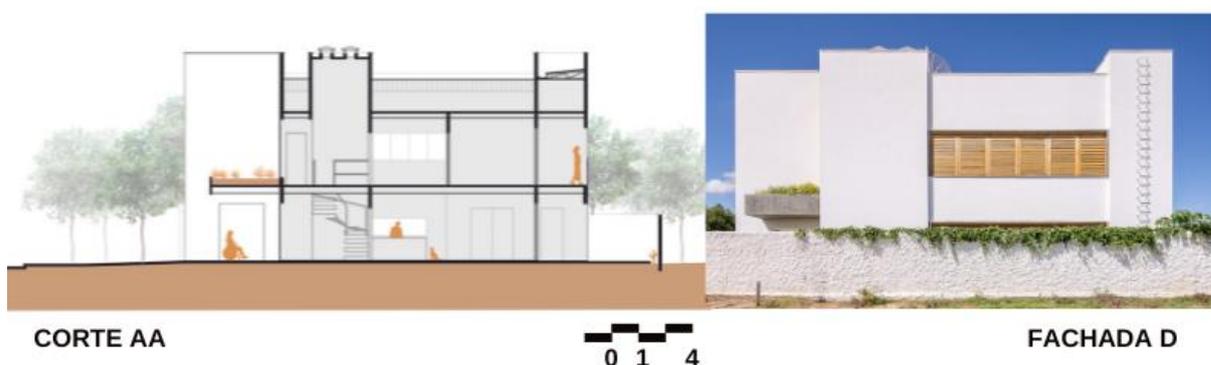
FACHADA B

PERSPECTIVA

Fonte: Adaptado de ArchDaily (2021).

O corte AA e a fachada D da Figura 49, mostram o uso da abertura com esquadria de veneziana no vão que compreende a sala. Isso facilita a passagem dos ventos ao mesmo tempo que controla a entrada de muita carga térmica. Além disso, no corte é possível ver na caixa da escada aberturas para entrada de luz zenital. Os arquitetos não deixam claro se essa abertura também possibilita a saída do ar quente pelo efeito chaminé, o que poderia se constituir como mais um recurso para a melhora da ventilação natural.

**Figura 49 - Corte AA e Fachada D da residência C**



Fonte: Adaptado de ArchDaily (2021).

A Figura 50 já traz o corte DD, que é transversal à edificação, além da fachada principal, AA e a fachada C. Assim, a principal diferença observada da fachada AA para a fachada C é o uso de varanda na fachada C que recebe menor incidência solar no período mais crítico, que é o solstício de verão, enquanto a fachada AA, a abertura, embora ocupe a parede toda é menor em altura.

**Figura 50 – Corte DD, fachada A e fachada C da residência C**



Fonte: Adaptado de ArchDaily (2021).

Dessa forma, as duas edificações analisadas receberam tratamentos distintos, tanto no critério de orientação dos cômodos, quanto no uso das estratégias

bioclimáticas. A casa Autônoma em Brasília explorou mais as estratégias bioclimáticas, como a massa térmica e o uso de tecnologias para o resfriamento evaporativo, enquanto a casa C na zona bioclimática 7 explorou mais a ventilação cruzada e o sombreamento, a partir da orientação das aberturas a barlavento e a sotavento e uso de esquadrias com venezianas. Já a Residência de Nivaldo Borges, Lelé utilizou principalmente estratégias de resfriamento evaporativo, presente no espelho d'água e jardins dentro da edificação.

As duas edificações em Brasília, embora estejam na mesma zona bioclimática, apresentam características de projeto distintas, de forma que, as estratégias utilizadas na edificação de Lelé racionalizaram mais a orientação da edificação no terreno para melhorar o conforto, do que se menciona Viggiano na casa Autônoma. Cada uma das três edificações apresentou características projetuais mais marcantes e exploraram mais umas estratégias, em detrimento de outras, no entanto, o uso estratégico de aberturas nas faces da edificação para favorecer a ventilação cruzada foi notado nas três. Além disso, as edificações utilizaram as cores de forma racional e tons fortes em locais com menor incidência solar.

SEABRA -  
CAMPESTRE



# IGREJA DE NOSSA SENHORA DA CONCEIÇÃO



AUTORIA PRÓPRIA

## 4 CONCEPÇÃO PROJETUAL

Neste capítulo será apresentado o terreno, os estudos em relação ao entorno construído e suas respectivas condicionantes climáticas. Além disso, serão apresentados o programa de necessidades e a concepção projetual da residência bioclimática.

### 4.1 TERRENO

O terreno escolhido está localizado no bairro Centro entre um terreno desocupado e uma residência de gabarito baixo, com apenas 1 pavimento. Além disso, à frente do terreno está localizada uma praça em terra batida com a presença de vegetação, o que permite a melhora do microclima local. O seu entorno imediato, por sua vez, é constituído em grande parte por edificações com apenas 1 pavimento, tanto residenciais quanto comerciais, além de órgãos estaduais, como a Embasa, concessionária de abastecimento de água baiana. Igualmente, próximo ao terreno existem escolas, a maternidade e a igreja católica do Bom Jesus, bem como de outra praça.

A Figura 51 mostra o mapa da cidade de Seabra com a localização do terreno que será implantada a residência bioclimática.

**Figura 51** – Localização do terreno para a residência bioclimática

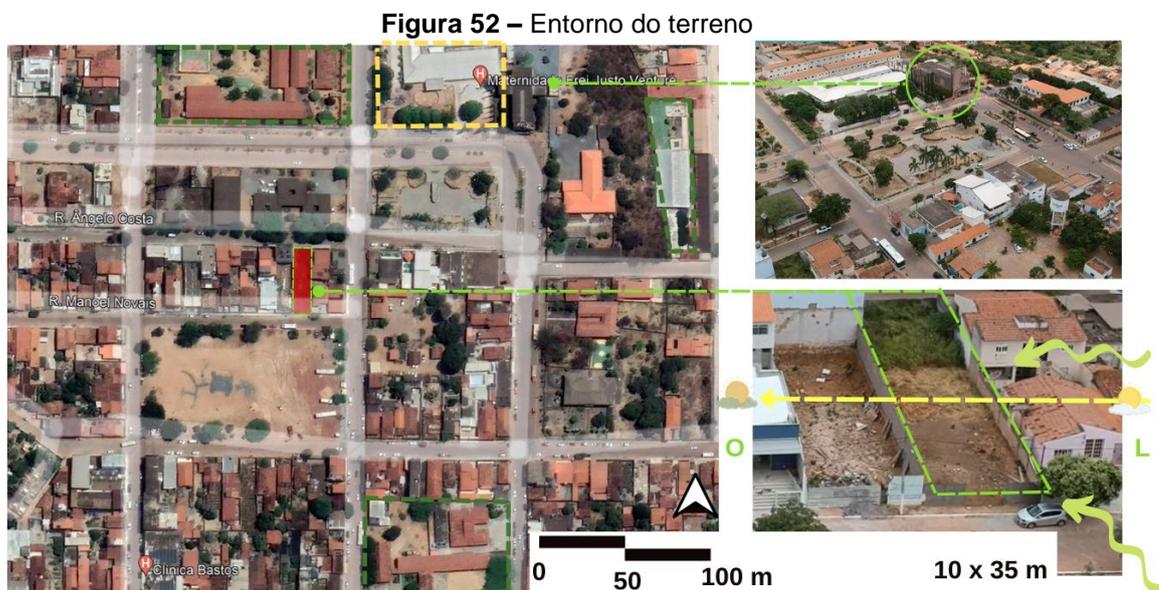


Fonte: Adaptado do Google Earth (2022).

A Figura 52, por sua vez, aproxima o mapa na escala do bairro, e localiza o terreno com entorno imediato, através do uso de fotografia aérea. Dessa forma, é possível observar que a entrada de ventilação com menor obstrução ocorre pela menor testada, localizada na fachada Sul.

O terreno possui testada de 10 metros e comprimento de 35 metros, além disso, possui acive de 2,86 %. A sua parte frontal está orientada para o Sul e parte

traseira orientada para o Norte, de modo que suas laterais estão orientadas no sentido Leste a Oeste. À direita do terreno está localizada edificação de gabarito baixo e à esquerda estão localizados um terreno sem uso e edificação com cerca de 2 pavimentos.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2022).

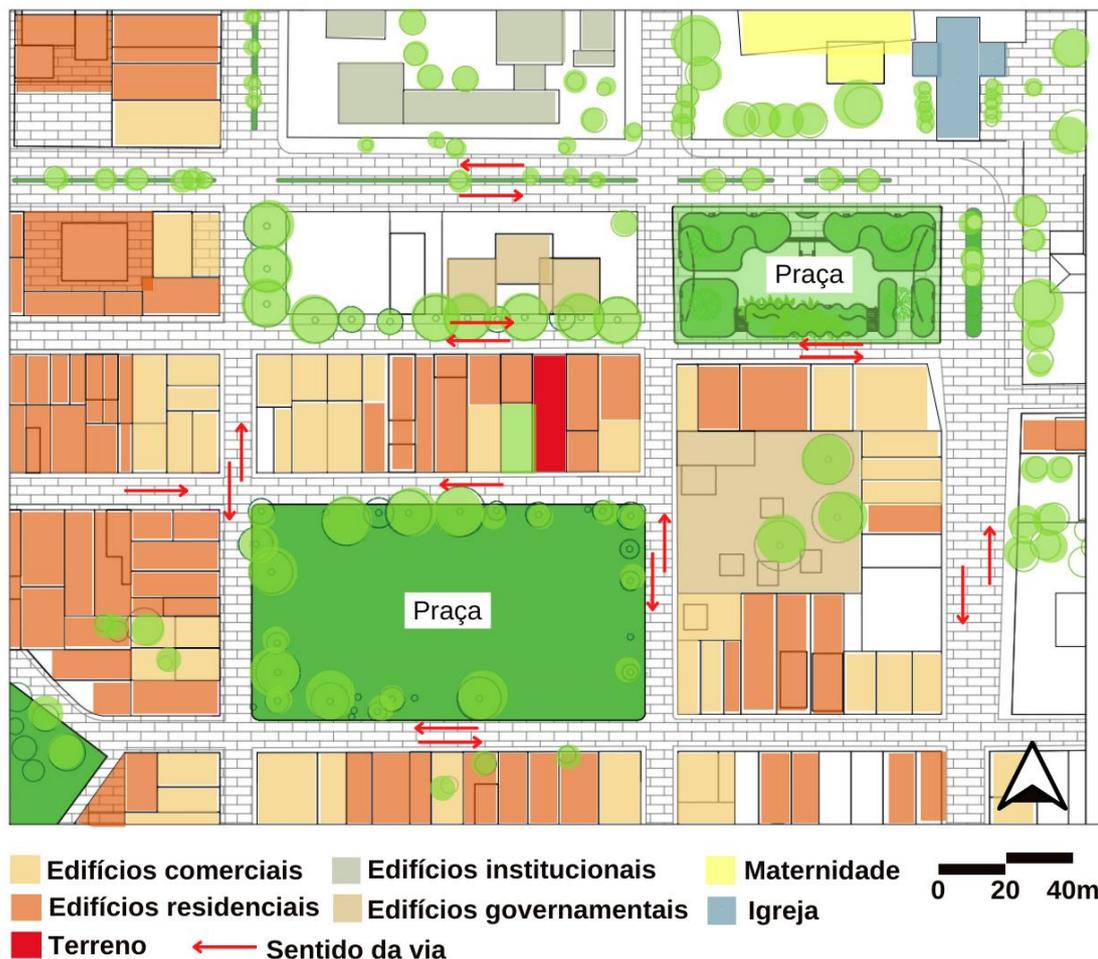
Dessa forma, o terreno escolhido mostra, aproximadamente, a realidade de grande parte dos lotes em áreas bastante edificadas da cidade de Seabra, tanto por suas dimensões, mesmo que esse não esteja localizado em quadra com lotes dos dois lados, quanto pelo porte das edificações da vizinhança.

O entorno construído ao terreno é formado por edificações com vocação comercial, além de clínicas, praças e edificações institucionais. A praça à frente do terreno possui árvores em suas bordas e costuma ser utilizada para eventos como circos e parques, e quando não está ocupada por essas atividades, a praça funciona como estacionamento de ônibus escolares, além de possuir uma feira permanente voltada para a avenida Franklin de Queiroz.

A Figura 53 mostra o entorno do terreno e o sentido das vias, essas vias são formadas por paralelepípedos. As vias são em sua maioria de duplo sentido, sendo a via que passa pela face principal do terreno, face Sul, de sentido único. As edificações próximas ao terreno são em maioria comerciais e edificações próximas, institucionais, como a Embasa, a maternidade e escola estadual. A face Norte do

terreno, por sua vez, está voltada para uma rua que é pouco movimentada além de ser bastante arborizada.

**Figura 53 – Entorno do terreno e sentido das vias**



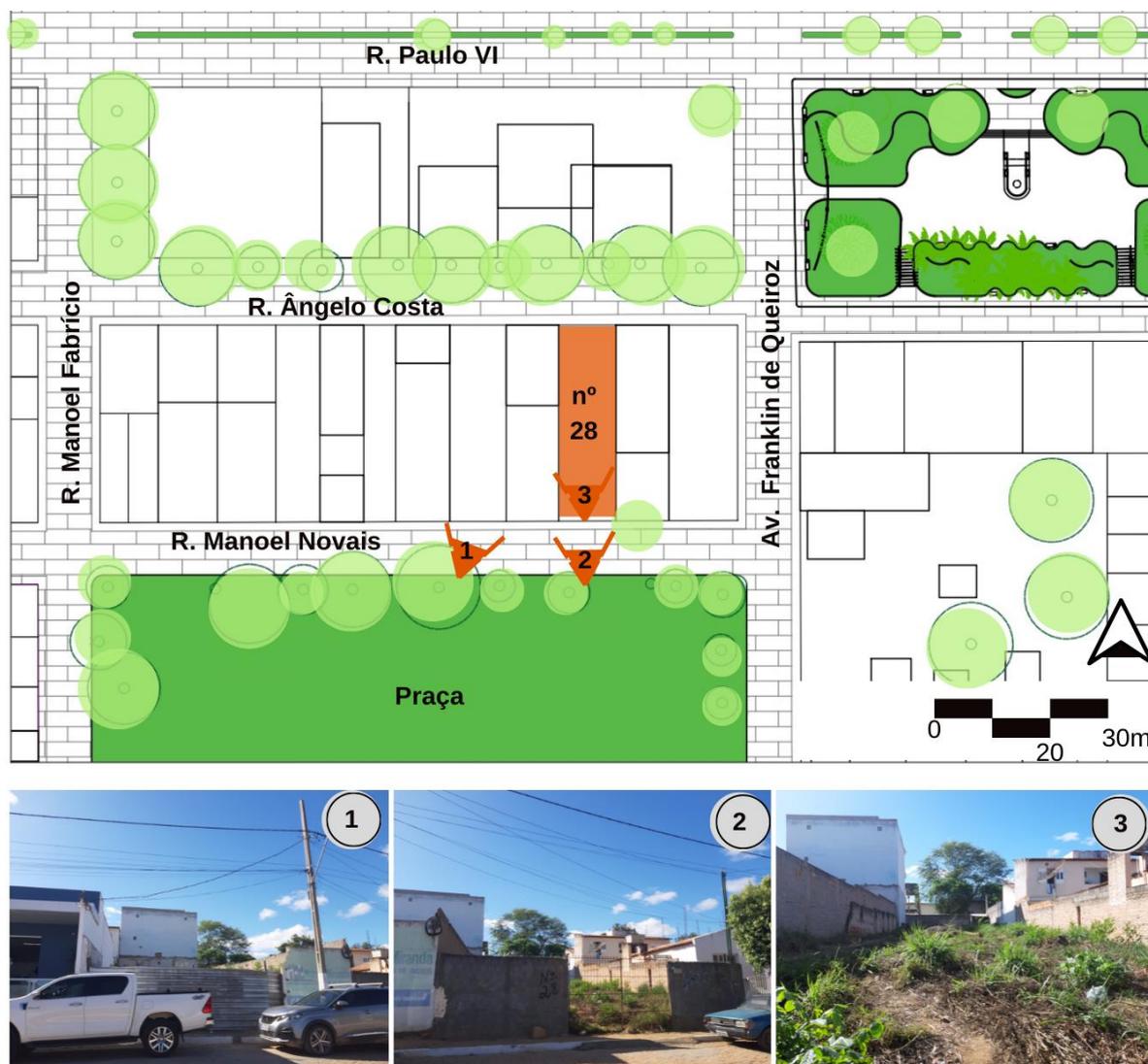
Fonte: Adaptado do Google Earth (2022).

O terreno possui duas entradas possíveis por estar localizada em meia quadra com vias que percorrem suas duas faces, Sul e Norte, a Rua Manoel Novais e a Rua Ângelo Costa, respectivamente. A entrada principal do terreno está localizada na face Sul, situada à Rua Ângelo Costa, cujo número é 28.

A Figura 54 mostra a planta de situação do terreno escolhido com fotografias da parte frontal do terreno, vistas a partir da face Sul. De forma que, a fotografia 1 mostra a vista do terreno desocupado que está localizado à esquerda do terreno escolhido, a fotografia 2, por sua vez, mostra uma vista do terreno escolhido com muro e portão, e por fim, a fotografia 3 mostra a vista da parte interna. As três fotografias foram realizadas no período vespertino e nota-se a presença de uma

pequena faixa de sombra do muro situado à Oeste. Além disso, nota-se também que o terreno está livre de obstáculos na face Sul, como postes e vegetação.

**Figura 54 – Planta de situação e fotografias do terreno**



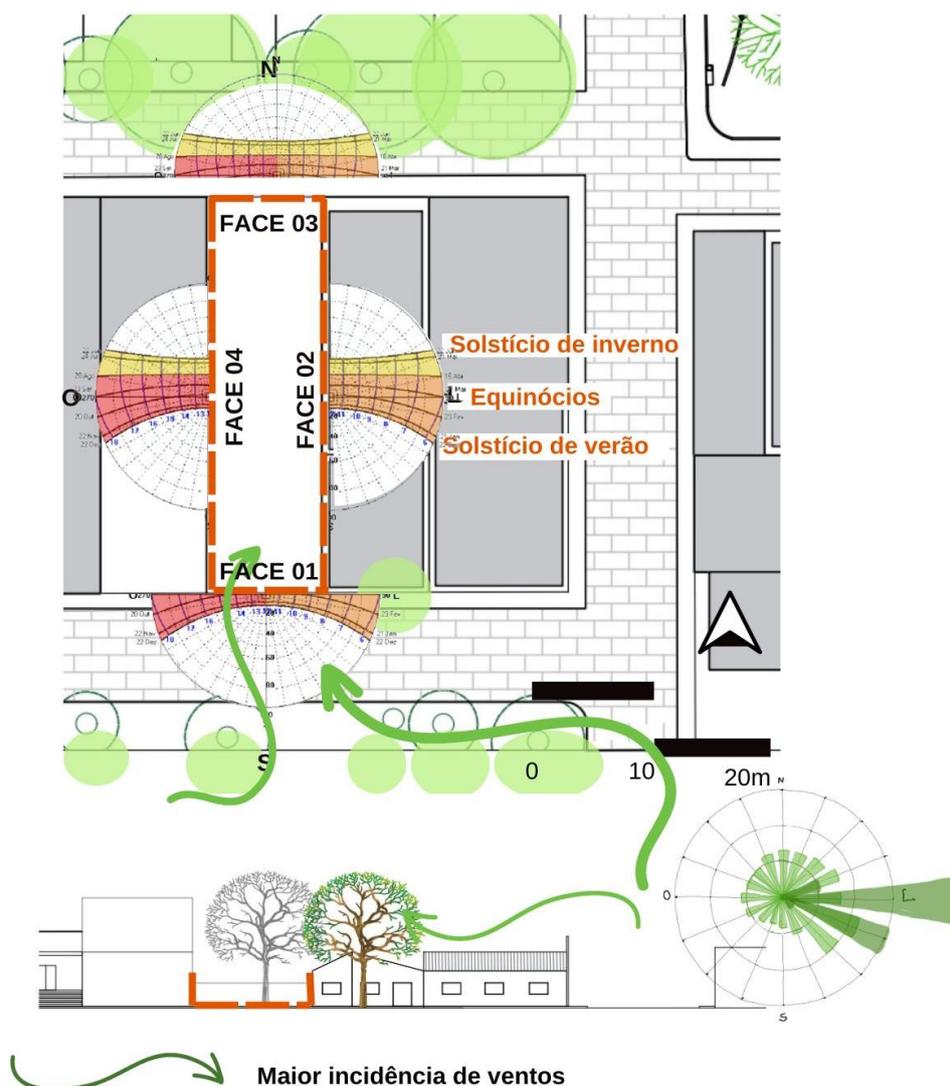
Fonte: Adaptado do Google Earth, Autoria própria (2022).

Os estudos de insolação foram realizados e definidos pelos limites do terreno, conforme mostra a Figura 55. Ao observar as edificações do entorno imediato ao terreno, nota-se que a orientação Leste possui edificações que projetam sombras a uma altura mais próxima do 1º Pavimento no período matutino e sombras mais alongadas na orientação Oeste mais próxima à face Norte, por haver edificação com 2 pavimentos.

Ao observar os possíveis impactos que podem ocorrer pelo entorno imediato em relação à ventilação, nota-se que a face 02, ou fachada Leste, por ser a

única que possui edificações em todo o seu contorno, bloqueia parte dos ventos predominantes. A face 01, por sua vez, não possui bloqueios edificados que possam dificultar a passagem dos ventos, o que torna essa face a principal orientação para a entrada de ventilação na região mais próxima ao chão.

**Figura 55 – Insolação nas faces do terreno**



Fonte: Autoria própria (2022).

A Tabela 4 mostra os horários de incidência solar ao longo do ano em cada face do terreno, de modo que:

- Face 01

A face 01, voltada para o sul, recebe incidência solar ao longo do dia a maior parte do ano no solstício de verão, no entanto não recebe incidência solar direta no período do inverno e equinócios.

- Face 02

A face 02, voltada para o leste, recebe incidência solar no período matutino ao longo de todo o ano, entre 6 e 12 horas.

- Face 03

A face 03, voltada para o norte, recebe incidência solar ao longo do dia a maior parte do ano. De forma que, nos equinócios de primavera e outono, recebem entre 6 horas e 18 horas, enquanto no solstício de inverno entre 6 horas e 17 horas e não recebe incidência solar no solstício de verão

- Face 04

A face 04, voltada para o oeste, recebe incidência solar ao longo de todo o ano no período vespertino.

**Tabela 4** – Incidência solar nas faces do terreno

	Solstício de verão	Equinócios	Solstício de inverno
Norte - face 03	-----	6h - 18 h	Depois 6 h - Depois 17 h
Leste -face 02	Antes 6 h - 12 h	6 h - 12 h	Depois 6 h - 12 h
Sul - face 01	Antes 6h - depois 18h	-----	-----
Oeste - face 04	12 h - depois 18 h	12 h - 18 h	12 h - antes 18 h

Obs.: Antes = poucos minutos antes. Depois = poucos minutos depois.

Fonte: Autoria própria (2022).

A Figura 56 mostra o esquema das fontes ruidosas do entorno imediato ao terreno, de forma que, as principais fontes de ruído partem de veículos, carros e motos que trafegam na avenida Franklin de Queiroz. Outra fonte de ruído ocorre pelo movimento de estudantes que partem para a praça para pegar os ônibus escolares que ficam estacionados no local. Esse movimento de estudantes ocorre principalmente no período de fim de tarde, quando os estudantes da zona rural voltam para suas casas. Outra fonte de ruído ocorre pela presença da feira livre permanente

na borda da praça e próximo à avenida, o que atrai um grande número de pessoas e veículos ao local. Além disso, em períodos sazonais, a praça também recebe atrações de lazer, como parques e circos, e em consequência disso, aumenta o fluxo de pessoas no local no período noturno.

**Figura 56** – Esquema de ventilação e ruídos das faces do terreno

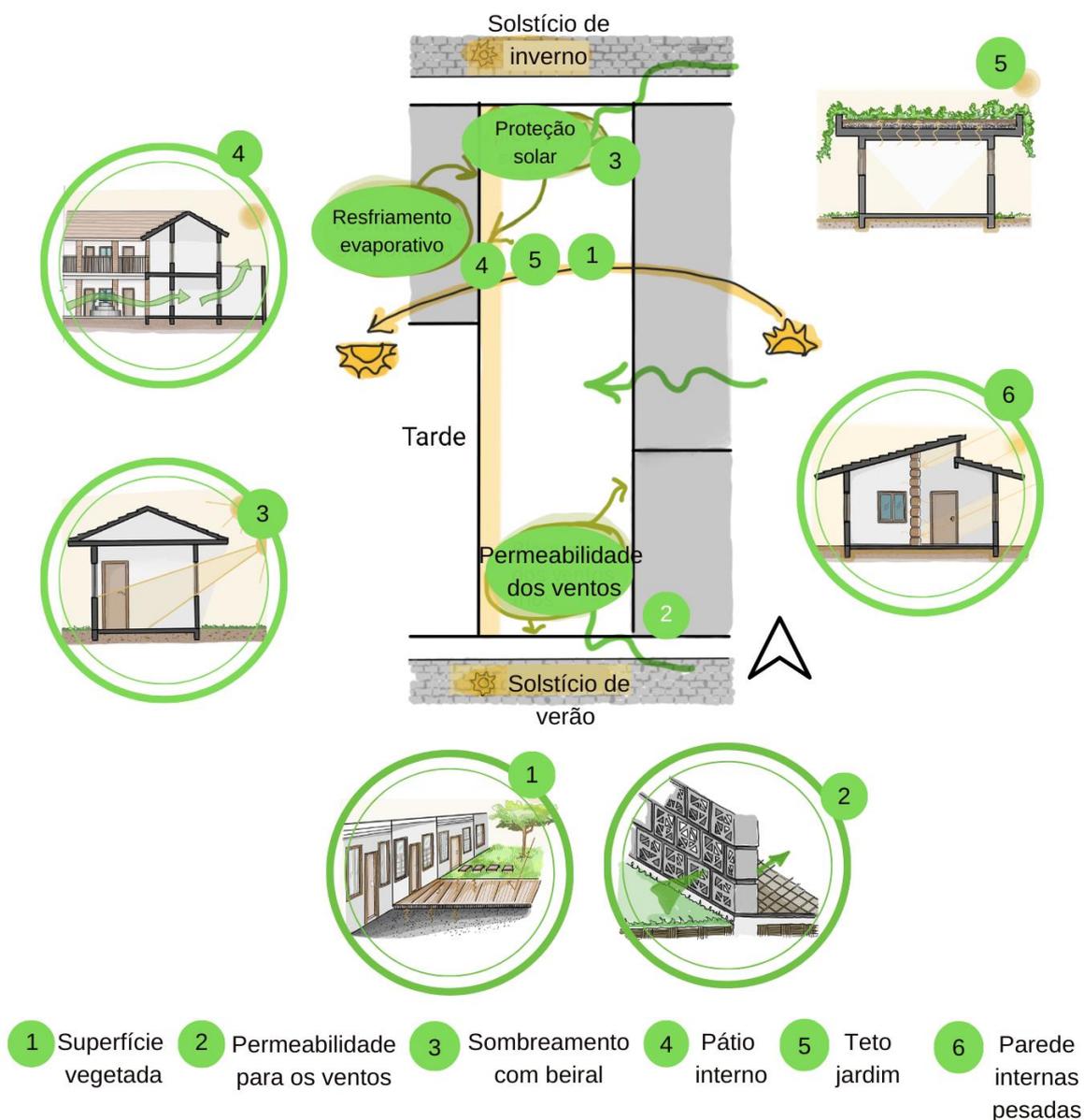


Fonte: Autoria própria (2022).

O desenho da residência partiu da reflexão de necessidades bioclimáticas voltadas para cada face do terreno. A Figura 57 mostra o estudo inicial para aplicação de estratégias bioclimáticas, a partir dos quadros gráficos apresentados anteriormente, logo pensou-se utilizar estratégias para resfriamento, visto que a cidade de Seabra se caracteriza por ter clima quente e temperaturas superiores a 18° em todos os meses do ano. Dessa forma, os itens 5 e 6 foram descartados e os outros itens foram inseridos no projeto, como o pátio interno, o uso de beirais para promover

sombreamento, cobogós para permitir a circulação de ventos e a presença de vegetação para promover o resfriamento evaporativo.

**Figura 57** – Estudo inicial de estratégias bioclimáticas



Fonte: Adaptado de PROJETEEE (2005), autoria própria.

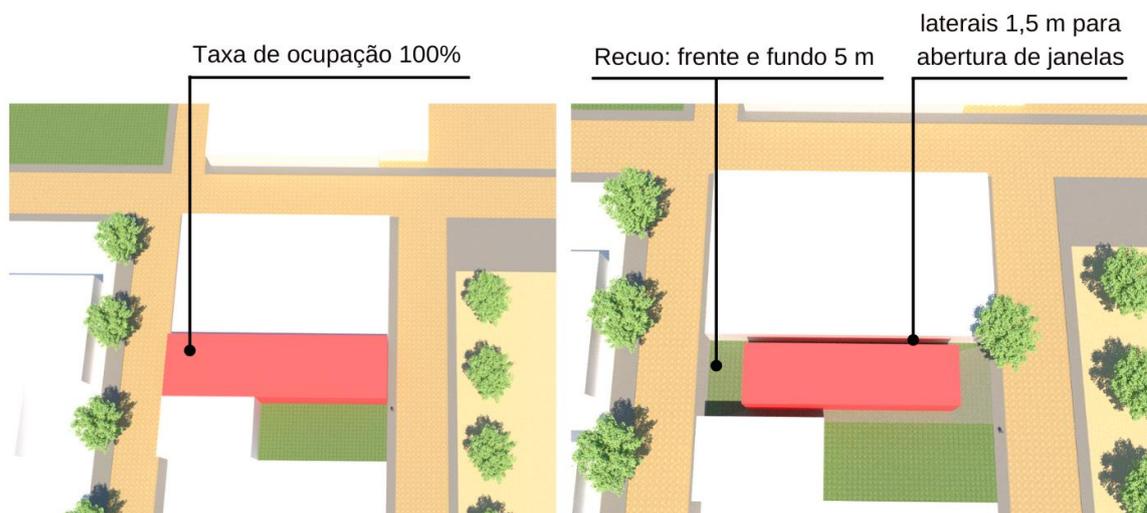
As diretrizes pensadas para a residência bioclimática estão descritas no Quadro 10. Essas diretrizes norteadoras para o projeto são o uso de cobertura isolada com telha cerâmica e para as paredes leves e refletoras, pintura com absorvância de 27,2 e valores de transmitância e atraso térmico conforme indica a NBR 15220-3. O sombreamento foi pensado para as aberturas posicionadas nas fachadas Norte e Sul, já que a fachada Sul também recebe incidência solar direta em um período bastante crítico, o verão.

**Quadro 10 – Diretrizes bioclimáticas para a residência**

Diretriz	Solução
Isolar oeste	Uso de parede sanduíche, bloco cerâmico + material isolante EPS + bloco cerâmico. O $U = 0,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
Orientação de ambientes de baixa permanência para maior incidência solar e ambientes de grande permanência voltados para fachadas com menor incidência térmica crítica e presença de ventos dominantes.	Orientar áreas molhadas para oeste e orientar quartos no eixo dos ventos dominantes e menor incidência solar.
Sombrear aberturas nas fachadas com maior incidência solar.	Sombreamento das aberturas nas fachadas Norte e Sul
Paredes leves e refletoras, segundo NBR 15220-3	Uso de cores com absorvância menor que 50 cor palha $\alpha=27,2$ ) e paredes leves e refletoras (com transmitância $U \leq 2,00 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ , com atraso térmico de $\phi \leq 3,3 \text{ h.}$ )
Cobertura leve isolada, segundo NBR 15220-3	Uso de telha cerâmica + material isolante + forro de madeira $U = 0,62 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ e $\phi 3,1 \text{ h}$

Fonte: Autoria própria (2022).

As edificações em Seabra podem ocupar 100% do terreno e possuem apenas legislação para os recuos laterais, quando é necessária a abertura de janelas, nesse caso, o recuo precisa ter 1,5 metros. No entanto, a lei de parcelamento do solo coloca que é necessário o recuo frontal e de fundo de 5 metros. A Figura 58 mostra os recuos aplicados no terreno.

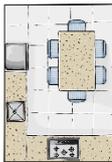
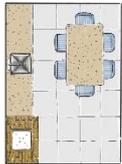
**Figura 58 – Legislação aplicada**

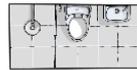
Fonte: Autoria própria (2022).

## 4.2 PROGRAMA DE NECESSIDADES

De acordo com o IBGE, Censo (2010), a cidade de Seabra possui cerca de quatro habitantes por domicílio, logo, a partir disso foi pensada uma edificação que comportasse quatro pessoas, distribuídas em 3 quartos. Essa divisão foi pensada para 2 adultos que dividem um quarto e os outros dois para outros integrantes da família, como dois filhos, de forma que cada filho tenha seu próprio quarto. Assim, a edificação foi dividida em dois blocos, um térreo que comporta os setores de serviço e social e um pavimento superior com o setor íntimo. O Quadro 11 mostra o Programa de Necessidades inicial para a elaboração da residência bioclimática em Seabra. As dimensões dos ambientes foram pensadas a partir do arranjo do mobiliário e necessidade mínimas de circulação.

**Quadro 11** - Programa de Necessidades inicial

SETOR	Ambiente	Atividade	Quantidade	Área útil (m <sup>2</sup> )	Área útil Total(m <sup>2</sup> )	Croqui
SOCIAL	Hall de entrada		1	2	2	
	Sala estar e jantar	Assistir TV/ receber amigos/ familiares	2	21,6	21,6	
	Cozinha	Preparação de alimentos/comer	1	10,8	10,8	
	Área gourmet	Receber amigos/ familiares	1	10,8	10,8	
	Lavabo	Asseio	1	1,5	1,5	
SERVIÇO	Escritório	Trabalhar/ estudar	1	10,8	10,8	
	Área de serviço	Limpeza/ armazenamento de produtos de limpeza	1	4,2	4,2	

	Garagem	Guardar carro	2	20,4	40,8	
ÍNTIMO	Hall íntimo		1	2	2	
	Quarto	dormir	2	10,8	21,6	
	Suíte casal	Dormir	1	21,6	21,6	
	Banheiro	Asseio	1	4,2	4,2	
	Varanda		2		24,6	
<b>TOTAL</b>				<b>122,7</b>	<b>176,5</b>	

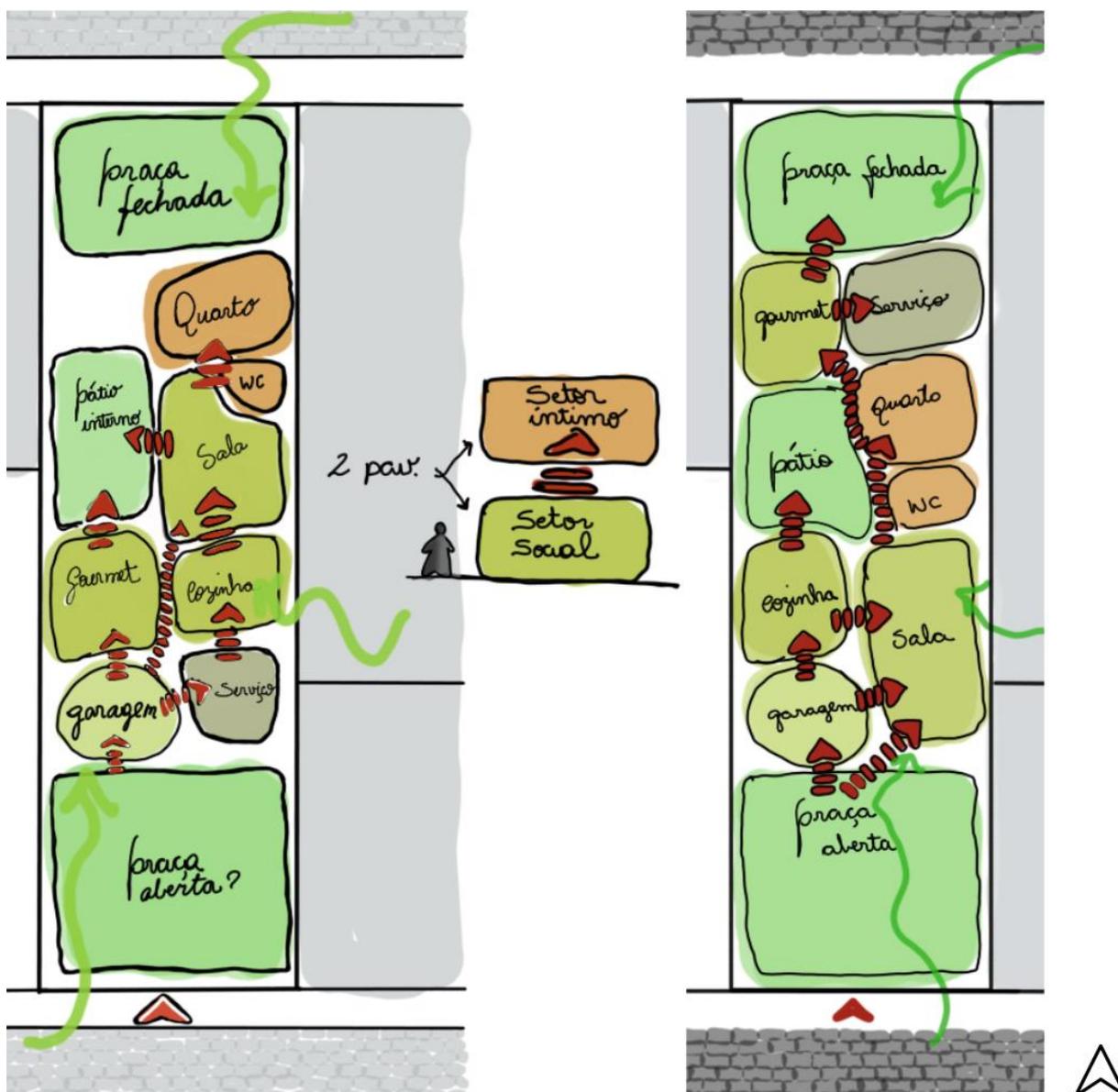
Fonte: Autoria própria (2022).

### 4.3 ESTUDO DE MANCHAS

A Figura 59 mostra os estudos iniciais de setorização do ambiente, além da inserção de um estudo do Programa de Necessidades. Esses estudos iniciais foram elaborados em forma de croqui para partir de uma ideia inicial livre e assim, explorar outras alternativas futuramente, junto com o pré-dimensionamento. Esse estudo inicial priorizou os espaços abertos, compostos por praças ou áreas ajardinadas, na parte anterior, posterior e central do terreno. Os espaços abertos sentido Sul/ Norte foram pensados também, como estratégia para afastar a edificação de fontes ruidosas e assim contemplar as exigências da legislação.

Os estudos iniciais da setorização previam a locação do setor social na parte anterior do terreno, próximo à praça, e setor íntimo orientado mais na parte traseira do terreno. A configuração inicial criou ambientes paralelos entre si no sentido transversal, como cozinha e gourmet, sala e cozinha, no entanto, essa configuração ocupava muito espaço por se tratar de um terreno estreito, os cômodos seriam muito pequenos e haveria pouco espaço de circulação na parte externa. Assim pensou-se implantar os cômodos de forma linear, paralelos no sentido longitudinal e espaço livre em uma de suas laterais, sentido Leste ou Oeste, além de pátio interno. O pátio interno, por sua vez, surgiu como solução para diminuir o comprimento do terreno e evitar um grande corredor estreito.

Figura 59 – Estudo de setorização



Sem escala

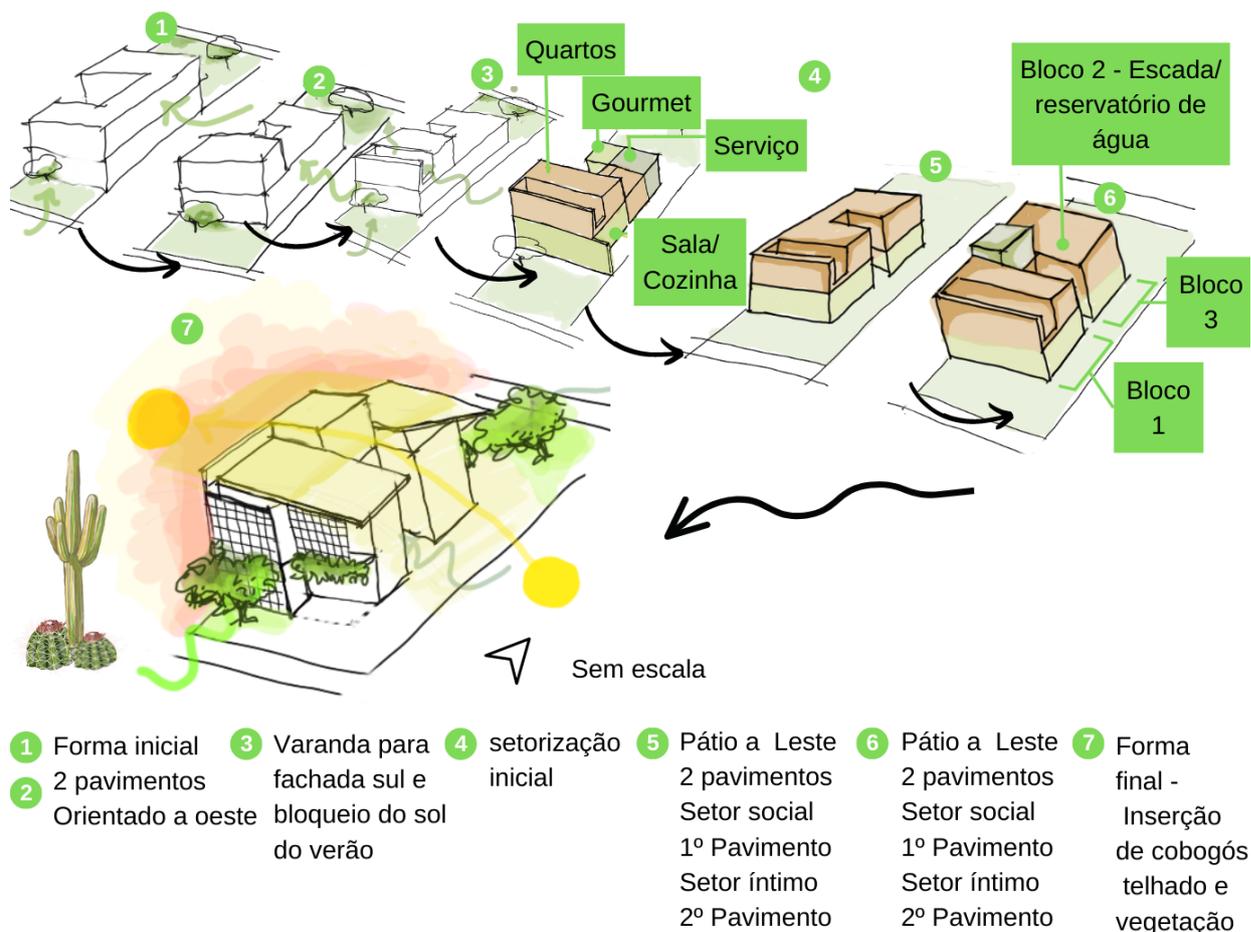
Fonte: Autoria própria (2022).

#### 4.4 EVOLUÇÃO DA FORMA

A volumetria da edificação passou por algumas etapas que definiram a evolução da forma, conforme mostra a Figura 60. A primeira etapa foi a definição do formato e do número de pavimentos e, além da inserção do pátio central, por ser bastante utilizado em climas quente-secos. Inicialmente pensou-se orientar a abertura do pátio central para a fachada Oeste, porém, notou-se que necessitaria de mais estratégias para controlar a alta carga térmica, logo, foi invertido o sentido de para

o Leste e assim possibilitar a captação dos ventos dominantes. Além disso, desde os croquis iniciais foi considerado o uso da varanda orientada para a fachada Sul para criar privacidade ao quarto do 2º Pavimento. Desse modo, criou-se paredes com elementos vazados, cobogós, para que permitisse a entrada dos ventos e também pudesse filtrar a entrada do sol no verão.

Figura 60 – Evolução da forma

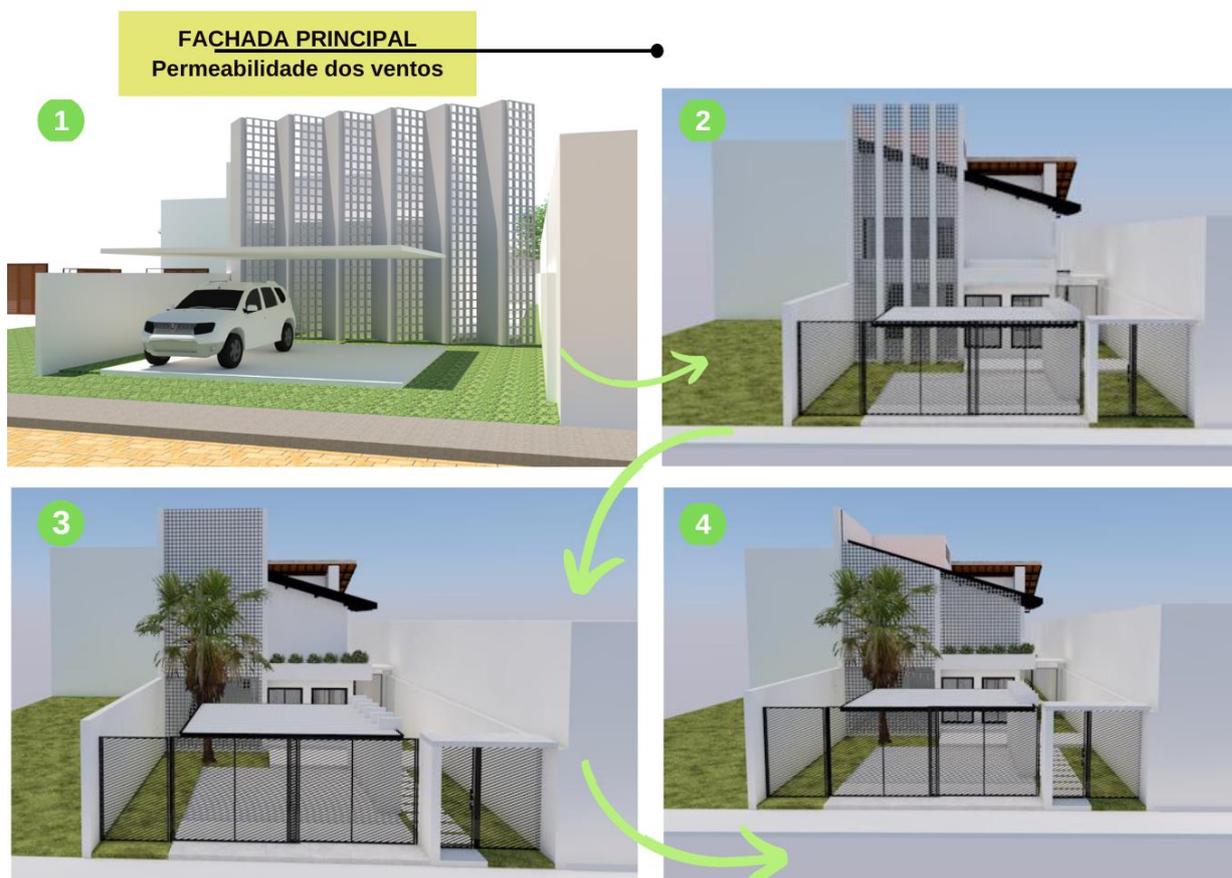


Fonte: Autoria própria (2022).

O desenvolvimento da fachada foi realizado paralelamente aos estudos de evolução da forma e o pré-dimensionamento. O ponto inicial foi a permeabilidade visual e dos ventos, tanto na entrada do lote, quanto da edificação. Esses estudos de fachada possibilitaram compreender melhor como seria realizada a planta baixa, já que a fachada Sul é a mais importante do ponto de vista da ventilação e por receber incidência solar direta no período do verão. Logo, pensou-se o uso de cobogós para permitir a entrada de ventilação e servir tam como brise para bloquear o sol do verão, a primeira imagem foi pensada a criação de cobogós em toda a extensão da parede,

mas notou-se que isso impediria a passagem ampla dos ventos, de modo que, nas outras imagens continuaram com os cobogós, mas foram utilizados de forma estratégica em parte da edificação, como mostra a Figura 61.

**Figura 61** – Evolução da Fachada Sul



## 4.5 PROJETO

O Quadro 12 mostra o programa de necessidades que foi adotado no projeto.

**Quadro 12** – Programa de necessidade final

Nº Pavimento	Setor	Nº ambiente	Ambiente	Quantidade	Área útil da edificação (m <sup>2</sup> )
1º	SOCIAL	3/ 4/ 6	Jardim	3	134,7
		2	Lavabo	1	3,31
		7	Sala de estar TV	1	30,97
		12	Cozinha	1	40,05
		5	Área gourmet	1	13,07

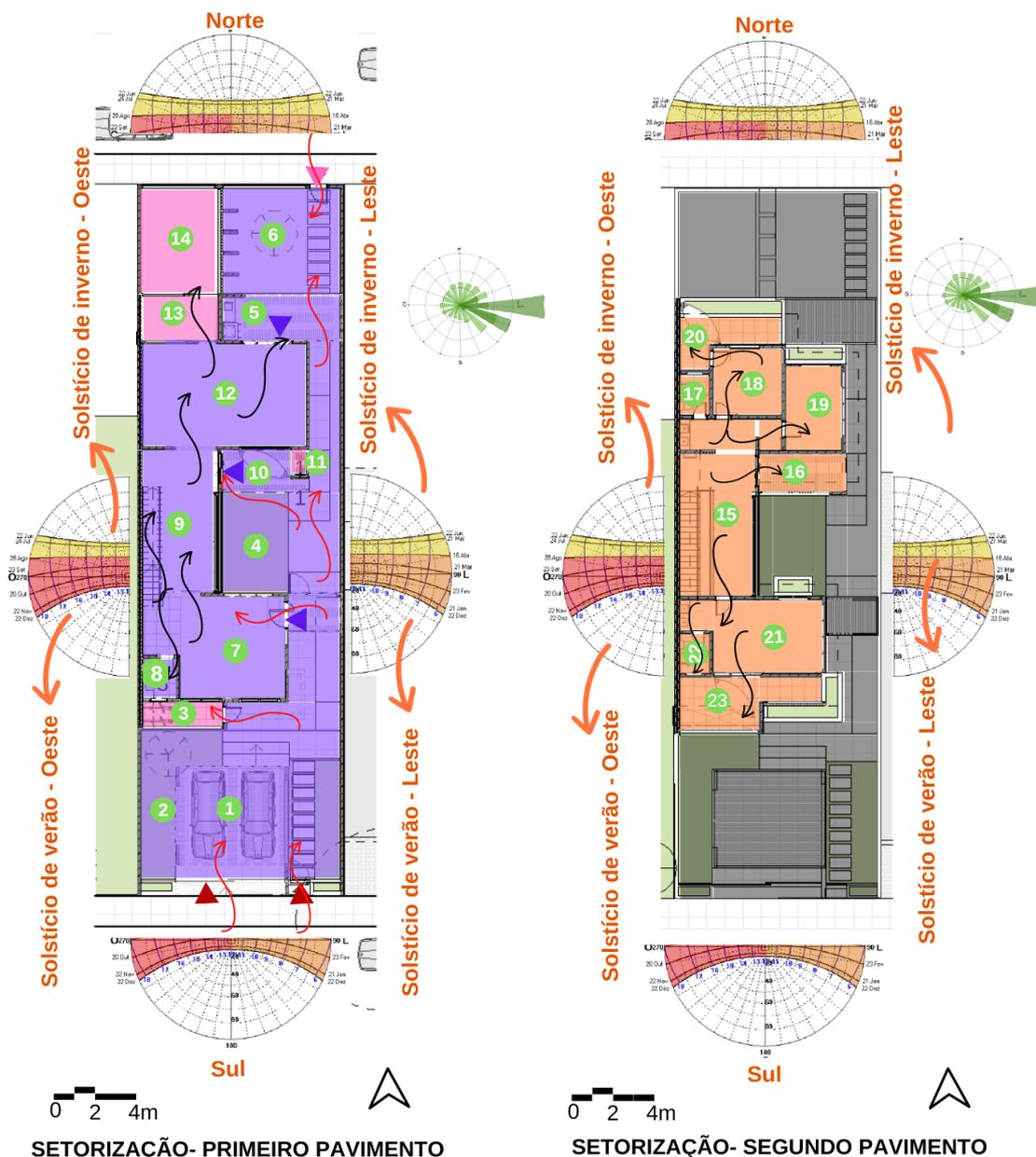
		9	Circulação/ escada/ espaço leitura	1	26,90
		10	Varanda	1	7,60
	SERVIÇO	13	Lavanderia	1	8,12
		14	Área de serviço	1	19,56
		11	Casa do gás	1	0,72
		3	Bicicletário	1	4,50
		1	Garagem	2	29,46
2º	ÍNTIMO	19	Quarto 1	1	12,40
		16	Varanda 1	1	7,38
		18	Quarto 2	1	11,01
		20	Varanda 2	1	8,48
		15	Circulação íntima	1	19,97
		17	Wc social	1	3,00
		21	Quarto casal	1	21,62
		22	Wc casal	1	2,86
		23	Varanda casal	1	13,69
3º	SERVIÇO	24	Reservatório	1	40,33
<b>ÍNDICES URBANÍSTICOS APLICADOS</b>					
<b>ÁREA DO TERRENO</b> 350 m <sup>2</sup>		<b>TOTAL ÁREA</b> <b>CONSTRUÍDA</b> 260,61 m <sup>2</sup>	<b>TAXA DE OCUPAÇÃO</b> 140,94 m <sup>2</sup> / 350,0 m <sup>2</sup> = 40,26%	<b>TAXA DE</b> <b>PERMEABILIDADE 90,0</b> m <sup>2</sup> / 350,0 m <sup>2</sup> =25%	

Fonte: Autoria própria (2022).

A residência foi dividida em 3 setores, o setor social, de serviço e íntimo. Os setores social e de serviço foram concentradas no 1º Pavimento, com total de 135,63 m<sup>2</sup> de área construída, enquanto o social no 2º Pavimento com 100,41 m<sup>2</sup> de área construída. A Figura 62 mostra a Setorização do 1º Pavimento com indicação de circulação externa e seus acessos, bem como, a circulação interna dos espaços. Esta configuração mostra que o setor social se distribui em várias partes do terreno, enquanto o setor de serviço, como a área de serviço, está localizado na face Oeste/Norte, local com maior carga térmica ao longo do ano e que possibilita a secagem das roupas um maior período de tempo ao longo do ano.

A edificação possui dois acessos, um principal próximo à praça e outro secundário. Essa configuração foi pensada para tornar o acesso à área *gourmet*, 5 e 6 da Figura 62, facilitado ao pedestre.

**Figura 62 – Setorização do 1º Pavimento e 2º Pavimento**



**LEGENDA**

- ① Garagem ② Jardim principal ③ Bicletário ④ Jardim lateral ⑤ Área gourmet ⑥ Jardim fundo  
 ⑦ Sala de estar/TV ⑧ Lavabo ⑨ Circulação/escada ⑩ Varanda ⑪ Casa do gás ⑫ Cozinha  
 ⑬ Lavanderia ⑭ Área de serviço ⑮ Circulação íntima ⑯ Varanda 1 ⑰ Wc superior  
 ⑱ Quarto 2 ⑲ Quarto 1 ⑳ Varanda 2 ㉑ Suite casal ㉒ Wc casal  
 ㉓ Varanda casal
- ▶ Entrada principal    ▶ Entrada secundária    ▶ Acessos  
 Social    Serviço    Íntimo    ~ Circulação externa    ~ Circulação interna

Fonte: Adaptado de LAMBERTS *et al.* (2014), autoria própria (2022).

A Figura 63 mostra as plantas baixas do 1º e 2º Pavimentos com indicação de superfície com maior incidência solar direta. Além disso, a Figura também mostra a carta solar para a latitude de Seabra seccionada em seu eixo central e dispostas a partir do eixo em suas fachadas correspondentes. Esta carta solar recebeu uma ilustração por cores para simular os períodos do dia com maior e menor carga térmica.

A planta baixa do 1º Pavimento foi orientada com os cômodos de baixa permanência, como as áreas molhadas, para o Oeste, enquanto a maior parte dos ambientes de alta permanência estão orientados à Leste, no sentido transversal ao terreno. Essa configuração foi pensada para afastar os ambientes de alta permanência, como a sala, da face Oeste e assim diminuir os efeitos causados pela alta carga térmica no período da tarde. Além disso, a fachada Leste foi fragmentada em sua parte central para formar um jardim e descontinuar com a formação de um extenso corredor lateral. A Figura 63 mostra a planta baixa do 1º Pavimento e nele mostra que a entrada principal está localizada a garagem (1) e o bicicletário (3). Já dentro da edificação, estão localizadas a sala (7), o lavabo (8), a circulação inferior e acesso ao 2º Pavimento (9), a cozinha (12), a área gourmet (5) e a área de serviço (13). Na parte externa estão localizadas a varanda (10), o jardim lateral (4), a casa do gás (11). Além disso, na parte traseira estão localizados o jardim fundo (8), local pelo qual acontece o acesso secundário à edificação, e a área de serviço (14), local destinado para a secagem de roupas.

O 2º Pavimento também seguiu a mesma proposta do 1º Pavimento e, portanto, inseriu os ambientes de baixa permanência orientados à Oeste e alta permanência afastados desta parede. Logo as áreas molhadas, como o wc casal (22) e o wc superior (17) afastam os dormitórios da parede com maior incidência de carga térmica. Além disso, essa configuração foi pensada para formar um eixo horizontal, como mostra a Figura 63, e um eixo vertical de ambientes que necessitam o uso de tubulação hidro sanitária. Desse modo, essa extensão de tubulação que parte do 1º Pavimento ao reservatório de água possibilita a sua racionalização e conseqüentemente gera economia financeira. Os ambientes que estão localizados no 2º Pavimento são os dormitórios de casal (21), a varanda correspondente (23), além do wc casal (22). Também fazem parte, a circulação íntima (15), a varanda 1 (16), os quartos 1 e 2 (19) e (18) respectivamente, além do wc superior (17) e da varanda 2 (22).

Figura 63 – Planta baixa 1º Pavimento e 2º Pavimento



## LEGENDA

- 1 Garagem 2 Jardim principal 3 Bicletário 4 Jardim lateral 5 Área gourmet 6 Jardim fundo  
 7 Sala de estar/TV 8 Lavabo 9 Circulação/escada 10 Varanda 11 Casa do gás 12 Cozinha  
 13 Lavanderia 14 Área de serviço 15 Circulação íntima 16 Varanda 1 17 Wc superior  
 18 Quarto 2 19 Quarto 1 20 Varanda 2 21 Suite casal 22 Wc casal  
 23 Varanda casal
- ▶ Entrada principal ▶ Entrada secundária ▶ Acessos  
 → Maior carga térmica- Oeste    ■ Ambientes de baixa permanência - áreas molhadas

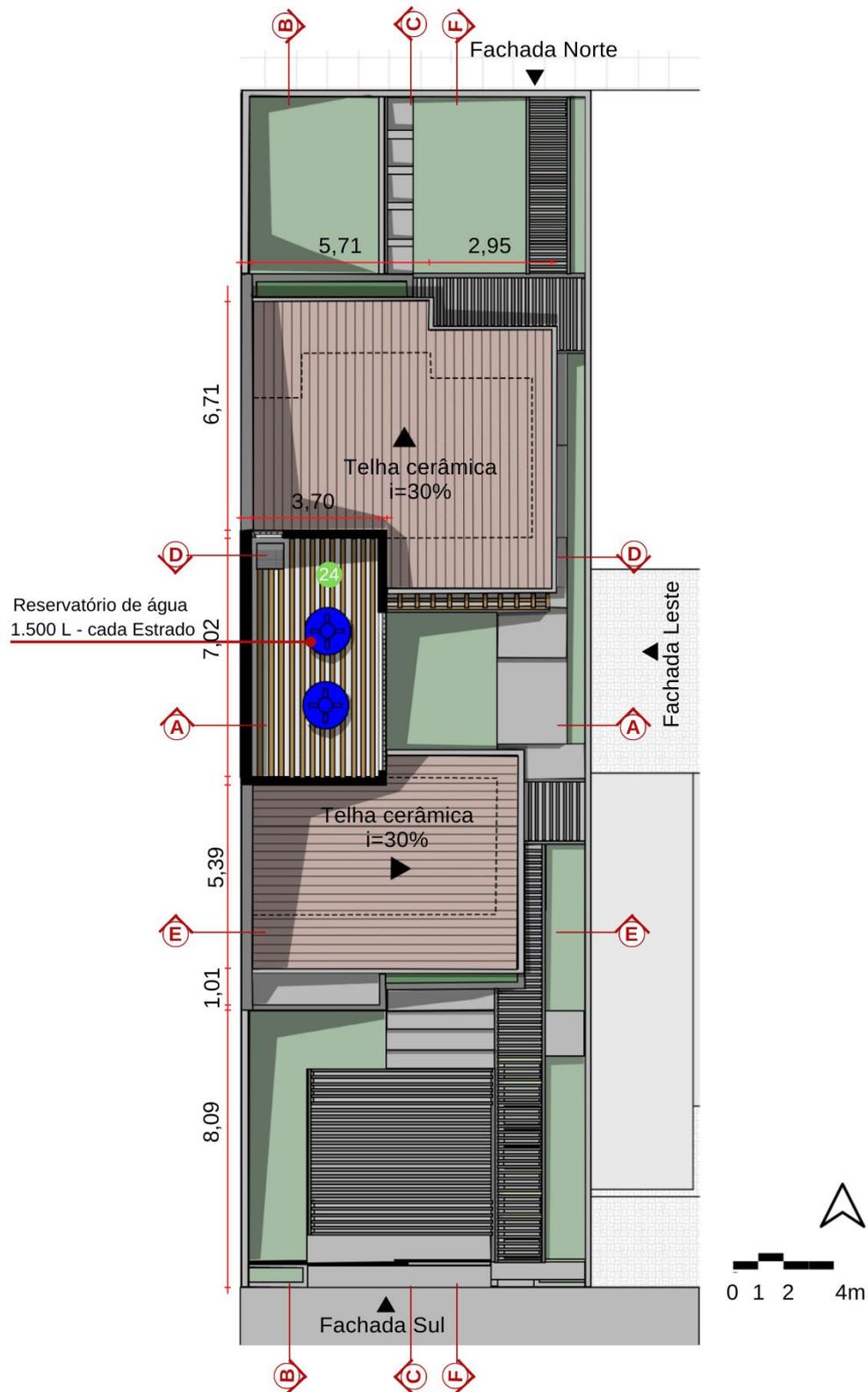
Fonte: Adaptado de LAMBERTS *et al.* (2014) CAMARGO (2013), autoria própria (2022).

O reservatório de água está localizado acima da escada e foram planejadas para esse núcleo familiar de 4 pessoas, um total de 3.000l. Esse valor foi encontrado a partir do guia do usuário da Embasa (2019), concessionária de água do estado da Bahia. O guia segue as diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS) e estabelece que seja calculado 150l por habitante. Logo, foram considerados 150l multiplicados por 4 habitantes, o que resultou em 600l no total. Esse valor foi multiplicado para uma reserva de 5 dias, totalizando 3.000l de capacidade total, em 2 caixas d'água de 1.500l. Essa reserva de 5 dias foi pensada para a cidade de Seabra, por haver oscilações na distribuição de água, observada pelos moradores, pois a coleta de água potável ocorre, segundo a Embasa (2021), através de poços e suas capacidades estão condicionadas aos regimes de chuvas. Em 2021, a embasa finalizou a obra de 5 novos poços tubulares e integração aos 11 poços já existentes, no entanto, mesmo com esse acréscimo de poços, em outubro de 2022, a embasa anunciou uma nota para que os habitantes da cidade economizassem e armazenassem água (CHAPADANEWS, 2022).

A Figura 64 mostra a planta baixa do reservatório de água e através dela podem ser vistas duas caixas d'água sobre um estrado. Esse estrado foi pensado para distribuir a carga pontual dos reservatórios pelo ambiente. A ventilação desse espaço, por sua vez, foi pensada através do uso de cobogós, de forma a possibilitar a renovação do ar permanente. Dessa forma na fachada Leste, foram dispostos cobogós pela extensão da parede e para permitir a ventilação cruzada do espaço, foram dispostos outros cobogós na parte superior da parede orientada a Norte. Além disso, parte da cobertura da edificação é vista na planta baixa do reservatório de água e foi pensada com uso de telhas cerâmicas e beiral de 60 cm com inclinação de 30%, no entanto, os beirais orientados para o Norte estão com dimensões maiores que 1 metro.

A cobertura possui forro em madeira com mesma inclinação das telhas, de forma a possibilitar a ampliação do pé direito dos espaços e com isso diminuir os efeitos da carga térmica advinda da cobertura. Essa escolha beneficiou principalmente a suíte de casal por possuir lavatório dentro do quarto e estar fora da cabine do vaso sanitário e chuveiro, o que ocasiona transferência de carga térmica para dentro do ambiente. Essa solução possibilita uma maior distância do nível do usuário para a carga térmica aquecida que se acumula na parte mais alta.

Figura 64 – Planta baixa reservatório de água



### PLANTA BAIXA HUMANIZADA - RESERVATÓRIO DE ÁGUA

LEGENDA

24 Reservatório

Fonte: Autoria própria (2021).

A Figura 65 mostra a planta de cobertura da residência.

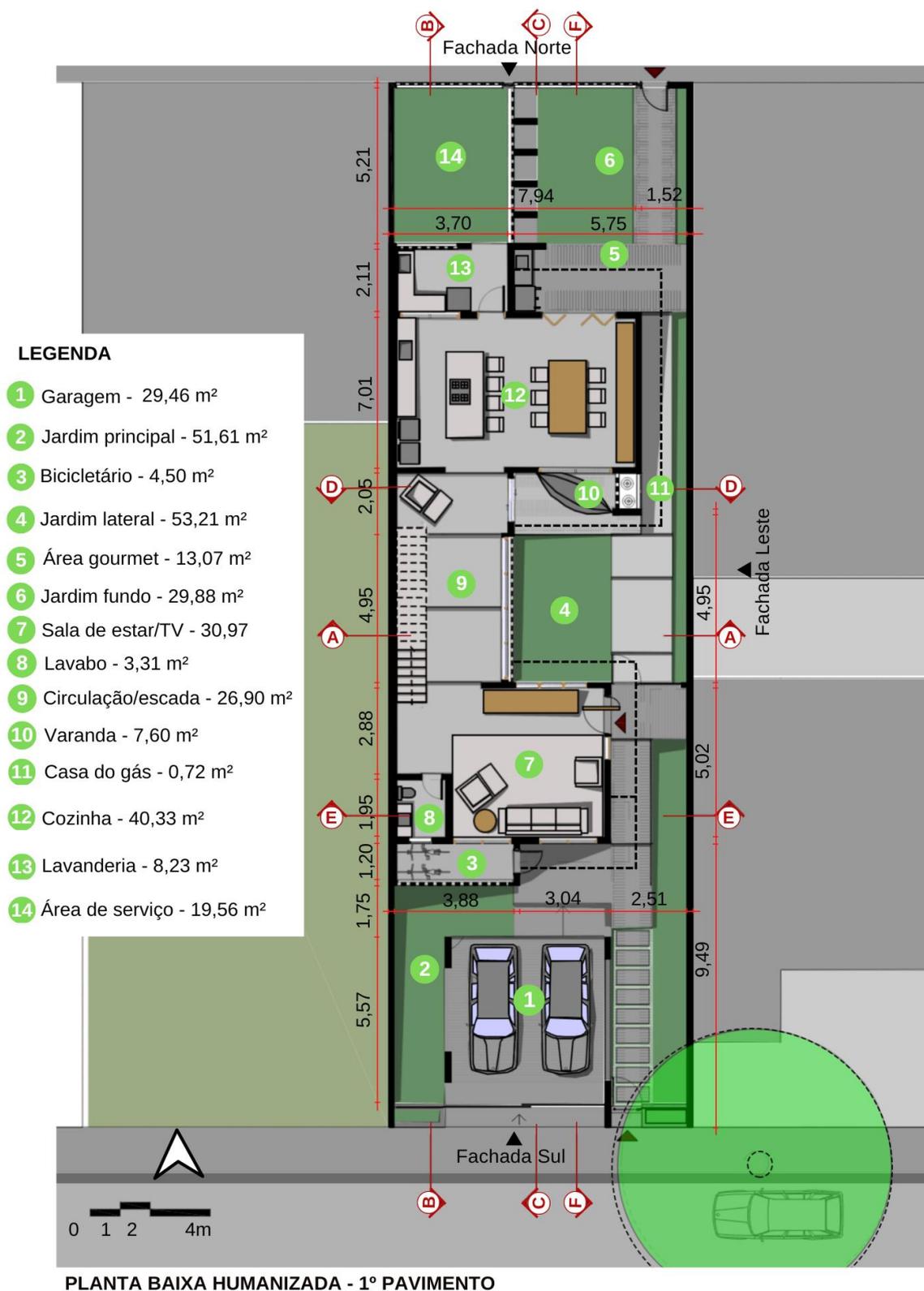
**Figura 65 – Planta baixa cobertura**



Fonte: Autoria própria (2022).

A Figura 66 mostra a planta baixa do 1º Pavimento com a disposição do mobiliário e indicação da área de cada ambiente.

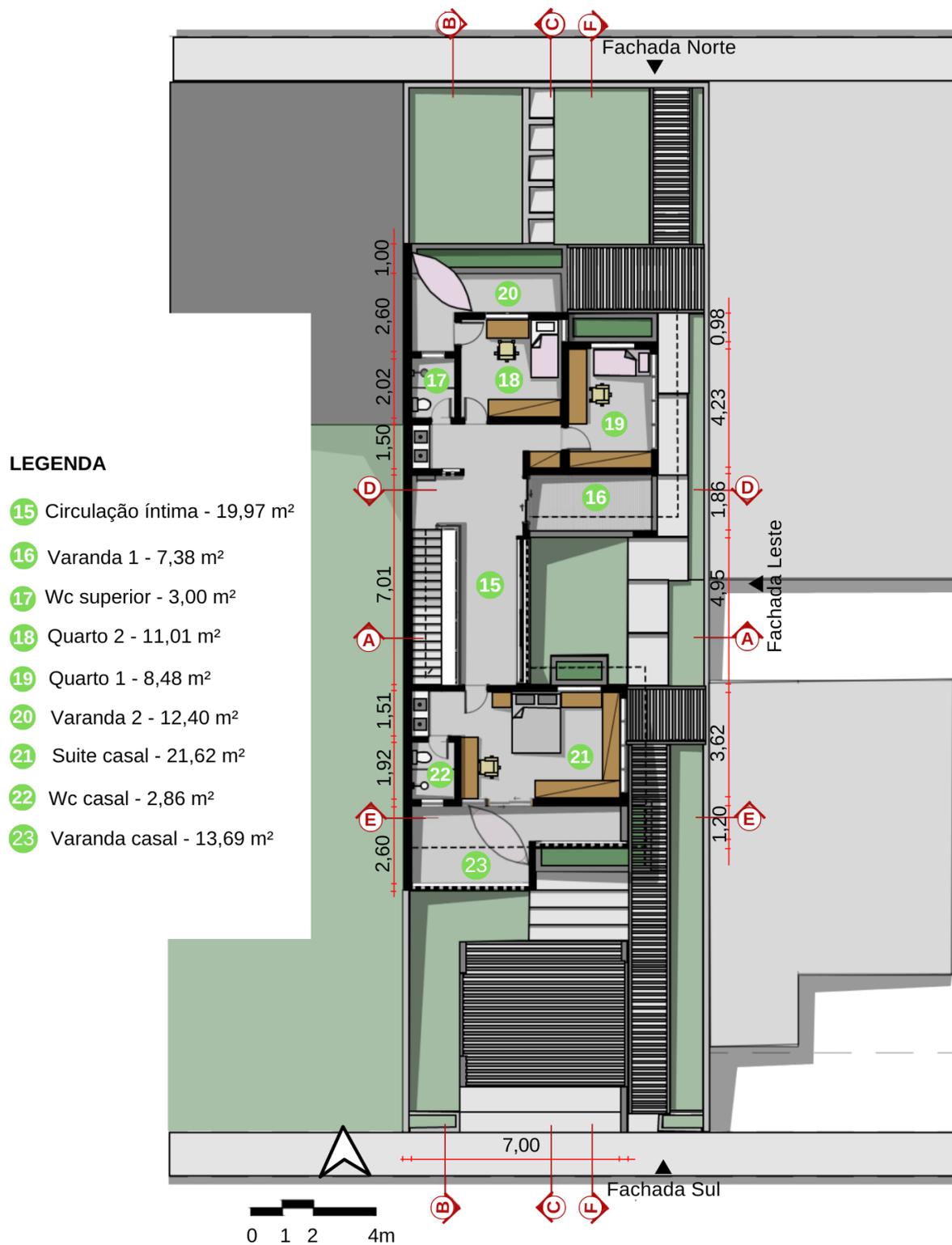
**Figura 66 – Planta baixa 1º Pavimento com *Layout***



Fonte: Autoria própria (2022).

A Figura 67 mostra a planta baixa do 2º Pavimento com a disposição do mobiliário e indicação da área de cada ambiente.

**Figura 67 - Planta baixa 2º Pavimento com *Layout***



**PLANTA BAIXA HUMANIZADA 2º PAVIMENTO**

Fonte: Autoria própria (2022).

O estudo de sombras da edificação foi realizado como uma forma de compreender como as sombras se comportam dentro da edificação. Dessa forma, foi utilizada a modelagem da edificação sem as modificações posteriores, como o acréscimo de esquadrias na Fachada Leste. Esses estudos de sombra foram iniciais para auxiliar nas primeiras tomadas de decisões acerca do projeto.

A Figura 68 mostra a variação das sombras na edificação no Solstício de inverno. Foram escolhidos para essa análise dois horários, um no período matutino, às 10 horas e outro no período vespertino, às 14 horas. Nota-se com isso que no período matutino a parte interna do quarto recebe incidência solar direta, enquanto no período vespertino não recebe de forma direta, mas de forma indireta. Além disso, há a presença de sombra no pátio interno tanto no período matutino quanto no período vespertino.

**Figura 68** - Estudo de sombras da edificação na fachada Norte



Fonte: andrewmarsh<sup>21</sup> (2022), autoria própria (2022).

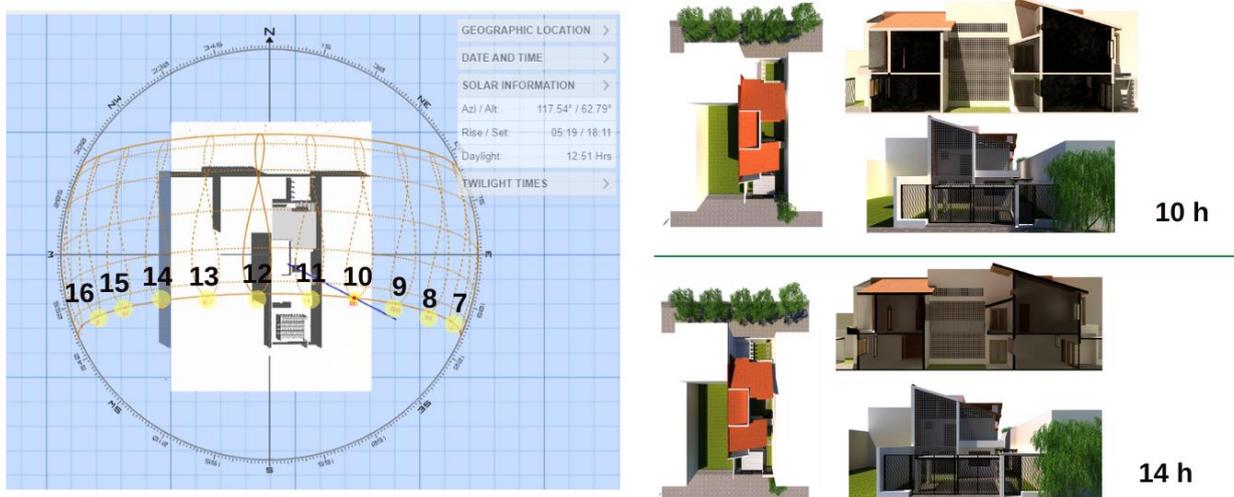
A Figura 69, por sua vez, mostra a variação das sombras na edificação do ponto de vista da fachada Leste para o período dos equinócios. Os horários escolhidos, também foram no período matutino, às 10 h e vespertino, às 14 horas. Nota-se com isso que no período dos Equinócios a luz adentra os dormitórios de forma indireta e com baixa luminosidade. Além disso, há a presença de sombra no pátio interno no período vespertino, porém isso não se aplica para o período matutino.

<sup>21</sup> Disponível em: <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>. Acesso em: 11 Nov. 2022

**Figura 69 - Estudo de sombras da edificação na fachada Leste****Equinócios**

Fonte: andrewmarsh (2022), autoria própria (2022).

A Figura 70 mostra a variação das sombras na edificação a partir da fachada Sul para período do Solstício de Verão. Nota-se com isso que a Fachada Norte recebe incidência solar direta, mas não adentra o dormitório por haver uma parede de cobogós, o que configurou como bloqueio de incidência solar direta.

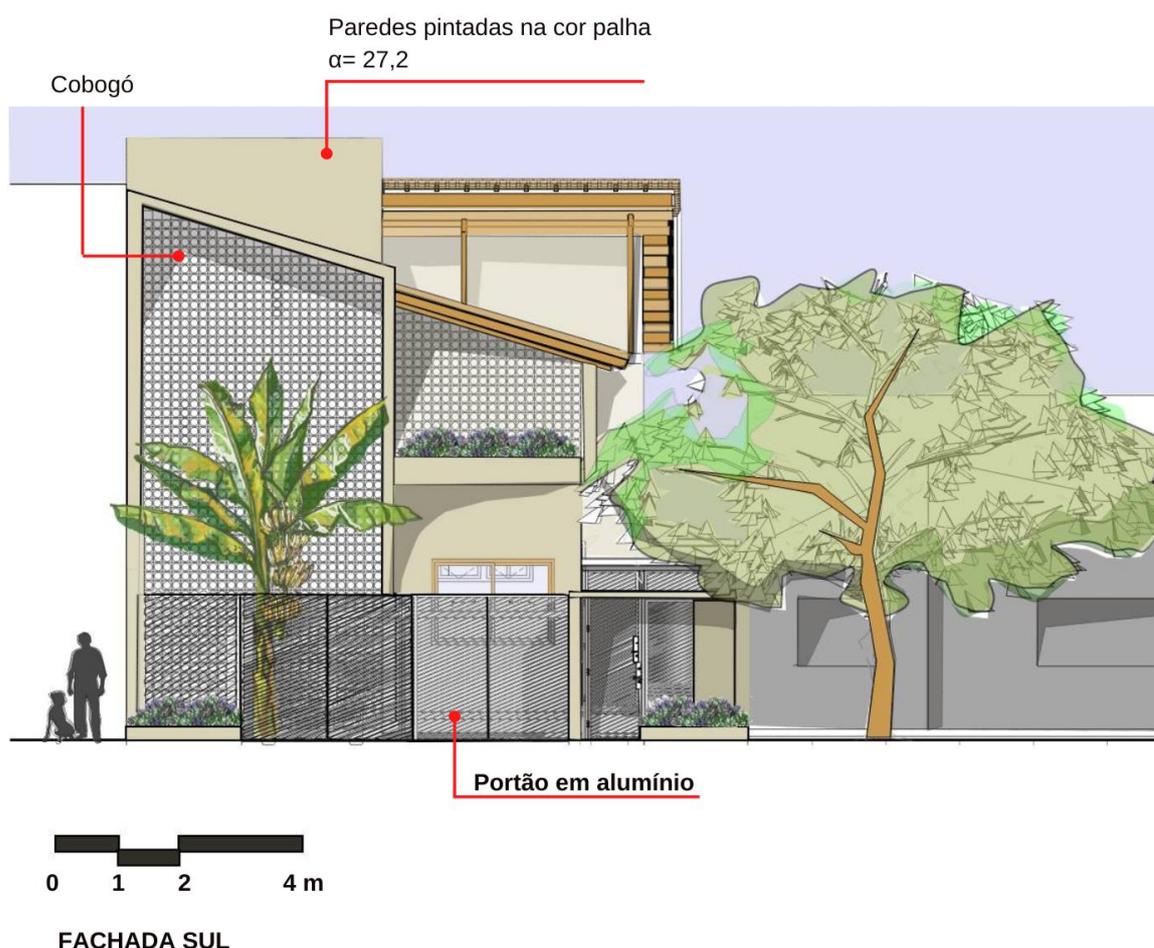
**Figura 70 - Estudo de sombras da edificação na fachada Sul****Solstício de verão**

Fonte: andrewmarsh (2022), autoria própria (2022).

A face Norte mostrou possuir uma melhor iluminação no período vespertino, visto que neste estudo, as paredes Leste não possuíam aberturas e, portanto, impediam a presença de melhor iluminação no período matutino.

A Figura 71 mostra a Fachada Sul, nesta fachada foram propostas estratégias que favorecessem a permeabilidade dos ventos, já que a maior parte dos ventos são melhor aproveitados nesta orientação por não haver barreiras físicas próximas, como no caso da fachada leste. No entanto, para criar uma barreira visual dos cômodos que estão voltados para essa orientação, foi proposto o uso de cobogós, por possibilitar o fluxo de ventos, mantendo-se a privacidade. A fachada Sul também recebe incidência solar direta no verão, o que necessita o uso de estratégias de sombreamento, e o uso de cobogós funcionarão como brises para controle da incidência solar direta. Outra estratégia bioclimática indicada para a cidade de Seabra é o resfriamento evaporativo e por isso foi escolhida a espécie bananeira por ser bastante utilizada em bacias de evapotranspiração, o que contribui para injetar mais água na atmosfera criando um microclima mais ameno nas temperaturas elevadas no verão do clima quente seco.

**Figura 71 – Fachada Sul**



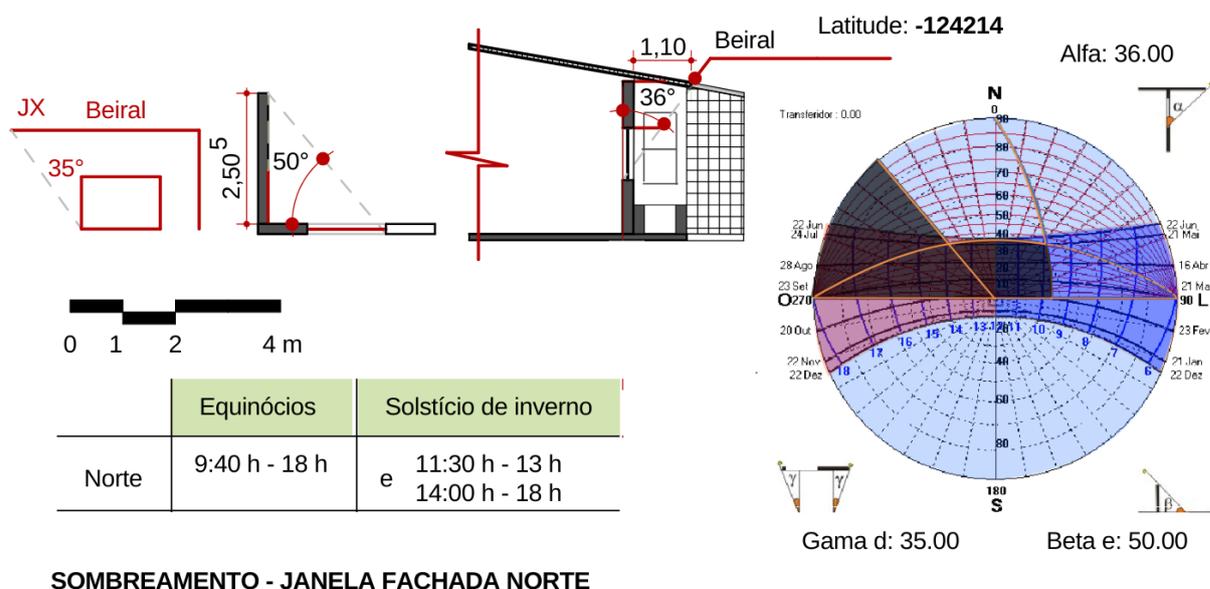
Fonte: Autoria própria (2022).

O sombreamento proposto para a fachada Sul foi realizado a partir do estudo da carta solar. Dessa forma, foram inseridos protetores solares para diminuir a incidência solar direta no período do verão.

A escolha do uso de cobogós na fachada Sul considerou duas estratégias bioclimáticas, a primeira foi o sombreamento e a segunda para possibilitar a entrada de ventilação natural para os ambientes internos da edificação. Essas estratégias também foram complementadas pela presença da vegetação no espaço externo e assim aumentar a quantidade de vapor d'água no ar e esfriá-lo antes de adentrar os cômodos internos, visto que esta fachada recebe incidência solar direta no período mais quente do ano.

A Figura 72 mostra a esquadria do quarto de casal do 2º Pavimento que está orientada a Sul. A proteção foi realizada através de cobogós e beiral, de forma que o ângulo  $\alpha$  (Alfa) menor é de  $19^\circ$  cuja proteção horizontal (beiral) é de 1,20 m. A parede Oeste da varanda se configurou como barreira lateral, cuja angulação do  $\beta$  (Beta direito) é de  $35^\circ$  com comprimento de 2,60 e  $\gamma$  (Gama esquerdo) de  $57^\circ$  possui uma proteção solar ao longo do dia no período do verão. Essa configuração permitiu uma proteção solar no Solstício de verão de 8 h da manhã às 18 h.

Figura 72 – Sombreamento fachada sul



Fonte: Autoria própria, adaptado de LAMBERTS *et al.* (2014).

A Figura 73 mostra a Fachada Norte. A Fachada Norte está apresentada as esquadrias referentes aos dormitórios do 2º pavimento. Essas esquadrias são

formadas por duas 4 folhas com sistema de abertura de giro, de forma que duas delas são em madeira e vidro e as duas folhas externas em madeira tipo veneziana. As venezianas foram escolhidas para possibilitar versatilidade de uso e assim possibilitar o controle da ventilação e bloquear incidência solar direta indesejada sem bloquear a ventilação. A Figura 73 também mostra jardineiras localizadas frontalmente aos dormitórios, de forma a permitir o resfriamento evaporativo por meio da vegetação plantada.

**Figura 73 – Fachada Norte**

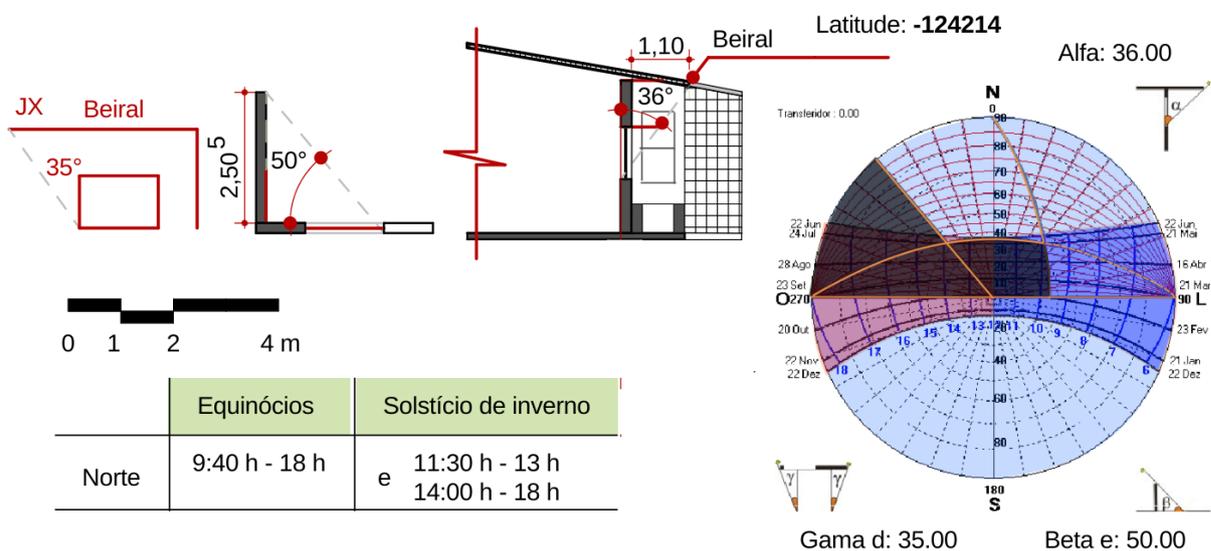


Fonte: Autoria própria (2022).

A Fachada Norte, por receber incidência solar direta a maior parte do ano, foi pensado o sombreamento das aberturas, por meio do beiral e elemento vertical. Essa configuração possibilita a entrada de incidência solar direta em um curto período do ano no quarto 01, no inverno e bloqueia a incidência solar direta nos equinócios. A Figura 74 mostra a máscara de sombra para essa esquadria e períodos que haverá

proteção solar. As estratégias escolhidas foram o uso de beiral com  $\alpha$  (Alfa) de  $36^\circ$  e comprimento de 1,10 m, uso de barreira vertical com inserção de cobogós para permitir o fluxo de ventilação para o quarto 02. A proteção vertical possui ângulo  $\beta$  (Beta esquerdo) de  $50^\circ$  e comprimento limitado pela jardineira e pela lateral do quarto 02, além de  $\gamma$  (Gama direito) de  $35^\circ$ . Assim, o quarto 01 não receberá incidência solar direta nos equinócios ao longo da maior parte do dia e no solstício de inverno não receberá incidência solar direta entre 11:30 - 13:00 h e entre 14:00 - 18:00h. Dessa forma, o ambiente receberá apenas 1 hora de incidência solar direta à tarde, entre 13 e 14 h e antes das 11 h da manhã.

**Figura 74 – Sombreamento fachada Norte**



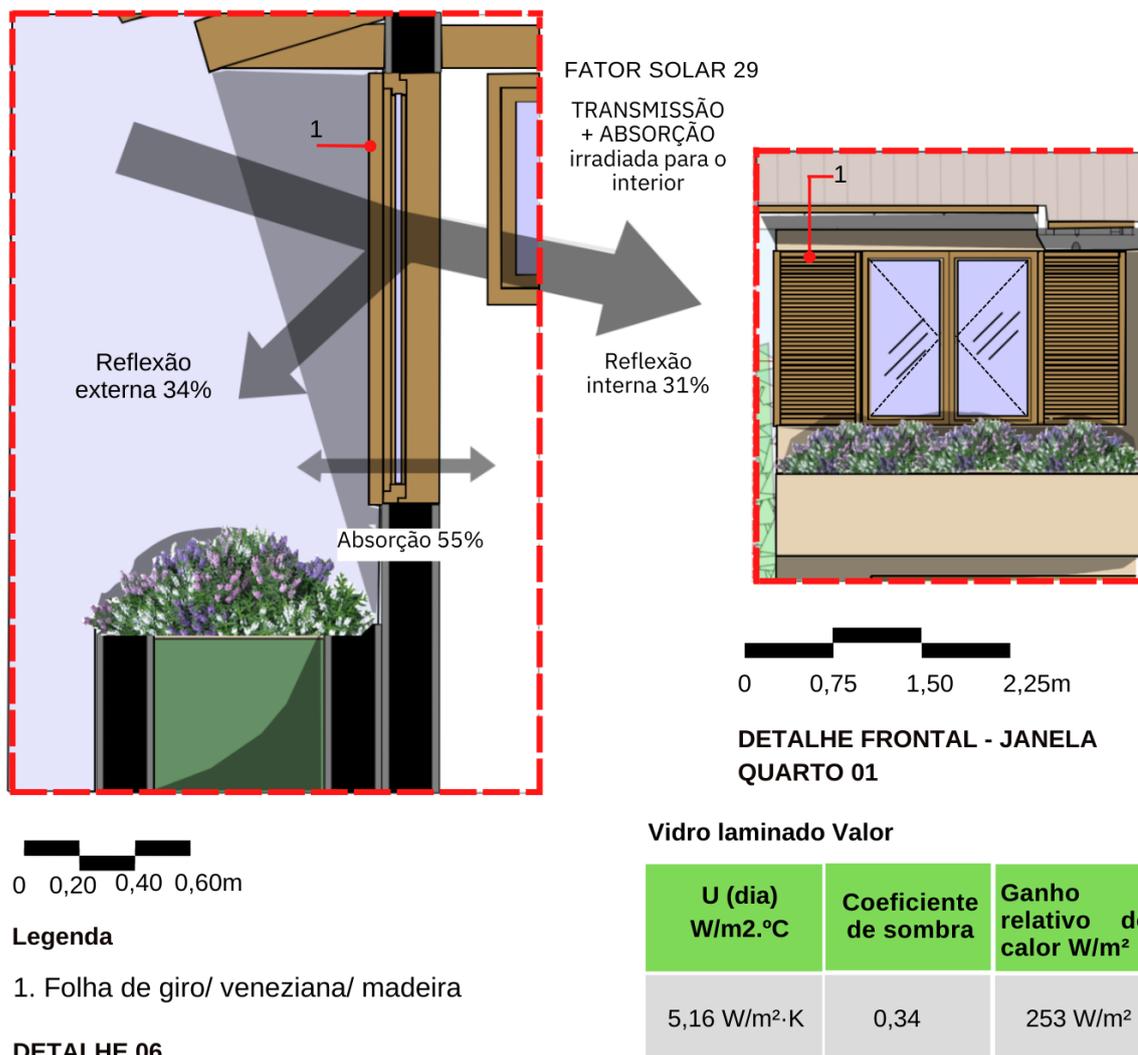
**SOMBREAMENTO - JANELA FACHADA NORTE**

Fonte: Autoria própria (2022), adaptado de LAMBERTS *et al.* (2014).

Além disso, foram utilizados vidros para auxiliar no controle solar e venezianas móveis acopladas às esquadrias para permitir o controle solar conforme a necessidade dos usuários. A Figura 75 mostra a esquadria em corte e em vista frontal com valor do Fator Solar e respectivas transmitâncias e absorção do vidro escolhido, assim como as venezianas integradas à esquadria. Dessa forma, o vidro escolhido foi um laminado, por possuir grande capacidade de bloquear a entrada de carga térmica excessiva para dentro do ambiente. O fabricante nomeia o vidro escolhido de CLEAR 4 mm/ PVB SUN GUARD SOLAR inc. 0,38/ 4mm inc, cujo Fator solar é de 29. A absorção desse vidro é igual a 55%, com reflexão externa de 34% e reflexão interna de 31%.

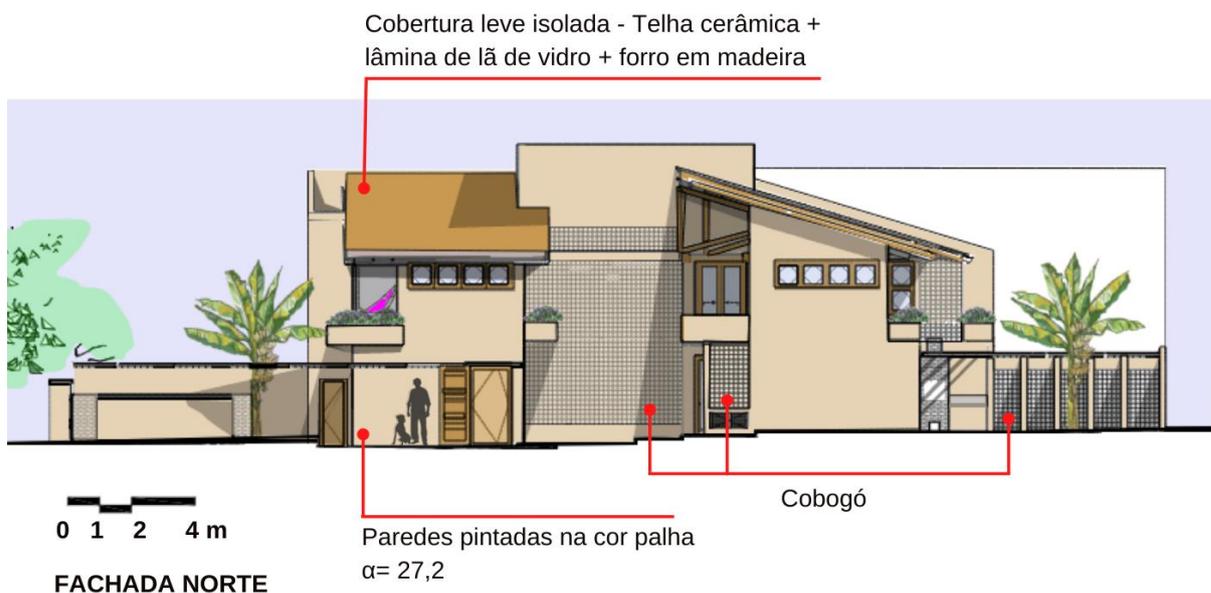
Figura 75 – Fator solar vidro

VIDRO LAMINADO CLEAR 4 mm/ PVB -  
SUN GUARD SOLAR inc. 0,38/ 4mm inc.



Fonte: Autoria própria (2022).

A Fachada Leste, como apresenta a Figura 76, mostra o perfil longitudinal da edificação no sentido Sul - Norte. Além disso, a Figura 76 mostra o sentido do caimento da cobertura, a distribuição das estratégias para captação de ventilação e do uso da evapotranspiração por meio da bananeira nas fachadas com maior incidência solar direta. A cor escolhida para a edificação foi a palha, segundo a Eletrobrás e possui absorvância de 27,2. Essa cor está dentro do espectro de absorvância indicada para a zona bioclimática 5 que é igual ou menor que 50. As esquadrias desta fachada estão dispostas em todo o seu comprimento para captar a maior quantidade de ventilação possível, visto que as edificações orientadas frontalmente bloqueiam parte da ventilação ao nível mais próximo do 1º Pavimento.

**Figura 76 – Fachada Leste**

Fonte: Autoria própria (2022).

A orientação das janelas da edificação foi pensada de forma a promover ventilação cruzada em todos os ambientes e para isso foram pensadas aberturas em paredes distintas.

Conforme indica a NBR 15220-3 para a zona bioclimática 5, as aberturas devem ser médias com percentual entre 15% e 25% da área do piso. Foi escolhida uma taxa de 15% para ambientes de baixa permanência e 25% para ambientes de longa permanência. O quadro 10 mostra as taxas de ventilação aplicadas em cada ambiente da edificação. Os valores foram calculados conforme a área útil das esquadrias em função do seu tipo de abertura. Os ambientes, por sua vez, que estavam abaixo dos valores recomendados, foram modificados os tipos de aberturas e em alguns casos foram acrescentadas outras. Logo, as esquadrias da suíte e do quarto 01 que estão orientadas a Norte, foram modificados os tipos de aberturas e passaram de correr para giro, pois o primeiro caso apresentava um aproveitamento dos ventos de apenas de 50%, enquanto de giro representava 100%. Assim, a mudança do tipo de abertura permitiu um ganho maior de ventilação no ambiente e com isso permitiu o atendimento dos 25% de ventilação recomendados nesses ambientes. O Quadro 13 mostra os valores que foram calculados de ventilação para cada ambiente da edificação e foram separados por pavimento. O Quadro 13 foi dividido em área do ambiente, posteriormente a inserção do percentual recomendado para cada um de

acordo com a permanência e resultado da área mínima exigida e o que foi projetado. Nesse caso, preferiu-se aumentar sempre que possível o valor que deixar abaixo do recomendado.

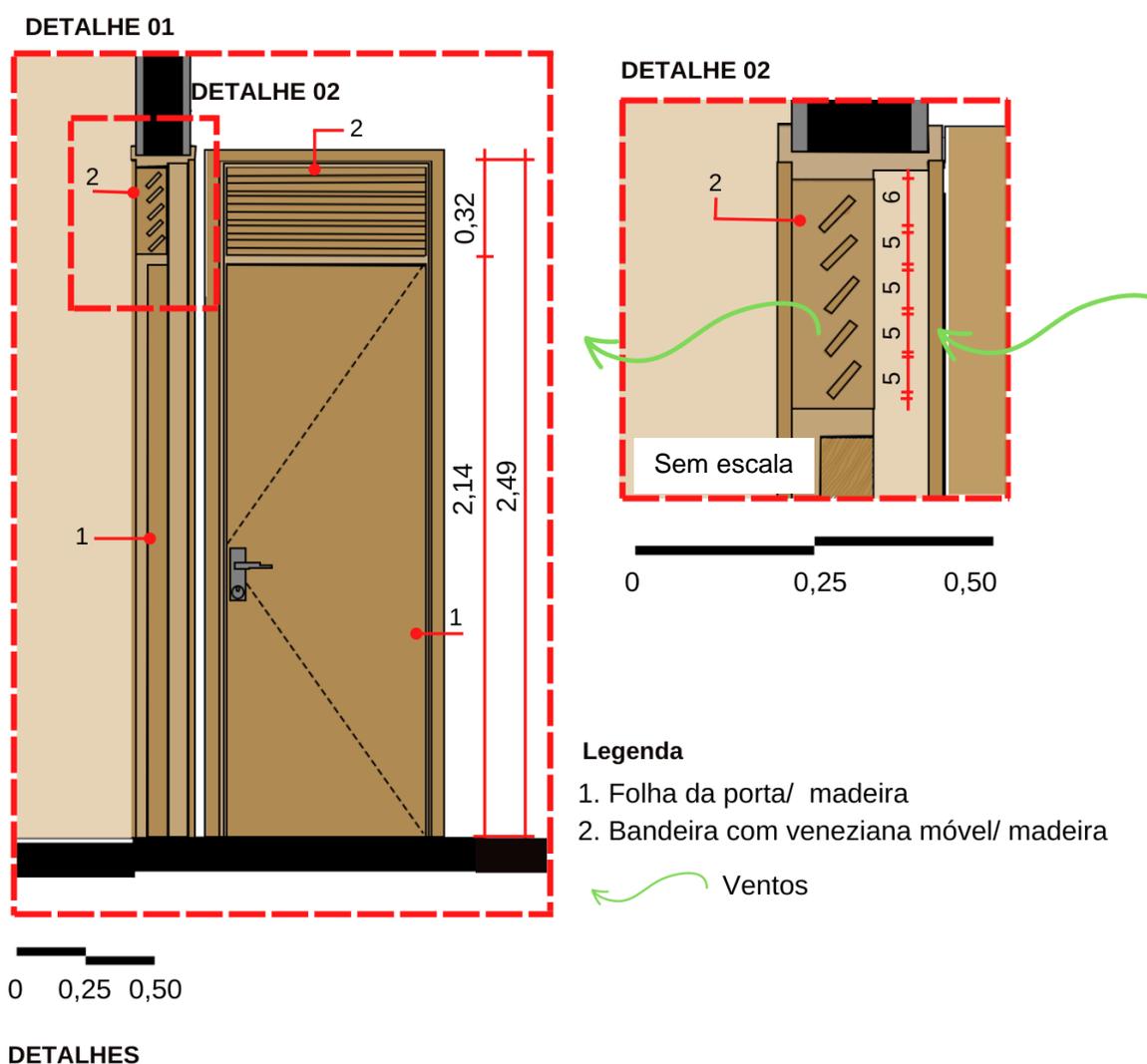
**Quadro 13 - Ventilação dos ambientes**

1º PAVIMENTO		ÁREA (m²)	% ABERTURA/ÁREA NBR 152220-3	ÁREA MÍNIMA EXIGIDA	ÁREA PROJETADA
1	Garagem	29,46	-	-	-
2	Jardim Principal e área externa	51,61	-	-	-
3	Bicicletário	4,50	15%	0,68	-
4	Jardim lateral	53,21	-	-	-
5	Área gourmet	13,07	-	-	-
6	Jardim fundo	29,88	-	-	-
7	Sala de estar/ TV	30,97	25%	7,74	6,82
8	Lavabo	3,31	15%	0,50	0,61
9	Circulação/ escada	26,90	15%	4,04	5,28
10	Varanda	7,60	-	-	-
11	Casa do gás	0,72	15%	0,11	0,72
12	Cozinha	40,33	15%	6,05	4,27
13	lavanderia	8,23	15%	1,23	
14	Área de estender roupa	19,56	-	-	-
2º PAVIMENTO		ÁREA (m²)	% ABERTURA/ÁREA NBR 152220-3	ÁREA MÍNIMA EXIGIDA	ÁREA PROJETADA
15	Circulação íntima	19,97	15%	3,00	5,28
16	Varanda 1	7,38	-	-	-
17	Wc superior	3,00	15%	0,45	0,61
18	Quarto 2	11,01	25%	2,75	3,21
20	Varanda 2	8,48	-	-	-
19	Quarto 1	12,40	25%	3,10	3,69
21	Suite casal	21,62	25%	5,41	5,76
22	Wc casal	2,86	15%	0,43	0,61
23	Varanda casal	13,69	-	-	-

Fonte: Autoria própria

Além disso, não foram consideradas para o cálculo as portas abertas, então para ampliar o potencial desse tipo de esquadria, foram pensadas bandeiras com aberturas do tipo veneziana móveis em todos os ambientes internos e da cozinha para a área de serviço. Esse tipo de abertura foi pensada para que o usuário pudesse ter controle da ventilação da saída e da entrada dos ruídos entre os ambientes. A Figura 77 mostra o detalhamento das portas internas com bandeiras.

Figura 77 – Detalhamento portas

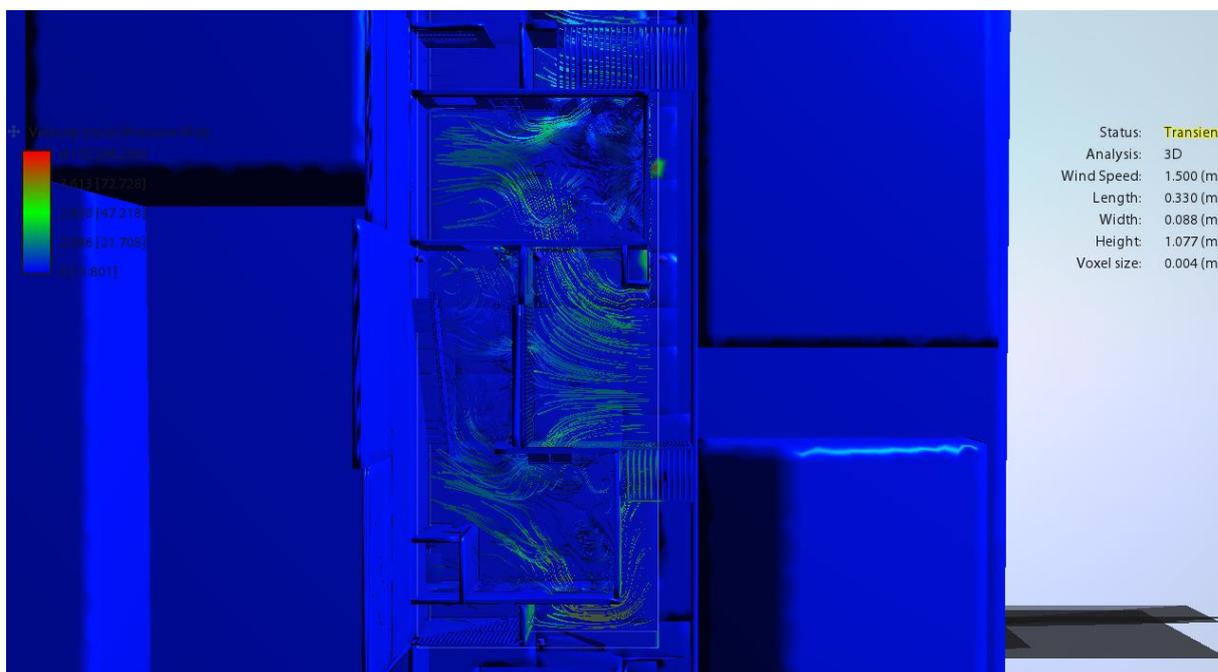


Fonte: Autoria própria (2022)

Foram realizadas simulações de ventilação nos 1º e 2º Pavimentos por meio do *software Flow Design* da Autodesk. Essas simulações ocorreram para verificar se os posicionamentos das aberturas trouxeram um bom fluxo de ventilação interno. Logo, a Figura 78 mostra a configuração final do 1º Pavimento após a inserção de aberturas nas paredes voltadas para os ventos dominantes, como as aberturas

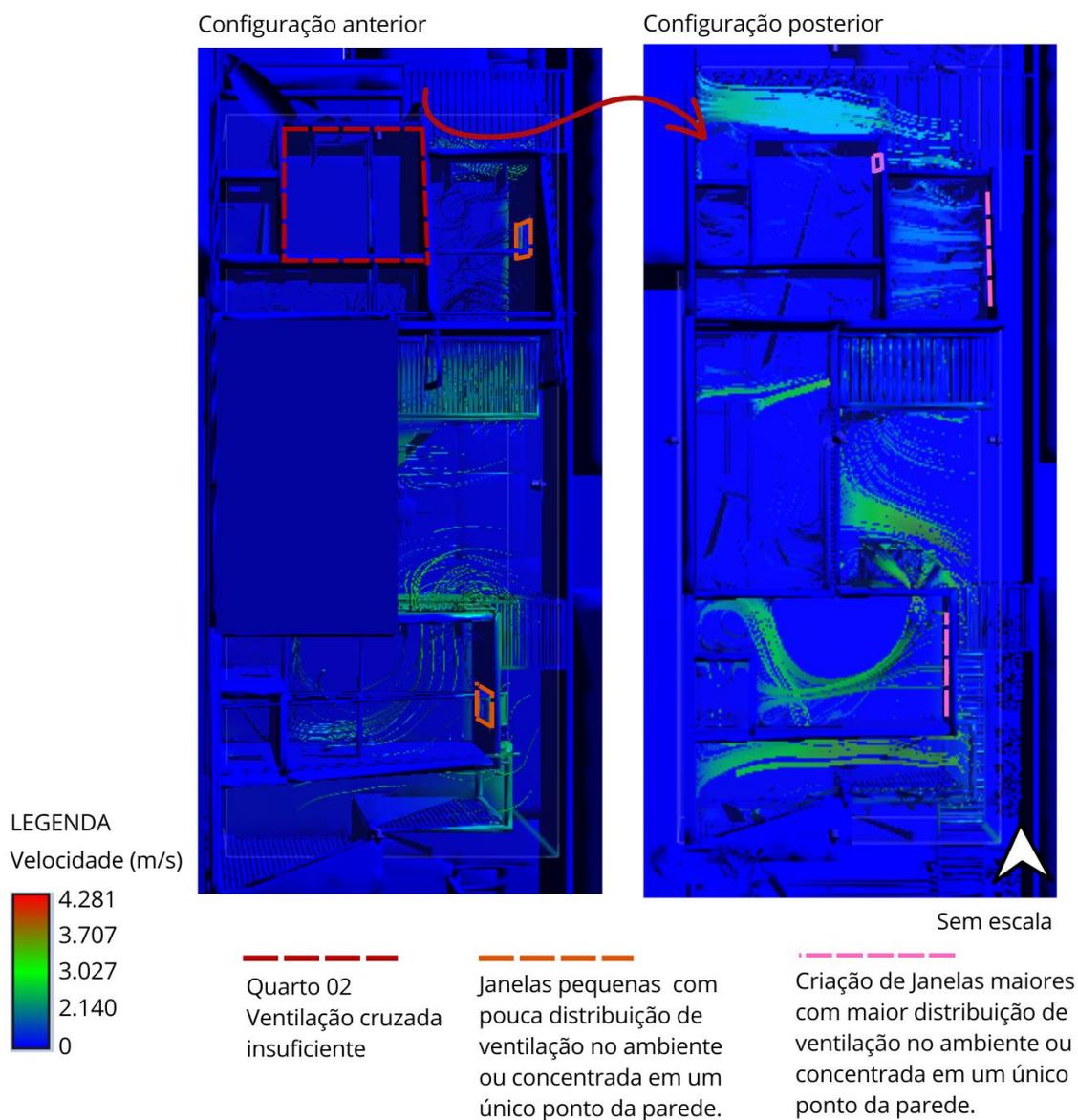
posicionadas a Norte na sala. A simulação mostrou que o pátio interno potencializou o fluxo de ventilação e, portanto, as aberturas criadas dentro dele receberam uma grande distribuição de ventilação como a sala, a circulação interna e escada, além da cozinha. Além disso, a Figura mostra também na cozinha uma menor velocidade do ar na fachada orientada a Leste, por não haver aberturas nela e também por considerar a porta camarão que separa a cozinha da área gourmet parcialmente fechada nesta simulação.

**Figura 78** – Simulação de ventilação a partir do *Flow Design* do 1º Pavimento



Fonte: Autoria própria

A Figura 79 mostra a simulação de ventilação para o 2º Pavimento em duas etapas. A primeira mostra a simulação inicial com o posicionamento das aberturas e dimensão das aberturas em algumas fachadas e a segunda mostra o resultado das modificações realizadas após a observação da primeira simulação. Dessa forma, observou-se na primeira simulação pouco fluxo de ventilação nos dormitórios pela dimensão e posicionamento delas estar insuficiente. O ambiente que mais necessitou a criação de novas aberturas foi o quarto 2 pois não recebeu fluxo de ventilação suficiente. A segunda simulação, por sua vez, mostra a entrada de ventilação após a criação de janela orientada a Leste. Demais ambientes, como o quarto 1 e a suite também receberam um acréscimo significativo de ventilação após a ampliação das aberturas na fachada Leste.

**Figura 79 – Esquema de ventilação do 2º Pavimento**

Fonte: Adaptado do Flow Design (2022).

A Figura 80 mostra o esquema de ventilação cruzada de forma sintética dos 1º e 2º pavimentos, a partir dos resultados obtidos do *Software Flow Design*. Além disso, para efeito de simulação não foram inseridas as bandeiras das portas como incremento de ventilação, logo, o fluxo de ventilação cruzada é potencializado quando as venezianas das bandeiras estão abertas. As portas com bandeiras foram utilizadas nos ambientes internos e os únicos espaços que receberam esse tipo de porta para a área externa foram a porta que liga a cozinha à área de serviço no 1º Pavimento e do quarto 02 para a varanda.

**Figura 80** – Síntese da simulação de ventilação no software *Flow Design* – Autodesk

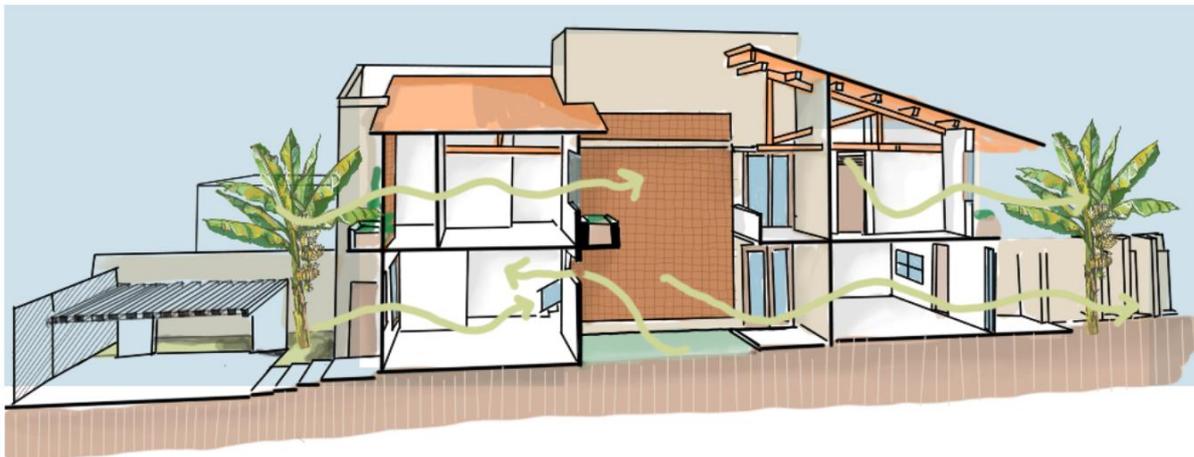


Fonte: Autoria própria (2022).

A Figura 81 mostra um corte síntese em forma de croqui que passa no sentido longitudinal da edificação. Esse corte permite visualizar o resultado da

ventilação a partir da observação da simulação pelo *Software Flow Design*. O corte passa pelo pátio interno.

**Figura 81** – Corte longitudinal perspectivado com ventilação cruzada



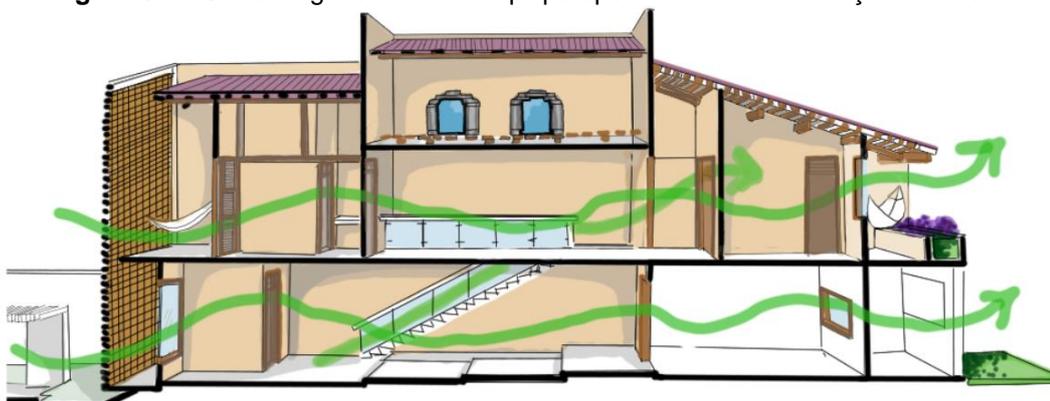
Sem escala

**CROQUI - CORTE LONGITUDINAL PERSPECTIVADO**

Fonte: Autoria própria (2022).

A Figura 82, por sua vez, mostra o croqui de um corte perspectivado no sentido longitudinal da edificação e passa pela circulação interna. Esse corte também foi desenvolvido a partir da observação da simulação pelo *Software Flow Design*. Ele permite ver a relação do fluxo de vento não apenas no sentido horizontal, mas vertical ascendente através da abertura da escada.

**Figura 82** - Corte longitudinal em croqui perspectivado com ventilação cruzada 2



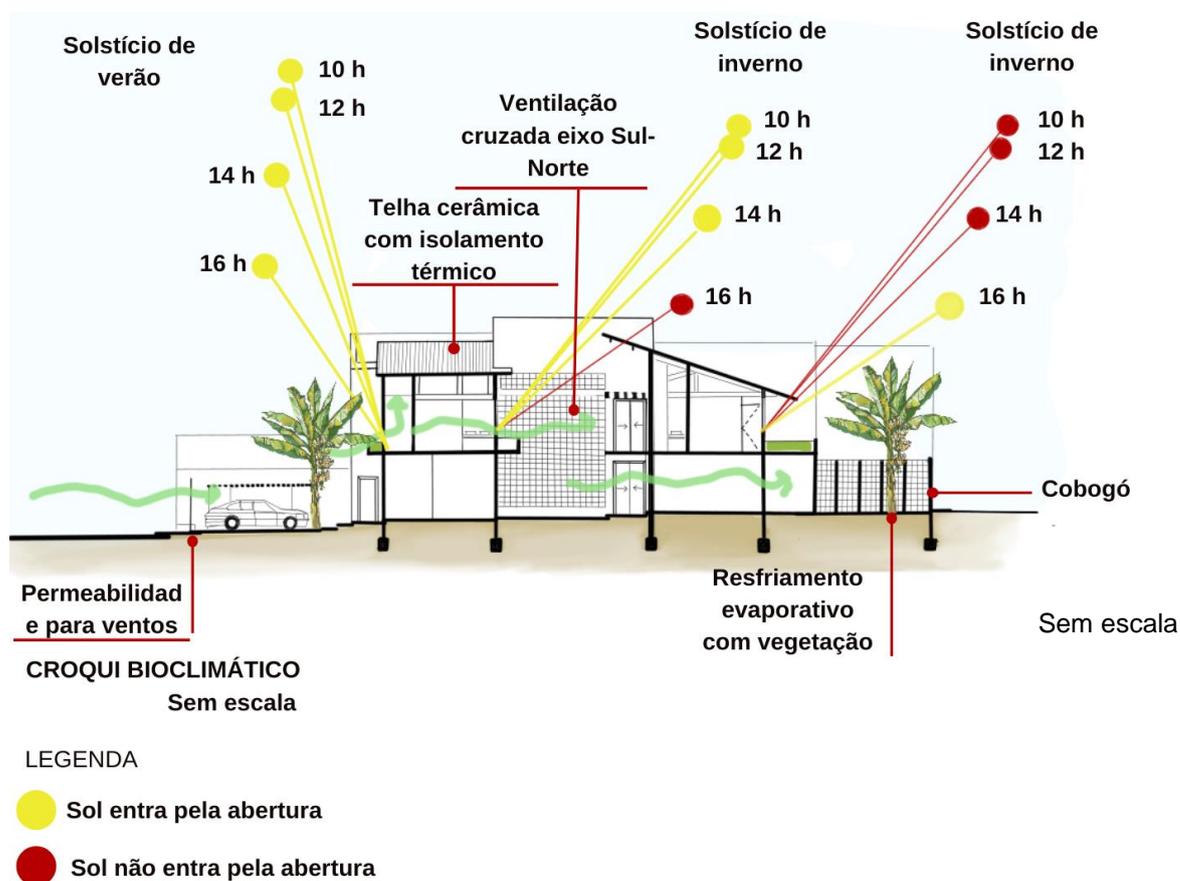
Sem escala

**CROQUI - CORTE LONGITUDINAL PERSPECTIVADO**

Fonte: Autoria própria (2022).

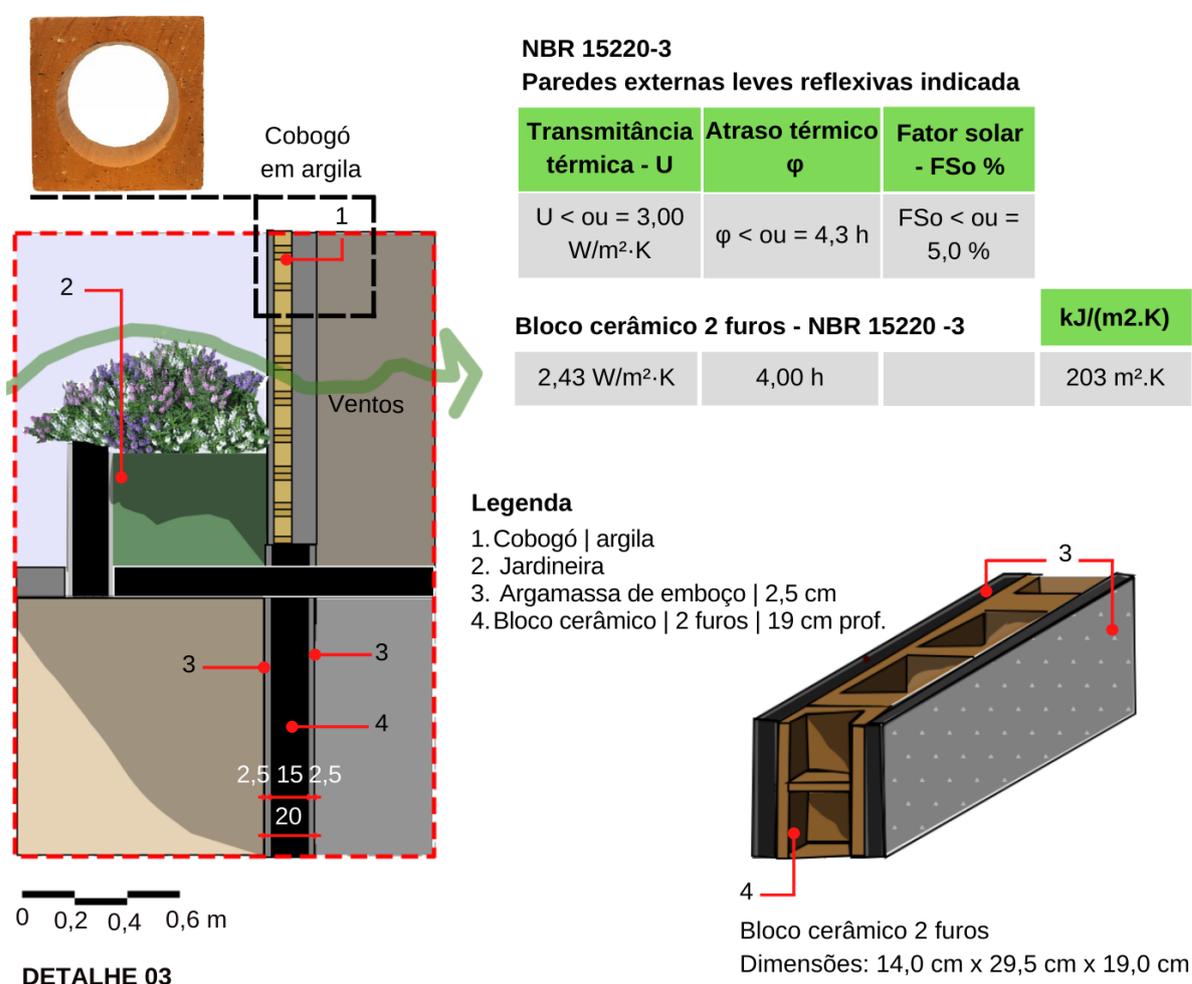
As estratégias bioclimáticas utilizadas na edificação estão aplicadas no croqui síntese da Figura 83. A Figura mostra o corte no sentido longitudinal à edificação e a partir dela é possível ver a permeabilidade dos ventos advinda da fachada Sul. O uso de gradil nesta fachada foi pensado por ser a principal fonte de entrada de ventilação para o terreno, visto que a orientação Leste está ocupada por edificações. Esse fluxo de vento também está representado dentro da edificação de forma a simular a ventilação cruzada priorizada no eixo Sul - Norte. Além disso, o croqui também mostra a posição do sol nos horários de 10 h pela manhã e 12 h, 14h e 16 h no período da tarde para os solstícios de verão e inverno. A representação do sol na Figura 83 mostra em vermelho o sol sendo bloqueado, seja pela dimensão dos beirais ou de elementos externos da edificação. A Figura 83 também mostra a escolha da bananeira como laternativa para o uso da estratégia bioclimática de resfriamento evaporativo, por ser uma espécie muito utilizada em bacias de evapotranspiração, pela grande capacidade de retirar a umidade do solo e distribuir para a atmosfera.

**Figura 83** – Croqui síntese de estratégias bioclimáticas



A Figura 84 mostra os valores de transmitância e atraso térmico das paredes externas leves e reflexivas da edificação, conforme indica a NBR 15220-3 para a zona bioclimática 5, bem como a capacidade térmica. Desse modo, as paredes da edificação estão dentro dos parâmetros normativos, de forma que a transmitância térmica é menor que 3,00 e o atraso térmico menor que 4,3 h. Logo o bloco cerâmico escolhido possui 2 furos, cujas dimensões são 14 cm de largura, 29,5 cm de comprimento e 19 cm de altura com argamassa de emboço de 2,5 cm. Além disso, a Figura 84 mostra o tipo de cobogó de argila escolhido para a edificação.

**Figura 84 – Detalhe parede, leve reflexiva**

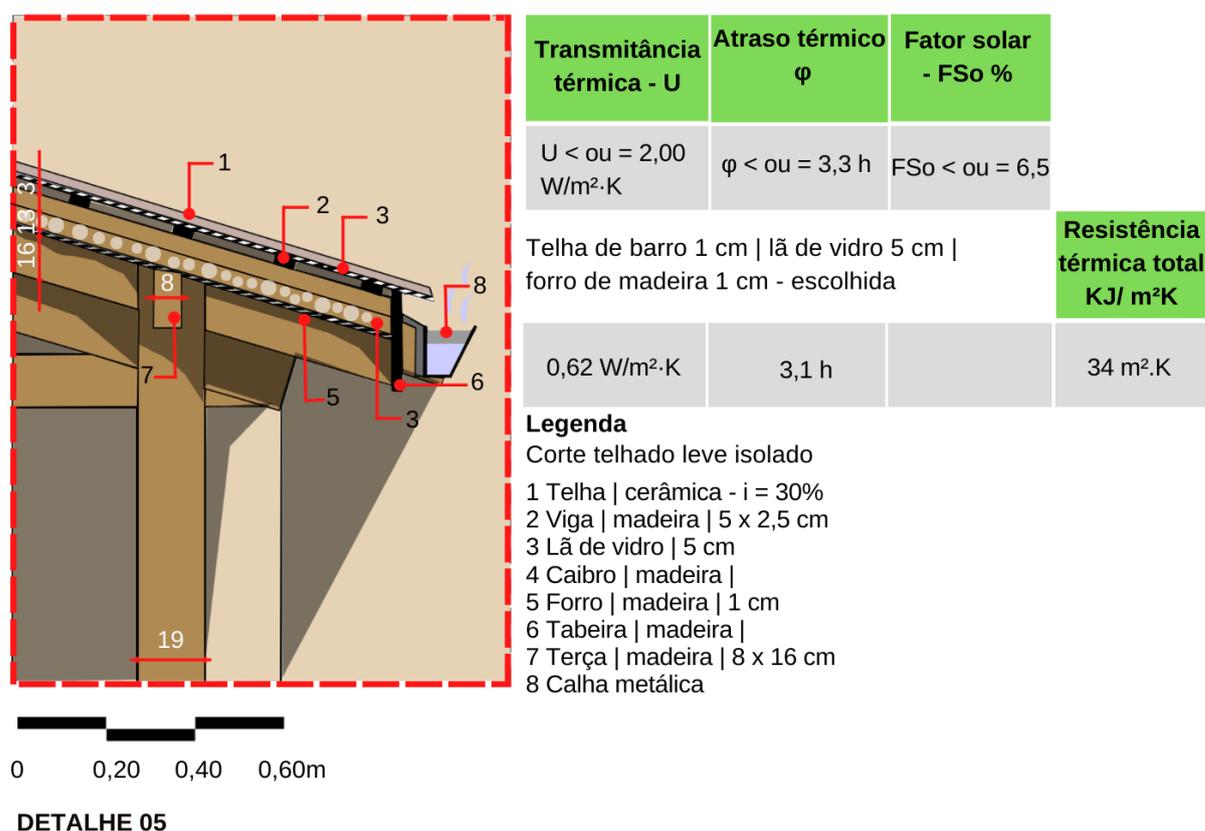


Fonte: Adaptado de NBR 15220-3 (2005), Autoria própria (2022).

A Figura 85, por sua vez, mostra o detalhe da cobertura leve isolada, conforme valores indicados pela norma NBR 15220-3 para a zona bioclimática 5. Logo, a cobertura recebeu telha de barro de 1 cm de espessura e isolamento térmico com lã de vidro de 5 cm. A estrutura foi finalizada com a criação de forro de madeira

com mesma inclinação de 30% do telhado. Os valores de transmitância e atraso térmico estão dentro dos parâmetros normativos estabelecidos, de forma que a transmitância térmica do conjunto escolhido,  $U = 0,62$ , é menor que o recomendado de  $U < \text{ou} = 2,00$ , e atraso térmico,  $\phi = 3,1$ , também está abaixo do recomendado de  $\phi < \text{ou} = 4,3$ .

**Figura 85** – Detalhe cobertura, leve isolada

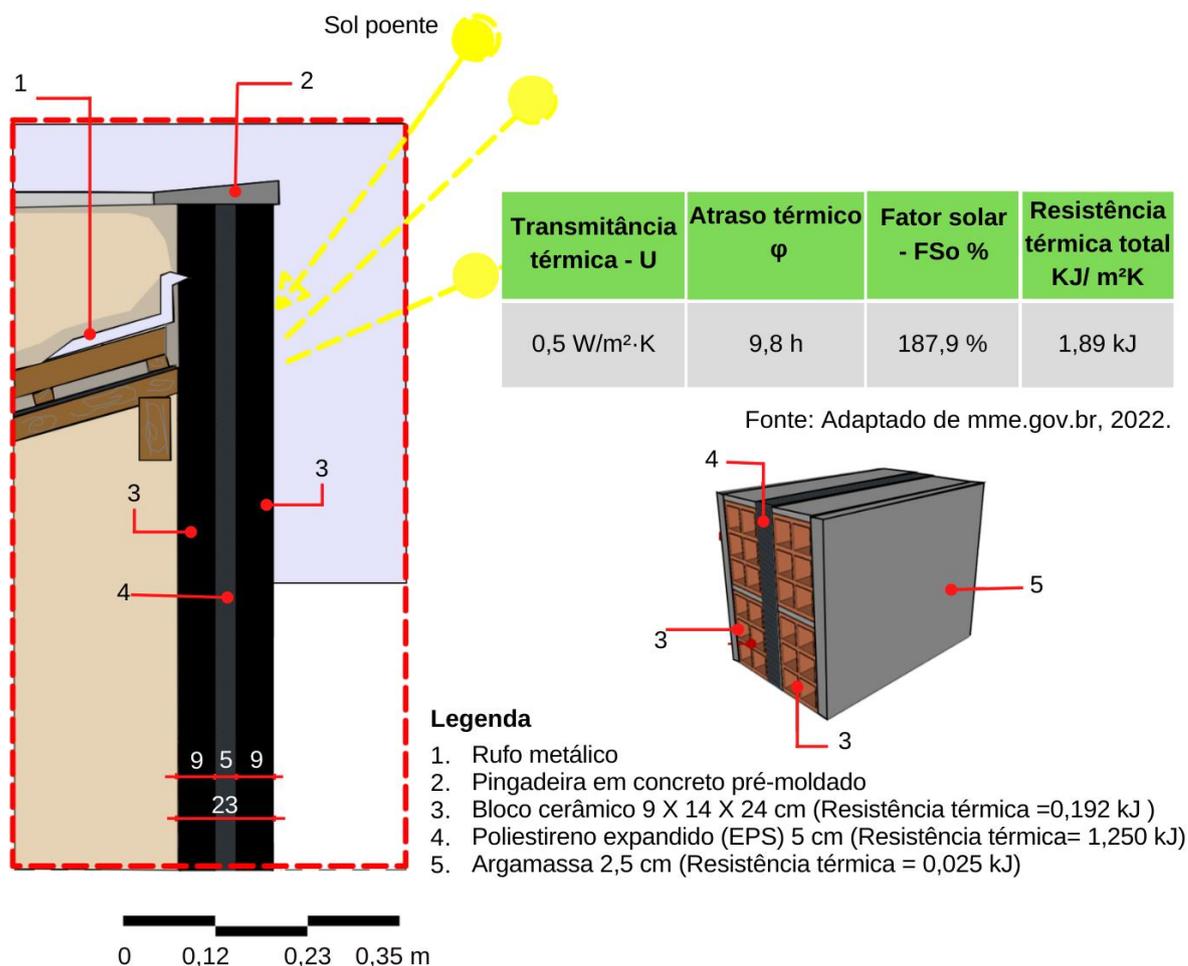


Fonte: Autoria própria (2022).

A Figura 86 mostra o detalhe da parede orientada à Oeste. Essa parede, por receber elevada incidência térmica no período vespertino ao longo de todo o ano, possui um tratamento diferenciado. Dessa forma, a espessura total da parede é maior que as demais, por desempenhar a função de diminuir as altas temperaturas que a fachada Oeste receberá. A resolução da estrutura da parede foi realizada através da calculadora de materiais da plataforma PROJETEEE, por não haver parâmetro de isolamento térmico para a zona bioclimática 5. Logo, foi adotada uma parede sanduiche de blocos com uma camada de material isolante entre eles. O material isolante escolhido foi o EPS de 5 cm de espessura e os blocos cerâmicos de 9 cm de espessura cada, totalizando um conjunto de 23 cm, capaz de desempenhar um atraso

térmico de 9,8 horas, com uma transmitância térmica de 0,5 w/m<sup>2</sup>.k, além de resistência térmica de 1,89 kj/m<sup>2</sup>k.

**Figura 86 – Detalhe parede oeste isolada**



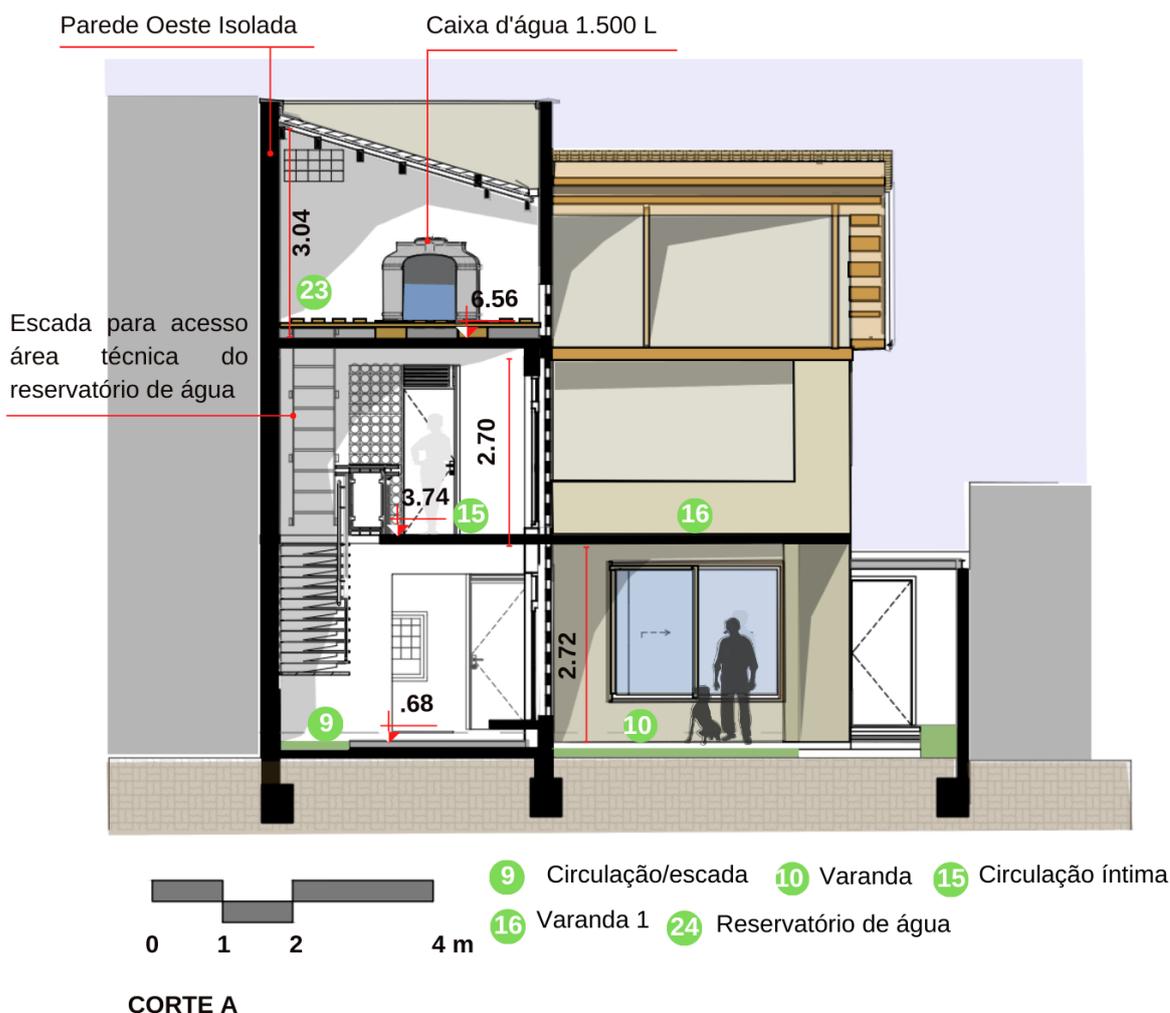
#### DETALHE 04

Fonte: Adaptado de mme.gov.br (2022). Autoria própria (2022).

A Figura 87, mostra o corte A que passa de forma transversal à edificação. Ele corta os espaços da circulação/ escada (9) e varanda (10), essa última localizada no pátio interno, e ambos estão localizados no mesmo nível do 1º Pavimento. Já o 2º Pavimento, o corte passa pela circulação íntima e varanda 1 (16). O corte também passa pelo reservatório de água e mostra uma das caixas d'água com capacidade de 1.500 L, além disso, o corte indica a localização da parede que está orientada à Oeste e que recebe, por sua vez, tratamento para isolamento térmico. Além disso, o corte também mostra a solução adotada para maior captação de ventilação natural exercida pela parede que separa os ambientes internos da parte externa. Essa parede é

formada por cobogós em toda a sua extensão, ela também proporciona entrada de ventilação e controle da iluminação natural.

**Figura 87 - Corte A**



Fonte: Autoria própria (2022).

A Figura 88 mostra o corte B que passa pela edificação no sentido longitudinal no sentido Norte a Sul. O corte foi seccionado em duas partes, a primeira mostra que o corte passa por todo o terreno e o segundo limita-se à extensão da edificação de forma a obter uma versão mais aproximada do corte B. Esse corte passa pelo bicicletário (3), lavabo (8), sala de estar/TV (9), circulação/escada (9), cozinha (12) e lavanderia (13) do 1º Pavimento. Já o 2º Pavimento o corte passa pelos ambientes da varanda 2 (20), quarto 2 (18), circulação íntima (15), suíte casal (21), wc casal (22) e varanda casal (23). Além disso, o corte também passa pelo reservatório de água (23). As soluções arquitetônicas encontradas para ampliar a

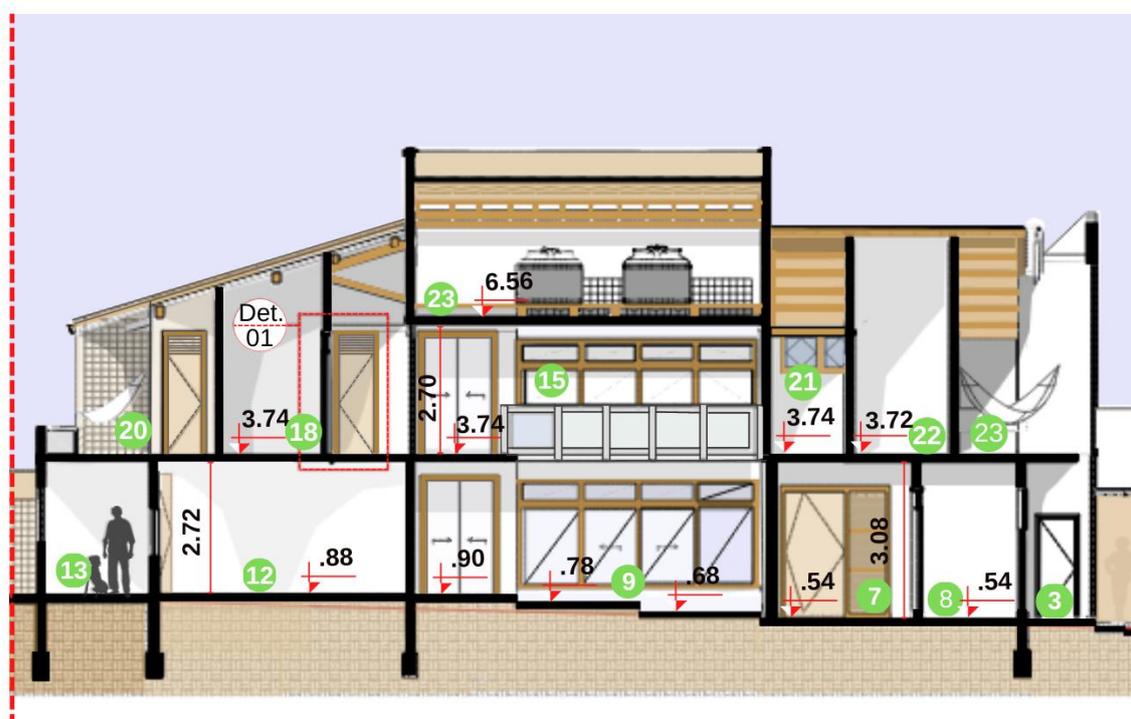
ventilação cruzada nos espaços internos foram realizadas pelas bandeiras das portas. Os detalhamentos das portas com bandeiras foram expostos no detalhamento 1. O corte B também mostra a solução topográfica encontrada para o terreno da edificação que é em acive.

Figura 88 - Corte B



0 1 2 4 m

CORTE B



0 1 2 4 m

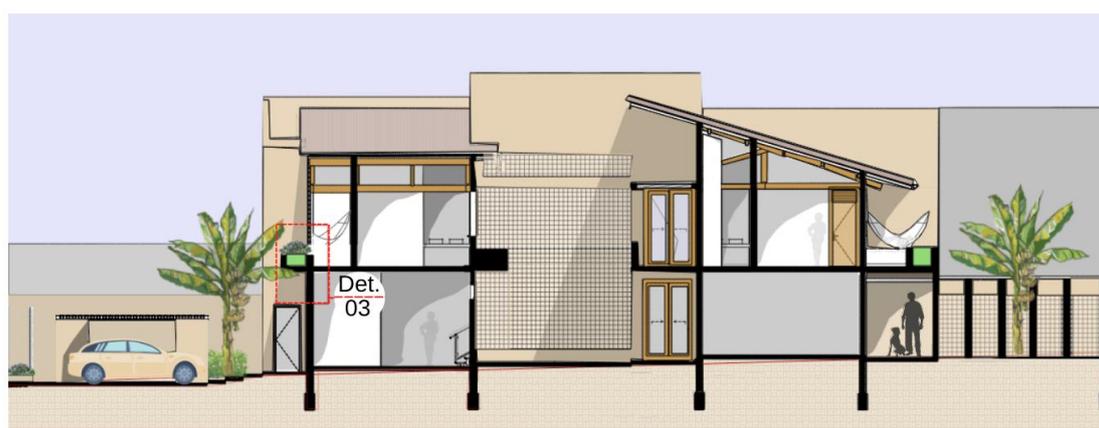
CORTE B

- 3 Bicletário
- 7 Sala de estar/TV
- 8 Lavabo
- 9 Circulação/escada
- 12 Cozinha
- 13 Lavanderia
- 15 Circulação íntima
- 18 Quarto 2
- 20 Varanda 2
- 21 Suite casal
- 22 Wc casal
- 23 Varanda casal

Fonte: Autoria própria

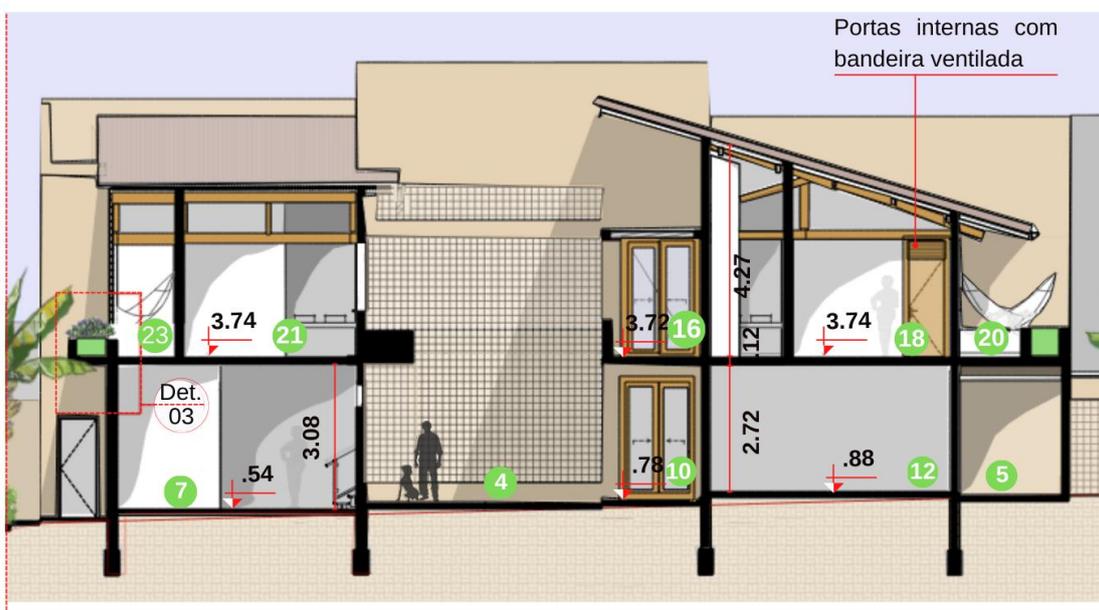
A Figura 89 mostra o corte C da edificação. Esse corte passa pela edificação longitudinalmente no sentido Sul - Norte e cortam os ambientes da sala (7), do jardim lateral (4) ou do pátio interno, da cozinha (12) e do gourmet (5) no 1º Pavimento. Já no 2º Pavimento, o corte passa pela varanda do casal (23), suíte casal (21), varanda 1 (16), quarto 2 (18) e varanda 2 (20). Esse corte mostra a identificação do detalhamento 03 que aborda as diretrizes bioclimáticas das paredes da edificação.

Figura 89 – Corte C



0 1 2 4 m

CORTE C



0 1 2 4 m

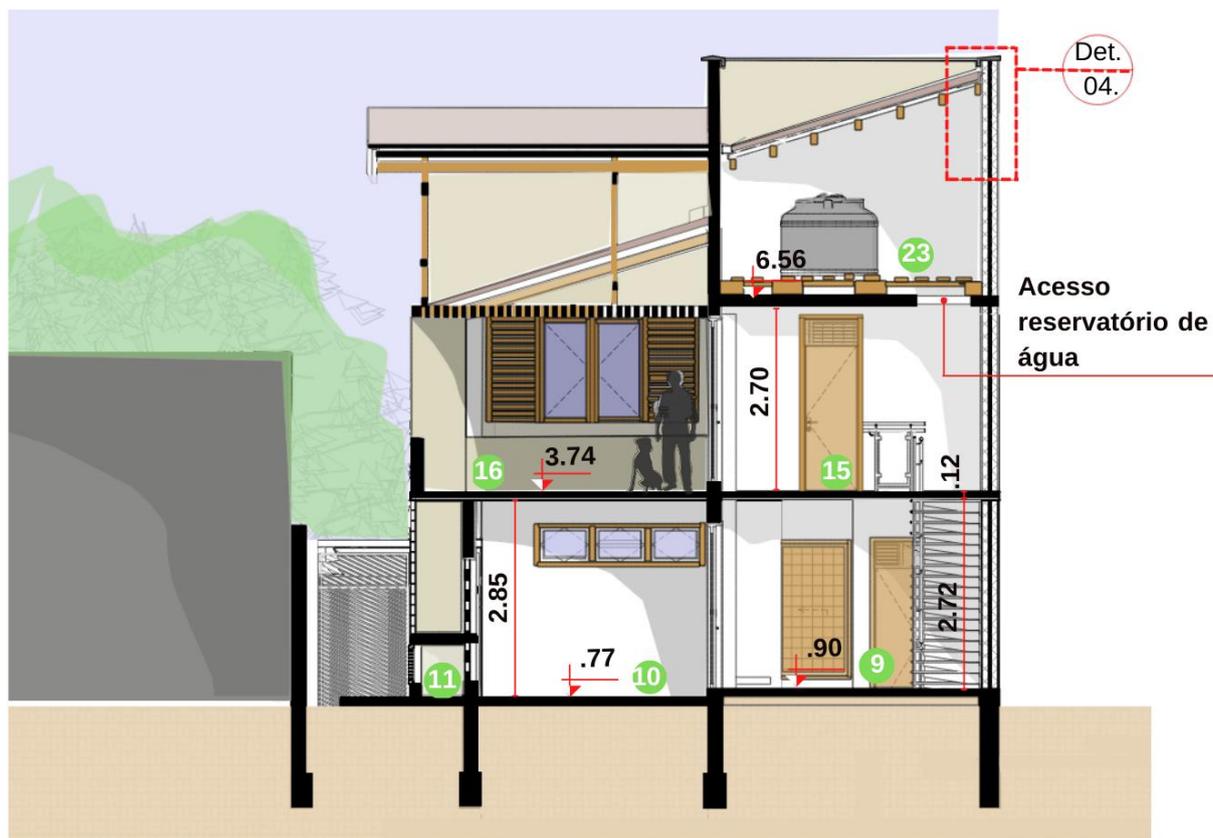
CORTE C

- 4 Jardim lateral
- 5 Área gourmet
- 7 Sala de estar/TV
- 10 Varanda
- 12 Cozinha
- 16 Varanda 1
- 18 Quarto 2
- 20 Varanda 2
- 21 Suíte casal
- 23 Varanda casal

Fonte: Autoria própria (2022).

A Figura 90 mostra o corte D que passa pela edificação no sentido transversal. O corte passa pelos ambientes da casa do gás (11), cozinha (10), circulação/escada (9), no 1º Pavimento. Já no 2º Pavimento, os ambientes que o corte passa são a varanda (16) e a circulação íntima (15). Além disso o corte também mostra o pavimento que está localizado o reservatório de água (23), bem como da identificação do detalhamento 4 que aborda a especificação da parede isolada.

Figura 90 – Corte D



0 1 2 4 m

9 Circulação/escada 10 Varanda 11 Casa do gás 15 Circulação íntima  
16 Varanda 1 23 Reservatório de água

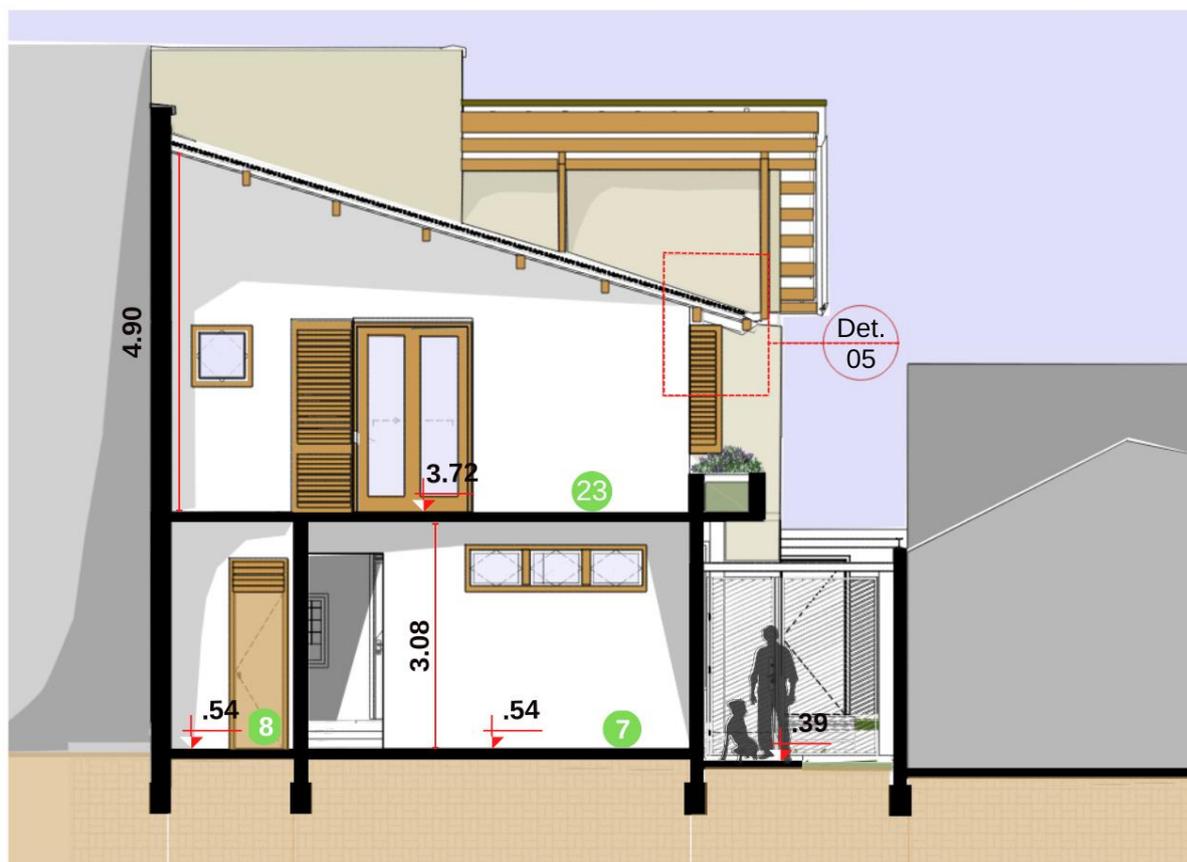
CORTE D

Fonte: Autoria própria (2022).

A Figura 91 mostra o corte E que passa pela edificação no sentido transversal. Esse corte passa pelo lavabo (8) e sala (7) do 1º Pavimento, além da varanda do casal (23) do 2º Pavimento. Além disso, o corte mostra a identificação do detalhamento 05 que aborda as especificações bioclimáticas para a cobertura da edificação. A Figura 91 também mostra a criação de esquadria com veneziana para permitir a entrada de ventilação dentro da suíte do casal de forma mais segura e o

uso de janelas com peitoril alto na sala para captar ventilação natural advinda do pátio interno sem comprometer o uso da parede para os eletrônicos, como a televisão.

Figura 91 – Corte E



7 Sala de estar/TV 8 Lavabo 23 Varanda casal

CORTE E

Fonte: Autoria própria (2022).

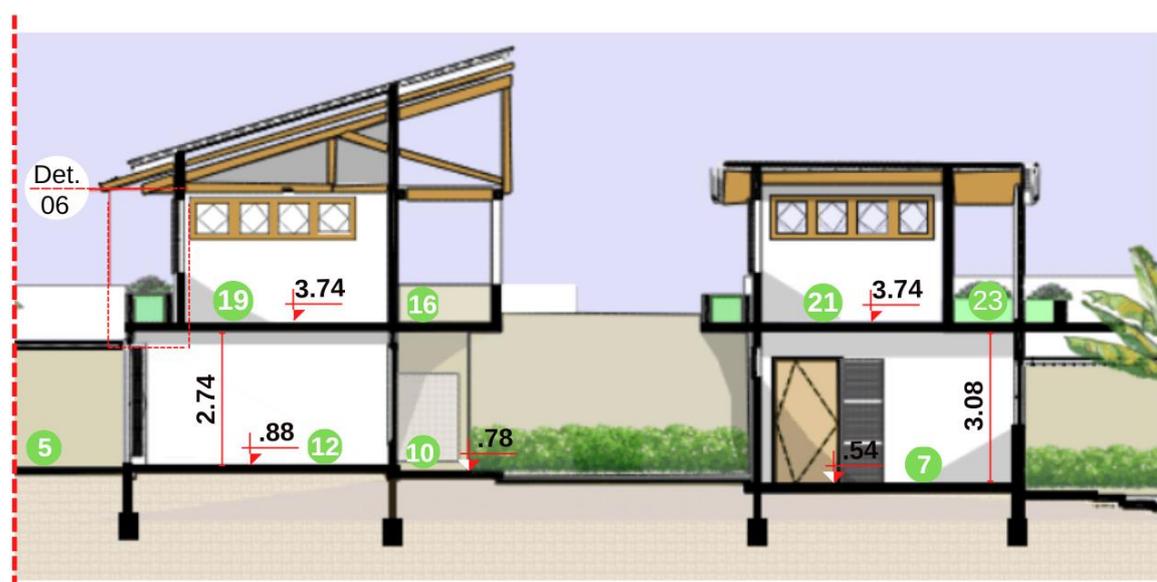
A Figura 92 mostra o Corte F que passa no sentido longitudinal à edificação de Norte a Sul. A primeira imagem da Figura 92 mostra a totalidade da edificação no terreno e com isso é possível ver a solução encontrada para o acíve. A segunda imagem, por sua vez, mostra o corte ampliado e limitado à edificação. Ele passa pelos ambientes da área gourmet (5), cozinha (12), varanda 1 (10), sala de estar/TV (7) do 1º Pavimento, quarto 1 (19), varanda 1 (16), suíte casal (21) e varanda casal (23) do 2º Pavimento. Além disso, o corte passa pelo jardim interno e traz a indicação do detalhe 06 que se refere às especificações do tipo de vidro utilizado e esquadrias. A

Figura 92 também é possível visualizar as esquadrias altas nos dormitórios orientados a Leste para maior captação de ventilação natural.

Figura 92 – Corte F



0 1 2 4 m  
CORTE F

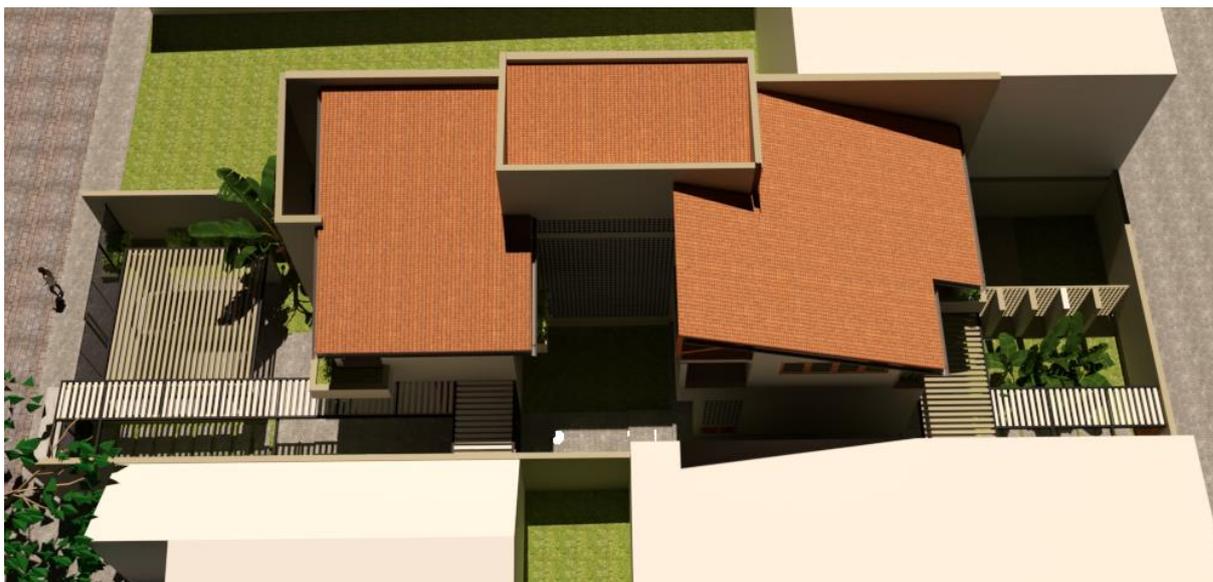


5 Área gourmet    7 Sala de estar/TV    10 Varanda    12 Cozinha  
16 Varanda 1    19 Quarto 1    21 Suite casal    23 Varanda casal

0 1 2 4 m  
CORTE F APROXIMADO

Fonte: Autoria própria (2022).

A Figura 93 mostra a perspectiva renderizada da edificação do ponto de vista aéreo. Assim, a Figura 93 mostra a cobertura da edificação com suas respectivas inclinações, além disso, mostra a volumetria da edificação, bem como dos espaços externos com inserção das bananeiras, expostas tanto na fachada Norte, quanto na Fachada Sul.

**Figura 93 – Perspectiva aérea**

Fonte: Autoria própria (2022).

A Figura 94 mostra a perspectiva renderizada da fachada Sul. A fachada Sul possui permeabilidade visual em relação ao lote através dos portões, isso também estimula a caminhabilidade e auxilia na sensação de segurança ao entorno imediato, além de possibilitar a passagem da ventilação sem bloqueios.

**Figura 94 – Perspectiva Sul**

Fonte: Autoria própria (2022).

A Figura 95 mostra a perspectiva renderizada da fachada Norte vista da parte externa da edificação. A Figura 95 mostra o acesso secundário à edificação que dá acesso à varanda gourmet e conseqüentemente à cozinha. Ela também permite visualizar os cobogós que foram inseridos no muro de forma a permitir a entrada de parte da ventilação natural.

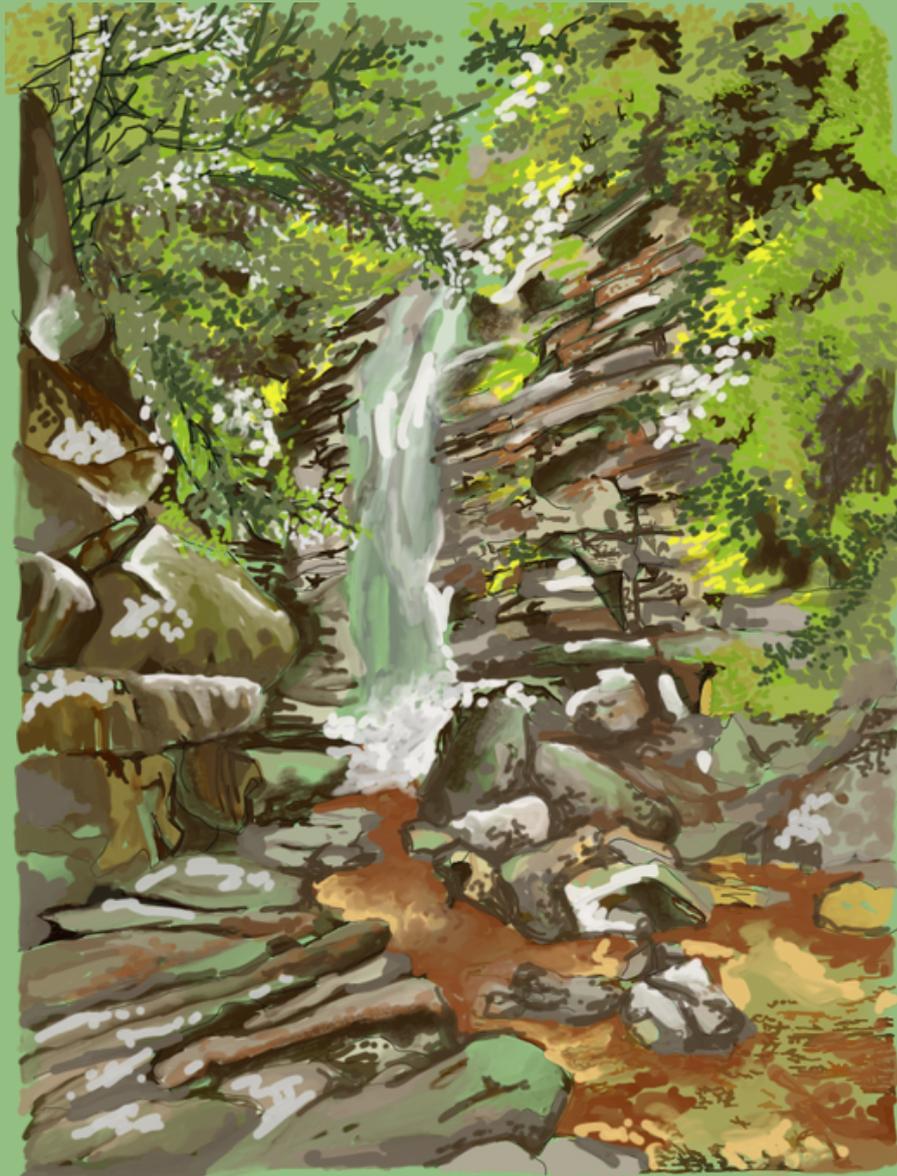
**Figura 95** – Perspectiva renderizada Norte



Fonte: Autoria própria (2022).



# CACHOEIRA DO MOSQUITO



AUTORIA PRÓPRIA

#### 4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral foi a aplicação das diretrizes e estratégias bioclimáticas da NBR 15220-3 em uma residência que foi projetada segundo esses apontamentos norteadores. A ferramenta se mostrou bastante útil e permitiu maior segurança nas decisões de projeto, principalmente por Seabra não possuir estação meteorológica própria e esse desafio impossibilitar a elaboração de um estudo mais aprofundado das estratégias bioclimáticas segundo o clima local. Além disso, o uso do programa de simulação de ventilação foi importante para trazer maior segurança no posicionamento das aberturas, visto que a Norma indica a porcentagem em relação ao piso e não a sua localização.

Além disso, a metodologia adotada, no que se refere à criação de quadros síntese com aplicação de estratégias bioclimáticas na arquitetura, possibilitou a ampliação de soluções projetuais e se mostrou elemento norteador, o que conferiu maior agilidade, além de segurança nas decisões de projeto. O projeto utilizou principalmente as estratégias bioclimáticas para resfriamento e resfriamento evaporativo.

Outra ferramenta que facilitou o entendimento da aplicação das estratégias bioclimáticas nas residências foram as análises das edificações referências. Cada uma complementou o entendimento da aplicação das estratégias bioclimáticas de forma diferente, no entanto, a residência bioclimática de Viggiano em Brasília foi mais completa e racionalizou inclusive o uso de cor mais escura em pontos estratégicos. As demais residências exploraram outros elementos importantes, como a orientação das janelas para captação dos ventos dominantes e o recuo dos ambientes de maior permanência da parede com incidência solar direta. Essa estratégia foi apontada na Residência C, do escritório Lins Arquitetos Associados, quando foram criados painéis permeáveis deslocados da parede dos quartos e na Residência de Nivaldo Borges, elaborada por Lelé, quando são utilizadas varandas anteriormente aos ambientes de permanência prolongada.

Algumas dessas estratégias foram referência na elaboração da residência bioclimática para Seabra, principalmente nas decisões iniciais de projeto quando foram realizados estudos de orientação solar e ventilação do terreno.

A configuração do terreno escolhido é estreita e bastante comprida, o que impossibilitou algumas experimentações, mas através de situações-problema mais desafiadoras foi possível racionalizar sobre questões de conforto. Dessa forma, a escolha de fechar as edificações para a orientação oeste foi pensada para diminuir a carga térmica incidente dessa orientação. Logo, para amenizar a transmitância do calor pelo material, nesta fachada, foram locados os ambientes de baixa permanência, como os banheiros, a área de serviço e a cozinha e para diminuir essa carga térmica foi decidido o isolamento da parede.

Essas estratégias simples já trouxeram soluções para o conforto térmico da edificação e associadas a outras estratégias adotadas pela edificação, a residência bioclimática conseguirá trazer boas soluções para as edificações da cidade de Seabra.

# MORRO DO PAI INÁCIO

CHAPADA  
DIAMANTINA

PALMEIRAS



AUTORIA PRÓPRIA

## REFERÊNCIAS

ALVARES, Clayton Alcarde; STAPE, José Luiz; SENTELHAS, Paulo Cesar; GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; SPAROVEK, Gerd. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, volume 22, N. 6, p. 711-728, January, 2014.

"**Residência C / Lins Arquitetos Associados**" 25 Jun 2021. ArchDaily Brasil.

Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/931480/residencia-c-lins-arquitetos-associados>. Acesso em: 07.05.2022

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações Parte 3: **Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro, p. 30. 2005.

BAHIA, Governo da. **Elaboração do Plano Estadual de Manejo de Águas Pluviais e Esgotamento Sanitário – PEMAPES**: Primeiro Bloco Tomo II- Diagnóstico e Levantamentos, Volume 12 – RDS 3 – Chapada Diamantina, Texto. GEOIDRO, 2011. Disponível em: <http://www.sih.ba.gov.br/arquivos/File/RDS3ChapadaDiamantina.pdf>, Acesso em: 05.05.2022.

BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Christhina. **Ventilação Natural em Edificações**. Rio de Janeiro: PROCEL EDIFICA –Eficiência energética em edificações. 2010.

BOGO, Almicar *et al.* **Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico**. Florianópolis: [s.n], 1994. Disponível em: [https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/relatorios\\_pesquisa/RP\\_Bioclimatologia.pdf](https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/relatorios_pesquisa/RP_Bioclimatologia.pdf) Acesso em: 01.04. 2021.

CAMARGO - SCHUBERT ENGENHARIA EÓLICA (Bahia) et al. Atlas Eólico: Bahia. Bahia: Camargo Schubert, 2013. atlas. Escala 1:3 300 000. Disponível em: [http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas\\_eolico/atlaseolicobahia2](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/atlaseolicobahia2).

Acesso em: 07.05.2022.

CHAPADANEWS. **Seabra: Embasa divulga nota pedindo a população para economizar e armazenar água.** 2021 Disponível em: <https://www.chapadanews.com/seabra-embasa-divulga-nota-pedindo-a-populacao-para-economizar-e-armazenar-agua/>. Acesso em: 02.11.2022.

CLIMA. *In:* Priberam. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/clim%C3%A1ticos>. 2021. Acesso em: 17.03.2022

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os trópicos.** 2ª edição. Rio de Janeiro: Revan, 2009.

CORREIA, Wevila Fontes Brandão. **Arquitetura e Clima no Contexto do Sertanejo Semiárido:** Estratégias Bioclimáticas para Cidade de Mata Grande – AL. Orientador: Drª Gianna Melo Barbirato. Dissertação (Mestrado). Curso de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/5508>. Acesso em: 08.03.2022

EMBASA. **Embasa finaliza obra para ampliar oferta de água em Seabra.** Disponível em: <https://www.embasa.ba.gov.br/index.php/conteudo-multimedia/noticias/3364-embasa-finaliza-obra-para-ampliar-oferta-de-agua-em-seabra>. Acesso em: 02.11.2022.

EMBASA. **Guia do usuário.** 2019. Disponível em: [https://www.embasa.ba.gov.br/images/documents/1121/20190411\\_REV\\_GuiaDoUsuario.pdf](https://www.embasa.ba.gov.br/images/documents/1121/20190411_REV_GuiaDoUsuario.pdf) Acesso em: 02.11.2022

ELETROBRAS. **Diretrizes para Obtenção de Classificação Nível A para Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas.** 2014.

LAMBERTS, Roberto; MACIEL, Alexandra Albuquerque. UFSC, (s.d.). **Analysis SOL-AR.** Programa que fornece a carta solar para as latitudes indicadas. Disponível em: <https://labeee.ufsc.br/downloads/software/analysis-sol-ar>. Acesso em: 07.05.2022.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3ª ed. Eletrobrás/PROCEL, 2014. Disponível em: <http://labeee.ufsc.br/publicacoes/livros>. Acesso em: 18.02.2022.

FERNANDES, Júlia Teixeira. **Código de obras e edificações do DF: inserção de conceitos bioclimáticos, conforto térmico e eficiência energética**. Orientador: Dr. Marta Adriana Bustos Romero. Dissertação (Mestrado). Curso de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2009. Disponível em: <https://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-96223/codigo-de-obras-e-edificacoes-do-df--insercao-de-conceitos-bioclimaticos-conforto-termico-e-eficiencia-energetica>. Acesso em: 10.03.2022.

FRACALOSSI, Igor "**Clássicos da Arquitetura: Residência Nivaldo Borges / João Filgueiras Lima**" 18 Nov 2013. ArchDaily Brasil. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-154649/classicos-da-arquitetura-residencia-nivaldo-borges-slash-joao-filgueiras-lima> ISSN 0719-8906. Acesso em: 5 Set 2022.

FRANCISCO, Wagner de Cerqueira e. **Sub-regiões do Nordeste**. (s.n.). Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/brasil/as-subregioes-nordeste.htm>. Acesso em: 02.05.2022.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GALVANI, Emerson. **Massas de ar, Climas do Brasil e Classificação Climática**. São Paulo: USP, 2020. Color. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/folder/view.php?id=2835870>. Acesso em: 01.05.2022.

GIVONI, Baruch. **Climate Considerations in Building and Urban Design**. New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto: John Wiley & Sons, Inc, 1998.

\_\_\_\_\_. **Passive and low energy cooling of buildings**. New York: Van Nostrand Reinhold publishing company, 1994.

HOLANDA, Armando. **Roteiro para construir no Nordeste**: Arquitetura como lugar ameno nos trópicos ensolarados. Recife: (s.n.), 1976.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Monografias municipais: Nordeste/Bahia Seabra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2980/momun\\_ne\\_ba\\_seabra.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2980/momun_ne_ba_seabra.pdf). Acesso em: 07.04.2022

\_\_\_\_\_. **Catálogo**. (s.i.) IBGE, 2017 Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=449857&view=detalhes#:~:text=O%20Planalto%20da%20Borborema%2C%20situado,rede%20hidrogr%C3%A1fica%20e%20nos%20climas>. Acesso em: 02.05.2022.

MARTINS, Tathiane Agra de Lemos *et al.* Contribuição ao zoneamento bioclimático brasileiro: reflexões sobre o semiárido nordestino. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 59-75, abr. 2012.

NASCIMENTO, Tarley Ferreira; LUIZ, Gislane Cristina; OLIVEIRA, Ivanilton José de. Panorama dos sistemas de classificação climática e as diferentes tipologias climáticas referentes ao estado de Goiás e ao Distrito Federal (Brasil). **Élisée, Rev. Geo. UEG**, v.5, n.2, jul./ dez, 2016. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/elisee/article/view/5769>. Acesso em: 18.03.2022

NIMER, Edmon. **Um modelo metodológico de classificação de climas**. Rio de Janeiro, 1979.

KOENIGSBERGER, O. H.; INGERSOLL, T. G.; MAYHEW, Alan; SZOKOLAY, S. V.. **Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales**. Madrid: PARANINFO AS, 1977.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: FIBGE, 1989.

OLGYAY, Victor. **Design with climate**: bioclimatic approach to architectural regionalism-annotated. New Jersey: Princeton University Press, 1963.

PROJETEEE – PROJETANDO EDIFICAÇÕES ENERGETICAMENTE EFICIENTES.

**Envelope de Alta Inércia Térmica.** (s.d.). Disponível em:

[http://www.mme.gov.br/projeteee/implementacao/envelope-de-alta-inercia-](http://www.mme.gov.br/projeteee/implementacao/envelope-de-alta-inercia-termica/?cod=itr)

[termica/?cod=itr](http://www.mme.gov.br/projeteee/implementacao/envelope-de-alta-inercia-termica/?cod=itr). Acesso em: 11.04.2022.

-----. **Inércia térmica para aquecimento.** 2005. Disponível em:

<http://www.mme.gov.br/projeteee/estrategia/inercia-termica-para-aquecimento/>.

Acesso em: 11.04.2022.

-----. **Inércia térmica para resfriamento.** 2005. Disponível em:

[http://www.mme.gov.br/projeteee/estrategia/inercia-termica-para-](http://www.mme.gov.br/projeteee/estrategia/inercia-termica-para-resfriamento/#:~:text=A%20alta%20in%C3%A9rcia%20t%C3%A9rmica%20%C3%A9,edif%C3%ADcios%20com%20pequena%20in%C3%A9rcia%20t%C3%A9rmica.)

[resfriamento/#:~:text=A%20alta%20in%C3%A9rcia%20t%C3%A9rmica%20%C3%A9,edif%C3%ADcios%20com%20pequena%20in%C3%A9rcia%20t%C3%A9rmica.](http://www.mme.gov.br/projeteee/estrategia/inercia-termica-para-resfriamento/#:~:text=A%20alta%20in%C3%A9rcia%20t%C3%A9rmica%20%C3%A9,edif%C3%ADcios%20com%20pequena%20in%C3%A9rcia%20t%C3%A9rmica.)

Acesso em: 11.04.2022.

-----. **Resfriamento Evaporativo.** 2005. Disponível em:

<http://www.mme.gov.br/projeteee/estrategia/resfriamento-evaporativo/>. Acesso em:

11.04.2022.

-----. **Ventilação.** 2005. Disponível em:

<http://www.mme.gov.br/projeteee/estrategia/ventilacao-natural/>. Acesso em:

11.04.2022.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano.** Brasília: Copymarket.Com, 2000.

RORIZ, M. **Zoneamento Bioclimático do Brasil. São Carlos:** UFSCar, 2004.

Programa que fornece a classificação bioclimática das sedes dos municípios brasileiros e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.

Disponível em: <https://labeee.ufsc.br/downloads/software/zbbbr>. Acesso em: 07.05.2022.

SEI – SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA.

**Território de Identidade:** Chapada Diamantina. 2021. Disponível em:

[https://www.sei.ba.gov.br/images/informacoes\\_por/territorio/indicadores/pdf/chapada\\_diamantina.pdf](https://www.sei.ba.gov.br/images/informacoes_por/territorio/indicadores/pdf/chapada_diamantina.pdf). Acesso em: 04.05.2022.

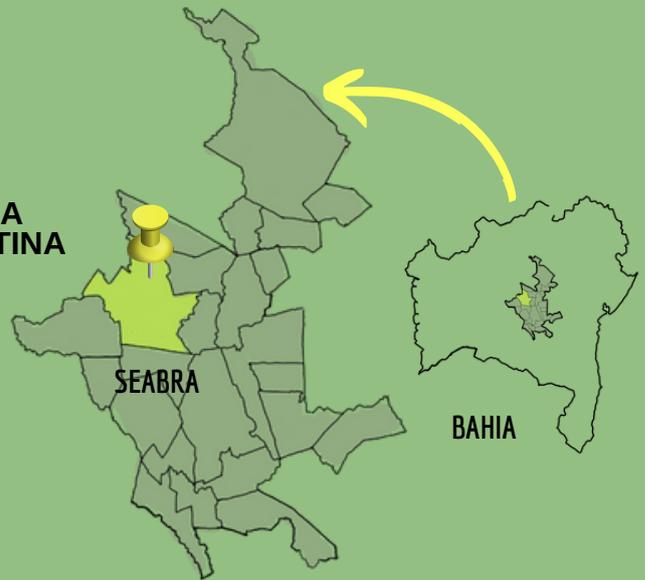
STOUHI, Dima. **O que é uma torre de vento?** 2021. Traduzido por: Rafaella Bisineli. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/971476/o-que-e-uma-torre-de-vento>. Acesso em: 11.04. 2022.

----- **Ventilação natural e seus usos em diferentes contextos** 2021. Traduzido por: Rafaella Bisineli. Disponível em: [https://www.archdaily.com.br/br/964055/ventilacao-natural-e-seu-uso-em-diferentes-contextos?ad\\_source=search&ad\\_medium=projects\\_tab&ad\\_source=search&ad\\_medium=search\\_result\\_all](https://www.archdaily.com.br/br/964055/ventilacao-natural-e-seu-uso-em-diferentes-contextos?ad_source=search&ad_medium=projects_tab&ad_source=search&ad_medium=search_result_all). Acesso em: 11.04. 2022.

VIGGIANO, Mário Hermes. **Relatório técnico do projeto casa autônoma**: memorial descritivo. Brasília: [s.n.], 2003. Editado por André Quicé.

VILELA, Adalberto. **A casa na obra de João Filgueiras Lima Lelé**. 2011. 358 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Sergipe, Brasília, 2011.

CHAPADA  
DIAMANTINA



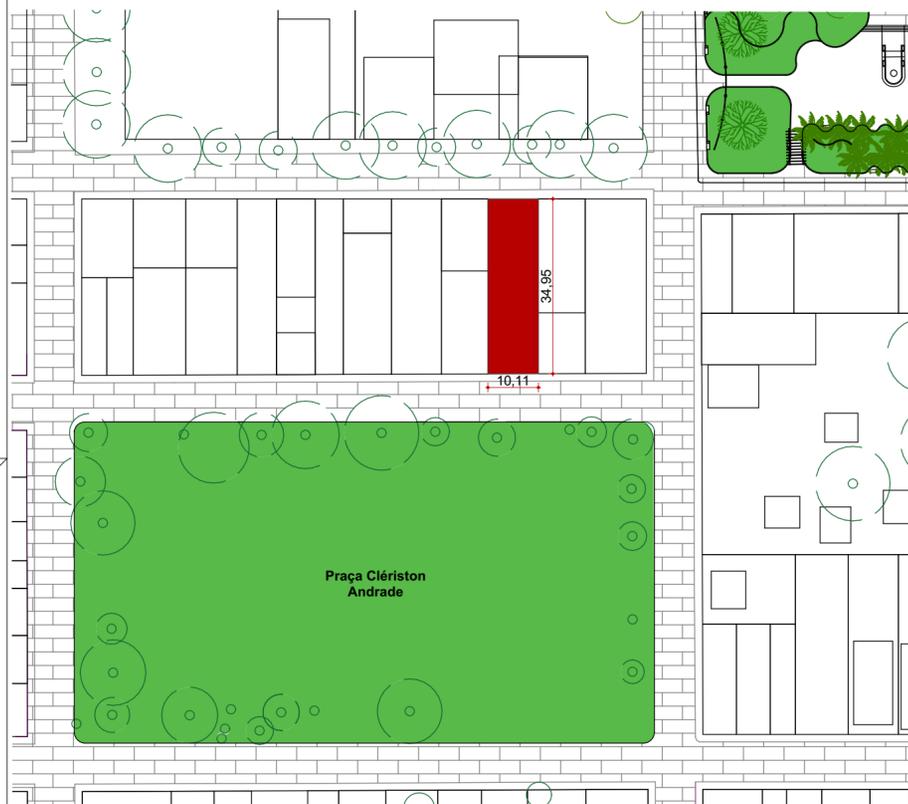
SEABRA

BAHIA

# EDIFICAÇÃO BIOCLIMÁTICA

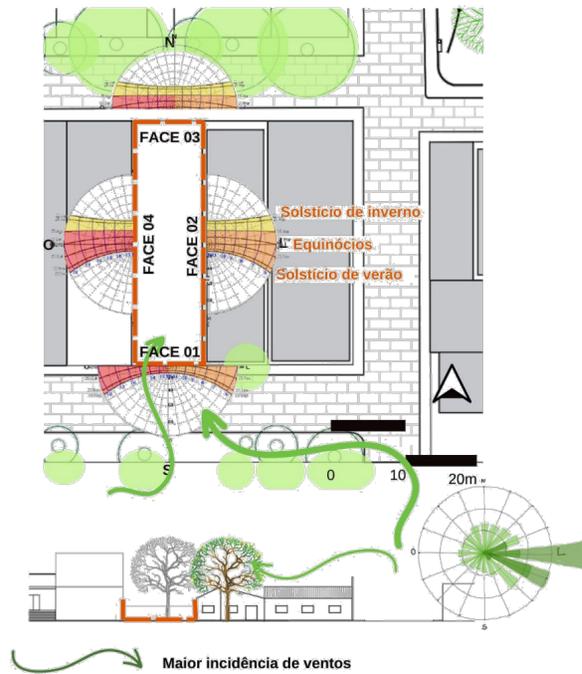


AUTORIA PRÓPRIA

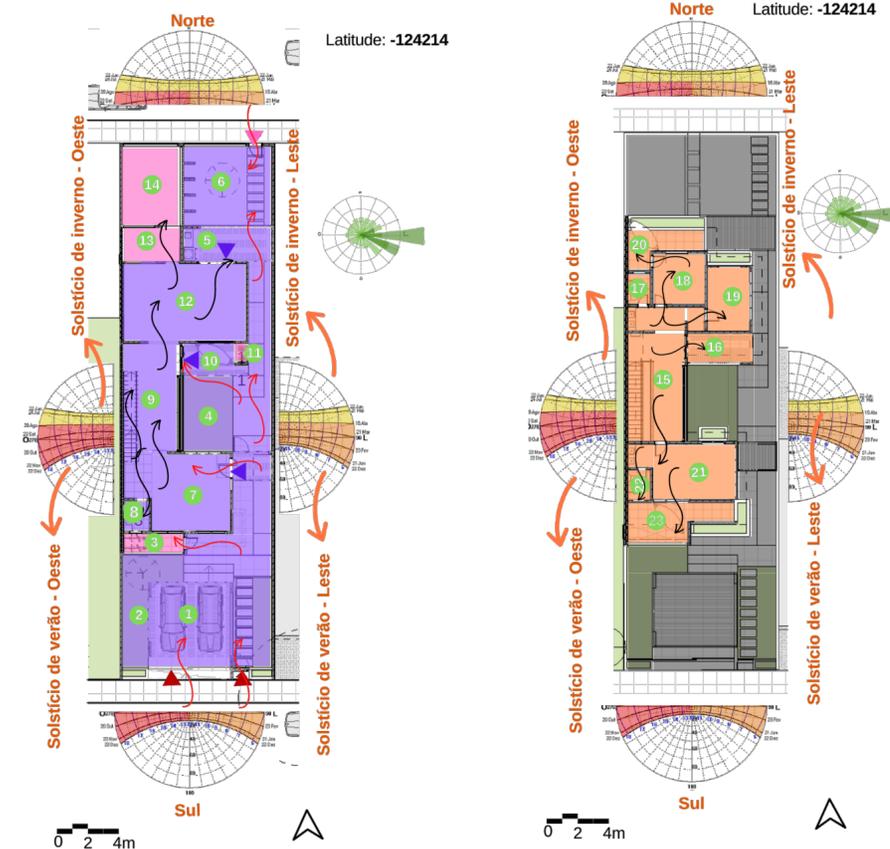


**1 PLANTA DE SITUAÇÃO**

ESCALA: 1:1000



**2 INCIDÊNCIA SOLAR E VENTOS**

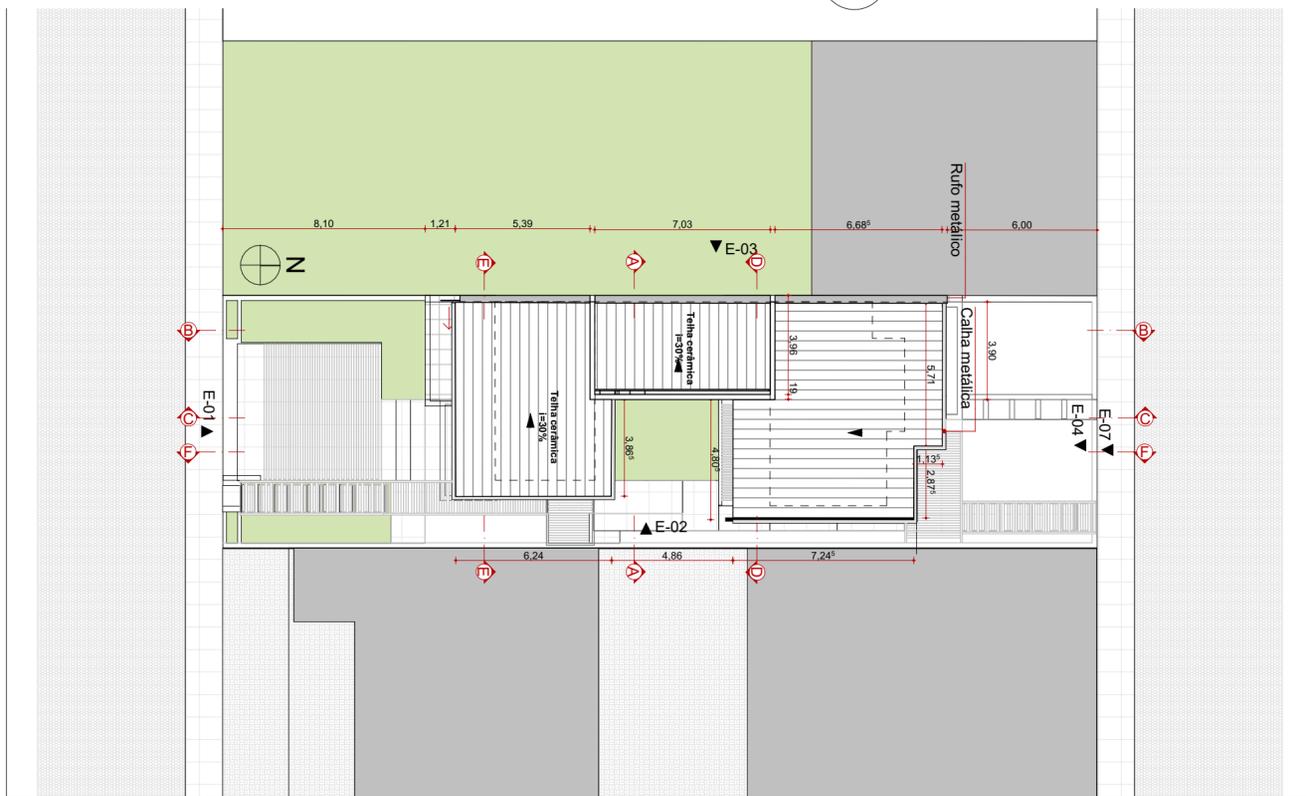


**4 SETORIZAÇÃO 1º PAVIMENTO**

**5 SETORIZAÇÃO 2º PAVIMENTO**

**LEGENDA**

- 1 Garagem
- 2 Jardim principal
- 3 Bicicletario
- 4 Jardim lateral
- 5 Area gourmet
- 6 Jardim fundo
- 7 Sala de estar/ TV
- 8 Lavabo
- 9 Circulação/ escada
- 10 Varanda
- 11 Casa do gas
- 12 Cozinha
- 13 Lavanderia
- 14 Area de serviço
- 15 Circulação intima
- 16 Varanda 1
- 17 Wc superior
- 18 Quarto 2
- 19 Quarto 1
- 20 Varanda 1
- 21 Wc superior
- 22 Wc casal
- 23 Varanda casal

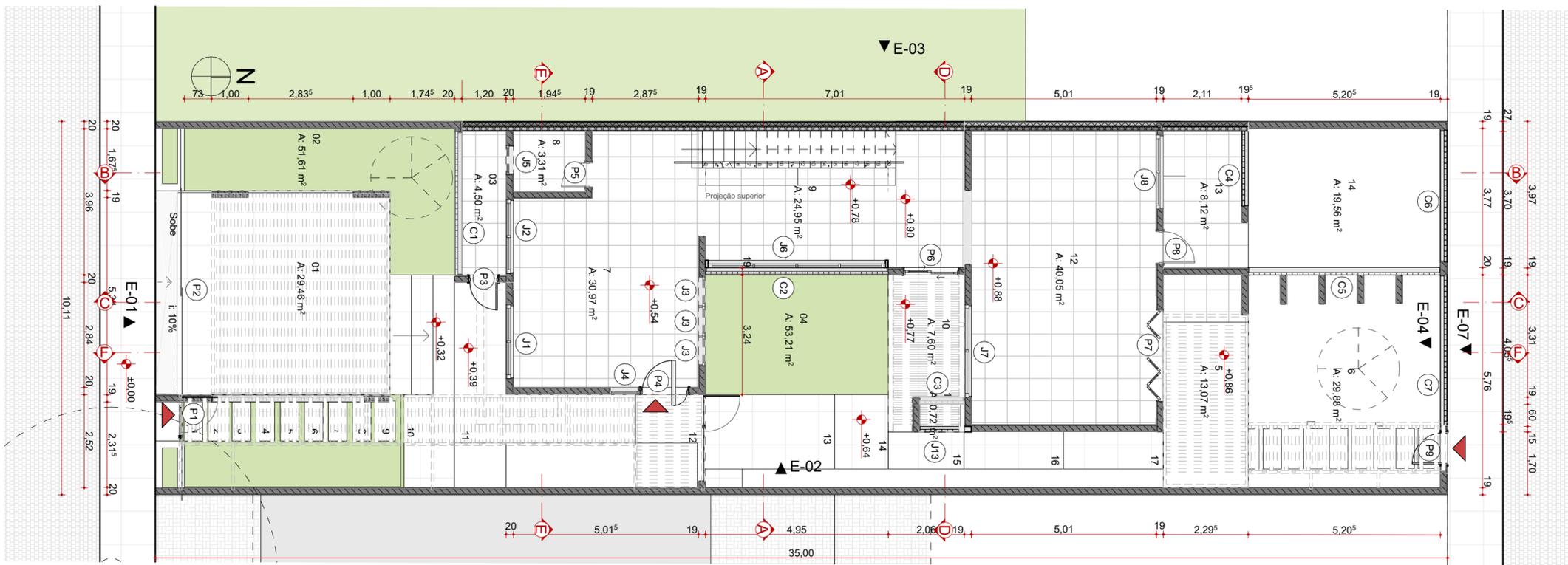


**3 PLANTA DE LOCALIZAÇÃO**

ESCALA: 1:200

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - CAMPUSLAR DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO	
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
<b>ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA REFERÊNCIA EM SEABRA-BA</b>	
ALUNA: ORLECI OURIVES DA SILVA	ORIENTADORA: DR.ª CARLA FERNANDA BARDOSA TEIXEIRA
CONTEÚDO: PLANTA DE SITUAÇÃO/ LOCALIZAÇÃO/ SETORIZAÇÃO	
ESCALA: VARIÁVEL	DATA: 23-03-2023
ENDEREÇO: RUA MANOEL NOVAIS, Nº 28, CENTRO, SEABRA-BA	

4. PLANTA BAIXA 1º PAVIMENTO 1:100



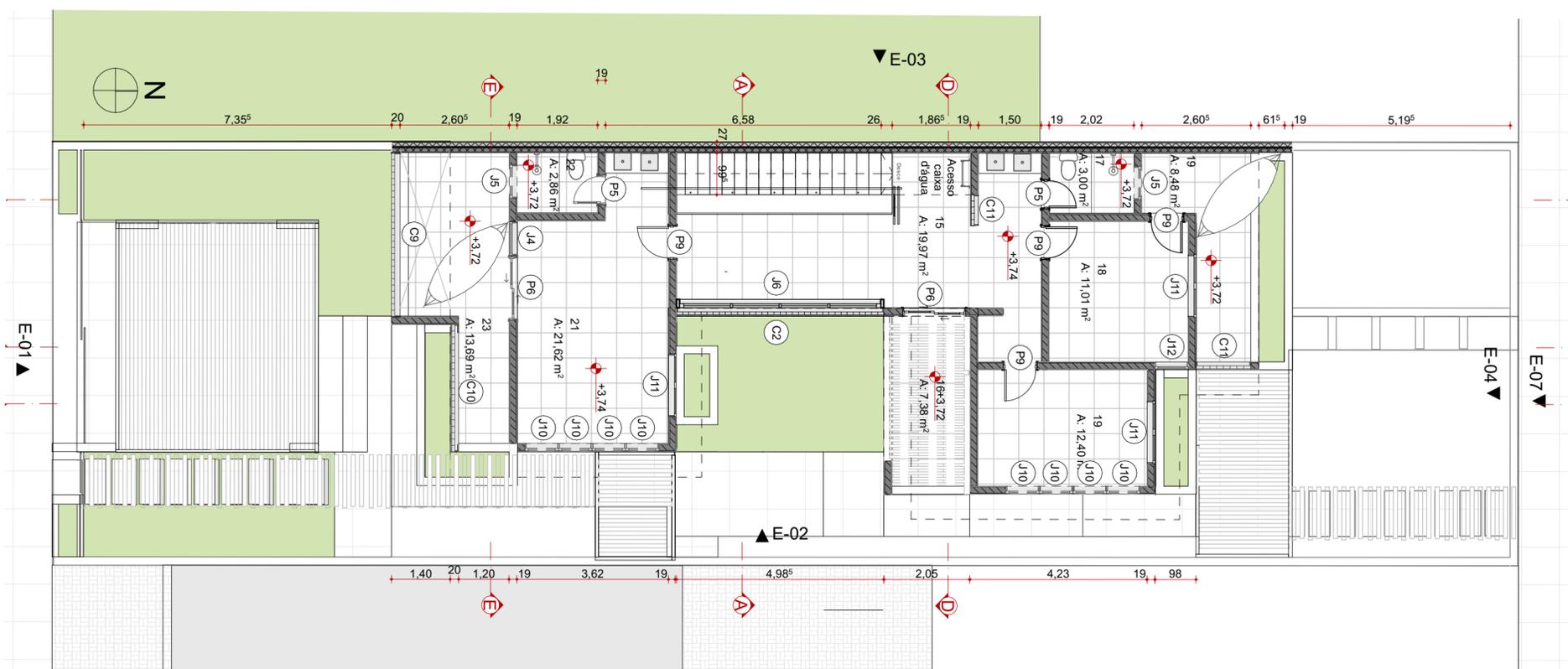
**QUADRO DE ESQUADRIAS E COBOGÓS**

ID	Quantidade	L x H	Vista frontal
C1	1	3,88x3,30	
C2	1	4,94x2,56	
C3	1	4,94x2,72	
C4	1	1,20x1,76	
C5	1	2,09x1,13 <sup>5</sup>	
C6	1	5,19x1,97 <sup>5</sup>	
C7	1	3,57x0,52	
C8	1	4,10x0,52	
C9	1	3,89x6,34 <sup>5</sup>	
C10	1	3,04x3,84	
C11	1	0,73x2,76	
C11	1	1,30x2,77	
J1	1	2,00x1,40	
J2	1	2,00x2,00	
J3	3	0,80x0,60	
J4	2	0,80x2,50	
J5	3	0,80x0,80	
J6	2	4,80x2,20	
J7	1	2,50x2,00	
J8	1	2,00x1,00	
J10	8	0,80x0,80	
J11	3	1,50x1,50	
J12	2	0,80x0,80	
J13	1	1,20x0,60	

**QUADRO PORTAS**

ID do Elemento	Tamanho Nominal L x A cm
P3	80,00x210,00
P4	130,00x250,00
P5	70,00x250,00
P6	150,00x250,00
P7	250,00x250,00
P8	90,00x250,00
P9	80,00x250,00
P9	90,00x210,00

**1 PLANTA BAIXA - 1º PAVIMENTO**  
ESCALA: 1:100



**2 PLANTA BAIXA - 2º PAVIMENTO**  
ESCALA: 1:100

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - CAMPUSLAR  
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETO: **ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA REFERÊNCIA EM SEABRA-BA**

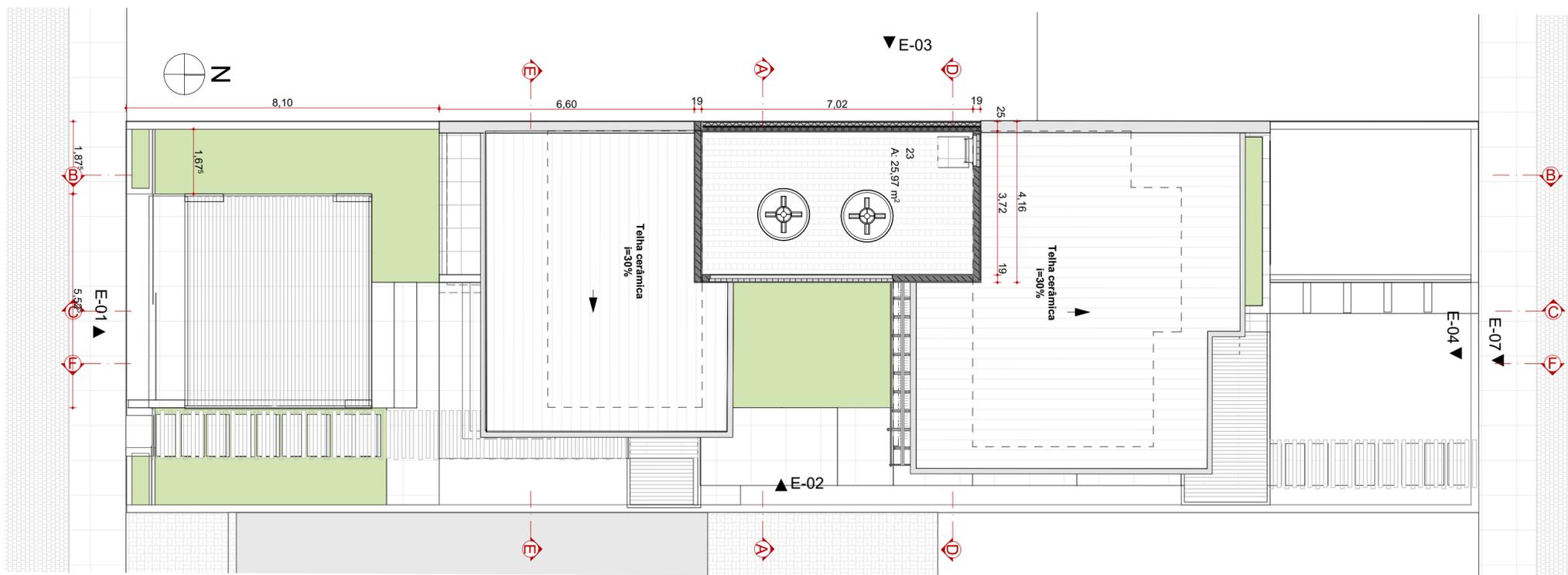
ALUNA: ORLECI OURIVES DA SILVA ORIENTADORA: DR.ª CARLA FERNANDA BARDOSA TEIXEIRA

CONTEÚDO: PLANTA BAIXA 1º E 2º PAVIMENTO

ESCALA: VARIÁVEL DATA: 23-03-2023

ENDEREÇO: RUA MANOEL NOVAIS, Nº 28, CENTRO, SEABRA-BA

PLANTAS VISTA SUPERIOR



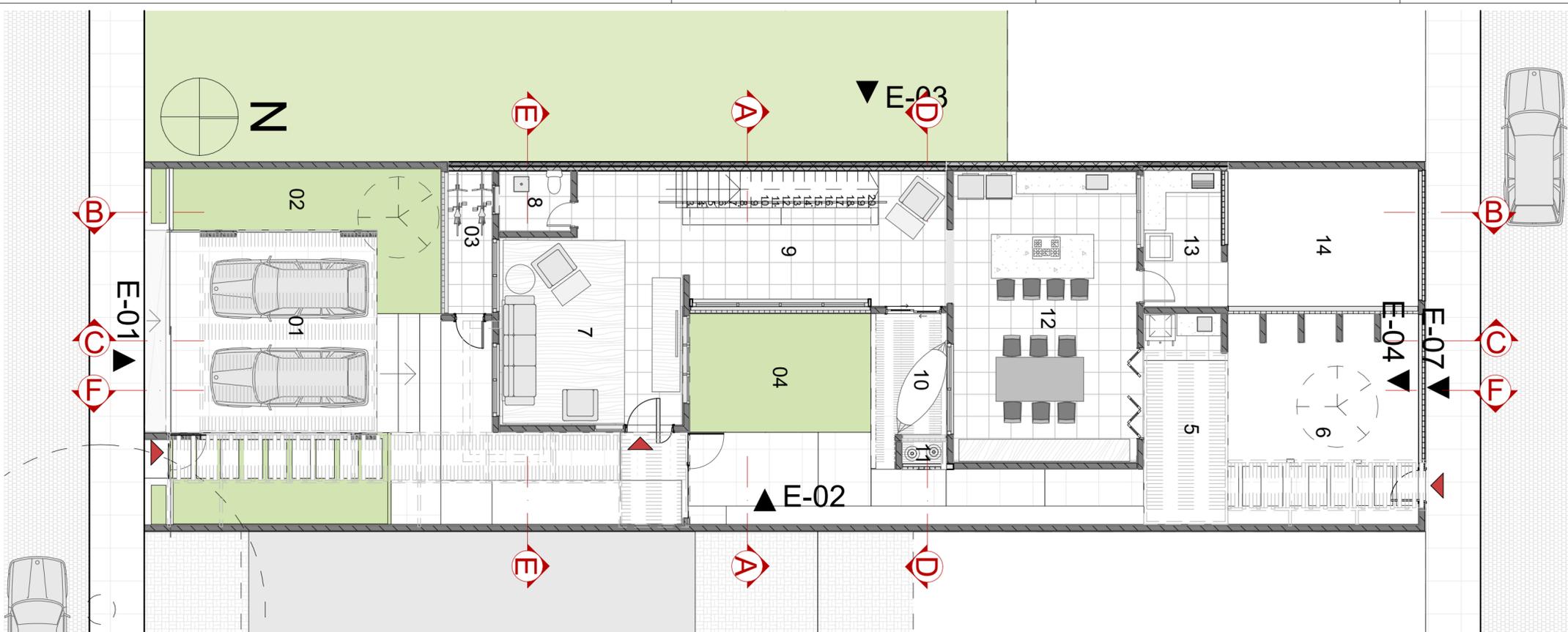
1 PLANTA BAIXA - RESERVATÓRIO DE ÁGUA  
ESCALA: 1:100



2 PLANTA DE COBERTURA  
ESCALA: 1:100

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - CAMPUSLAR DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO	
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
PROJETO:	<b>ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA REFERÊNCIA EM SEABRA-BA</b>
ALUNA: ORLECI OURIVES DA SILVA	ORIENTADORA: DR.ª CARLA FERNANDA BARDOSA TEIXEIRA
CONTEÚDO:	PLANTA DE COBERTURA E RESERVATÓRIO DE ÁGUA
ESCALA: VARIÁVEL	DATA: 23-03-2023
ENDEREÇO: RUA MANOEL NOVAIS, Nº 28, CENTRO, SEABRA-BA	

LEGENDA



**1 PLANTA BAIXA 1º PAVIMENTO - LAYOUT**

ESCALA: 1:100



**2 PLANTA BAIXA 2º PAVIMENTO - LAYOUT**

ESCALA: 1:100

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - CAMPUSLAR  
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

TRABALHO DE CONCLUSÃO  
DE CURSO



PROJETO: **ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA  
REFERÊNCIA EM SEABRA-BA**

ALUNA: ORLECI OURIVES DA SILVA ORIENTADORA: DR.ª CARLA FERNANDA BARDOSA TEIXEIRA

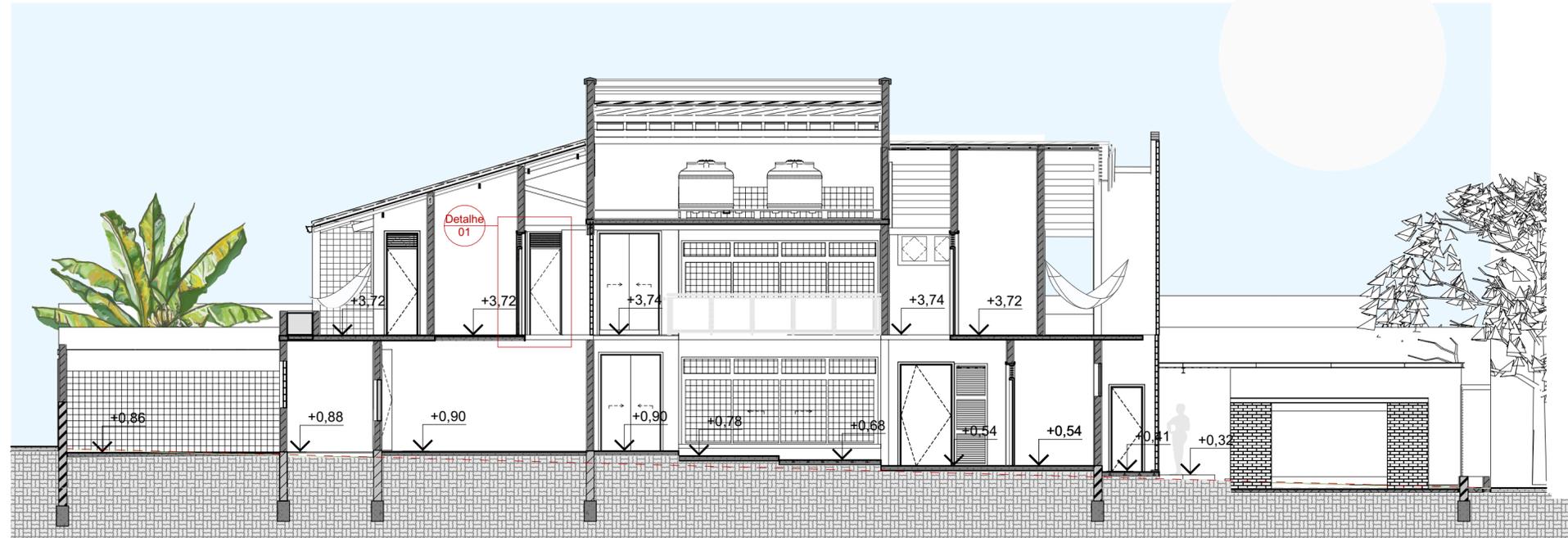
CONTEÚDO: **PLANTA BAIXA LAY OUT 1º E 2º  
PAVIMENTO**

ESCALA: **VARIÁVEL** DATA: 23-03-2023

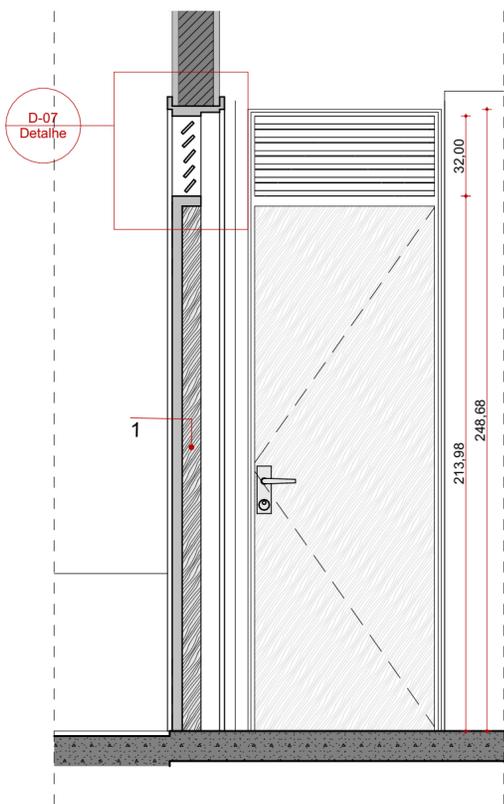
ENDEREÇO: RUA MANOEL NOVAIS, Nº 28, CENTRO, SEABRA-BA



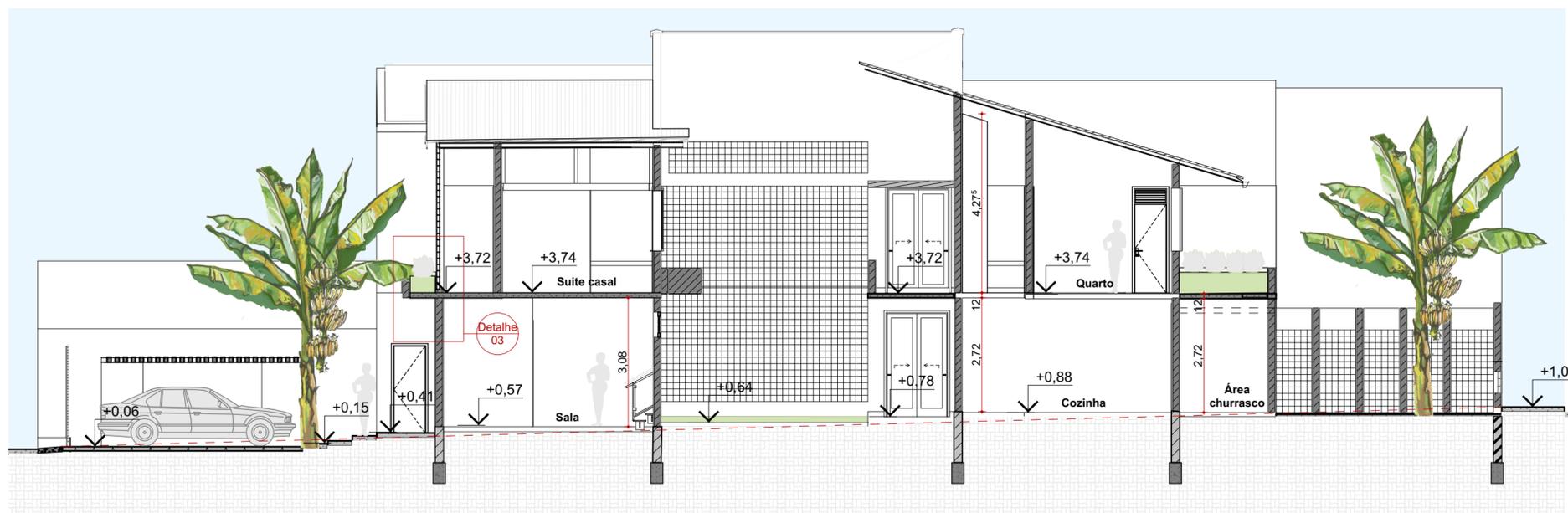
**1 CORTE - AA**  
ESCALA: 1:100



**2 CORTE - BB**  
ESCALA: 1:100



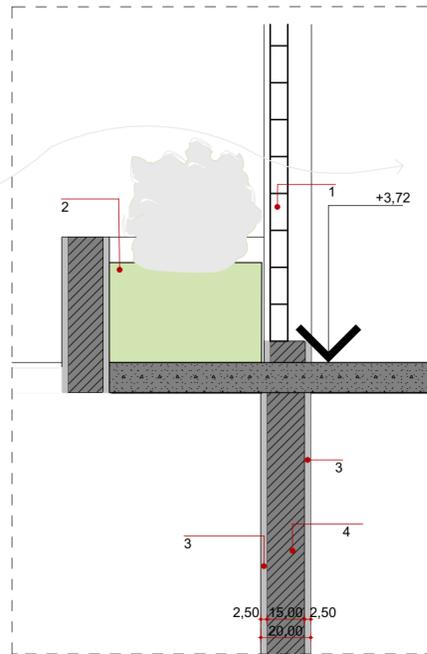
**3 DETALHE - AA**  
ESCALA: 1:20



**4 CORTE - CC**  
ESCALA: 1:100

Solstício de inverno 14 h

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - CAMPUSLAR DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO	
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
PROJETO:	<b>ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA REFERÊNCIA EM SEABRA-BA</b>
ALUNA: ORLECI OURIVES DA SILVA	ORIENTADORA: DR.ª CARLA FERNANDA BARDOSA TEIXEIRA
CONTEÚDO:	DETALHAMENTOS E CORTES
ESCALA: VARIÁVEL	DATA: 23-03-2023
ENDEREÇO: RUA MANOEL NOVAIS, Nº 28, CENTRO, SEABRA-BA	

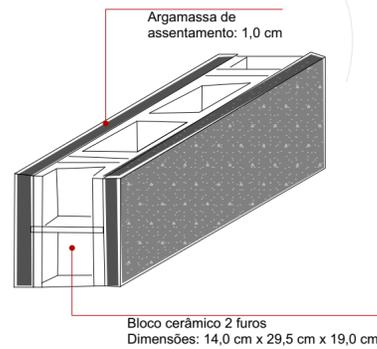


NBR 15220-3  
Paredes externas leves reflexivas indicadas

Transmitância térmica - U W/m2.K	Atraso térmico - φ h	Fator solar - FSo %	kJ/(m2.K)
U < ou = 3,00	φ < ou = 4,3	FSo < ou = 5,0	
Bloco cerâmico 2 furos - NBR 15220 -3			
2,43	4,00		203

1 Cobogó | concreto | 40 x 40 cm  
2 Telha | cerâmica - i = 30%

Corte parede leve reflexiva  
3 Bloco cerâmico | 2 furos | 19 cm prof.  
4 Argamassa de emboço | 2,5 cm

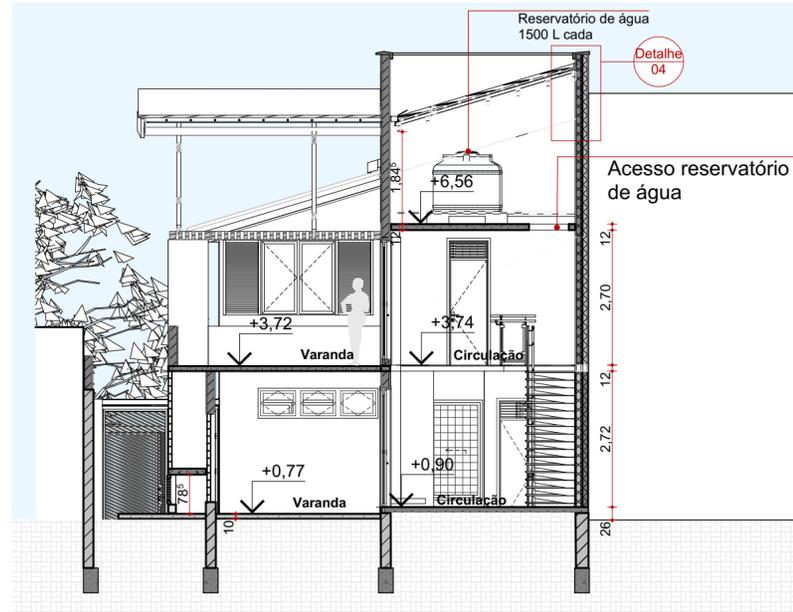


Argamassa de assentamento: 1,0 cm

Bloco cerâmico 2 furos  
Dimensões: 14,0 cm x 29,5 cm x 19,0 cm

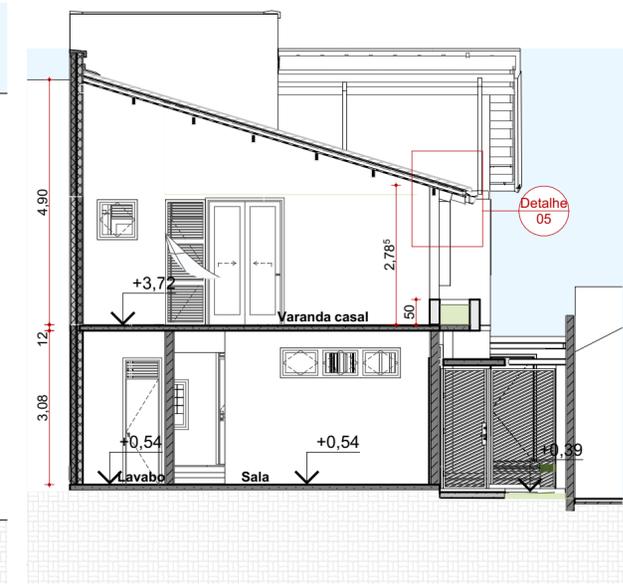
**1 DETALHE 03**

ESCALA: 1:20



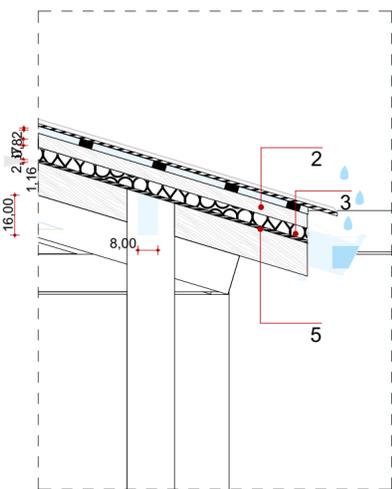
**2 CORTE - D**

ESCALA: 1:100



**4 CORTE - E**

ESCALA: 1:100

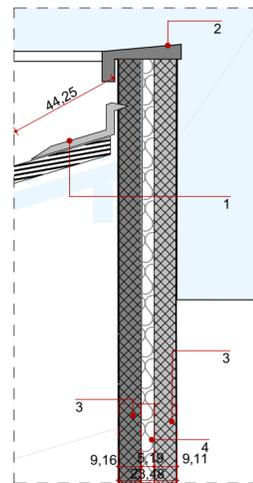


NBR 15220 3  
Cobertura leve isolada indicada

Transmitância térmica - U W/m2.K	Atraso térmico - φ h	Fator solar - FSo %	kJ/(m2.K)
U < ou = 2,00	φ < ou = 3,3	FSo < ou = 6,5	
Telha de barro 1 cm   lâ de vidro 5 cm   forro de madeira 1 cm - escolhida			
0,62	3,1		34

Corte telhado leve isolado

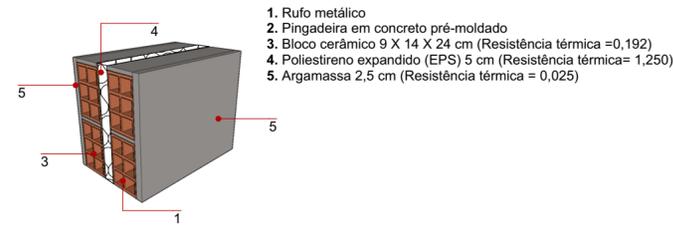
1 Viga | madeira | 5 x 2,5 cm  
2 Telha | cerâmica - i = 30%  
3 Lâ de vidro | 5 cm  
4 Calbro | madeira |  
5 Forro | madeira | 1 cm  
6 Tabela | madeira |  
7 Terça | madeira | 8 x 16 cm  
8 Calha metálica



Sol poente

NBR 15220 3  
Parede isolada

Transmitância térmica - U W/m2.K	Atraso térmico - φ h	Capacidade térmica KJ/ m²K	Resistência térmica total KJ/ m²K
0,5	9,8	187,9	1,89



1. Rufo metálico  
2. Pingadeira em concreto pré-moldado  
3. Bloco cerâmico 9 X 14 X 24 cm (Resistência térmica = 0,192)  
4. Poliestireno expandido (EPS) 5 cm (Resistência térmica = 1,250)  
5. Argamassa 2,5 cm (Resistência térmica = 0,025)

Fonte: Adaptado de mme.gov.br, 2022.

**5 CORTE - 05**

ESCALA: 1:20

**4 DETALHE - 04**

ESCALA: 1:20

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - CAMPUS LAR  
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

TRABALHO DE CONCLUSÃO  
DE CURSO



PROJETO:  
**ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA  
REFERÊNCIA EM SEABRA-BA**

ALUNA:  
ORLECI OURIVES DA SILVA

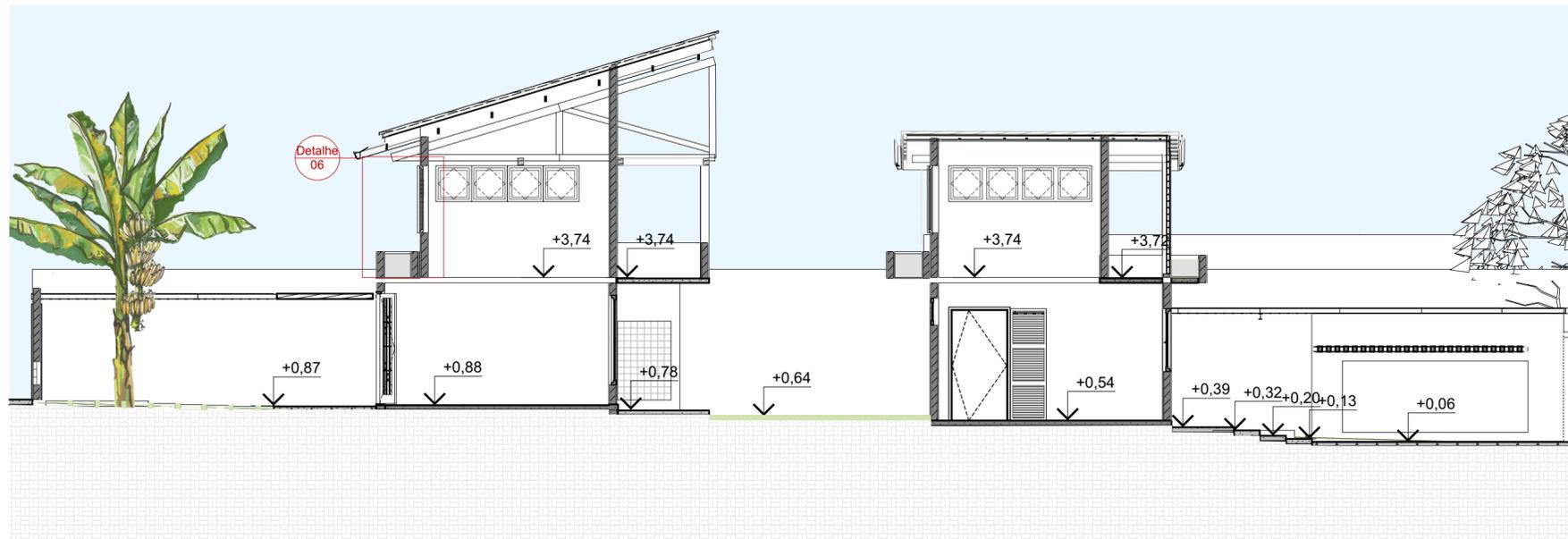
ORIENTADORA:  
DR.ª CARLA FERNANDA BARDOSA TEIXEIRA

CONTEÚDO:  
DETALHAMENTOS E CORTES

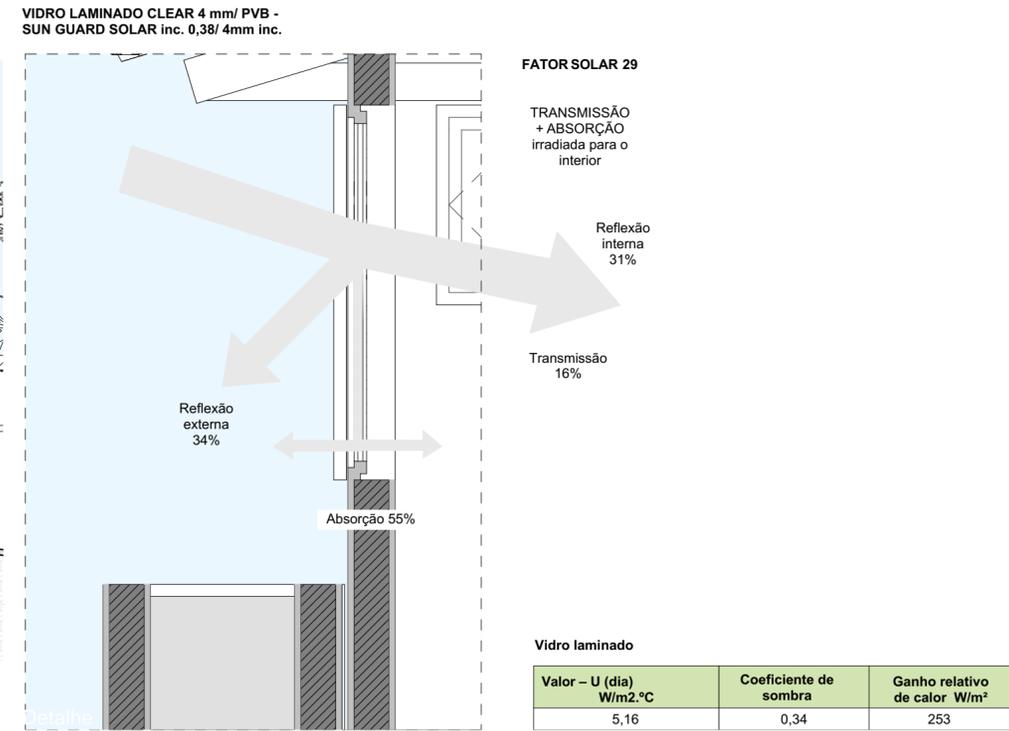
ESCALA:  
VARIÁVEL

DATA:  
23-03-2023

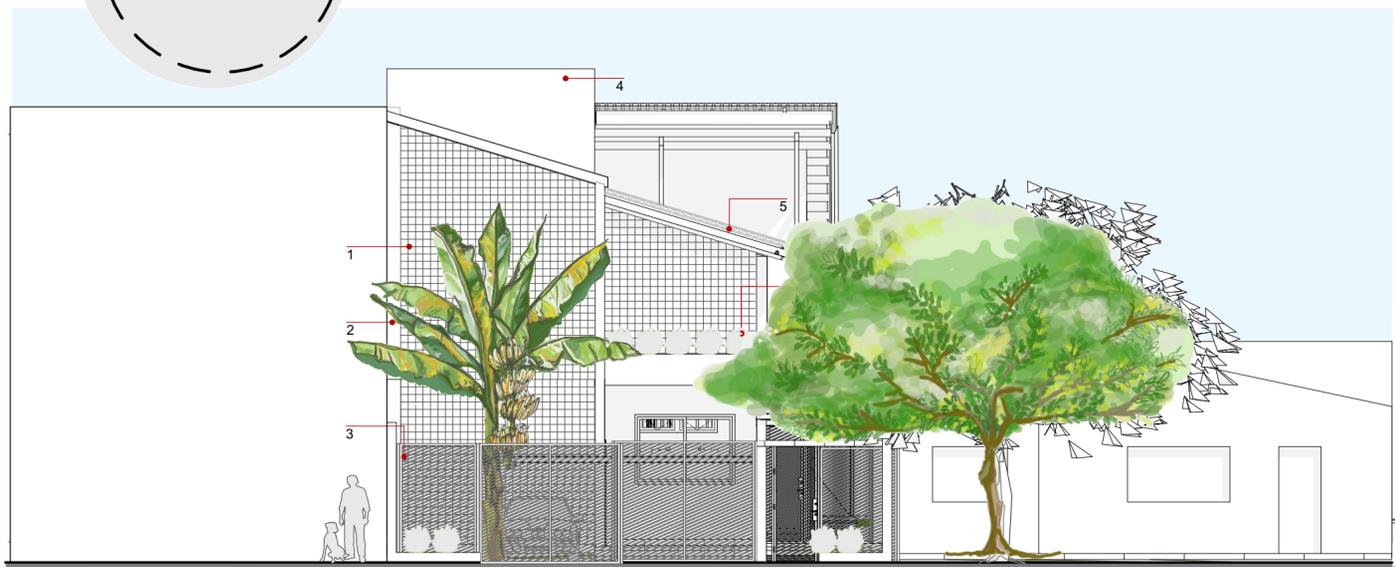
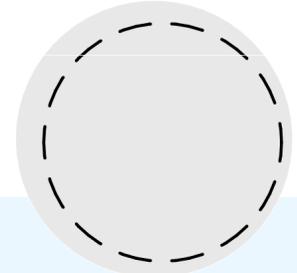
ENDEREÇO:  
RUA MANOEL NOVAIS, Nº 28, CENTRO, SEABRA-BA



**1 CORTE - F**  
ESCALA: 1:100



**2 DETALHE 06**  
ESCALA: 1:20



- LEGENDA**
- 1- Cobogó em argila
  - 2- Parede isolada
  - 3- Grade em metalon preto
  - 4- Parede pintada na cor branca

**3 FACHADA SUL**  
ESCALA: 1:100



- LEGENDA**
- 1 - Janela em madeira e vidro. Vidro laminado

**4 FACHADA NORTE**  
ESCALA: 1:100

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - CAMPUSLAR  
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETO: **ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA REFERÊNCIA EM SEABRA-BA**

ALUNA: ORLECI OURIVES DA SILVA ORIENTADORA: DR.ª CARLA FERNANDA BARDOSA TEIXEIRA

CONTEÚDO: **CORTES/ DETALHAMENTOS E FACHADAS**

ESCALA: **VARIÁVEL** DATA: 23-03-2023

ENDEREÇO: RUA MANOEL NOVAIS, Nº 28, CENTRO, SEABRA-BA

Nº PRANCHA 7/9

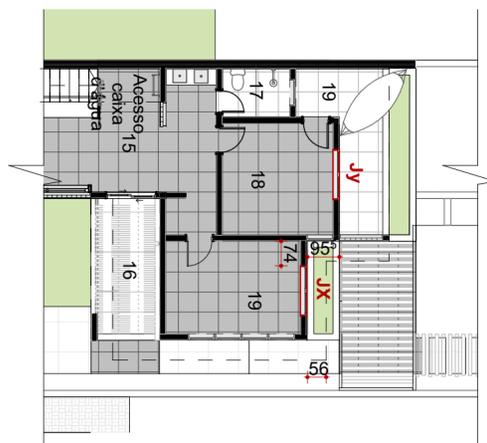


Absortância máxima segundo ELETROBRAS/PROCEL para ZB5, PAREDES EXTERNAS:  $\alpha \leq 0,50$

Parede pintada na cor palha  $\alpha = 27,2$

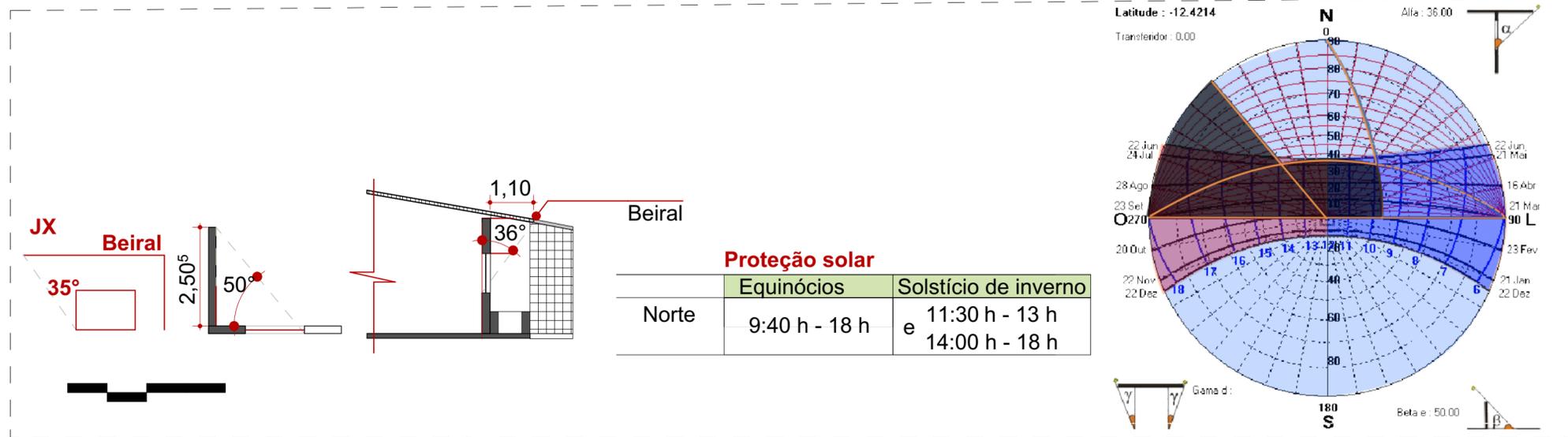
# 1 FACHADA LESTE

ESCALA: 1:100



# 2 PLANTA BAIXA QUARTOS

ESCALA: 1:200



# 3 SOMBREAMENTO - JX

ESCALA: 1:100

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - CAMPUSLAR  
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETO: **ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA REFERÊNCIA EM SEABRA-BA**

ALUNA: ORLECI OURIVES DA SILVA ORIENTADORA: DR.ª CARLA FERNANDA BARDOSA TEIXEIRA

CONTEÚDO: **FACHADA E SOMBREAMENTO**

ESCALA: **VARIÁVEL** DATA: 23-03-2023

ENDEREÇO: RUA MANOEL NOVAIS, Nº 28, CENTRO, SEABRA-BA



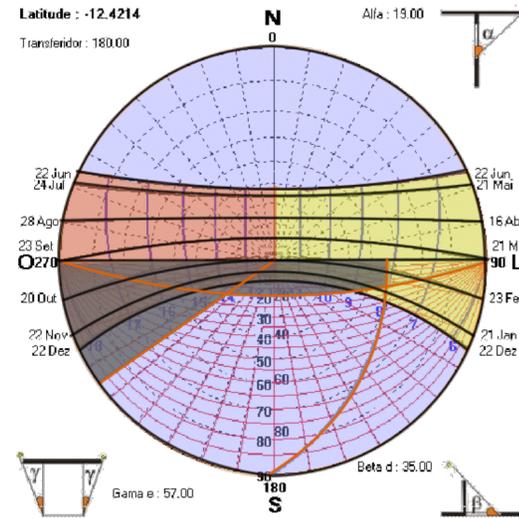
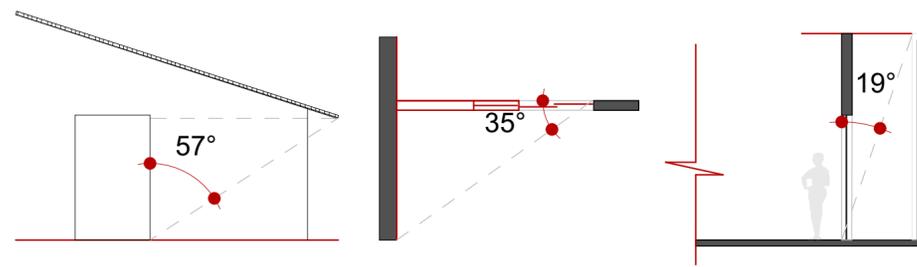
**PLANTA BAIXA-SUITE - SUL**

1 ESCALA: 1:200

**FACHADA SUL**

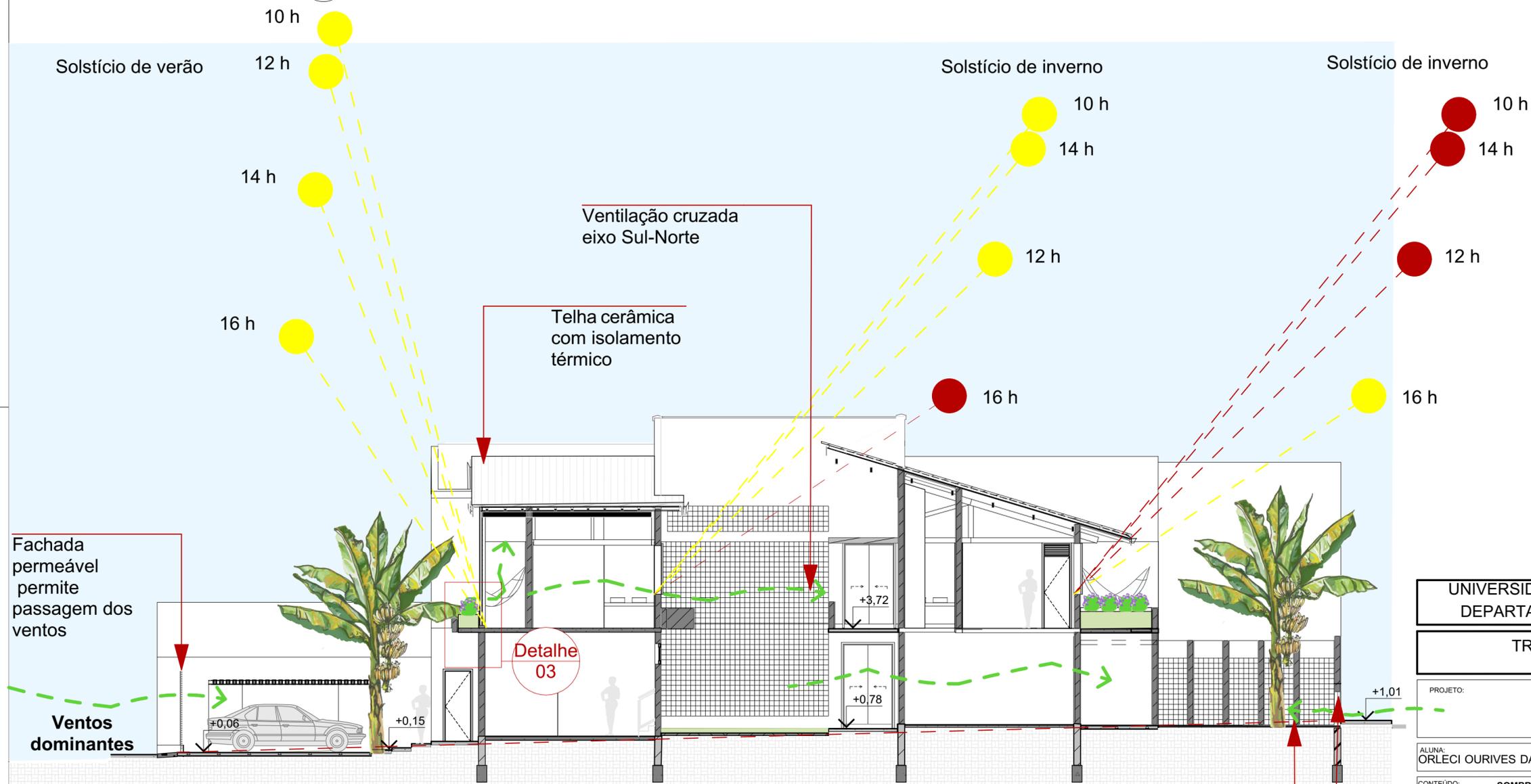
**Proteção solar**

	Solstício de verão
SUL	8:00 h - 18 h



**2 SOMBREAMENTO - SUL**

ESCALA: 1:100



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - CAMPUSLAR  
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETO: **ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA REFERÊNCIA EM SEABRA-BA**

ALUNA: ORLECI OURIVES DA SILVA ORIENTADORA: DR.ª CARLA FERNANDA BARDOSA TEIXEIRA

CONTEÚDO: **SOMBREAMENTO E CORTE BIOCLIMÁTICO**

ESCALA: **VARIÁVEL** DATA: 23-03-2023

ENDEREÇO: RUA MANOEL NOVAIS, Nº 28, CENTRO, SEABRA-BA

**3 ESQUEMA BIOCLIMÁTICO**

ESCALA: 1:100