

HABITAR NA AMAZÔNIA

Design passivo aplicado à
habitação de interesse social

VICTOR DOS SANTOS SOUZA



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA - CAMPUS VILHENA

CURSO DE BACHARELADO EM ARQUITETURA E URBANISMO

HABITAR NA AMAZÔNIA: Design passivo aplicado à habitação de interesse social

VICTOR DOS SANTOS SOUZA

Trabalho de conclusão de curso entregue ao Instituto Federal de Rondônia - Campus Vilhena, para obtenção do título de bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof^a. Me Ariane Zambon Miranda
Coorientador: Esp. Jonathan Bryan Velten Pereira

Vilhena/RO
2025



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na data 11/03/2025 realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada **HABITAR NA AMAZÔNIA: Design passivo aplicado à habitação de interesse social** apresentada pelo aluno **Victor dos Santos Souza (2020105070028-6)** do Curso **Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo (Vilhena)**. Os trabalhos foram iniciados às **13:30** pelo Professor **Ariane Zambon Miranda** presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Ariane Zambon Miranda** (Orientadora)
- **Priscyla Oriane Brasileiro** (Examinadora Interna)
- **Lídia Pereira Silva** (Examinador Externo)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição do candidato. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

[X] APROVADO Nota: 80

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Ariane Zambon Miranda** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

VILHENA / RO, 11/03/2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Souza, Victor dos Santos.
Habitar na amazônia: design passivo aplicado à habitação de interesse social / Victor dos Santos Souza, Vilhena-RO, 2025.
47 f. : il.

Orientador(a): Profa. Me. Ariane Zambon Miranda.
Coorientador(a): Esp. Jonathan Bryan Velten Pereira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Vilhena-RO, 2025.

1. Moradia popular. 2. Eficiência energética. 3. Conforto ambiental. I. Miranda, Ariane Zambon (orient.). II. Pereira, Jonathan Bryan Velten (coorient.). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. IV. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Rosilene Maria do Couto Marques, CRB-11/321 (Campus Vilhena)

Documento assinado eletronicamente por **Victor dos Santos Souza**, Discente, em 11/03/2025, às 14:44, conforme horário oficial de Rondônia, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Ariane Zambon Miranda**, Orientador, em 11/03/2025, às 14:43, conforme horário oficial de Rondônia, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Priscyla Oriane Brasileiro**, Examinador Interno, em 11/03/2025, às 14:43, conforme horário oficial de Rondônia, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Lídia Pereira Silva**, Examinador Externo, em 11/03/2025, às 14:45, conforme horário oficial de Rondônia, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

RESUMO

A habitação social desempenha um papel fundamental na promoção da qualidade de vida, e a aplicação de estratégias de design passivo pode contribuir significativamente para a melhoria do conforto ambiental e da eficiência energética dessas edificações. Este estudo investiga a viabilidade do uso de soluções arquitetônicas passivas em moradias populares, analisando seu impacto na ventilação natural, iluminação e desempenho térmico, com foco na redução do consumo energético e no bem-estar dos moradores. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa e exploratória, baseada em revisão bibliográfica, análise do local de implantação e conformidade com normativas habitacionais vigentes. Foram avaliadas estratégias como orientação solar adequada, ventilação cruzada, sombreamento passivo e aproveitamento da iluminação natural, buscando minimizar a dependência de sistemas artificiais de climatização e iluminação. Além disso, consideraram-se materiais de construção com melhor desempenho térmico e soluções que prolonguem a vida útil da edificação. Os resultados indicam que um projeto com boa eficiência energética pode ser alcançado sem custos elevados, priorizando a qualidade de vida dos moradores e contribuindo para a preservação ambiental. Conclui-se que o design passivo é uma alternativa viável para aprimorar a eficiência das moradias sociais, proporcionando benefícios tanto ambientais quanto econômicos. Além de reduzir gastos com energia, essas estratégias promovem ambientes internos mais saudáveis, favorecendo o conforto térmico e luminoso. Assim, a incorporação dessas soluções no planejamento habitacional pode representar um avanço significativo no desenvolvimento de políticas públicas voltadas à habitação digna e sustentável.

Palavras-chave: Moradia Popular; Eficiência Energética; Conforto Ambiental.

Agradeço, em primeiro lugar, a mim mesmo, por não ter desistido, por ter persistido ao longo dos anos e enfrentado cada desafio com determinação e esforço. Esta jornada exigiu resiliência e dedicação, e sou grato por ter me mantido firme até a conclusão de mais esta etapa.

A minha família, expresso minha mais profunda gratidão por todo o apoio, incentivo e amor incondicional. Cada gesto de suporte tornou esse caminho mais leve, possibilitando que cada obstáculo fosse superado com mais segurança e tranquilidade.

Aos amigos que fiz ao longo da graduação, agradeço pela parceria, pelo apoio mútuo e por compartilharmos juntos os desafios e conquistas desses cinco anos. Apenas nós sabemos o quão árduo foi cada semestre, e sem essa rede de apoio, a caminhada teria sido ainda mais difícil. Sou grato pelos momentos de aprendizado, pelas risadas que nos ajudaram a aliviar o peso da jornada e pelas memórias que levarei para sempre.

Agradeço a Deus, por ter me guiado, fortalecido e mostrado que sou capaz de alcançar meus objetivos. Sou grato por cada oportunidade, por cada pessoa que cruzou meu caminho e por todo aprendizado adquirido ao longo dessa trajetória.

Aos professores do curso de Arquitetura e Urbanismo, expresso meu reconhecimento por todo o conhecimento transmitido, pelo compromisso com a nossa formação e pela dedicação em nos preparar para o futuro profissional. Aos meus orientadores, agradeço pelo suporte, pela paciência e pelas contribuições essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, um agradecimento especial aos meus pais, que sempre batalharam para que eu pudesse concluir este curso. Sem o amor, o esforço e o apoio de vocês, essa conquista não seria possível.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para essa jornada, minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

SUMÁRIO

08 **INTRODUÇÃO**
Apresentação do Tema

REFERENCIAL TEÓRICO 10
Habitação Popular
Design Passivo
Clima

15 **MATERIAIS E MÉTODOS**
Metodologia

REFÊRENCIAS PROJETUAIS 16
Habitação de Interesse Social Sustentável
Casa Calha
Sobrados Novo Jardim

20 **PRÉ PROJETO**
Quadro de Premissas

IMPLANTAÇÃO 24
Proposta Loteamento

26 **PROPOSTA ARQUITETÔNICA**
Implantação
Layout
Planta Baixa
Estudo Ventilação
Cortes
Ampliação

CONSIDERAÇÕES FINAIS 36
Considerações Finais

37 **REFERÊNCIAS**
Referências

APÊNDICE 38
Apêndice

INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é um tema amplamente discutido nos dias de hoje. A definição deste termo, estabelece a técnica de uma população viver utilizando recursos naturais ou sintéticos, sem comprometer as gerações futuras (Gurgel, 2012).

A eficiência energética é um atributo essencial na arquitetura, pois sua aplicação contribui para o conforto térmico, acústico e lumínico, possibilitando o baixo custo de energia (Lamberts; Dutra; Pereira, 2014). No Brasil, o consumo de energia tem aumentado ao longo dos anos, especialmente em regiões com temperaturas mais elevadas, em que há um uso acentuado dos equipamentos para resfriamento nos ambientes. Esse consumo elevado de energia gera custos adicionais, afetando principalmente a população de baixa renda, que enfrenta dificuldades com o valor mensal da conta de energia (Geraldi et al, 2022).

As condições de habitação, especialmente entre as populações em situação de vulnerabilidade socioeconômica, têm mudado a partir da Revolução Industrial, quando conforme apontado por Chiele (2019), esse período marcou o início de um acelerado crescimento urbano, impulsionado pela migração massiva de pessoas do campo para as cidades em busca de oportunidades de emprego nas indústrias emergentes.

A falta de infraestrutura e planejamento urbano adequados levou ao surgimento de áreas de habitação precária, como favelas e cortiços, que se desenvolveram nas periferias e em regiões subutilizadas dos centros urbanos (Chiele, 2019).

A atuação governamental em comunidades de baixa renda começou com programas voltados para a redução de doenças decorrentes das condições insalubres de vida, mas isso não foi o suficiente para resolver o problema. Assim, foram implementados os primeiros programas para a criação de habitações de interesse social pelo governo federal, que permanecem até hoje. No entanto, essas edificações seguem uma padronização, muitas vezes sem um estudo prévio sobre o local que será implantado e quais as necessidades das famílias que a habitarão (Chiele, 2019).

Na cidade de Vilhena, é possível observar a presença desses conjuntos habitacionais, onde nota-se que as residências possuem um padrão de construção similar. O município está localizado na região norte do país, no leste do estado de Rondônia e de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o município possui uma população de 95.832 pessoas. Com relação ao trabalho e rendimento, no ano de 2021, o salário médio mensal dos trabalhadores formais era de 2,1 salários mínimos e o pessoal ocupado era de 36.107 pessoas.

Através de estudos, é possível aplicar técnicas passivas para otimizar a ventilação e a iluminação natural em habitações populares, contribuindo para a melhoria do desempenho térmico dessas edificações. Considerando as limitações financeiras da população de baixa renda, o aproveitamento eficiente dos recursos naturais não apenas reduz o consumo energético, mas também gera impactos positivos no orçamento familiar.

Assim, a proposta consiste no desenvolvimento de um projeto arquitetônico que contemple as especificidades do local de implantação, indo além dos modelos padronizados frequentemente implementados pelo governo federal, os quais visam apenas suprir a demanda por moradia. A intenção é promover qualidade de vida e bem-estar aos moradores, por meio da escolha adequada de materiais, do uso eficiente de cada ambiente e do correto posicionamento de aberturas, como portas e janelas.

Diante disso, surge a questão: Quais estratégias arquitetônicas podem ser empregadas em habitações populares, ofertadas pelo governo federal, para promover economia e bem-estar, melhorando o conforto térmico e a qualidade de vida dos moradores?

REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico foi organizado em três seções distintas. A primeira oferece um breve histórico sobre a habitação social, tema central desta pesquisa. A segunda seção discute o design passivo, uma estratégia relevante para promover o conforto térmico em projetos arquitetônicos. Por fim, o terceiro tópico aborda as características climáticas da região que será implantada as edificações. Esses conteúdos fornecem a base necessária para uma compreensão aprofundada da análise proposta neste trabalho, facilitando a contextualização e interpretação dos dados relativos ao objeto de estudo.

A preocupação com a habitação no Brasil se deu por volta da década de 30, no começo do governo de Getúlio Vargas. Neste período, as autoridades começaram a preocupar-se com as problemáticas que haviam nas habitações, principalmente, naquelas onde residiam os trabalhadores que não possuíam casa própria e nas habitações com condições de insalubridade (Bonduki, 1995).

Segundo Bonduki (1995), o interesse pelo tema da habitação das pessoas na época, seria em decorrência da intensa crise habitacional que ocorreu no país e de um local para abrigar os trabalhadores. Porém o envolvimento não era somente pela população de baixa renda, a classe média também estava incomodada, pois até então morava a maioria em casas de aluguel.

Inicialmente, não havia programas ofertados pelo governo que atendessem somente o tema de habitação. De acordo com Porangaba (2020), no governo de Vargas, ele autorizou os Institutos de Aposentadorias e Pensões - IAPs, para que beneficiassem as pessoas com a aquisição da casa própria, porém apenas a um certo grupo, os trabalhadores associados, ficando de fora os desempregados, os trabalhadores informais e o trabalhadores da zona rural.

A primeira política nacional de habitação foi oficializada pelo governo de Eurico Gaspar Dutra, com a implantação da Fundação da Casa Popular - FCP, em 1946, o órgão atenderia especialmente às demandas relacionadas às habitações (Porangaba, 2020).

Depois da FCP, veio a criação do Banco Nacional de Habitação - BNH, que foi implantado com a Lei n.º 4.380 em 21 de agosto de 1964, durante o governo de Castelo Branco. O objetivo principal era que beneficiassem os empregados em regime da Consolidação das Leis Trabalhistas, para a construção e aquisição da casa própria (Azevedo; Andrade, 2011).

Segundo Botega (2000), a extinção do BNH/SFH se deu em decorrência da grave crise inflacionária que estava acontecendo no país nos primeiros anos da década de 1980 e também

foram constatados casos de corrupção ao longo de sua existência. O fechamento do Banco Nacional de Habitação se deu pelo Decreto nº 2.291 de 21 de novembro de 1986, onde acabou sendo integrado a Caixa Econômica Federal (Botega, 2000).

No ano de 2009, houve a publicação final da Política Nacional de Habitação, que era estudada desde o começo dos anos 2000, realizada pelo Ministério das Cidades e a Secretaria Nacional de Habitação onde foi instituído os programas Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) e Minha Casa, Minha Vida Entidades (Porangaba, 2020).

Em agosto de 2020, foi criado o Programa Casa Verde e Amarela, que substituiu o programa Minha Casa Minha Vida (Porangaba, 2020). Atualmente o Programa Minha Casa, Minha Vida foi retomado e está em operação, de acordo com Brasil (2023), o programa visa aprimorar a localização dos empreendimentos habitacionais, assegurando proximidade a áreas comerciais, serviços públicos e acesso ao transporte público.

Design Passivo

Segundo Gurgel (2012), a arquitetura passiva é uma abordagem que utiliza o design, considerando as condições climáticas locais, a disposição das aberturas e a escolha dos materiais, visando sempre um resultado energeticamente eficiente. A autora explica que é chamada de "passiva" porque se vale de meios naturais e, conseqüentemente, demanda pouca energia elétrica para aquecimento ou resfriamento dos ambientes, assegurando maior conforto interno (Gurgel, 2012, p. 18).

De acordo com Corbella (2009), para garantir o conforto térmico em edifícios, é necessário atender preferencialmente os seguintes aspectos: o controle solar no edifício, a dissipação da energia e os materiais de construção e seu desempenho térmico.

Gurgel (2012) identifica seis princípios fundamentais, para implementação do design passivo, sendo: "(1) adaptação do projeto ao clima, (2) a orientação correta da edificação, (3) aberturas de portas e janelas bem alocadas e com proteção, (4) a utilização da inércia térmica, (5) isolamento térmico e (6) ventilação cruzada".

A ventilação cruzada ocorre quando o vento atravessa a edificação, promovendo o resfriamento passivo. Essa estratégia contribui para a remoção do ar quente e proporciona conforto térmico aos usuários, sem a necessidade de ventilação mecânica. (Gurgel, 2012)

Heywood (2015) complementa que, para garantir uma ventilação cruzada eficiente, é essencial que o percurso do vento, desde a entrada até a saída, não exceda cinco vezes a altura do pé-direito da edificação. O autor ainda ressalta que as aberturas de entrada e saída devem corresponder a, no mínimo, 5% da área do piso.

Para garantir a eficiência da ventilação em edificações, Gurgel (2012) ressalta a importância do correto dimensionamento das aberturas de entrada e saída de ar. Segundo a autora, as saídas de ar devem ser projetadas para serem menores do que as entradas. Essa configuração é crucial, pois permite um aumento na velocidade do fluxo de ar no interior do edifício.

Heywood (2015) destaca a importância de incluir ventiladores nos projetos para auxiliar na ventilação de ambientes onde a presença de ventos naturais é insuficiente ou ausente. Em climas quentes e úmidos, essa solução pode ser mais econômica, pois mesmo o leve movimento das hélices é suficiente para resfriar o corpo humano, facilitando a evaporação do suor por meio do vento gerado.

O uso de estratégias de iluminação natural pode resultar em uma economia de até 40% no consumo de energia elétrica. Para garantir uma iluminação adequada no ambiente, é essencial que as aberturas sejam dimensionadas e posicionadas corretamente (Heywood, 2015). O autor discute o emprego de prateleiras de luz, que permitem a distribuição da luz natural por todo o ambiente, reduzindo a necessidade de iluminação artificial (Heywood, 2015).

Lamberts (2014) explica que as prateleiras de luz atuam como um tipo de brise horizontal, prevenindo o ofuscamento direto da luz solar, melhorando a qualidade da iluminação e permitindo que a luz natural adentre mais profundamente o ambiente.

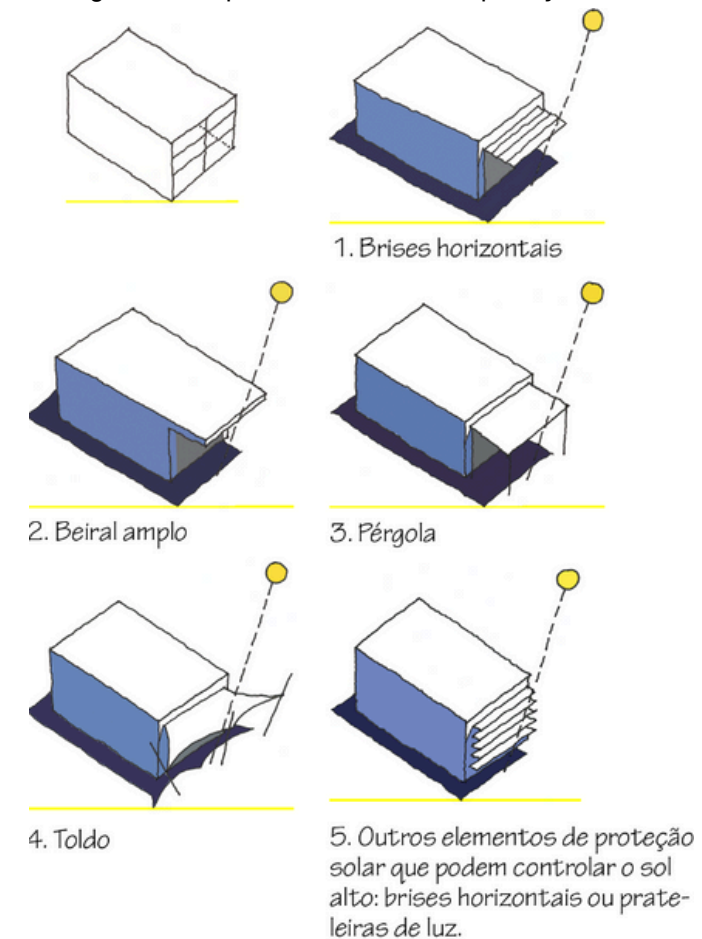
Segundo Gurgel (2012), o telhado é uma das partes da envoltória de uma edificação que apresenta a maior área de exposição à luz solar direta ao longo do dia. A concepção e disposição adequadas do telhado, podem contribuir para a ventilação cruzada ou efeito chaminé, proteger contra as chuvas e proporcionar maior sombreamento em regiões de clima quente.

Quanto maior a emissividade do telhado, ou seja, quanto maior for sua capacidade de expelir o calor absorvido pelo sol, mais eficiente o mesmo se torna para lugares com climas quentes. Além disso, a autora aponta que, em climas quentes e úmidos, os telhados elevados, ou seja, separados da casa, funcionam como um excelente isolante térmico, permitindo a ventilação entre o telhado e a residência e evitando a irradiação direta na construção (Gurgel, 2012).

O tipo de janela ou porta é um fator fundamental para controlar a entrada de ventilação na edificação. Por isso, para ventilar adequadamente um ambiente, recomenda-se o uso de janelas horizontais que permitam 100% da entrada de ar, especialmente em regiões de clima quente e úmido (Gurgel, 2012).

Heywood (2015) ressalta a existência de diversas soluções arquitetônicas para minimizar ou eliminar o risco de ganhos térmicos solares indesejados, por meio do uso de elementos externos de proteção solar. Entre essas soluções, destacam-se os brises horizontais, beirais amplos, pérgolas, toldos e prateleiras de luz, como exemplificado na Figura 01.

Figura 01 - Tipos de elementos de proteção solar.



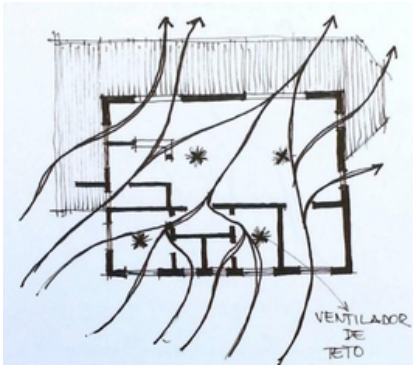

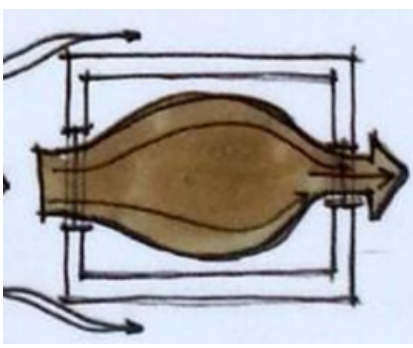
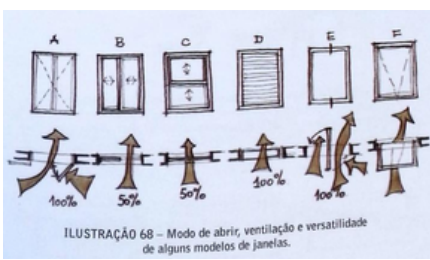
Fonte: Heywood (2015)

O autor enfatiza, ainda, que as aberturas voltadas para a face norte devem ser cuidadosamente sombreadas, uma vez que essa orientação está mais exposta ao ganho de calor nos períodos mais quentes. Para isso, recomenda-se o uso de brises, cobogós ou marquises, que, além de protegerem as aberturas da incidência direta do sol, melhoram o fator térmico da edificação e favorecem um ambiente mais confortável ao longo do ano (Heywood, 2015).

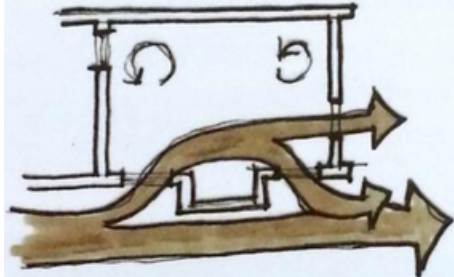
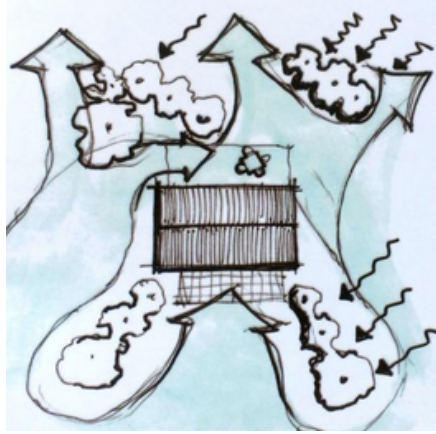
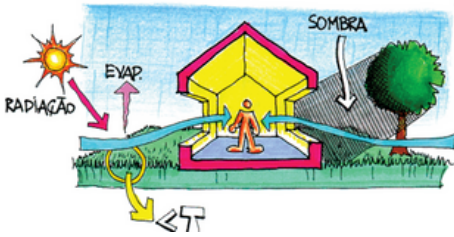
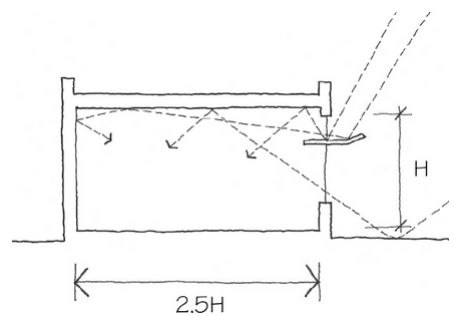
Gurgel (2012) destaca a importância da vegetação no microclima em torno da edificação. A vegetação pode ser utilizada estrategicamente para redirecionar ventos e filtrar massas de ar quentes, criando barreiras naturais que permitem um melhor controle do conforto térmico em regiões de clima quente. Árvores e arbustos, dispostos no entorno da edificação, ajudam a diminuir o impacto do calor e a promover um resfriamento natural, tornando o ambiente mais agradável.

Heywood (2014) complementa que a vegetação, além de proporcionar sombra, atua como uma barreira contra a radiação solar direta, auxiliando na criação de zonas de amortecimento térmico. Essa combinação de estratégias naturais e artificiais contribui significativamente para o conforto ambiental e a eficiência energética, especialmente em climas de alta incidência solar.

Quadro 01 - Técnicas Passivas.

	Nome técnica	Ilustração	Descrição	Pontos Positivos	Pontos Negativos	Clima	Observações	Fonte
Ventilação	Ventilação Cruzada		Acontece quando o vento passa através da edificação, promovendo um resfriamento natural	Contribui para a circulação do ar.	Os ventos podem trazer sujeiras, como poeiras, etc.	Quente e úmido.		Miriam Gurgel, 2012.
	Ventilação Vertical		Ar quente se concentra na parte mais alta do interior, o ar frio entra no ambiente, eliminando o ar quente	Resfria o corpo humano; Aberturas zenitais contribuem também para a iluminação.	Entrada de animais nas aberturas, se não houver proteção		Estratégia interessante onde não possui brisas de vento	Lamberts, Dutra e Pereira, 2014.
	Diferença de tamanho das aberturas		Saída de ar menores do que as entradas	Melhor distribuição do ar dentro do ambiente		Quentes		Miriam Gurgel, 2012.
	Tipologia de janelas e área útil	 <p>ILUSTRAÇÃO 68 - Modo de abrir, ventilação e versatilidade de alguns modelos de janelas.</p>	Aberturas de janelas que permitem 100% da entrada dos ventos.	Aumenta o ganho do ventos.		Quentes		Miriam Gurgel, 2012.

Fonte: Indicada, adaptado pelo autor (2025).

	Nome técnica	Ilustração	Descrição	Pontos Positivos	Pontos Negativos	Clima	Observações	Fonte
Ventilação	Elementos que direcionam o vento		Paredes e outras barreiras que possam interferir na direção do ventos, utilizando de elementos arquitetônicos	Desvia a ventilação para a edificação		Quente e seco	Escolha do tipo de aberturas ou elementos como paredes ou brises podem ser adicionados no exterior da edificação	Miriam Gurgel, 2012.
	Vegetações		Uso de vegetações para redirecionar o ventos para a edificação	Barra massas de ar quentes; Favorece no conforto dos usuários.	Deve tomar cuidado ao escolher os tipos de vegetações	Quente		Miriam Gurgel, 2012.
Vegetação	Área gramada ou arborizada		Superfícies gramadas ou arborizadas absorvem calor e criam um microclima mais fresco.	Aumento do conforto térmico; Contribui para climas secos.		Quente		Lamberts, Dutra e Pereira, 2014.
	Prateleiras de luz		Elemento arquitetônico utilizado para melhorar a distribuição a iluminação natural, dentro de um ambiente.	Melhor distribuição da luz solar; Redução no consumo de energia.	Eficiência limitada em dias nublados.	Quentes e ensolarados		Huw Heywood, 2015.

CLIMA

Segundo Godinho, Utumi e Silva (2002), o município de Vilhena possui um clima tropical úmido e quente durante o ano, com variação anual de temperatura reduzida, mas com grandes diferenças de temperaturas diárias, especialmente no inverno, que é a estação seca e fria.

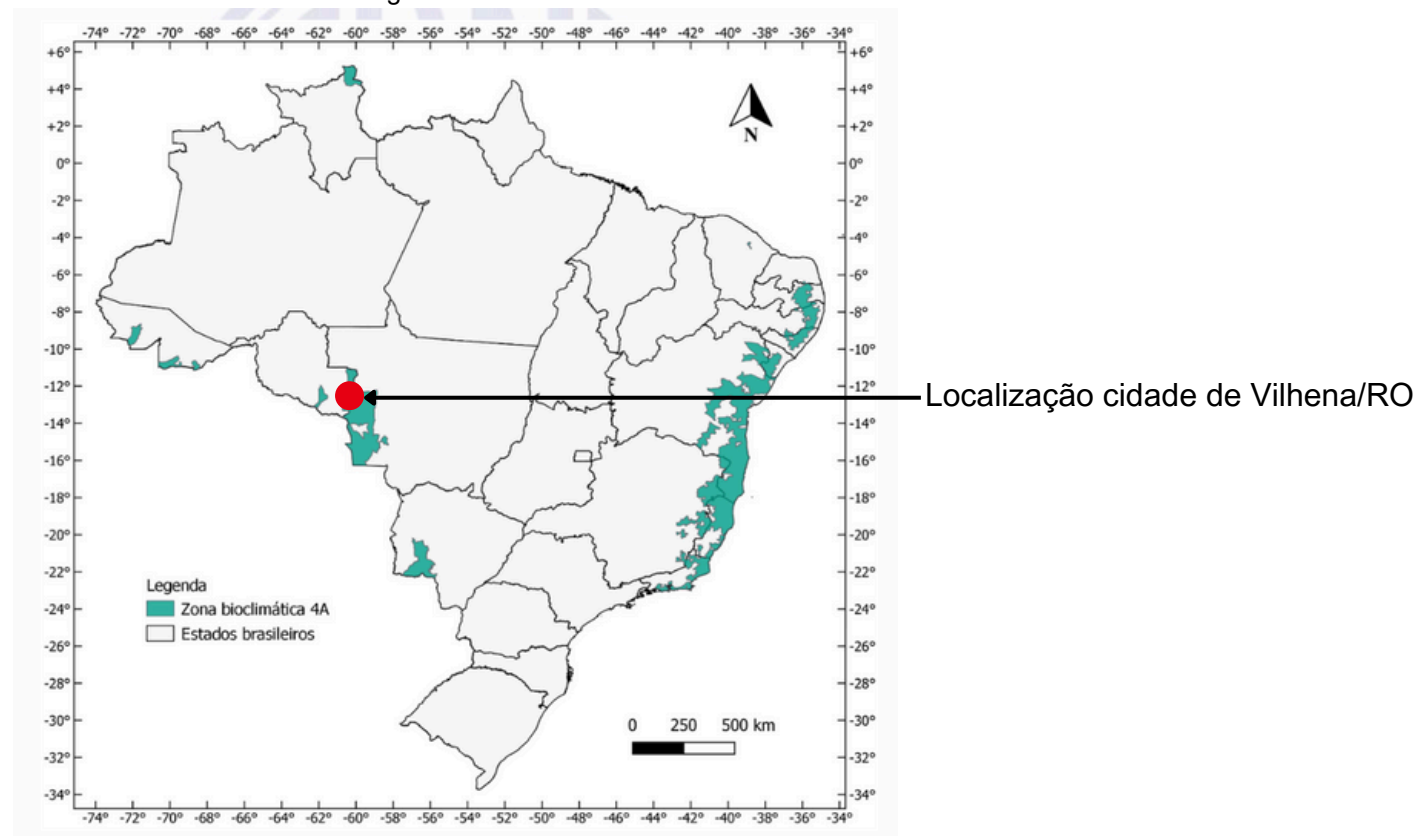
De acordo com Koeppen (1948), citado pela Embrapa (s. d.), a região de Vilhena possui o tipo climático Aw, caracterizado como tropical com inverno seco. Este clima apresenta uma estação chuvosa durante o verão, entre os meses de novembro a abril, e uma estação seca no inverno, entre os meses de maio a outubro, com julho sendo o mês mais seco.

Tabela 01 - Dados Climáticos de Vilhena.

Clima	
Latitude e Longitude ¹	12° 44' 3" Sul, 60° 8' 41" Oeste
Temperatura ²	Entre 19° C e 25°C durante o ano.
Chuva ²	Maior densidade entre os meses de Outubro e Março.
Ventos ²	Direção Norte e Leste.
Umidade ²	Entre os meses de Novembro a Maio, maior a umidade do ar.

Fonte: Nota de rodapé.

Figura 02 - ZB 4A.



Fonte: ABNT NBR 15220-3 (2024), adaptado pelo autor (2025).

A norma ABNT NBR 15220-3:2024 estabelece diretrizes para o zoneamento bioclimático das edificações com base no desempenho térmico, considerando as características climáticas das diferentes regiões do Brasil. De acordo com essa normativa, a cidade de Vilhena está classificada na Zona Bioclimática 4A (figura 02), que compreende regiões de clima levemente quente e úmida. Essa classificação é definida a partir de parâmetros térmicos específicos, sendo a temperatura média anual do município situada entre 22,9°C e 25°C e a média anual da umidade do ar é menor que 70,3% (ABNT NBR 15220-3, 2024).

Entretanto, a atualização dessa norma ocorreu após o início deste estudo. Dessa forma, algumas normativas analisadas ao longo do trabalho, como a ABNT NBR 15575-4, ainda fazem referência à versão anterior da ABNT NBR 15220-3, publicada em 2013, na qual a cidade de Vilhena estava inserida na Zona Bioclimática 8.

MATERIAIS E METÓDOS

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza básica e caráter exploratório, cujo objetivo é identificar soluções em técnicas passivas aplicáveis à arquitetura, com ênfase em habitações de interesse social. Para alcançar esse propósito, adota-se uma abordagem metodológica que combina revisão bibliográfica, análise documental e levantamento de dados in loco.

A revisão bibliográfica foi conduzida com base em obras de referência sobre conforto ambiental e eficiência energética aplicados à habitação social. Entre os principais autores consultados, destaca-se Miriam Gurgel (2012), com a obra *Design Passivo*, que explora estratégias para maximizar o conforto térmico com baixo consumo energético no contexto climático brasileiro. Além disso, foram analisados os estudos de Huw Heywood (2015), que abordam técnicas de resfriamento passivo e o aproveitamento da iluminação natural como estratégias de eficiência energética. A pesquisa também incluiu artigos científicos que forneceram um embasamento teórico mais amplo, permitindo um aprofundamento nos diferentes posicionamentos e contribuições acadêmicas sobre o tema.

A busca por referências bibliográficas foi realizada em bases de dados acadêmicas reconhecidas, como Periódicos CAPES e Google Scholar, além de consultas na biblioteca da instituição. Para otimizar a obtenção de materiais relevantes, foram empregadas palavras-chave específicas relacionadas ao tema, garantindo a seleção de conteúdos diretamente pertinentes ao escopo da pesquisa.

Para a análise do local de implantação do projeto, foi realizada uma visita técnica in loco, a fim de coletar informações sobre as condições do terreno e seu entorno. Esse levantamento foi complementado pelo uso de ferramentas de visualização geográfica, como o Google Earth, possibilitando uma avaliação preliminar da topografia, orientação solar e outros fatores ambientais. Com base nessas observações, foram elaborados esquemas gráficos para auxiliar na compreensão do local e sua adequação ao projeto.

Além disso, através de Leis Complementares Municipal, foram conduzidos estudos para definição de loteamento, analisando diferentes opções de posicionamento dos terrenos dentro do planejamento urbano. A escolha final buscou atender a critérios de organização espacial, otimização do uso do solo e conformidade com as diretrizes estabelecidas para o número de unidades habitacionais necessárias. Após a fase de análise, foi elaborado um quadro síntese reunindo as premissas fundamentais para o desenvolvimento do projeto arquitetônico, com base nas normativas aplicáveis ao programa Minha Casa Minha Vida. A partir desse levantamento, foi construído um fluxograma representando as conexões funcionais entre os ambientes da edificação, facilitando a compreensão da distribuição espacial.

Com o objetivo de verificar o desempenho térmico da edificação proposta, foram realizados cálculos conforme os critérios estabelecidos pela norma ABNT NBR 15575. Essa

análise permitiu avaliar se o projeto atendia aos requisitos mínimos de conforto térmico e eficiência energética exigidos pelas regulamentações vigentes.

Além disso, para assegurar a eficiência energética, foi realizada uma análise de sombreamento das aberturas utilizando o software SOL-AR, que indica os horários e dias do ano em que os raios solares incidem sobre as aberturas. O uso dessa ferramenta também possibilitou a definição das dimensões adequadas dos elementos de sombreamento, bem como a determinação dos horários desejados para a ocorrência desse sombreamento.

O projeto arquitetônico foi elaborado considerando todas as diretrizes e premissas identificadas ao longo do estudo. Além da versão padrão, também foi desenvolvida uma planta adaptada para atender às necessidades de pessoas com deficiência, conforme exigido pelas normas do programa Minha Casa Minha Vida.

Por fim, a modelagem do projeto foi realizada utilizando softwares de arquitetura, sendo desenvolvido integralmente no software Revit, garantindo maior precisão na concepção e representação gráfica da edificação.

REFERÊNCIAS PROJETUAIS

HIS Sustentável

Escritório de arquitetura/Arquiteto:	24.7 arquitetura design
Localização:	São Paulo
Clima:	Verões quente e úmido e invernos secos e frios
Área:	53,10 m ²
Ano do projeto:	2010

Projeto desenvolvido para um concurso sobre habitação de interesse social. Esse projeto propõe soluções arquitetônicas que promovem conforto ambiental, por estratégias passivas, especialmente em relação à ventilação e proteção contra o calor excessivo, adequando-se às condições climáticas e às necessidades dos habitantes (Delaqua, 2013).

As imagens do projeto ilustram algumas dessas estratégias. Por exemplo, a utilização de janelas posicionadas em locais elevados facilita a saída do ar quente que se acumula na parte superior dos ambientes, promovendo um processo de convecção natural, sendo representada na figura 06. Essa solução contribui para a renovação do ar e o controle da temperatura interna.

Outro recurso identificado, através da figura 05, foi o uso de elementos de sombreamento, como brises e marquises, que protegem as esquadrias da incidência direta dos raios solares,

evitando o superaquecimento dos espaços internos. A preocupação com o conforto térmico também se evidencia na escolha de coberturas ajardinadas, que ajudam a reduzir a absorção de calor pela edificação, e de telhas termoacústicas, que contribuem para o isolamento térmico e acústico das habitações.

Além disso, o projeto inclui elementos vazados, que permitem a passagem de ventilação natural ao mesmo tempo que filtram o ar, garantindo a circulação sem comprometer a privacidade e o controle do ambiente. A aplicação de ventilação cruzada, como ilustrado nas figuras, permite a entrada de ar fresco e a saída do ar quente, promovendo um ambiente mais fresco e confortável.

Figura 03 - Fachada.



Figura 04 - Sala de estar.



Figura 06 - Corte Esquemático - Ventos.

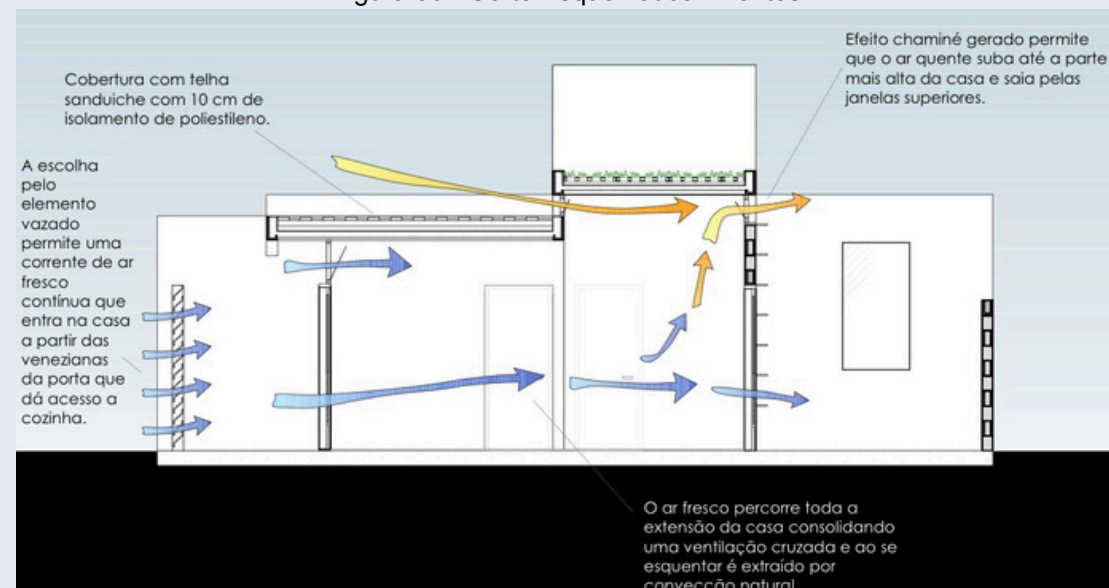
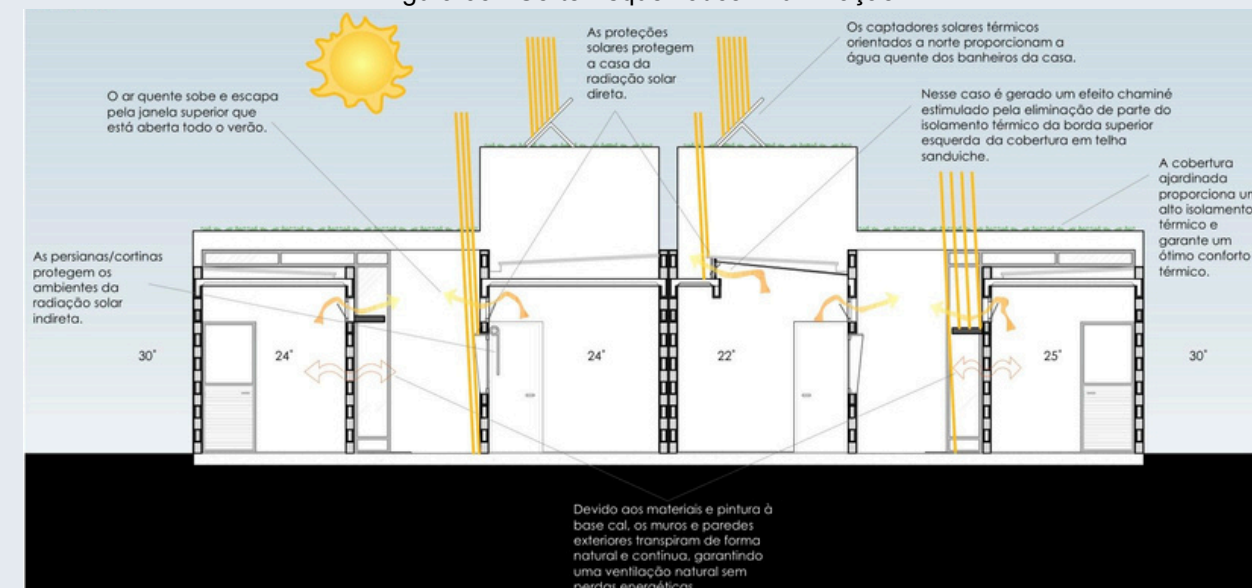
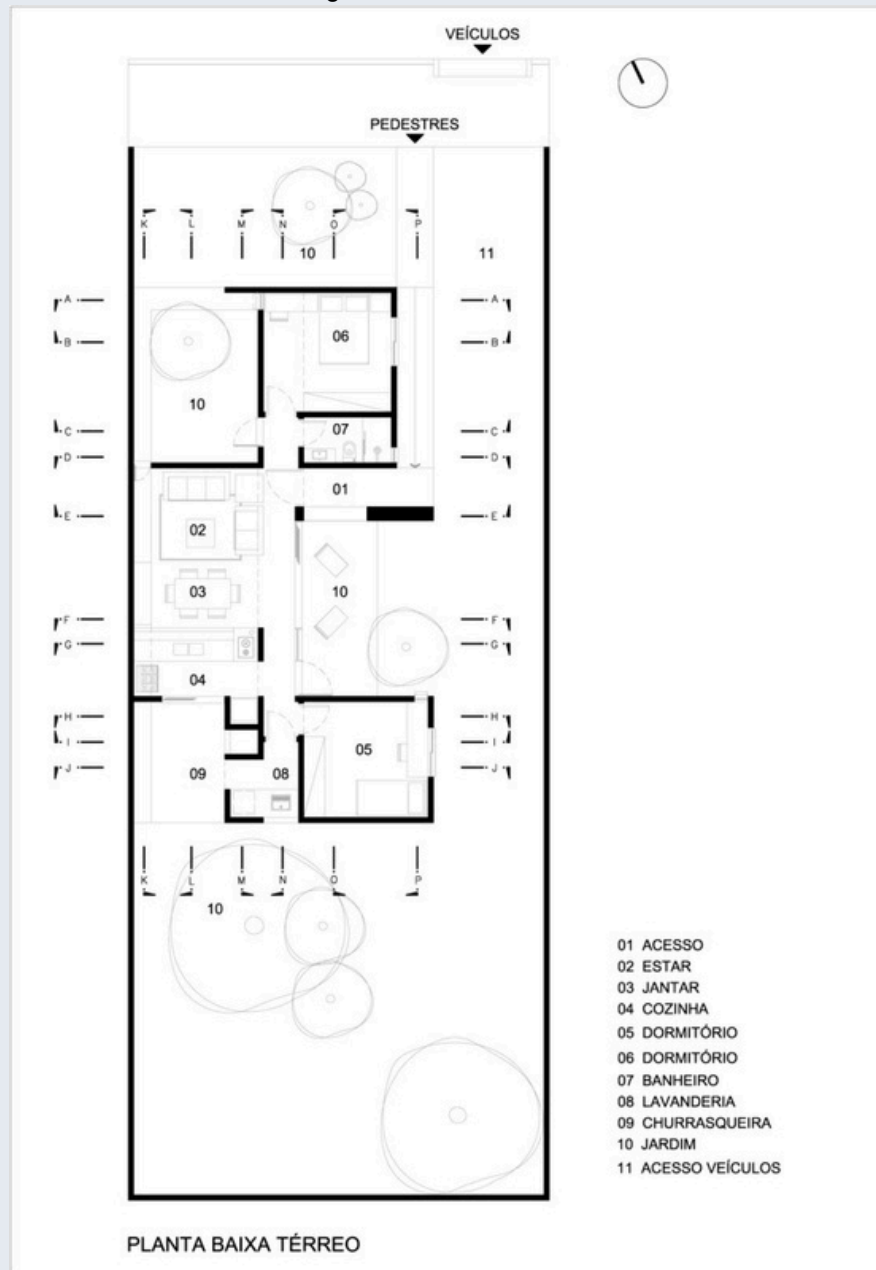


Figura 05 - Corte Esquemático - Iluminação.



As fontes das figuras 3, 4, 5 e 6: Archdaily (2013).

Figura 07 - Planta Baixa.



Casa Calha

Escritório de Arquitetura / Arquiteto:	Núcleo de Arquitetura Experimental / Alexandre Rogelin Prass
Localização:	Guaíba, Rio Grande do Sul.
Clima:	Úmido, com variedades de temperaturas ao longo das estações
Ano do projeto:	2011
Área:	69 m ²

Este projeto analisa uma habitação financiada pelo programa Minha Casa, Minha Vida, enfrentando o desafio de atender às necessidades dos moradores enquadrados na Faixa I do programa (Archdaily, 2016).

Na análise do layout, observa-se que a área social da residência, composta pela sala de estar, sala de jantar e cozinha, está localizada no centro da construção. Esse espaço central facilita a interação entre os moradores, funcionando como uma área comum integrada ao restante da casa. Em torno dessa área central, os quartos estão posicionados nas extremidades da edificação, delimitando a parte privativa da residência e aumentando a sensação de intimidade.

Um aspecto interessante do projeto é que essa disposição central permitiu a criação de um espaço de convivência ao ar livre

ao lado externo da casa, que recebe iluminação natural. Embora essa área central seja privada e afastada da rua, o acesso à luz natural não foi comprometido, preservando uma conexão com o lote e permitindo ventilação e iluminação adequadas.

Outro ponto notado no projeto, é o tratamento dado à fachada principal, que não possui aberturas voltadas para a rua. Esse design assegura privacidade para os moradores, sem comprometer a funcionalidade da habitação. A entrada de pedestres, em vez de estar diretamente ligada à fachada, é deslocada para dentro do lote, conduzindo os visitantes até a área social da casa de forma mais reservada e protegida.

Figura 08 - Vista lateral através do jardim.



Figura 09 - Fachada Noroeste - Destacando aberturas voltadas à lateral do terreno.



As fontes das figuras 7,8 e 9: Archdaily (2016).

Figura 10 - Vista Interna.



Figura 11 - Planta Baixa.



Sobrados Novo Jardim

Escritório de arquitetura / Arquitecto:	Jirau Arquitetura / Pablo Patriota, Bernardo Lopes e Mariana Caraciolo
Localização:	Caruaru - Pernambuco
Clima	Quente e seco
Ano do projeto:	2014
Ano da obra:	2016
Área	73,21 m ²

No estudo de caso a seguir, é abordada uma habitação do tipo sobrado voltada para a habitação social. O objetivo dos autores foi reformular as tradicionais residências de dois telhados e térreas, criando uma nova tipologia de moradia popular (Archdaily, 2021).

O projeto prioriza a privacidade dos usuários em seus espaços privativos, conforme ilustrado nas figuras, e preserva a entrada de luz natural e ventilação, promovendo o bem-estar dos residentes.

Na figura 12, é possível observar a aplicação do design passivo, que inclui a técnica de ventilação cruzada e o efeito chaminé, por meio da abertura zenital no banheiro.

Além disso, os projetistas consideraram a possibilidade de futuras ampliações na edificação. No pavimento superior, é possível

acrescentar um quarto, enquanto no térreo é possível expandir a sala de estar ou criar uma garagem (Archdaily, 2021).

Observa-se também, os muros baixos e fechamentos em gradil, promovendo a circulação do ar.

Figura 12 - Corte Esquemático e Fachada.

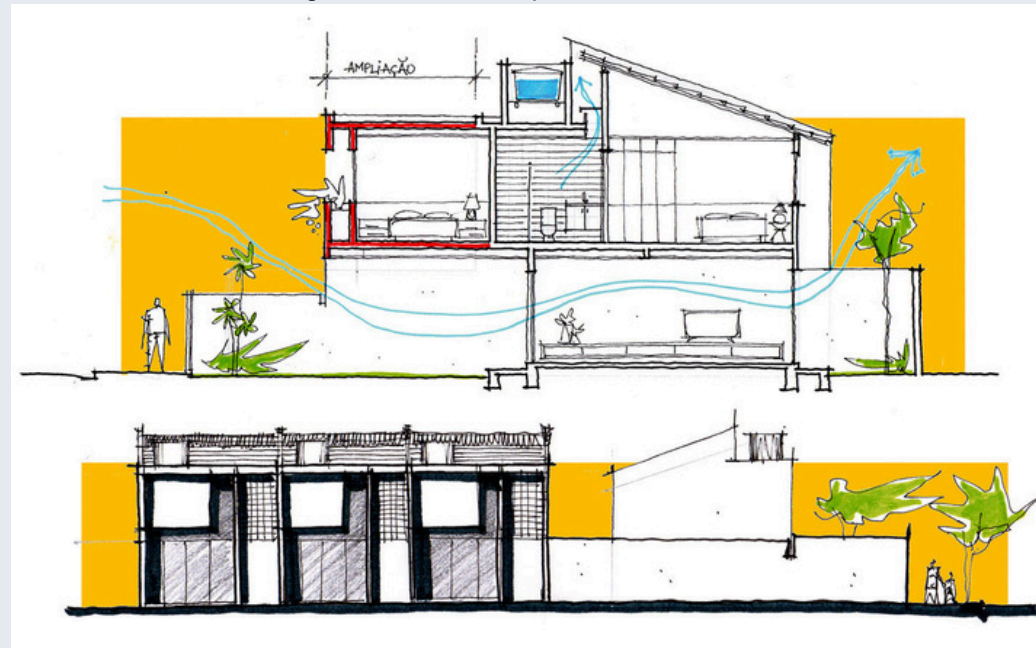


Figura 13 - Fachadas.



ESTUDOS PRÉ PROJETO

Partindo de um conceito de habitação social que busca desmistificar o padrão tradicional das habitações populares, esta proposta tem como objetivo qualificar o ambiente e a experiência de vivência, promovendo o conforto térmico interno das edificações. A elaboração de uma proposta adequada considerou critérios fundamentais, os quais estão apresentados no quadro 02 e 03. Esses critérios estabelecem as premissas para a criação do projeto-base, visando atender às necessidades da comunidade que será beneficiada pelas edificações.

O ponto de partida para o desenvolvimento deste estudo foi o Edital de Chamamento Público N° 001/2024/SEMAS, publicado pela Prefeitura do município de Vilhena-RO. Esse edital tem como objetivo convocar empresas do setor da construção civil para a apresentação de propostas de implementação do Programa Minha Casa, Minha Vida, do Governo Federal. A iniciativa visa viabilizar a execução de projetos e obras para a construção de 150 unidades habitacionais unifamiliares, denominadas Residencial Vale do Sol, enquadradas na Faixa I do programa. Dessa forma, o edital serviu como base para a concepção do projeto que constitui o produto final desta pesquisa.

Quadro 02 - Premissas de malha urbana e loteamento.

LEI COMPLEMENTAR 50/2001	Comprimento linear máximo do uma só sequência de testadas de lotes entre uma esquina e outra de uma via igual a 130,00m (cento e trinta metros) para residência [...]
	a) 5% (cinco por cento) de sua área para equipamentos comunitários, b) 10% (dez por cento) da área da gleba para áreas verdes; c) 20% (vinte por cento) destinado ao sistema viário;

Fonte: Indicada, adaptado pelo autor (2025).

Quadro 03 - Premissas projeto de arquitetura.

Edital de Chamamento Público N° 001/2024/SEMAS (Processo Administrativo n.º 736/2024)	150 unidades habitacionais
	Projeto básico de Arquitetura [...] adequado à legislação de acessibilidade
	Será obrigatória a destinação de no mínimo 2% (dois por cento) das unidades habitacionais adaptadas para pessoas com deficiência [...].
Portaria MCID N° 725, DE 15 DE JUNHO DE 2023	Previsão de variação das fachadas (cores, detalhes arquitetônicos), cobertura ou volumetria das unidades habitacionais ou edificações.

Fonte: Indicada, adaptado pelo autor (2025).

Continuação Quadro 03 - Premissas projeto de arquitetura.

Portaria MCID N° 725, DE 15 DE JUNHO DE 2023	Programa mínimo: Sala + 1 dormitório de casal + 1 dormitório para duas pessoas + cozinha + área de serviço + banheiro + varanda (para multifamiliar).
	Área útil mínima da UH [...] Casas: 40,00 m².
	Pé-direito: mínimo de 2,60 m, admitindo-se 2,30 m no banheiro.
	Acessibilidade: Espaço livre de obstáculos em frente às portas de no mínimo 1,20 m. Nos banheiros deve ser possível inscrever módulo de manobra sem deslocamento que permita rotação de 360° [...]. Nos demais cômodos, deve ser possível inscrever módulo de manobra sem deslocamento que permita rotação de 180° (1,20 m x 1,50 m) [...].
	Para casas térreas, deverá ser prevista ao menos uma opção de ampliação da unidade habitacional sem prejuízo das condições de iluminação e ventilação natural dos cômodos pré-existentes.
	O projeto deve explorar ao máximo estratégias passivas para garantir o conforto das unidades habitacionais, com o aproveitamento da iluminação e ventilação natural, por meio da forma do edifício, escolha adequada de fechamentos, escolha adequada de paredes externas e coberturas, disposição e tamanho das aberturas, tipos de esquadrias, sempre de acordo com o clima local para aumentar o conforto ambiental e o desempenho termoenergético da Unidade Habitacional.
	Em todas as zonas bioclimáticas (definidas conforme a NBR 15.220-3), para edificações unifamiliares, deve ser garantida ventilação cruzada [...].
	Em unidades localizadas nas zonas bioclimática 7 e 8, para todas as tipologias, deve ser garantida a ventilação noturna com segurança em ambientes de permanência prolongada
Em casas, no caso de área de serviço externa, a cobertura se estenderá por toda a área, seguindo as mesmas especificações da UH, facultado o uso de laje.	

Fonte: Indicada, adaptado pelo autor (2025).

Portaria MCID Nº 725, DE 15 DE JUNHO DE 2023	Prever abertura na cobertura, para ventilação permanente com passarinheira e ático entre a laje horizontal e o telhado com altura mínima de 50 cm, nas zonas bioclimáticas 7 e 8, ou quando indicado.
	Em unidades localizadas nas zonas bioclimáticas 7 e 8 as aberturas da sala deverão prever recurso de sombreamento (veneziana, varanda, brise, beiral, anteparo ou equivalente).
NBR 15575-4/2021 Desempenho Térmico	Quando um APP* possuir paredes externas com transmitâncias térmicas distintas, devem-se ponderar os valores de transmitância térmica pelas áreas das superfícies internas de cada parede [...]
	Quando um APP* possuir paredes externas com pinturas ou revestimentos externos de absorvâncias distintas, devem-se ponderar os valores de absorvância pelas áreas externas de cada pintura ou revestimento [...]
	As áreas de superfície constituídas por detalhes arquitetônicos, com pequena influência na fachada, podem ser desconsideradas nos cálculos de absorvância equivalente [...]
	Zona bioclimática 8 - Sem requisito - Para capacidade térmica de paredes externas
	Os APP* devem possuir aberturas para ventilação com áreas que atendam à legislação específica da cidade na qual a UH está localizada [...]
	Quando não houver exigências de ordem legal para o local de implantação da UH, os APP* devem possuir percentual de abertura para ventilação (Pv,app) maior ou igual ao valor de referência [...]
	ZB 8 - Região Norte do Brasil - Pv,app ≥ 12,0% da área do piso
	Em espaços internos integrados, sem a presença de divisões por paredes ou portas, deve-se considerar a soma das áreas de piso desses espaços [...]
	Para o cálculo da área efetiva de abertura para ventilação do APP*, devem ser consideradas as aberturas que permitam a livre circulação do ar, devendo ser descontadas as áreas de perfis, de vidros e de qualquer outro obstáculo.
	Na Tabela 17, o percentual de elementos transparentes pode ser avaliado a partir do fator solar máximo permitido [...]

Fonte: Indicada, adaptado pelo autor (2025).

NBR 15575-4/2021 Desempenho Térmico	Nos APP das UH localizadas nas zonas bioclimáticas 3 a 8, é permitido percentual de abertura de elementos transparentes superior a 20%, caso sejam utilizadas vidros de alto desempenho ou elementos de sombreamentos horizontais nas aberturas [...]
	Quando existente sombreamento horizontal sobre os elementos transparentes, deve-se identificar [...] o percentual de elementos transparentes máximo, com base no ângulo vertical de sombreamento (AVS).
	Para os APP* com duas ou mais aberturas com elementos transparentes, o valor de At,app é o resultado do somatório das áreas de superfície dos elementos transparentes de todas as aberturas.

Fonte: Indicada, adaptado pelo autor (2025).

*APP = Ambiente de Permanência Prolongada

Tabela 02 - Ambientes e Mobiliários

Ambiente	Mobiliários e Dimensões
Domitório casal	01 Cama (1,40 x 1,90); 01 Mesa de cabeceira (0,50 x 0,50); 01 Guarda-roupa (1,50 x 0,50).
Domitório p/ 02 pessoas	02 Camas (1,50 x 0,50); 01 Mesa de cabeceira (0,50 x 0,50); 01 Guarda-roupa (1,50 x 0,50).
Cozinha	Pia (1,20 x 0,50); Fogão (0,55 x 0,60); Geladeira (0,70 x 0,70).
Sala de estar/Refeições	Sofás c/ número de assentos igual ao número de leitos; mesa p/ 04 pessoas; e estante/armário TV.
Banheiro	01 Lavatório s/ coluna; 01 Bacia sanitária c/ caixa acoplada; 01 box c/ ponto p/ chuveiro (0,90 x 0,95);
Área de serviço	01 Tanque (0,52 x 0,53); 01 Máquina de lavar roupa (0,60 x 0,65).

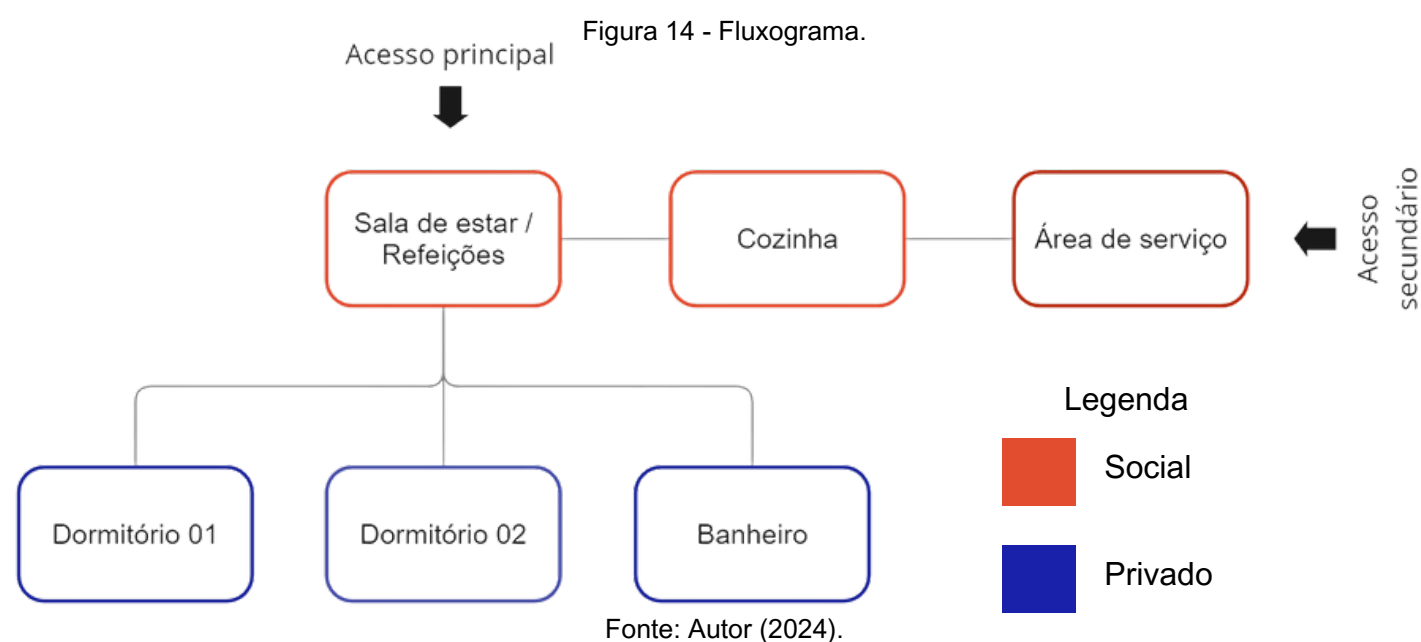
Fonte: Adaptado pelo autor em 2025, com base na Portaria MCID nº 725, 2023.

A Portaria nº 735, de 15 de junho de 2023, emitida pelo Ministério das Cidades e Desenvolvimento, também inclui a indicação dos mobiliários mínimos que devem compor cada cômodo da unidade habitacional. Essas informações estão detalhadas na Tabela 02, que apresenta não apenas os itens de mobiliário recomendados, mas também suas respectivas dimensões.

Essa definição é fundamental no processo de pré-dimensionamento dos ambientes, garantindo que os espaços projetados atendam, de forma mínima e funcional, às necessidades básicas das pessoas que irão ocupar a edificação.

A tabela e quadro, apresentados servem como diretrizes para a elaboração do projeto, garantindo que ele esteja em conformidade com as normativas vigentes e atenda aos requisitos mínimos necessários para a adequação do edifício. Essas diretrizes abrangem aspectos fundamentais, como as dimensões dos ambientes, a quantidade e as especificações do mobiliário, além do desempenho térmico da edificação. O desempenho térmico, em particular, constitui o foco principal deste trabalho, visando qualificar e aprimorar as condições térmicas das habitações de interesse social.

Dando continuidade aos critérios estabelecidos para a elaboração do projeto, a tabela 03 apresenta diretrizes para a disposição dos ambientes, contemplando parâmetros como dimensões mínimas e estratégias passivas voltadas para o conforto térmico.



O fluxograma apresentado (Figura 14) foi desenvolvido com o propósito de analisar a proximidade e a interconexão entre os ambientes, bem como compreender sua classificação quanto ao uso, seja ele de caráter privado ou social.

A partir dessa análise, identificou-se uma interligação entre a sala de estar, a área de refeições, a cozinha e a área de serviço, com o acesso principal ocorrendo pela sala de estar e um acesso secundário disponível por meio da área de serviço. Além disso, os dormitórios e o banheiro são acessados diretamente a partir da sala de estar, garantindo uma organização espacial que favorece a funcionalidade e a fluidez da circulação no ambiente.

Tabela 03 - Critérios Ambientais.

Matriz de critérios	Largura mínima	Circulação mínima	Ventilação Cruzada	Ventilação Noturna	Prateleira de luz	Ventilação Vertical	Efeito chaminé - Fluxo interno	Cobertura e parede ventilada	Captação do vento com uso de vegetação	Ventilação mecânica auxiliar	Privacidade	Posição	Considerações
Sala de estar/Refeições	2,40	*	S	S	S	I	I	I	I	I	N	Norte/Oeste	Ligação com a cozinha.
Cozinha	1,70	*	I	N	I	I	N	I	I	N	N	Norte/Oeste	Ligação com a sala de estar/refeições.
Dormitório casal	*	0,50 m	S	S	S	I	S	I	S	S	S	Leste	
Dormitório p/ duas pessoas	*	0,50 m	S	S	S	I	S	I	S	S	S	Leste	Circulação mínima entre as camas de 0,80 m.
Banheiro	1,50	*	I	N	N	N	N	N	N	N	S	Sul	
Área de serviço	*	*	I	N	N	N	N	N	I	N	I	Sul	

Fonte: Adaptado pelo autor em 2025 com base em Projeteo e Portaria MCID N° 725.

LEGENDA

- * Não informado
- N Não / Nenhum
- S Sim
- I Importante, mas não obrigatório

Implantação

Figura 15 - Mapa de localização

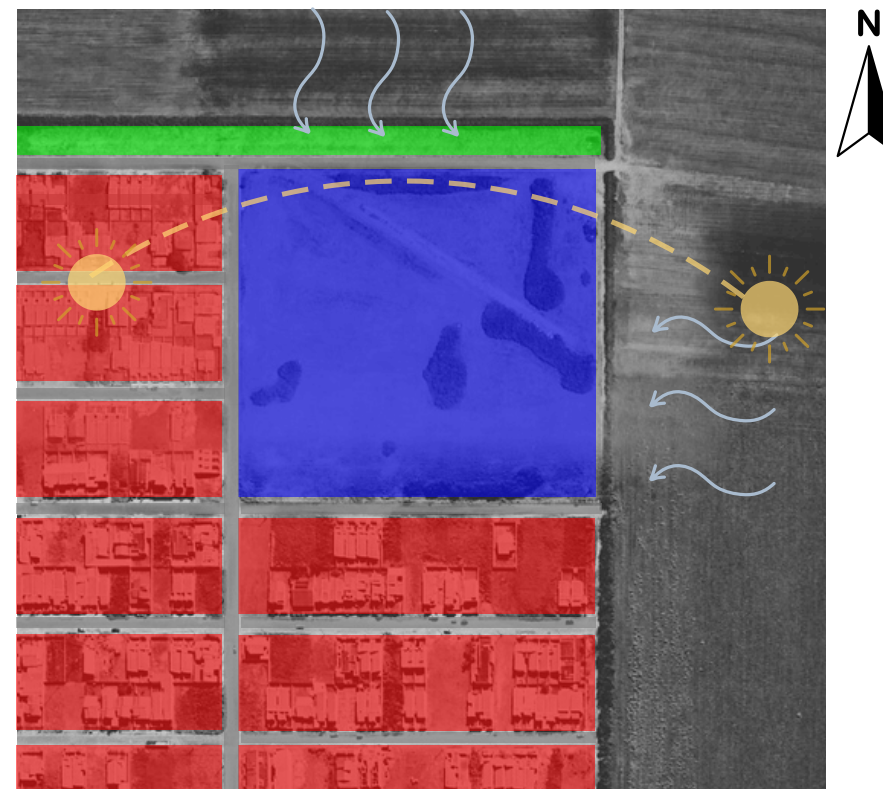


Fonte: Acha CEP (2023); Google Earth (2024); Adaptado pelo autor (2024)

Com uma área total de 14.240,00 m², e já nomeado como projeto “Vale do Sol”, o edital N° 001/2024/SEMAS determina que será realizado um empreendimento vinculado ao “Programa Minha Casa, Minha Vida”, do governo federal, com previsão para a construção de 150 unidades habitacionais voltadas para a população enquadrada na Faixa I do programa. (Prefeitura de Vilhena, 2024).

A área determinada para implantação (Figura 15) está localizada no Residencial Orleans, ao leste da malha urbana de Vilhena, o lote N° 01-R, situado na quadra 08, setor 80, o qual foi destinado à implantação de um equipamento público, para atender prioritariamente a comunidade local (Prefeitura de Vilhena, 2024).

Figura 16 - Análise do lote



Fonte: Google Earth adaptado pelo autor (2024).

Legenda

Residencial	
Área Verde	
Equ. Público / Área de implantação	
Vias locais	
Ventos	

A figura 16 apresenta uma análise deste lote, com a finalidade de elencar diretrizes que orientarão a tomada de decisões em relação ao projeto de habitação de interesse social. No entorno imediato do lote, foi identificado que as edificações são predominantemente de uso residencial e de baixo gabarito, o que contribui para um perfil urbano mais homogêneo e compatível com a proposta do edital, de um bairro residencial horizontal. Além disso, a região conta com lotes vazios, ainda não ocupados, indicando que a área ainda está em fase de desenvolvimento urbano.

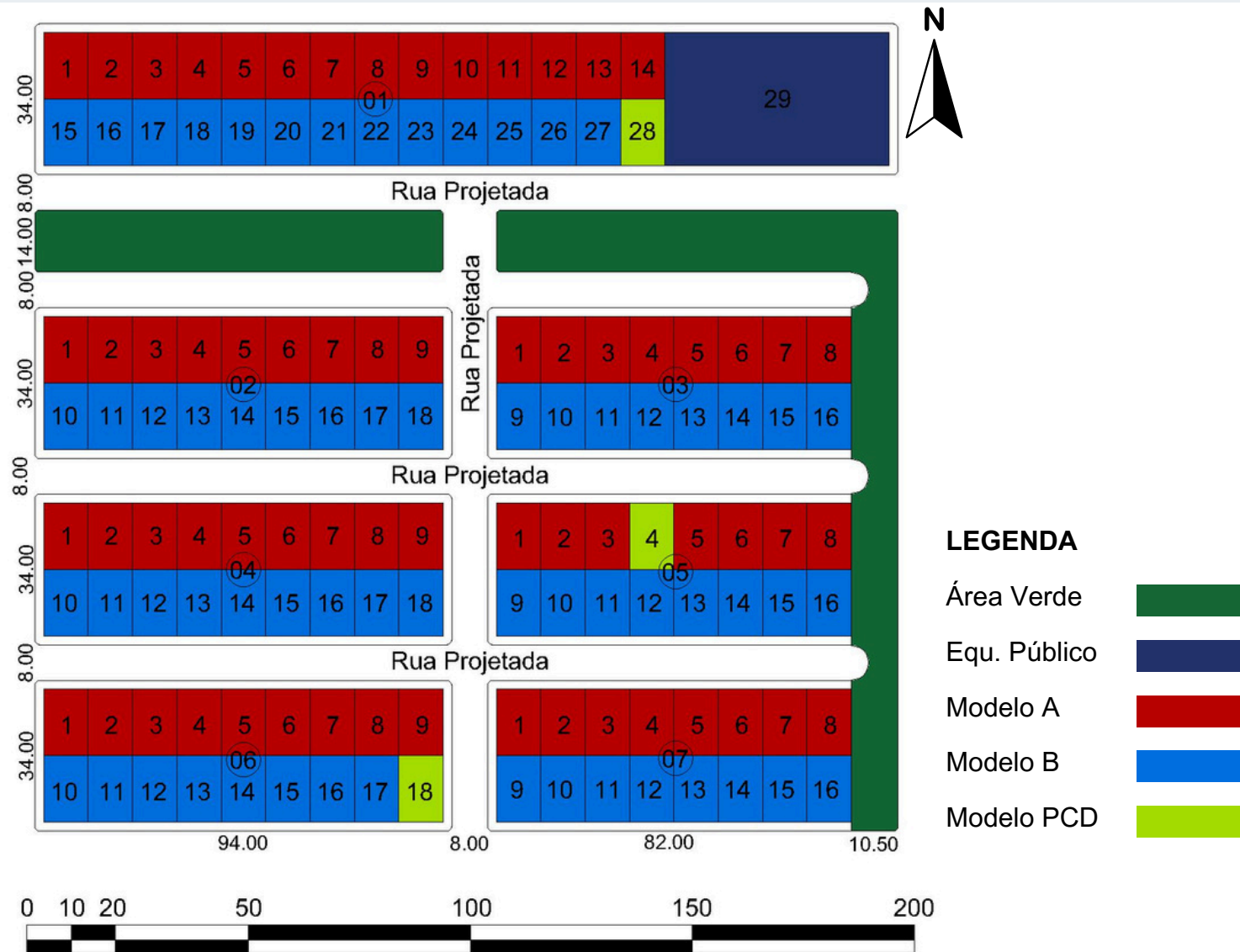
Por estar situado na franja urbana da cidade, o lote faz divisa com áreas previstas para expansão urbana, o que é um aspecto crucial a ser considerado durante a elaboração do projeto, uma vez que a malha urbana futura influenciará a paisagem e a dinâmica da região. Também se observa a presença de uma área verde, no limite Norte do terreno, a qual é destinada à preservação ambiental e ao convívio da população, favorecendo a qualidade de vida na localidade.

As ruas que circundam o lote são pavimentadas e a infraestrutura existente, no entorno, inclui iluminação pública e pavimentação asfáltica, proporcionando condições satisfatórias para o acesso e a circulação no local.

Por fim, conforme ilustrado na Figura 16, observa-se que os ventos predominantes na área têm origem nas direções norte e leste. Como essas regiões do lote não possuem edificações, a circulação dos ventos ocorre de forma desobstruída, sem barreiras que interfiram em seu fluxo.

Proposta Loteamento

Planta de Loteamento



Como não há um projeto urbano para a área a ser construída, foi elaborado um estudo contemplando as delimitações de lotes residenciais e a disposição das unidades habitacionais, prevendo ainda a área destinada a equipamentos públicos, conforme exigido pelo edital e pelas diretrizes municipais.

Para fundamentar a proposta de organização espacial, foram analisados conjuntos habitacionais já implantados na cidade, como o Residencial Alvorada e o Residencial Maria Moura, que possuem características e requisitos semelhantes ao presente projeto. Esses exemplos serviram de referência para orientar as delimitações apresentadas na planta de loteamento.

A concepção do loteamento levou em consideração a preservação de áreas verdes, como preconizado pela legislação municipal de Vilhena. Destinou-se uma área específica para esse fim, a qual poderá ser utilizada para a criação de uma praça comunitária ou para a preservação da vegetação nativa.

Assim, a partir deste delineamento preliminar, surgem as questões de organização espacial e de adequação ao clima para as residências a serem atendidas, buscando garantir que o projeto final seja executável e que, ao mesmo tempo, promova uma ocupação racional e sustentável do espaço. O loteamento foi planejado para abrigar um total de 130 lotes, sendo distribuídos em 07 quadras, com cerca de 20 lotes por quadra.

A planta de loteamento permite visualizar, além da divisão dos lotes e da malha viária, os modelos de edificação e sua respectiva orientação. O modelo A possui a fachada principal voltada para o norte, enquanto o modelo B está orientado para o sul. Essa diferenciação influencia diretamente a orientação solar de cada edificação.

Observa-se, ainda, a disposição dos lotes destinados às edificações adaptadas para pessoas com deficiência, distribuídos em pontos distintos do loteamento, e não concentrados em uma única área, promovendo maior integração e acessibilidade no conjunto habitacional.

O Edital de Chamamento Público prevê a consolidação de 150 Unidades Habitacionais (UH). No entanto, durante a elaboração da planta de loteamento, verificou-se que, ao considerar as áreas destinadas a equipamentos públicos e espaços verdes, conforme as diretrizes municipais de Vilhena para a criação de loteamentos, não foi possível atender integralmente a essa quantidade.

Para viabilizar a construção de todas as unidades habitacionais previstas, uma alternativa seria a retirada dos espaços destinados a equipamentos públicos e parte da área verde, convertendo-os em lotes residenciais. Dessa forma, seria possível atender à demanda habitacional estipulada no edital, garantindo a oferta das 150 unidades.

Figura 17 - Fotografias do lote



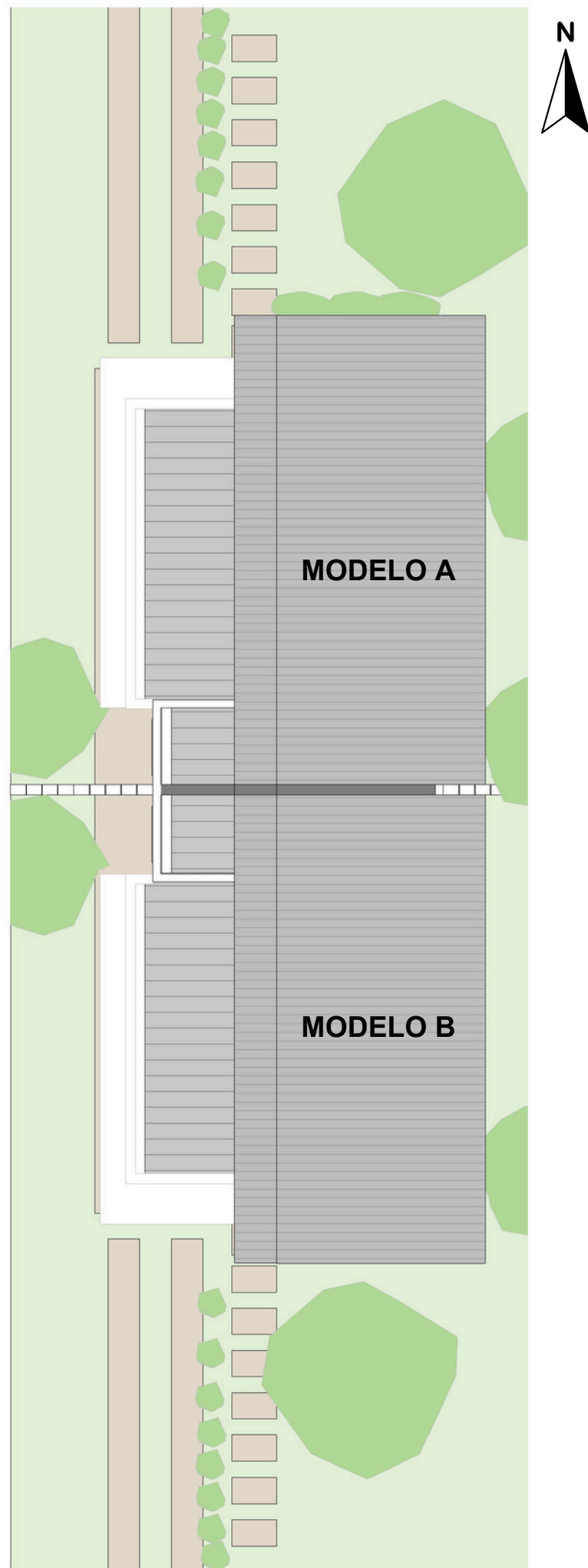
Fonte: Autor (2024).

A Figura 17 apresenta registros fotográficos do lote destinado à implantação do projeto em questão. Por meio dessas imagens, verifica-se que a área não possui construções. Também é possível observar que não há vegetação de grande porte no local.

Além disso, nota-se que no entorno do lote possui pavimentação existente, permitindo acesso adequado ao local. A presença de postes para fornecimento de energia elétrica também é evidente, o que indica uma infraestrutura básica já disponível para atender às demandas energéticas futuras da área planejada.

Proposta Arquitetônica





O projeto foi desenvolvido com o objetivo de estabelecer uma planta padrão para o loteamento. Entretanto, a partir do estudo realizado para a definição da malha urbana, foram consideradas duas possibilidades de implantação da edificação, resultando em dois modelos distintos: Modelo A e Modelo B, sendo eles espelhados no eixo horizontal e com as fachadas posteriores compartilhando a mesma parede limítrofe.

A implantação foi planejada de modo a afastar as laterais das divisas do lote, viabilizando a criação de corredores livres que favorecem a circulação de ar e contribuem para a ventilação natural dos ambientes. A configuração adotada também permitiu manter a parte frontal do terreno desobstruída, possibilitando futuras ampliações de forma estratégica e funcional.

Em relação às laterais, a intenção do corredor livre na lateral leste é preservar a ventilação, não sendo prevista qualquer ampliação nessa área, a fim de manter a circulação de ar desobstruída. Por outro lado, o corredor da lateral oeste foi planejado para permitir possíveis ampliações, porém sem que a nova construção se estenda até o limite do lote, preservando a ventilação e evitando o fechamento completo da passagem de ar.

No Modelo A, a fachada principal está orientada para o norte, região que recebe a maior incidência de radiação solar. Diante desse fator, foram propostas soluções de fácil aplicação para minimizar os impactos da insolação. Especificamente, optou-se pela instalação de elementos de sombreamento na janela da cozinha, que está voltada para o norte, a fim de reduzir a incidência direta dos raios solares (ver apêndice).

Por outro lado, no Modelo B, a fachada principal está voltada para o sul, uma região que não recebe radiação solar direta. Dessa forma, não se fez necessária a aplicação de elementos de proteção nas aberturas dessa fachada.

Planta de Layout - Padrão

Modelo A



O layout apresenta uma distribuição racional dos ambientes, promovendo a integração entre os setores sociais, de serviço e íntimos.

A definição das divisões dos espaços considerou as premissas estabelecidas pelas normas do programa Minha Casa Minha Vida. Dessa forma, os ambientes foram planejados para serem compactos, recebendo o mobiliários mínimos para atender a quantidade de integrantes da família.

A sala de estar foi projetada para integrar-se à sala de refeições, criando um ambiente compacto e confortável, que favorece a interação e otimiza o uso do espaço. O espaços dos dormitórios também criados a atender a quantidade de 2 pessoas, preservou pela circulação do espaço sem a obstrução de obstáculos.

Na planta elaborada para atender pessoas com deficiência, manteve-se a mesma linguagem arquitetônica da planta padrão, porém com adaptações para garantir maior conforto e acessibilidade. As portas foram ampliadas, e os ambientes redimensionados, permitindo melhor mobilidade e garantindo que os usuários possam se locomover com facilidade nos espaços internos da edificação.

TABELA DE JANELAS					
Cód.	Qty.	Dimensões		Peitoril	Descrição
		Largura	Altura		
J01	3	1,50	1,20	0,90	De correr - 3 folhas c/ veneziana fixa
J02	2	1,00	1,20	0,90	De correr - 2 folhas c/ veneziana fixa
J03	1	0,85	1,20	0,90	De correr - 2 folhas
J04	1	1,00	0,60	1,80	De correr- 2 folhas

TABELA DE PORTAS				
Cód.	Qty.	Dimensões		Descrição
		Largura	Altura	
P01	4	0,80	2,10	De abrir - Madeira

Planta de Layout - PCD

Modelo A

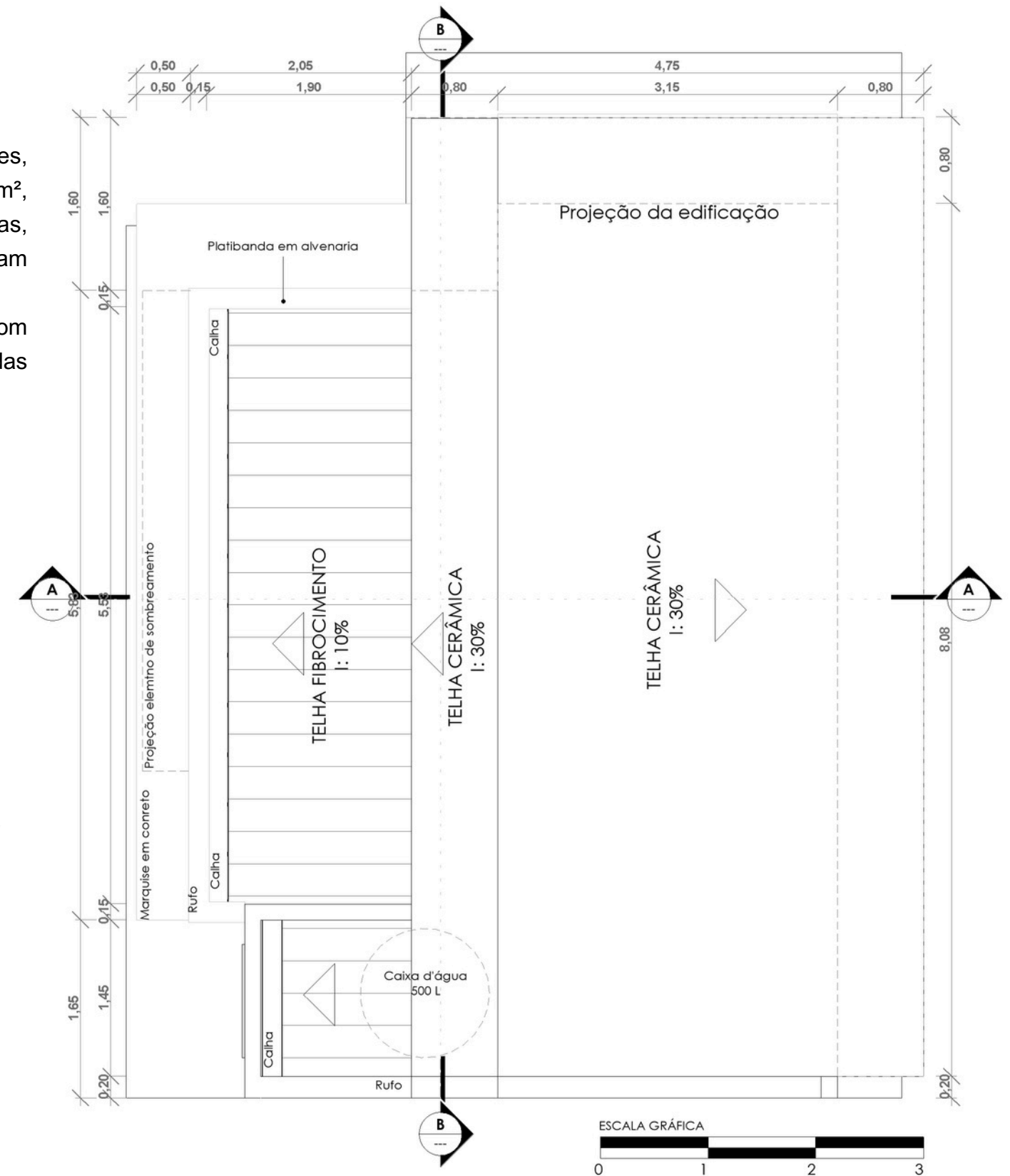
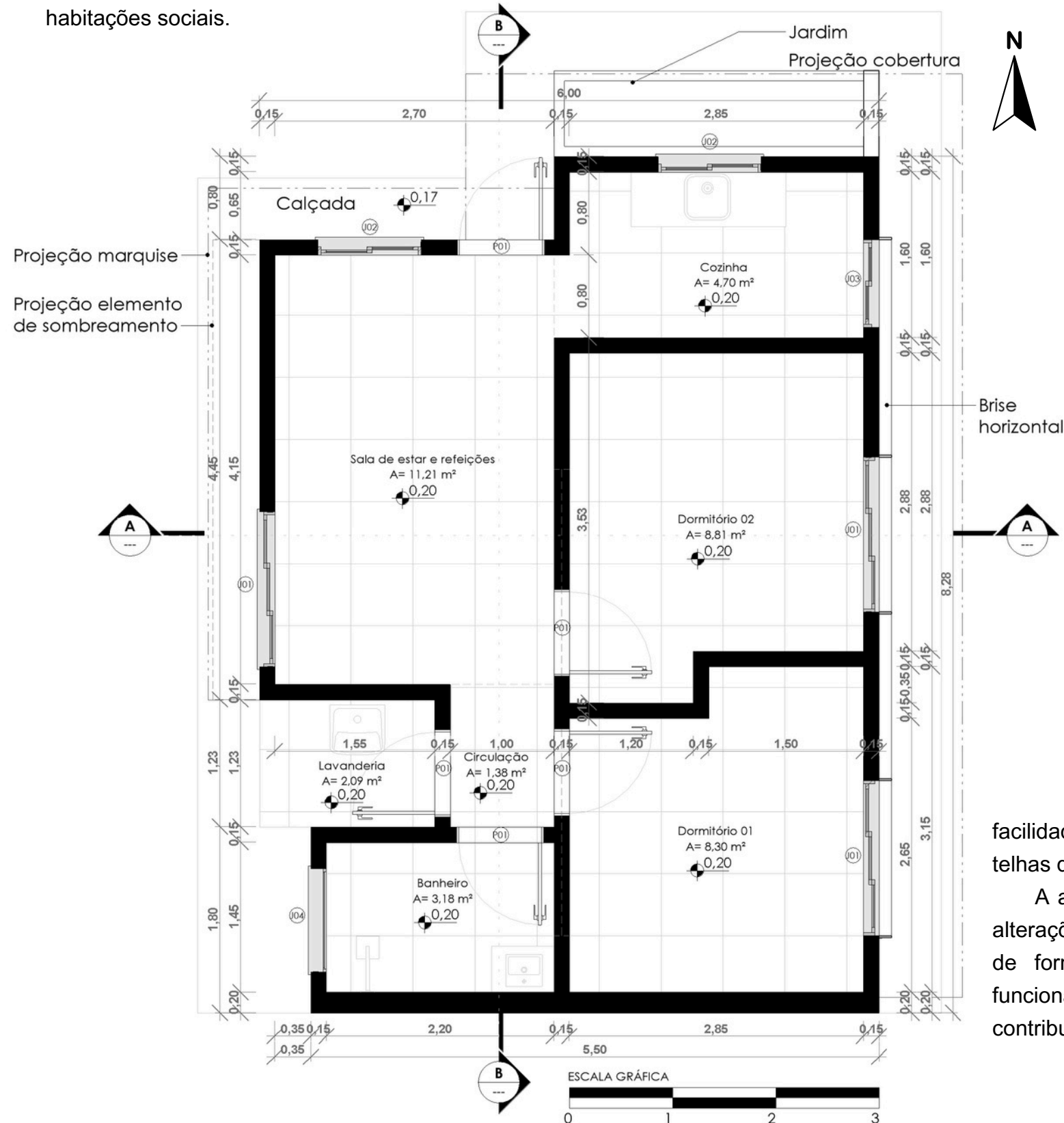


Planta Baixa - Padrão

Modelo A

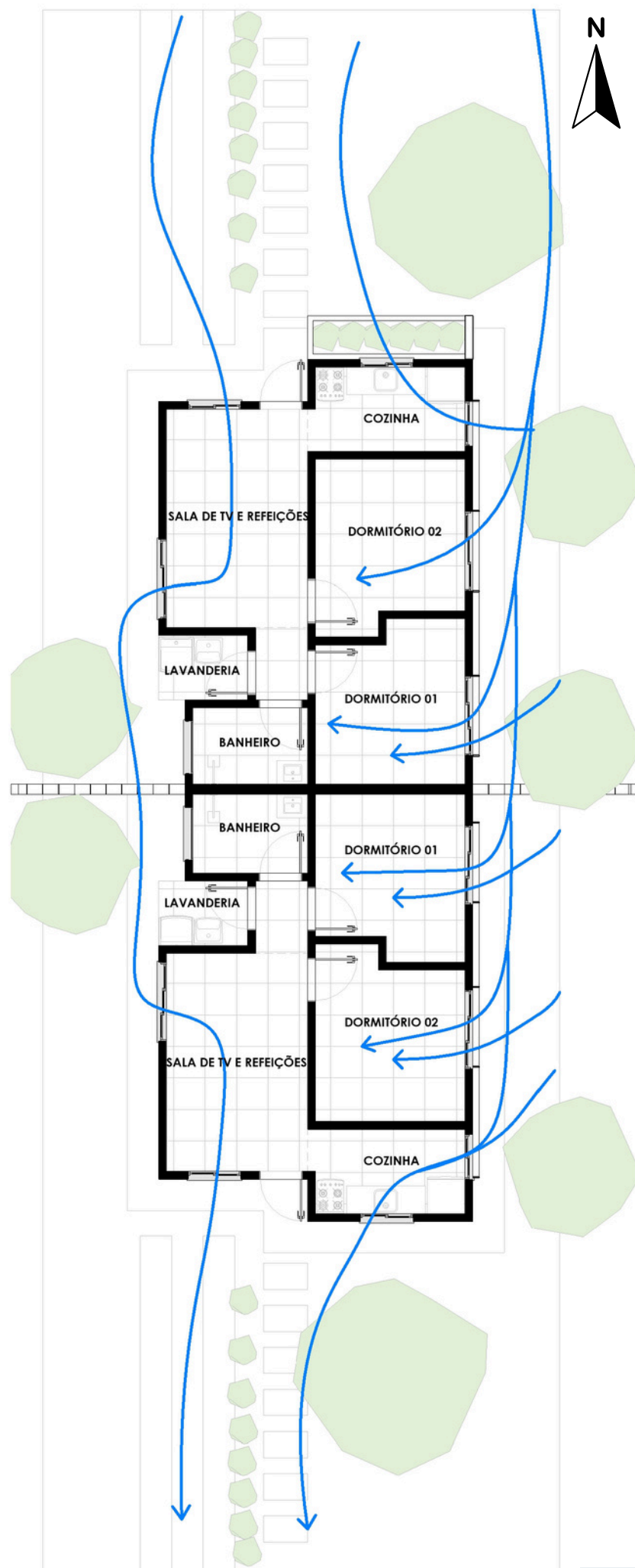
Na planta baixa, é possível identificar a disposição dos seguintes cômodos: sala de estar e refeições, cozinha, dormitórios 01 e 02, banheiro social e lavanderia. A edificação possui uma área total de 46,59 m², e a disposição dos ambientes foi estrategicamente concebida para permitir possíveis ampliações futuras, de modo a atender às necessidades decorrentes do crescimento familiar. As aberturas foram dimensionadas com o intuito de garantir níveis adequados de iluminação e ventilação naturais.

Na proposta, a cobertura, adotou-se uma combinação de telhado aparente e telhado oculto com platibanda, buscando diferenciar a volumetria da construção em relação ao padrão convencional das habitações sociais.



Os materiais utilizados no projeto foram selecionados com base em critérios de baixo custo, facilidade de execução e disponibilidade de mão de obra convencional. As coberturas empregam telhas de cerâmica e fibrocimento, materiais amplamente utilizados pela sua economia e eficiência.

A adoção da platibanda permite que futuras ampliações sejam realizadas sem a necessidade de alterações no telhado ou demolição da estrutura existente. Novos ambientes podem ser incorporados de forma integrada, utilizando-se outras platibandas para manter a coerência estética e a funcionalidade do conjunto arquitetônico. Na edificação o uso da alvenaria convencional também contribui para facilidade com relação a mão de obra.



Para atender aos princípios do design passivo, o projeto incorpora diversas estratégias arquitetônicas com o propósito de otimizar o desempenho térmico da edificação. A primeira técnica aplicada é a ventilação cruzada, viabilizada pelo posicionamento estratégico das aberturas. Esse recurso favorece a circulação de ar por meio da disposição das esquadrias em paredes adjacentes, tanto dentro do mesmo ambiente quanto em espaços distintos, porém integrados e sem barreiras verticais, assegurando um fluxo contínuo de ventilação pelo interior da edificação.

Adicionalmente, foi dada atenção especial à ventilação noturna, sobretudo nos dormitórios, considerando sua relevância para o conforto térmico durante o período de descanso. Nesses ambientes, as esquadrias foram projetadas para facilitar o resfriamento natural, sendo complementadas pelo uso de brises metálicos. Esses elementos, além de proporcionarem sombreamento diurno, desempenham uma função de segurança equivalente à de grades, permitindo que as janelas permaneçam abertas durante a noite e viabilizando a entrada da brisa noturna.

No esquema de ventilação, é possível compreender tanto a direção dos ventos quanto a forma como eles interagem com a edificação. Os ventos provenientes das direções leste e norte percorrem o corredor localizado na fachada leste, onde são dispostas vegetações estratégicas com o objetivo de redirecionar o fluxo de ar para o interior da edificação. Essa solução favorece, sobretudo, a ventilação natural dos dormitórios, proporcionando um ambiente interno mais fresco e confortável.

Os ventos vindos do norte adentram a sala de TV, atravessando o ambiente até sua saída pela esquadria adjacente, promovendo a ventilação cruzada. De forma similar, esses ventos também alcançam a cozinha, percorrendo o espaço e saindo pela respectiva abertura adjacente. O corredor lateral esquerdo desobstruído permite que os ventos fluam livremente até adentrarem a edificação do modelo B, cuja fachada está orientada para o sul, ampliando a eficácia da ventilação natural.

Visando potencializar essa circulação de ar, o projeto não prevê a utilização de muros altos e fechados. Em contrapartida, optou-se por elementos vazados e de baixa altura, como gradis, cobogós e brises, que possibilitam o livre percurso dos ventos, ao mesmo tempo em que mantêm a permeabilidade visual e a integração com o entorno.



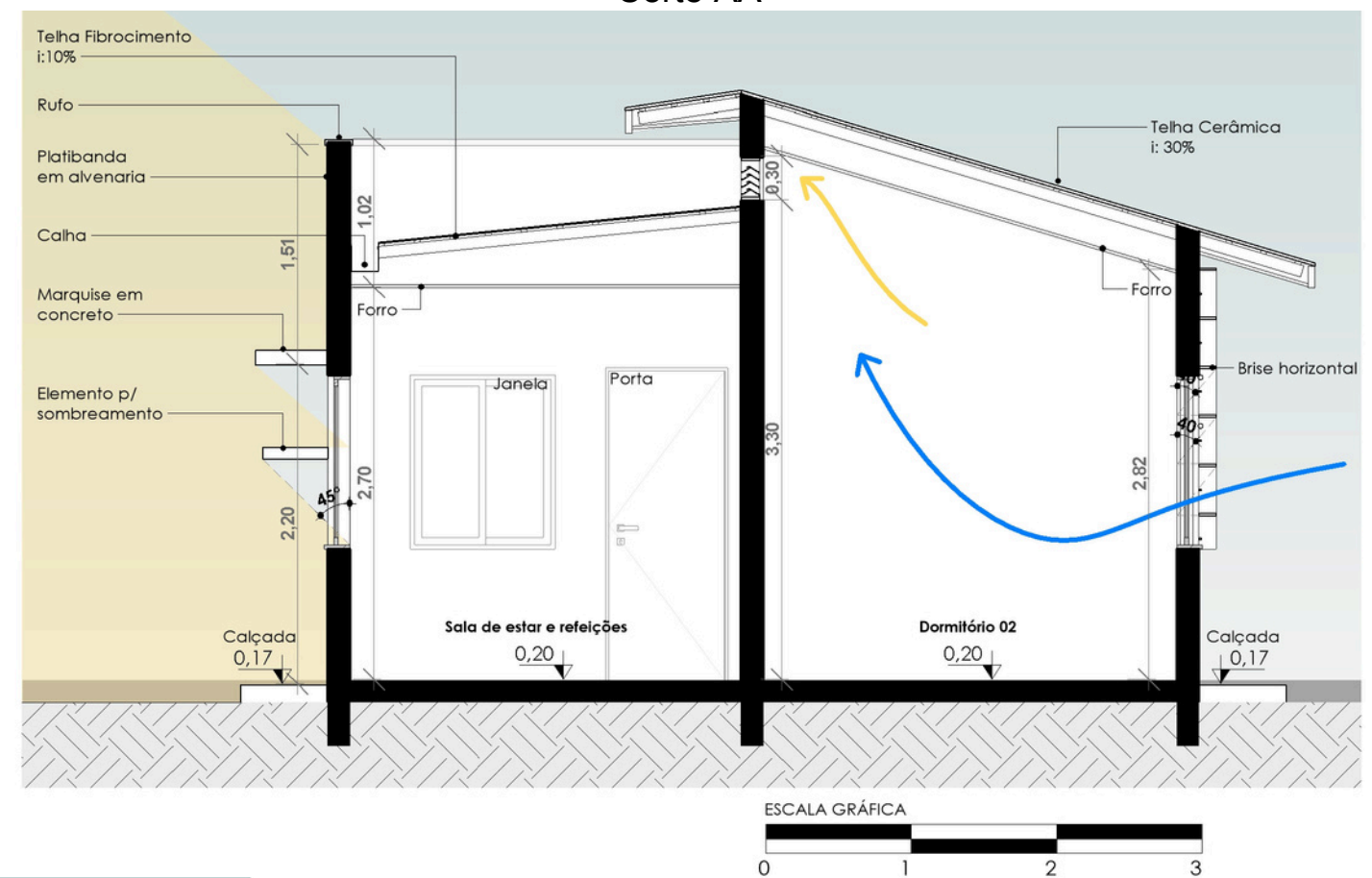
Na ilustração do corte AA, observa-se a aplicação do efeito chaminé nos dormitórios, resultado da combinação entre uma janela convencional e uma abertura com veneziana posicionada na parte superior do pé-direito do ambiente.

Esse sistema chamado de ventilação por efeito chaminé: o ar frio, por ser mais denso, ingressa pelas aberturas inferiores, promovendo o resfriamento do espaço, enquanto o ar quente, menos denso, ascende e é expelido pela veneziana superior, melhorando o conforto térmico do ambiente.

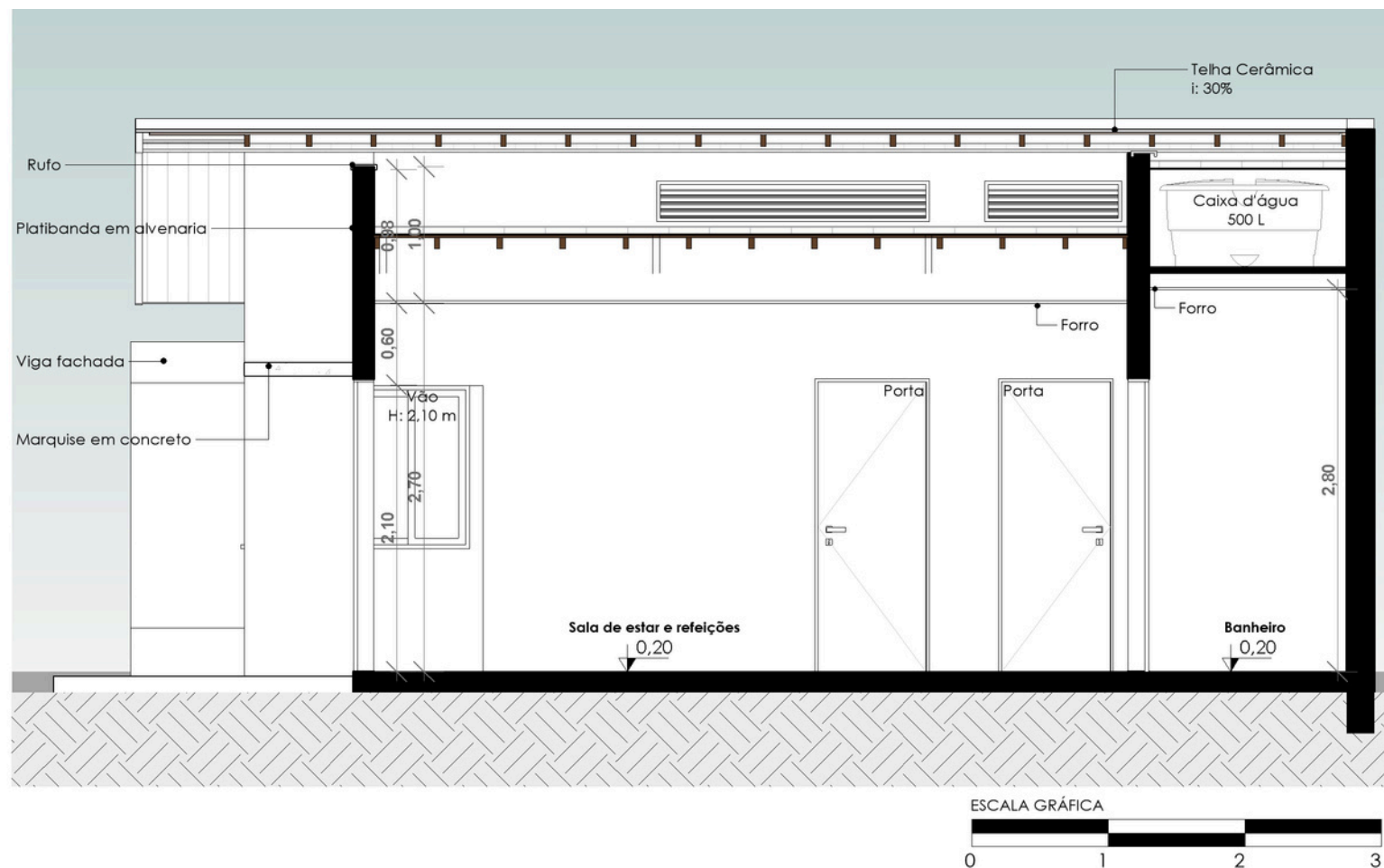
Na ilustração do corte BB, também é possível identificar essas aberturas com venezianas, visualizando sua largura e a função que desempenham na ventilação dos espaços.

Ainda no corte AA, destacam-se os elementos de sombreamento projetados com base em cálculos específicos (consultar apêndice). Na fachada leste, foi implantado um brise contínuo com o objetivo de bloquear a incidência dos raios solares mais intensos durante a manhã. Já na fachada oeste, adotaram-se uma marquise e um elemento adicional de sombreamento para reduzir a entrada de radiação solar direta no período da tarde. A mancha amarela representada na ilustração, evidencia a trajetória e a incidência dos raios solares sobre a edificação.

Corte AA”



Corte BB”



AMPLIAÇÃO RESIDENCIAL

A diretriz também estabelece a necessidade de projetar a planta da edificação considerando possíveis ampliações futuras. Com base nisso, foram elaboradas propostas de expansão que atendem às demandas espaciais dos moradores, garantindo maior funcionalidade e conforto.

Na primeira etapa de ampliação, optou-se pela expansão do banheiro social, visto que, para uma composição familiar de quatro pessoas, o tamanho inicial do banheiro era insuficiente para atender adequadamente às necessidades dos usuários. Além disso, propôs-se a realocação da lavanderia, considerando que, em sua configuração original, apresentava dimensões mínimas que poderiam comprometer sua usabilidade.

Na segunda etapa, sugere-se o fechamento em alvenaria de determinados espaços, permitindo a criação de novos ambientes, como um banheiro adicional e uma sala de estar ampliada. Essas modificações visam proporcionar uma melhor organização espacial e maior conforto aos moradores, tornando a edificação mais adaptável às necessidades futuras.

Na terceira etapa de ampliação, propõe-se a construção de uma nova parede de alvenaria para a criação de um dormitório adicional, considerando que a composição familiar desse grupo tende a aumentar ao longo do tempo. Além disso, prevê-se a ampliação da área social, abrangendo a sala de estar e a sala de refeições, de modo a proporcionar maior conforto e melhor aproveitamento do espaço para os moradores.



AMPLIAÇÃO USO MISTO

Embora o edital não exija a previsão de espaços destinados à ampliação comercial, através de análise visual dos conjuntos habitacionais existentes na cidade de Vilhena observa-se que os moradores frequentemente adaptam a fachada de suas residências para a instalação de pequenos comércios. Esse fenômeno ocorre, sobretudo, devido à localização desses conjuntos, que, em geral, encontram-se distantes de serviços básicos essenciais, como mercados e farmácias.



AMPLIAÇÃO A

Diante dessa realidade, propõe-se a incorporação de uma sala comercial à unidade habitacional, visando atender à demanda por infraestrutura comercial no empreendimento e proporcionar melhores condições de acesso a bens e serviços para a comunidade local.

Para a ampliação comercial, sugere-se a implantação de pequenas salas comerciais, posicionadas à frente da edificação principal. Além disso, propõe-se a criação de um acesso à edificação por meio de uma cobertura e uma porta de correr, proporcionando maior praticidade e otimizando o aproveitamento do espaço.

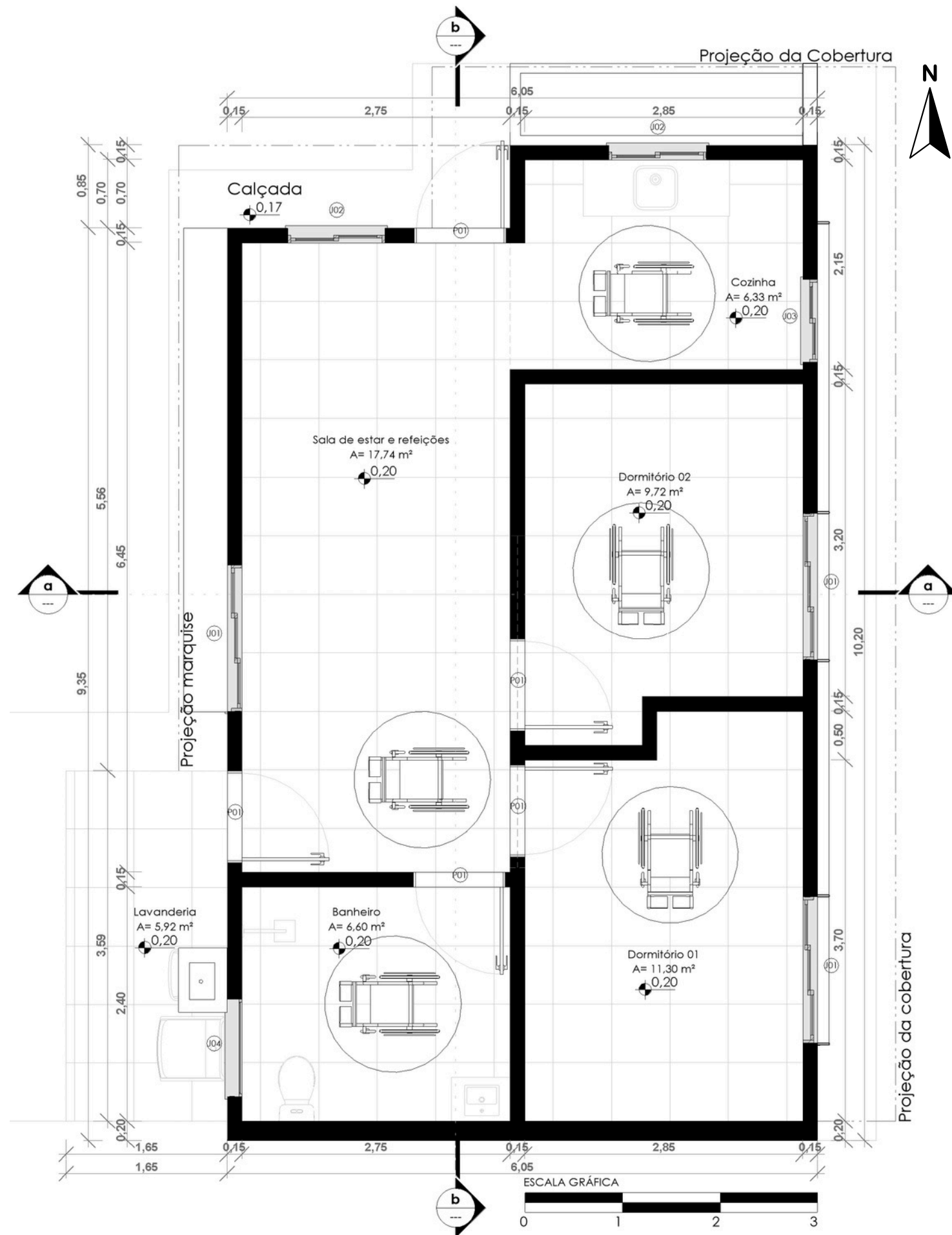


AMPLIAÇÃO B

LEGENDA

- Parede Nova
- Parede Existente

Planta Baixa - PCD

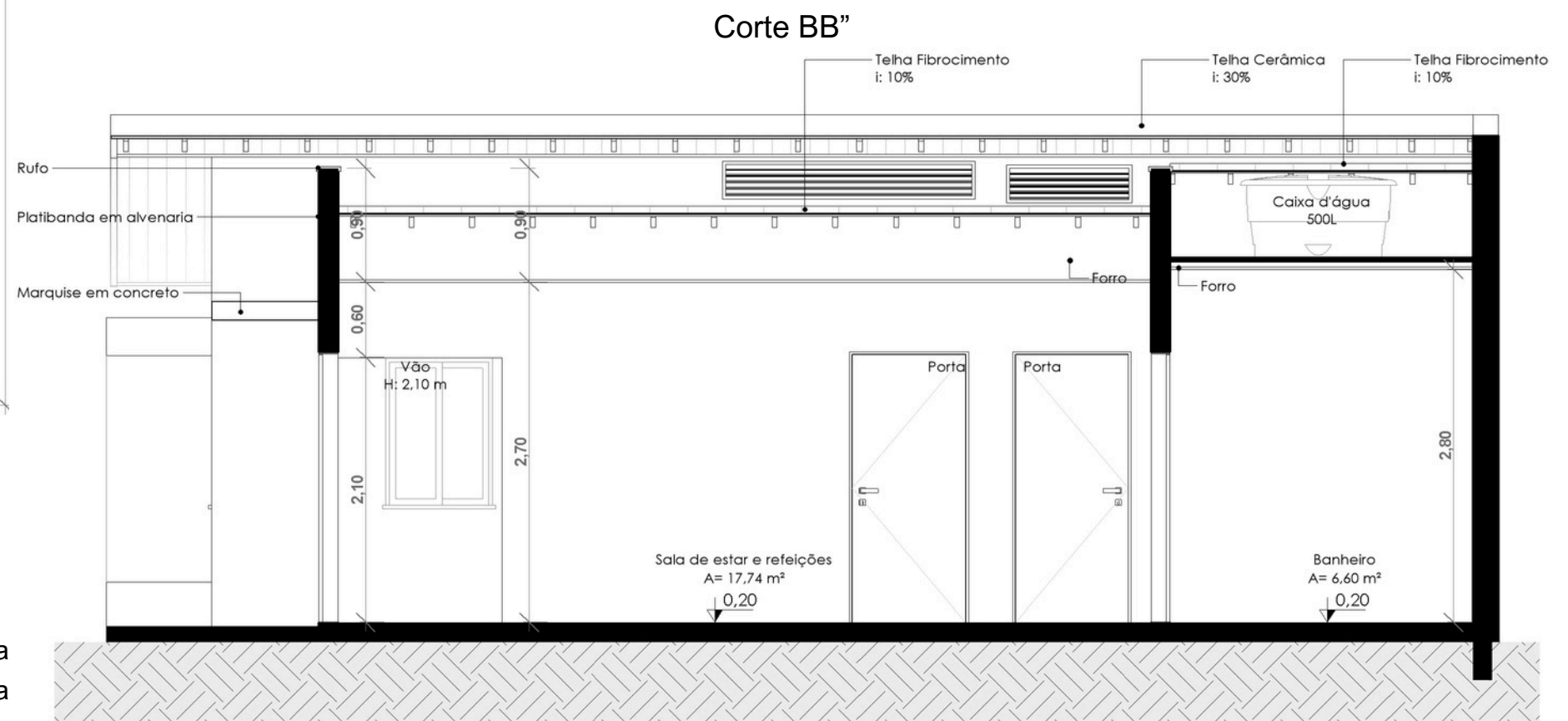
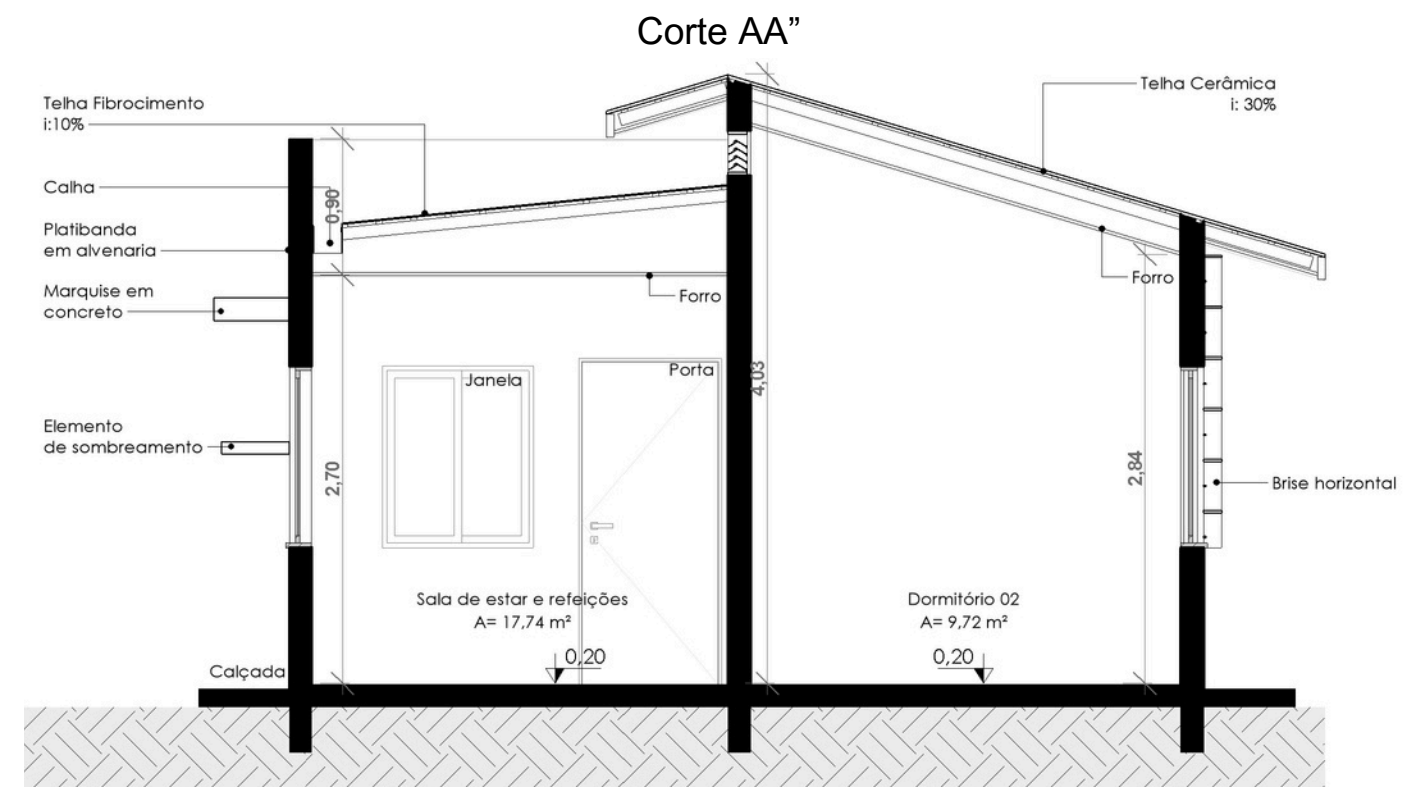
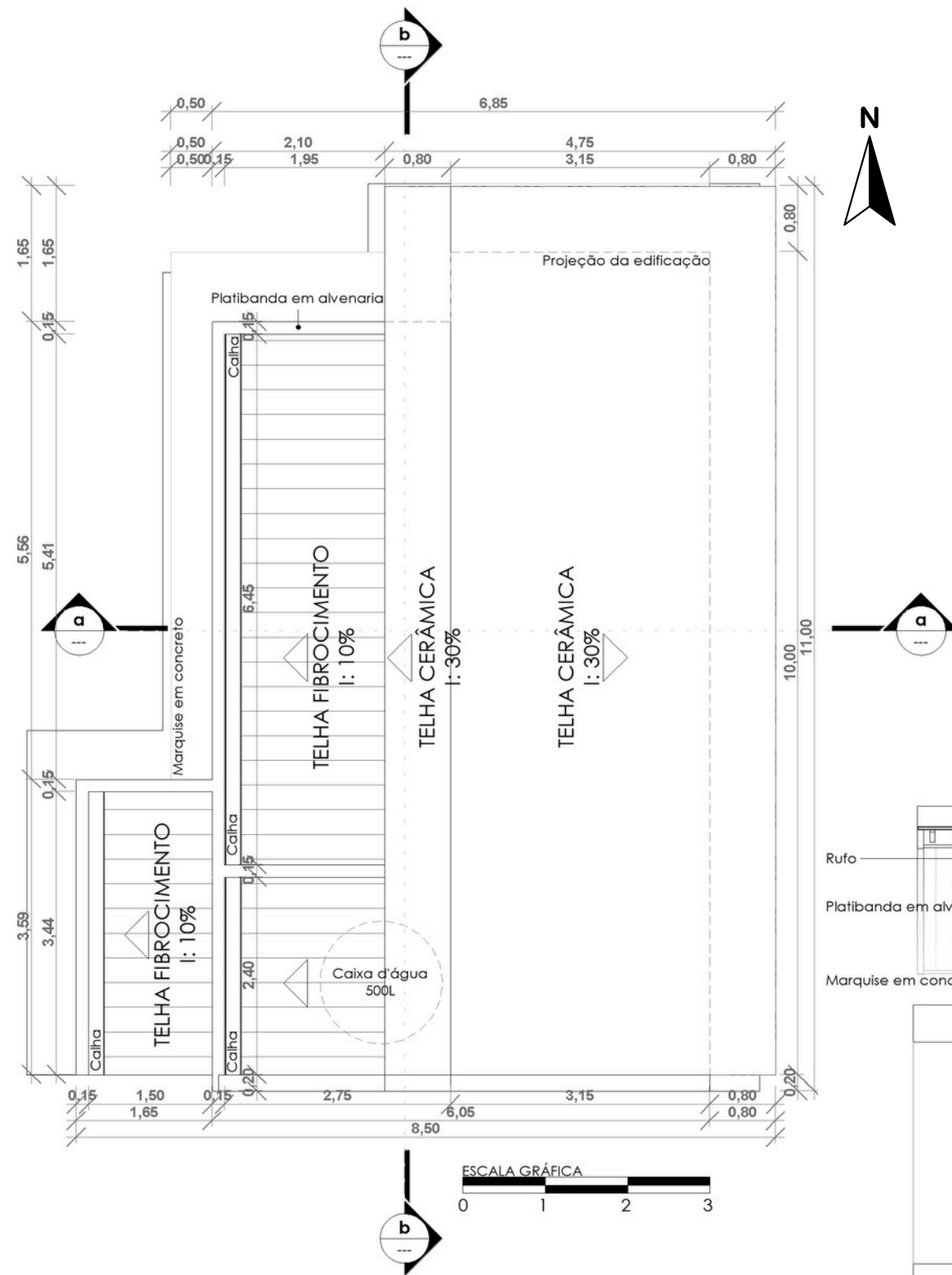


Foi elaborada uma planta para atender às necessidades de Pessoas com Deficiência (PCD), em conformidade com o Edital de Chamamento Público nº 001/2024/SEMAS, que estabelece a obrigatoriedade de destinar, no mínimo, 2% das unidades habitacionais para esse público.

Além das modificações citadas anteriormente, a respeito das ampliações dos espaços e das portas, também houve uma mudança no posicionamento da lavadeira, localizada entre a sala de refeições e o banheiro na planta padrão, na planta para PCD, localiza-se na parte externa da edificação, trazendo um espaço mais amplo e necessário para o morador.

TABELA DE JANELAS					
Cód.	Qtd.	Dimensões		Peitoril	Descrição
		Largura	Altura		
J01	3	1,50	1,20	0,90	De correr - 3 folhas c/ veneziana fixa
J02	2	1,00	1,20	0,90	De correr - 2 folhas c/ veneziana fixa
J03	1	0,85	1,20	0,90	De correr - 2 folhas
J04	1	1,00	0,60	1,80	De correr - 2 folhas
TABELA DE PORTAS					
Cód.	Qtd.	Dimensões		Descrição	
		Largura	Altura		
P01	4	0,90	2,10	De abrir - Madeira	

Planta de Cobertura e Cortes - PCD



Com relação a cobertura e a volumetria, se manteve na mesma caracterização da planta baixa padrão para não se diferenciar das outras edificações e facilitar sua execução.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos evidenciam que a aplicação do design passivo proporciona melhorias significativas nas condições internas das edificações. A orientação solar adequada, aliada a estratégias como ventilação cruzada e aproveitamento da iluminação natural, contribui para o conforto ambiental desta tipologia habitacional. Com a inserção de elementos de sombreamento, como brises e beirais, verificou-se uma mitigação eficiente da incidência direta da radiação solar, resultando em ambientes termicamente mais confortáveis ao longo do ano.

Além dos benefícios ambientais e de conforto, a pesquisa revela que tais estratégias reduzem os custos com climatização artificial e iluminação elétrica, gerando impacto econômico positivo para as famílias. Assim, projetos habitacionais que incorporam princípios de conforto térmico contribuem não apenas para a melhoria das condições de vida dos moradores, mas também para a sustentabilidade e redução dos impactos ambientais.

Diante dessas considerações, conclui-se que a adoção de soluções passivas no planejamento de habitações sociais é viável, necessária e essencial para promover melhores condições ambientais, redução do consumo energético e maior qualidade de vida às famílias beneficiadas.



REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15220-3:2024 – Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575-4:2021 – Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575-5:2021 – Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 5: Requisitos para os sistemas de cobertura. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

AZEVEDO, S. de; ANDRADE, L. A. G. de. Habitação e poder: da Fundação da Casa Popular ao Banco Nacional da Habitação. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2011. 66 p. DOI: <https://doi.org/10.7476/9788579820557>.

BONDUKI, N. G. Origens da habitação social no Brasil (1930-1945): o caso de São Paulo. 1995. Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995. doi:10.11606/T.16.1995.tde-17052022-100206. Acesso em: 07 abr. 2024.

BOTEGA, L. da R. De Vargas a Collor: urbanização e política habitacional no Brasil. Espaço Plural, [S. l.], v. 8, n. 17, p. 65–72, 2000. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/espacoplural/article/view/1619>. Acesso em: 15 abr. 2024.

BRASIL. Ministério das Cidades. Programa Minha Casa, Minha Vida. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/habitacao/programa-minha-casa-minha-vida>. Acesso em: 23 mai. 2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento e Inclusão Digital. Portaria MCID n.º 725, de 15 de junho de 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/habitacao/programa-minha-casa-minha-vida/portarias-far-2023>. Acesso em: 05 dez. 2024.

CASA Calha / Núcleo de Arquitetura Experimental. [Gutter House / Núcleo de Arquitetura Experimental]. ArchDaily Brasil, 30 jun. 2016. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/790492/casa-calha-nucleo-de-arquitetura-experimental>. Acesso em: 10 nov. 2024.

CHIELE G.; EDLER M. A. R. Um breve histórico das habitações de interesse social. In: XXIV SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2019, Cruz Alta. Anais [...]. Cruz Alta: Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão da Universidade de Cruz Alta, 2019. Disponível em: <https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2019/XXIV%20SEMINARIO%20INTERINSTITUCIONAL/index.php>. Acesso em: 12 mar. 2024.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Revan, 2009. 308 p. II.

DB-CITY. Vilhena, Rondônia, Brasil - Cidades e vilas do mundo. Disponível em: <https://pt.db-city.com/Brasil--Rond%C3%B4nia--Vilhena>. Acesso em: 17 nov. 2024.

DELAQUA, Victor. Habitação de Interesse Social Sustentável / 24.7 arquitetura design. ArchDaily Brasil, 15 set. 2013. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-141035/habitacao-de-interesse-social-sustentavel-slash-24-dot-7-arquitetura-design>. Acesso em: 12 nov. 2024.

GERALDI, M. et al. Análise longitudinal do consumo de energia elétrica do setor residencial no Brasil. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, v. 19, p. 1-14, 2022. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/2005>. Acesso em: 11 mar. 2024.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GODINHO V. P. C., UTIMI M. M., SILVA M. J. G.. Aspectos Agroclimáticos do Município de Vilhena-RO. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 2002. 22 p. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/703806/1/cpafro-6633-doc63.pdf>.

GURGEL, M. Design Passivo - baixo consumo energético: guia para conhecer, entender e aplicar os princípios do design passivo em residências. 1. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012. 175 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Clima. Disponível em: <https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>. Acesso em: 05 ago. 2024.

HEYWOOD, H. 101 regras básicas para uma arquitetura de baixo consumo energético. São Paulo: Editora Gustavo Gili, SL, 2015.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. Eficiência energética na arquitetura. 3. ed. São Paulo: PW, 2014.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Componentes Construtivos – ProjetEEE. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/projeteee/componentes-construtivos/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

PORANGABA, A. T. A habitação para a população de baixa renda no Brasil: termos e conceitos difundidos pela Política Nacional de Habitação. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, [S. l.], v. 22, 2020. DOI: 10.22296/2317-1529.rbeur.202038. Disponível em: <https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/6363>. Acesso em: 08 abr. 2024.

PROJETEE - Projetando Edificações Energeticamente Eficientes. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações- LabEEE/UFSC. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/projeteee/>. Acesso em: 21 ago. 2024.

SOBRADOS Novo Jardim / Jirau Arquitetura. ArchDaily Brasil, 24 mar. 2021. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/918663/sobrados-novo-jardim-jirau-arquitetura>. Acesso em: 9 nov. 2024.

Vilhena-RO. IBGE. Cidades e Estados. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/vilhena/panorama>. Acesso em: 15 mar. 2024.

VILHENA (RO). Lei Complementar nº 50, de 30 de maio de 2001. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Vilhena e dá outras providências. Vilhena, 30 maio 2001.

VILHENA (RO). Processo Eletrônico nº 736/2024/SEMAS. Diário Oficial do Município de Vilhena, Vilhena, RO, 7 mar. 2024. Disponível em: https://vilhena.xyz/diario-oficial/diarios_publicado/Abriu_Seguro/2024/03-mar%C3%A7o/DOV%20N%203931%20-%2007.03.2024.pdf. Acesso em: 26 nov. 2024.

APÊNDICE

MEMORIAL DE CÁLCULO

O memorial de cálculo foi elaborado de acordo com a ABNT NBR 15575-4:2021, com ênfase no desempenho térmico da edificação, visando obter resultados ideais para garantir a eficiência do edifício.

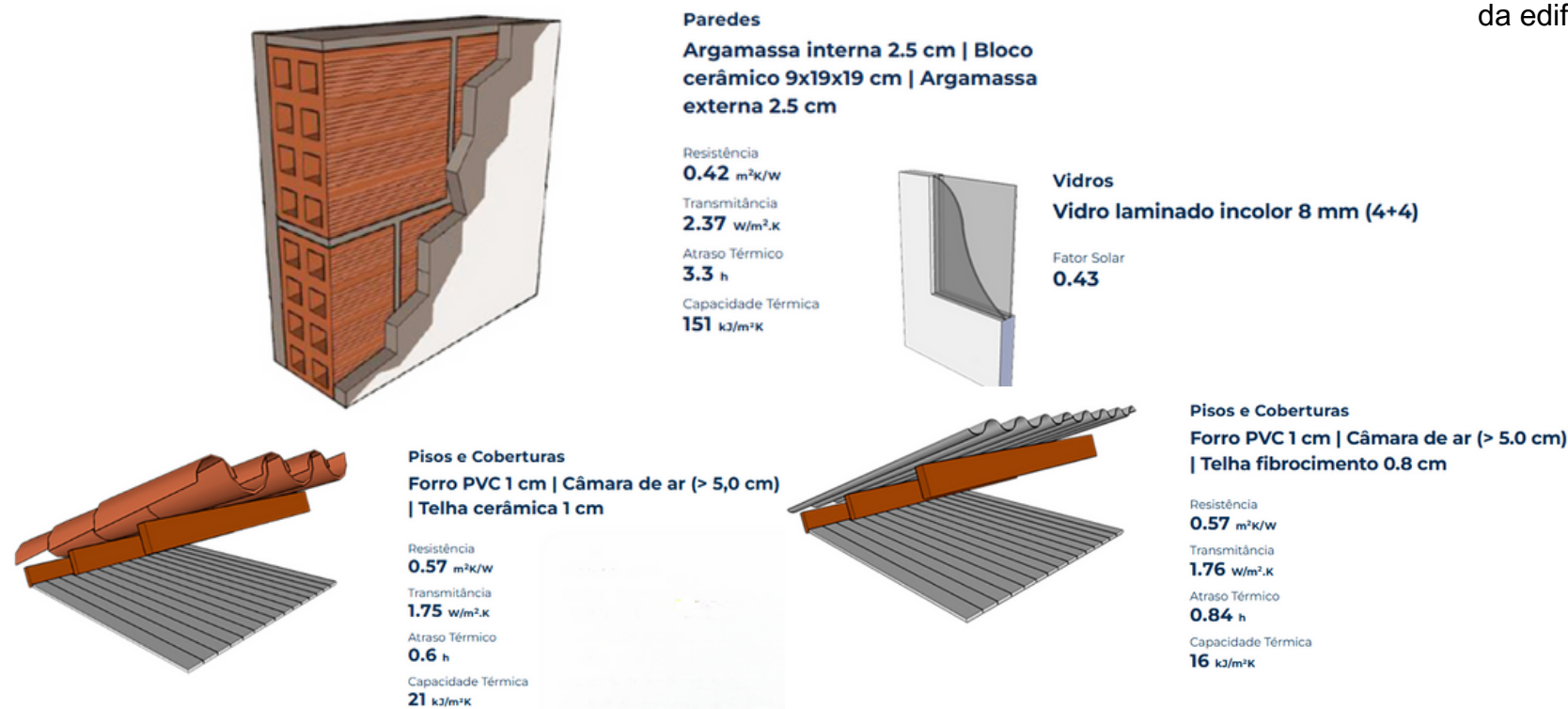
Os requisitos para o desempenho térmico de uma edificação a serem seguidos, de acordo com a normativa, são:

- Transmitância térmica de parede externa;
- Capacidade térmica;
- Percentual de abertura para ventilação;
- Percentual de elementos transparentes.

Os dois primeiros requisitos, referentes à transmitância térmica da parede externa e à capacidade térmica, não foram considerados nos cálculos. No caso da transmitância térmica, seu valor é fornecido pelo Projeteer, onde se obtém os materiais, não havendo necessidade de determinação por meio de cálculo, especialmente considerando que o material das paredes será o mesmo em toda a edificação.

Quanto à capacidade térmica, não há um valor a ser adotado, uma vez que a zona climática na qual o projeto está inserido não exige requisitos específicos para a capacidade térmica das paredes. Dessa forma, esse parâmetro também não foi incluído nos cálculos

Figura 01 - Materiais.



Fonte: Projeteer, 2025.

A figura 01, apresenta os principais materiais que demandam cálculos de acordo com as normas estabelecidas para o desempenho térmico de edificações. Para as paredes, foi escolhida a utilização de blocos cerâmicos com largura de 9 cm, acompanhados de argamassa interna e externa. A transmitância térmica dessa composição é de 2,37 W/m².K, valor inferior ao limite de referência estabelecido pela ABNT NBR 15575-4:2021, conforme ilustrado na Figura 02.

Figura 02 - Tabela 13.

Transmitância térmica de paredes (U_{par}) W/(m ² .K)		
Zonas bioclimáticas 1 e 2	Zonas bioclimáticas 3 a 8	
$U_{par} \leq 2,7$	$\alpha_{par}^a \leq 0,6$	$\alpha_{par} > 0,6$
	$U_{par} \leq 3,7$	$U_{par} \leq 2,5$

^b α_{par} é a absorvância à radiação solar da superfície externa da parede. Recomenda-se a consideração da degradação do desempenho desta superfície, conforme ABNT NBR 15575-1:2021, 11.2

Os limites de α_{par} estabelecem a transmitância térmica de referência que deve ser considerada nas paredes externas.

No caso de paredes com superfície externa em chapas metálicas de qualquer natureza, com ou sem aplicação de pintura ou outro acabamento, a superfície externa deve apresentar valor de emitância térmica superior a 0,7, para as zonas bioclimáticas 3 a 8. O valor da emitância térmica deve ser comprovado por meio de laudo técnico conforme a ABNT NBR 15575-1:2021, Tabela 1.

Unidades habitacionais com APP que adotarem valores de transmitância térmica de paredes externas que ultrapassem os limites desta Tabela devem ser avaliadas por meio do procedimento de simulação computacional, estabelecido na ABNT NBR 15575-1:2021, 11.4.

Fonte: ABNT NBR 15575-4, 2021.

O vidro foi selecionado com base no fator solar. A partir do cálculo realizado para determinar o percentual de elementos transparentes, foi possível, por meio da Tabela 17, como ilustrado na Figura 03, identificar o fator solar adequado para otimizar o desempenho térmico da edificação, conforme preconizado pela norma.

Figura 03 - Tabela 17.

Percentual de elementos transparentes ($P_{t,APP}$) %	Fator solar (FS) máximo	Nível da etiqueta de desempenho da esquadria		
		Latitudes > -15°	-15° ≥ Latitudes ≥ -25°	Latitudes < -25°
≤ 20	Sem limites	Sem limites	Sem limites	Sem limites
21	0,64	D	D	E
22	0,61	D	D	E
23	0,58	D	D	E
24	0,55	D	D	E
25	0,52	C	D	E
26	0,50	C	D	E
27	0,47	C	C	E
28	0,45	C	C	E
29	0,40	B	C	D
30	0,38	B	B	D
31	0,36	B	B	D
32	0,34	B	B	D

Fonte: ABNT NBR 15575-4, 2021.

Cálculo Percentual de abertura de referência para ventilação

O valor a ser adotado, de acordo com a ABNT NBR 15535-4 de 2021, para a Zona Bioclimática 8 - Região Norte do Brasil é, $P_{v,app} \geq 12,0\%$ da área do piso.

A fórmula para o cálculo é disponibilizada pela normativa, sendo:

$$P_{v,app} = 100 \cdot (A_{v,app} / A_{p,app})$$

$P_{v,app}$ = percentual de abertura p/ ventilação do APP (%)

$A_{v,app}$ = área efetiva de abertura p/ ventilação do APP (m²)

$A_{p,app}$ = área do piso do APP (m²)

Cálculo da Área Efetiva de Abertura - Janelas Dormitório 01

Para determinar a área efetiva de abertura para ventilação, inicialmente calcula-se a área total da esquadria utilizando a equação:

$$\begin{aligned} \text{Largura} \times \text{Altura} &= \text{Área Total} \\ 1,50 \times 1,20 &= 1,80 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Entretanto, parte da janela é fixa e não contribui para a ventilação. Assim, calcula-se a área de cada folha móvel, considerando que a janela possui três folhas no total:

$$\begin{aligned} \text{Área Total} / \text{Quantidade de Folhas} &= \text{Área de cada folha} \\ 1,80 / 3 &= 0,60 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Por fim, determina-se a área efetiva para ventilação, considerando que apenas duas folhas permitem a passagem de ar:

$$\begin{aligned} \text{Área de cada folha} \times \text{Quantidade de folhas móveis} &= \text{Área efetiva para ventilação} \\ 0,60 \times 2 &= 1,20 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Calcula-se também a área efetiva da janela basculante do dormitório 01.

$$\begin{aligned} \text{Largura} \times \text{Altura} &= \text{Área Total} \\ 2,00 \times 0,30 &= 0,60 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Considera-se a somatória das áreas totais de ventilação do ambiente, portanto,

$$\begin{aligned} \text{Área de ventilação janela 01} + \text{Área dev ventilação janela 02} \\ 1,20 + 0,60 &= 1,80 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

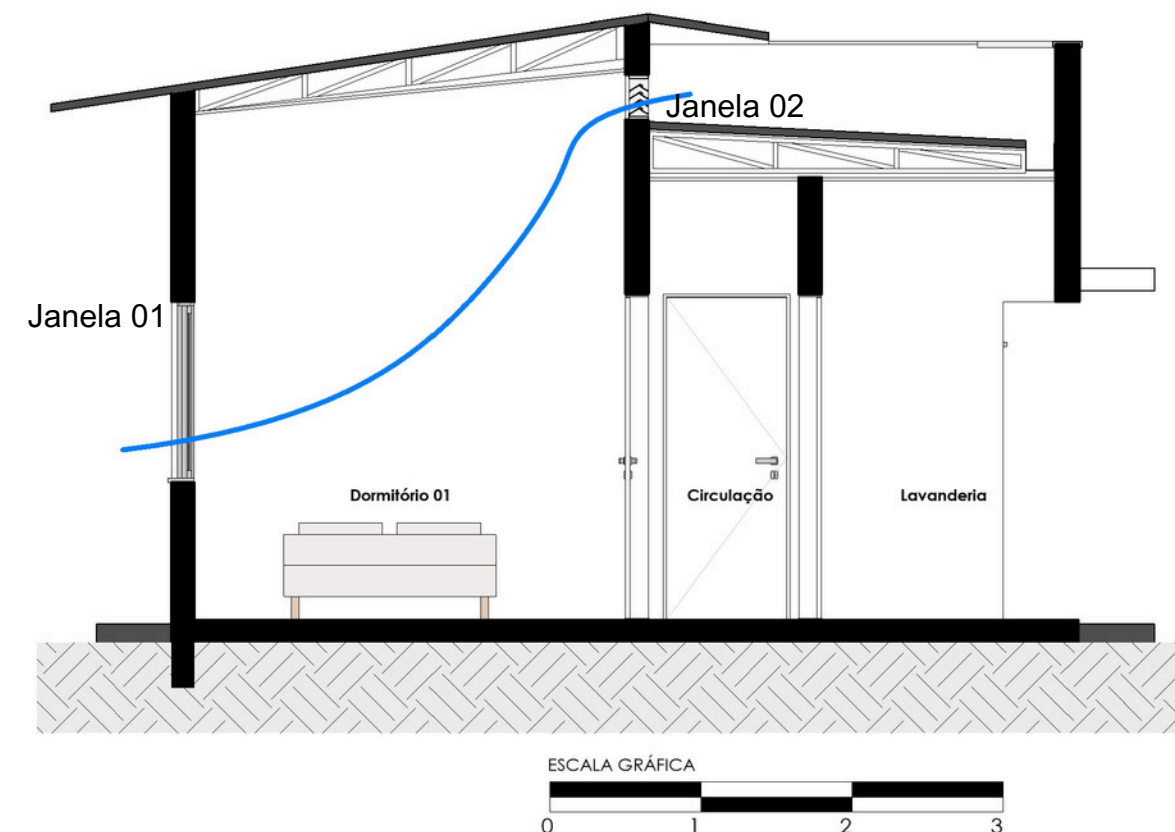
Após a determinação da área efetiva de abertura para ventilação, calcula-se o percentual de abertura para ventilação em relação à área do piso do ambiente conforme a seguinte equação:

$$P_{v,app} = 100 \times (A_{v,app} / A_{p,app})$$

Substituindo os valores obtidos, considerando que a área efetiva de ventilação ($A_{v,app}$) é 1,80 m² e a área do piso ($A_{p,app}$) é 7,71 m² (conforme projeto):

$$\begin{aligned} P_{v,app} &= 100 \times (1,80 / 7,71) \\ P_{v,app} &= 100 \times 0,2334 \\ P_{v,app} &= 23,34 \% \end{aligned}$$

Portanto, o percentual de abertura para ventilação do dormitório 01 é 15,56%, atendendo ao requisito mínimo de 12% da área do piso.



Cálculo da Área Efetiva de Abertura - Janelas Dormitório 02

Determinando a área de ventilação das janelas.

Janela 01	Janela 02
$1,50 \times 1,20 = 1,80 \text{ m}^2$	$1,00 \times 0,30 = 0,30 \text{ m}^2$
$1,80 / 3 = 0,60 \text{ m}^2$	
$0,60 \times 2 = 1,20 \text{ m}^2$	

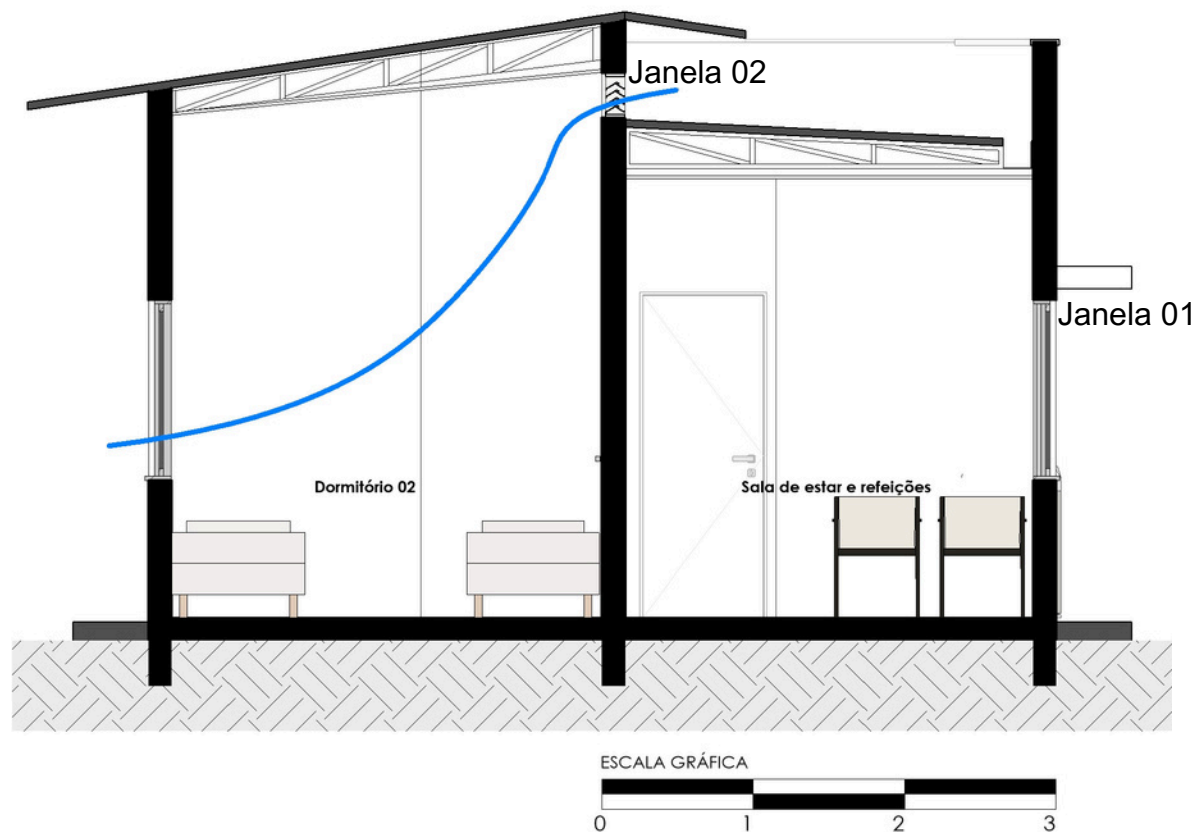
Considera-se a somatória das áreas totais de ventilação do ambiente, portanto,

$$1,20 + 0,30 = 1,50 \text{ m}^2$$

Calculo para descobrir o percentual de abertura para ventilação do dormitório 02,

$$\begin{aligned} P_{v,app} &= 100 \times (1,50 / 8,81) \\ P_{v,app} &= 100 \times 0,1702 \\ P_{v,app} &= 17,02 \% \end{aligned}$$

Portanto, o percentual de abertura para ventilação do dormitório 02 é 20,43%, atendendo ao requisito mínimo de 12% da área do piso.



Cálculo da Área Efetiva de Abertura - Janelas Área Social

Determinando a área de ventilação das janelas.

Janela 01	Janela 02	Janela 03
$1,50 \times 1,20 = 1,80 \text{ m}^2$	$1,00 \times 1,20 = 1,20 \text{ m}^2$	$0,85 \times 1,20 = 1,02 \text{ m}^2$
$1,80 / 3 = 0,60 \text{ m}^2$	$1,20 / 2 = 0,60 \text{ m}^2$	$1,02 / 2 = 0,51 \text{ m}^2$
$0,60 \times 2 = 1,20 \text{ m}^2$	$0,60 \times 2 = 1,20 \text{ m}^2$	

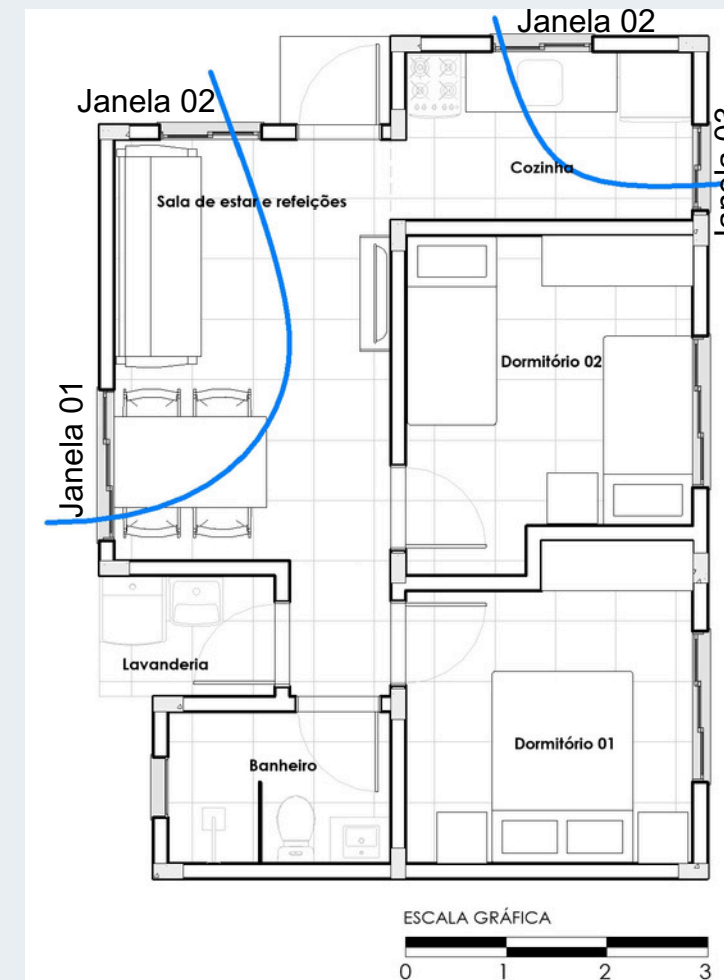
Considera-se a somatória das áreas totais de ventilação do ambiente, portanto,

$$1,20 + 1,20 + 0,51 = 2,91 \text{ m}^2$$

Calculo para descobrir o percentual de abertura para ventilação do dormitório 02,

$$\begin{aligned} P_{v,app} &= 100 \times (2,91 / 17,66) \\ P_{v,app} &= 100 \times 0,1647 \\ P_{v,app} &= 16,47 \% \end{aligned}$$

Portanto, o percentual de abertura para ventilação das áreas sociais (sala de estar, cozinha) é 16,47%, atendendo ao requisito mínimo de 12% da área do piso.



Cálculo Percentual de Elementos Transparente

Formula

$$Pt,app = 100. (At,app/Ap,app)$$

Pt,app = percentual de elementos transparentes do APP (%)

At,app = área de superfície dos elementos transparentes do APP (m²)

Ap,app = área do piso do APP (m²)

Cálculo dos Elementos Transparentes - Janela Dormitório 01

Para determinar a área de superfície dos elementos transparentes do APP, inicialmente calcula-se a área total da esquadria utilizando a equação:

$$\begin{aligned} \text{Largura X Altura} &= \text{Área Total} \\ 1,50 \times 1,20 &= 1,80 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Entretanto, considera-se que duas das folhas são de vidro e uma possui veneziana. Assim, calcula-se a área de cada folha de vidro, considerando que a janela possui três folhas no total:

$$\begin{aligned} \text{Área Total / Quantidade de Folhas} &= \text{Área de cada folha} \\ 1,80 / 3 &= 0,60 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Por fim, determina-se a área efetiva de transparência, considerando que apenas duas folhas possuem vidro:

$$\begin{aligned} \text{Área de cada folha X Quantidade de folhas de vidro} &= \text{Área efetiva de transparência} \\ 0,60 \times 2 &= 1,20 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Desse modo, concluí-se que a área de elementos transparentes do dormitório 01 é de 1,20 m².

Após a determinação da área superficial dos elementos transparentes, calcula-se o percentual de elementos transparentes em relação à área do piso do ambiente, conforme a seguinte equação:

$$Pt,app = 100. (At,app/Ap,app)$$

Substituindo os valores obtidos, considerando que a área de elementos transparentes (At,app) é 1,20 m² e a área do piso (Ap,app) é 7,71 m² (conforme projeto):

$$Pt,app = 100 \times (1,20 / 7,71)$$

$$Pt,app = 100 \times 0,1556$$

$$Pt,app = 15,56 \%$$

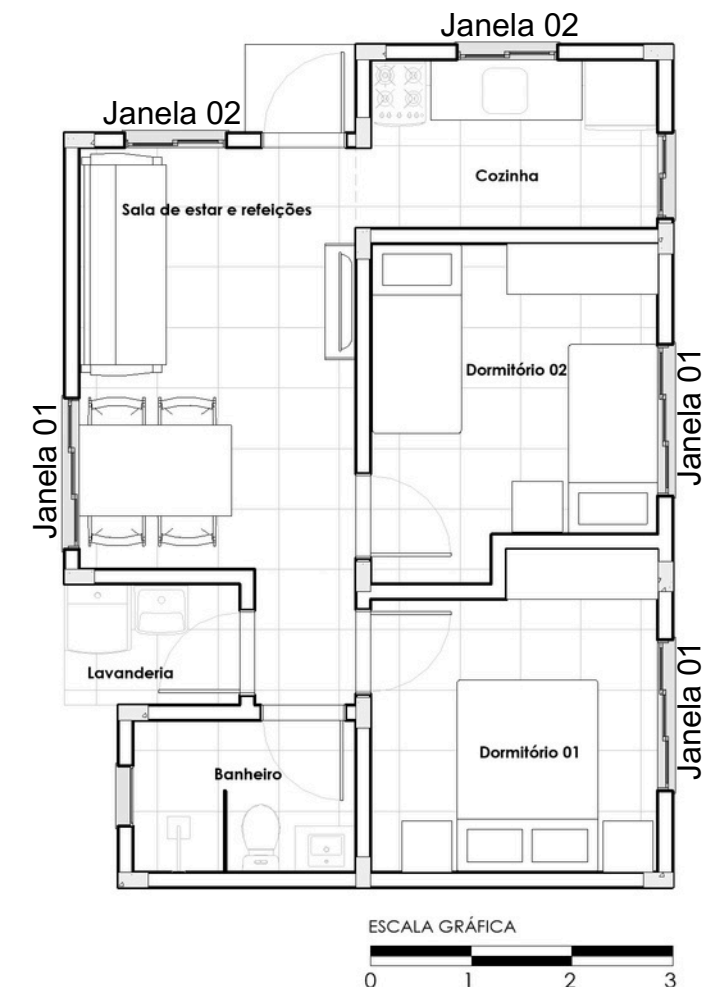
Portanto, o percentual de elementos transparentes do dormitório 01 é 15,56%, atendendo à recomendação normativa, que estabelece um limite máximo de 20% para ambientes com área do piso inferior a 20,00 m², como demonstrado na figura 04.

Figura 04 - Tabela de referência dos elementos transparentes.

Percentual de elementos transparentes (P _{t,APP}) %	Área de superfície dos elementos transparentes (A _{t,APP}) m ²
A _{p,APP} ≤ 20,0 m ²	A _{p,APP} > 20,0 m ²
P _{t,APP} ≤ 20 %	A _{t,APP} ≤ 4,0 m ²

Unidades habitacionais com APP que adotarem valores de P_{t,APP} ou A_{t,APP} que ultrapassem os limites desta Tabela devem ser avaliadas por meio do procedimento de simulação computacional, caso não considerem vidros de alto desempenho ou elementos de sombreamento horizontal.

Fonte: ABNT NBR 15575-4, 2021.



Cálculo dos Elementos Transparentes

Determinando a área de superfície de elementos transparentes do dormitório 02.

$$\begin{aligned} &\text{Janela 01} \\ &1,50 \times 1,20 = 1,80 \text{ m}^2 \\ &1,80 / 3 = 0,60 \text{ m}^2 \\ &0,60 \times 2 = 1,20 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Calculo para descobrir o percentual de elementos transparentes do dormitório 02,

$$\begin{aligned} \text{Pt,app} &= 100 \times (1,20 / 8,81) \\ \text{Pt,app} &= 100 \times 0,1362 \\ \text{Pt,app} &= 13,62 \% \end{aligned}$$

Portanto, o percentual de elementos transparentes do dormitório 02 é 13,62%, atendendo a recomendação normativa, que estabelece um limite máximo de 20% para ambientes com área do piso inferior a 20,00 m².

Cálculo da Área Efetiva de Abertura - Janelas Área Social

Determinando a área de superfície de elementos transparentes da sala de Tv e cozinha.

$$\begin{aligned} &\text{Janela 01} \\ &1,50 \times 1,20 = 1,80 \text{ m}^2 \\ &1,80 / 3 = 0,60 \text{ m}^2 \\ &0,60 \times 2 = 1,20 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Janela 02} \\ &1,00 \times 1,20 = 1,20 \text{ m}^2 \\ &1,20 / 2 = 0,60 \text{ m}^2 \\ &0,60 \times 2 = 1,20 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Janela 03} \\ &0,85 \times 1,20 = 1,02 \text{ m}^2 \\ &1,02 / 2 = 0,51 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Considera-se a somatória das áreas totais das superfícies transparentes, portanto,

$$1,20 + 1,20 + 0,51 = 2,91 \text{ m}^2$$

Calculo para descobrir o percentual de superfície de elementos transparentes áreas sociais,

$$\begin{aligned} \text{Pt,app} &= 100 \times (2,91 / 17,66) \\ \text{Pt,app} &= 100 \times 0,1647 \\ \text{Pt,app} &= 16,47 \% \end{aligned}$$

Portanto, o percentual de abertura para ventilação das áreas sociais (sala de estar e cozinha) é 16,47%, atendendo ao requisito da normativa.

Por meio dos cálculos realizados para a avaliação do desempenho térmico da edificação, foi possível verificar que os percentuais de ventilação e de elementos transparentes apresentam resultados compatíveis com os parâmetros necessários para assegurar o conforto térmico no interior do edifício. A adequada distribuição desses elementos contribui para a eficiência da ventilação natural e para o aproveitamento da luz natural, fatores essenciais para a qualidade ambiental dos espaços internos. Dessa forma, a edificação atende aos requisitos projetuais voltados à melhoria das condições térmicas, promovendo um ambiente mais equilibrado e confortável para os usuários.

Cálculo para Requisito de Desempenho Térmico da Cobertura

O cálculo de requisito de desempenho térmico da cobertura, abrange a respeito da transmitância térmica da cobertura da edificação.

A fórmula para o cálculo é dada pela ABNT NBR 15575 - Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas de 2021, como ilustra na figura 05.

Figura 05 - Fórmula Desempenho Térmico da Cobertura

$$U_{cob,eq} = \frac{\sum_{i=1}^n (U_{cob,i} \cdot A_{cob,proj,i})}{\sum_{i=1}^n A_{cob,proj,i}}$$

onde

$U_{cob,eq}$ é a transmitância térmica equivalente da cobertura, expressa em watts por metro quadrado kelvin (W/(m².K));

$U_{cob,i}$ é a transmitância térmica da cobertura i , expressa em watts por metro quadrado kelvin (W/(m².K));

$A_{cob,proj,i}$ é a área da projeção horizontal da cobertura i , expressa em metros quadrados (m²);

n é o número de segmentos da cobertura com transmitâncias térmicas distintas.

Fonte: ABNT NBR 15575-5, 2021.

Cálculo de Transmitância Térmica

A transmitância térmica da cobertura ($U_{cob,eq}$) é determinada com base nos materiais especificados no projeto e nas respectivas áreas das superfícies de cobertura. O cálculo segue a metodologia estabelecida pela norma técnica, considerando a média ponderada das transmitâncias térmicas individuais das diferentes partes da cobertura.

Usando a fórmula disponibilizada pela normativa, substituímos os valores,

$$U_{cob,eq} = (1,76 \times 16,86) + (1,75 \times 44,06) / 16,86 + 44,06$$

Sendo,

1,76 = Transmitância térmica da cobertura 01

16,86m² = Área da cobertura 01

1,75 = Transmitância térmica da cobertura 02

44,06m² = Área da cobertura 02

Calcula-se, primeiramente, as multiplicações,

$$U_{cob,eq} = 29,67 + 77,10 / 16,86 + 44,06$$

Depois, faz a somatória do numerado e do denominados,

$$U_{cob,eq} = 106,76 / 60,92$$

Por fim, multiplicasse para se obter o resultado,

$$U_{cob,eq} = 1,75 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Assim, o valor de transmitância térmica da cobertura é 1,75 W/m²K

Figura 06 - Tabela de referência térmica para coberturas

Tabela 5 – Transmitância térmica de referência para coberturas

Transmitância térmica de coberturas (U_{cob}) W/(m ² .K)				
Zonas bioclimáticas 1 e 2	Zonas bioclimáticas 3 a 6		Zonas bioclimáticas 7 e 8	
$U_{cob} \leq 2,30$	$\alpha_{cob}^a \leq 0,6$	$\alpha_{cob} > 0,6$	$\alpha_{cob} \leq 0,4$	$\alpha_{cob} > 0,4$
	$U_{cob} \leq 2,3$	$U_{cob} \leq 1,5$	$U_{cob} \leq 2,3.FT$	$U_{cob} \leq 1,5.FT$
<p>^a α_{cob} é absorvância à radiação solar da superfície externa da cobertura. Recomenda-se a consideração da degradação do desempenho desta superfície, conforme a ABNT NBR 15575-1:2021, 11.2.</p> <p>Os limites de α_{cob} estabelecem a transmitância térmica de referência que deve ser considerada nas coberturas. No caso de coberturas de telhas metálicas de qualquer natureza, com ou sem aplicação de pintura ou outro acabamento, a superfície externa deve apresentar valor de emitância térmica superior a 0,7 para as zonas bioclimáticas 3 a 8. O valor da emitância térmica deve ser comprovado por meio de laudo técnico reconhecido, conforme a ABNT NBR 15575-1:2021, Tabela 1.</p> <p>Unidades habitacionais com APP que adotarem valores de transmitância térmica de coberturas que ultrapassem os limites desta Tabela devem ser avaliadas por meio do procedimento de simulação computacional, estabelecido na ABNT NBR 15575-1:2021, 11.4.</p>				

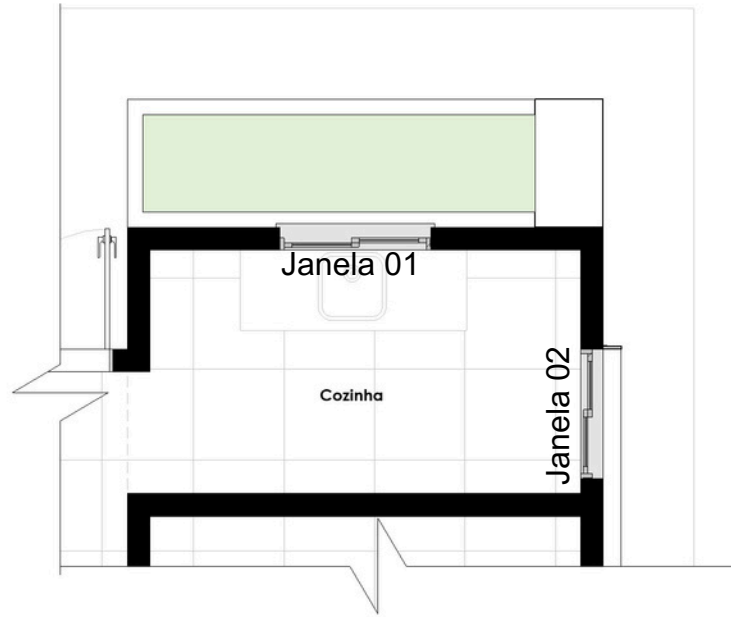
Fonte: ABNT NBR 15575-5, 2021.

A transmitância térmica da cobertura obtida no cálculo é considerada satisfatória, de acordo com a tabela de referência para transmitância térmica de coberturas. A edificação está situada na Zona Bioclimática 8, e a cobertura possui absorvância à radiação solar da superfície externa menor ou igual a 0,4, uma vez que apresenta coloração clara.

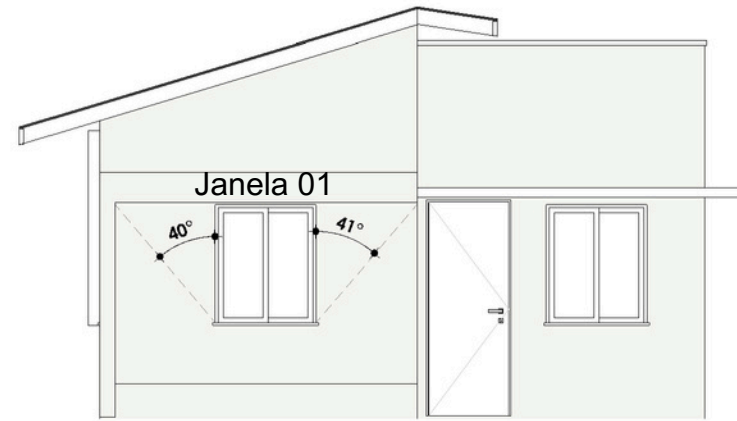
Conforme os critérios normativos, para essa condição, o valor de referência da transmitância térmica deve ser $\leq 2,3$. FT. Como o valor calculado é inferior a esse limite, conclui-se que a cobertura atende aos requisitos estabelecidos para conforto térmico e desempenho adequado.

ANALISE SOLAR

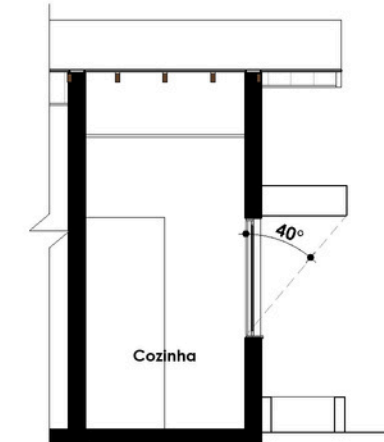
Planta de detalhe - Cozinha



Vista fachada



Corte - Janela 01

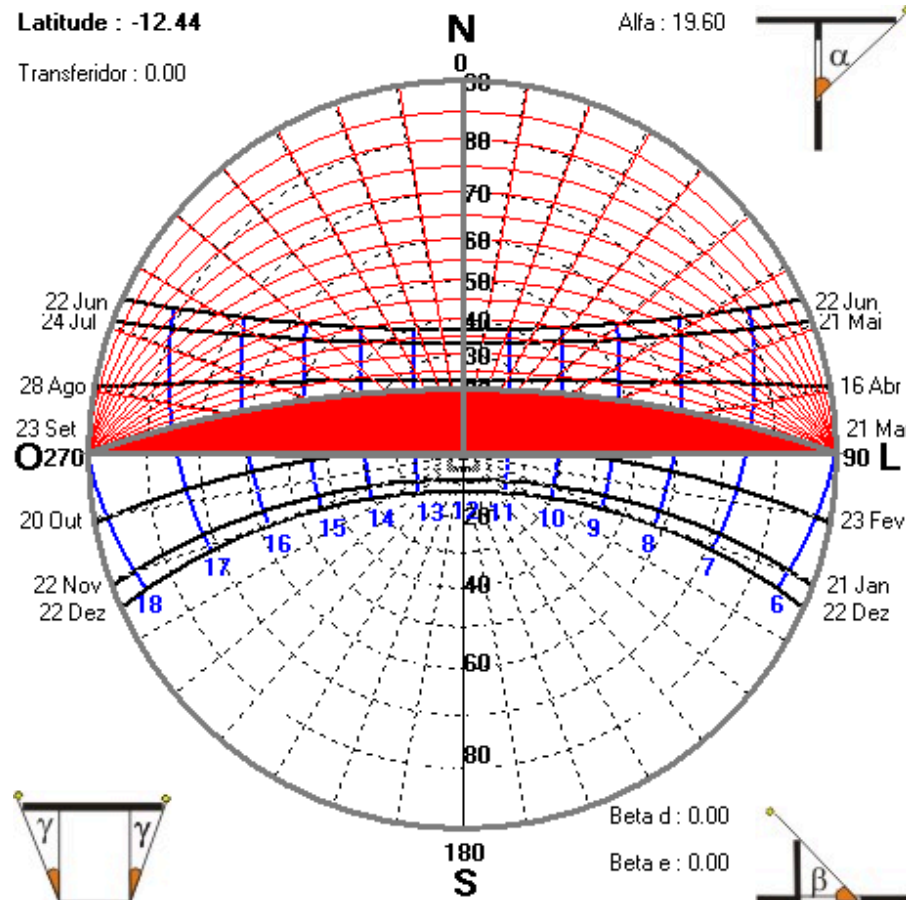


A análise solar de sombreamento apresentada, foi realizada na janela 01 da cozinha, identificada na planta baixa do projeto. Na etapa inicial, considerou-se exclusivamente o sombreamento gerado pelo beiral. Constatou-se que, no período de 16 de abril a 28 de agosto, a referida janela recebe incidência solar direta ao longo de todo o dia, com maior intensidade entre 9h e 15h.

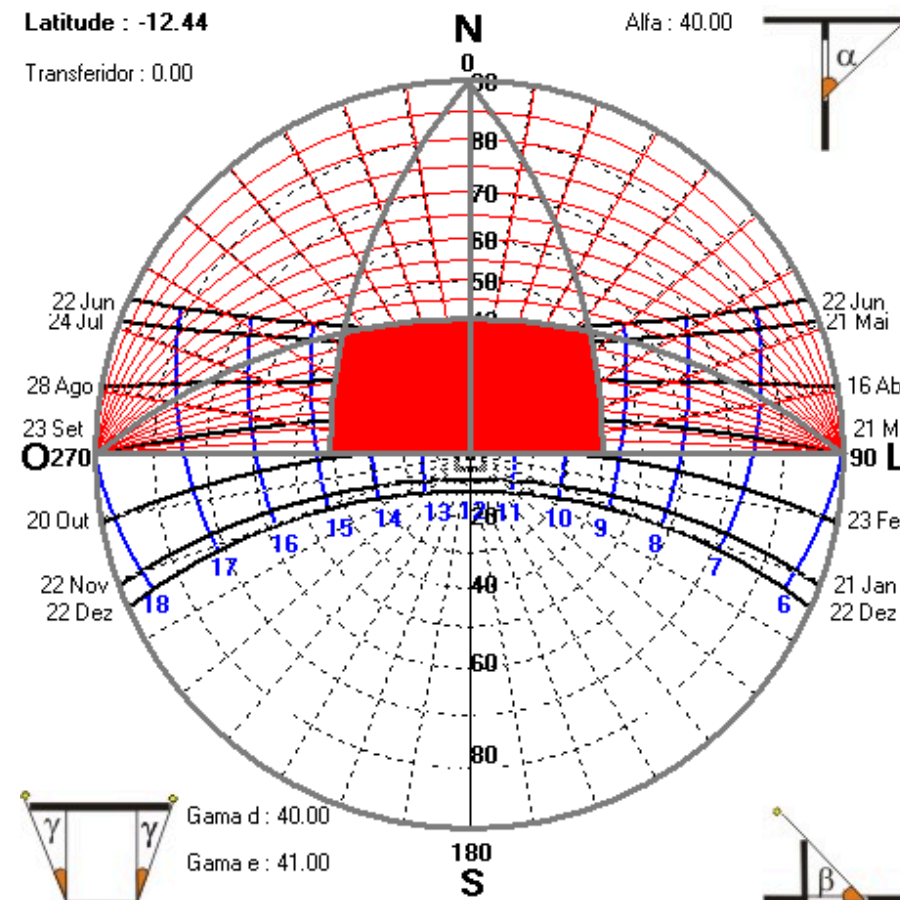
A área preenchida em vermelho na planta indica a região sombreada sobre a janela. Com base na identificação dos horários de incidência solar, definiu-se que o período entre 9h00 e 14h30 deveria permanecer sombreado, dado que corresponde ao horário de uso mais frequente da cozinha durante o dia.

Desse modo, utilizou-se a carta solar com o objetivo de ajustar os ângulos alfa e gama, sendo o primeiro responsável por determinar a largura do elemento de sombreamento e o segundo pelo seu comprimento horizontal, visando bloquear a radiação solar direta. Como solução, foi projetado um elemento de sombreamento que, além de atender às exigências funcionais, contribui esteticamente para a fachada da edificação, considerando a posição visível da janela analisada.

Carta Solar - Sem elemento de proteção



Carta Solar - Com elemento de proteção



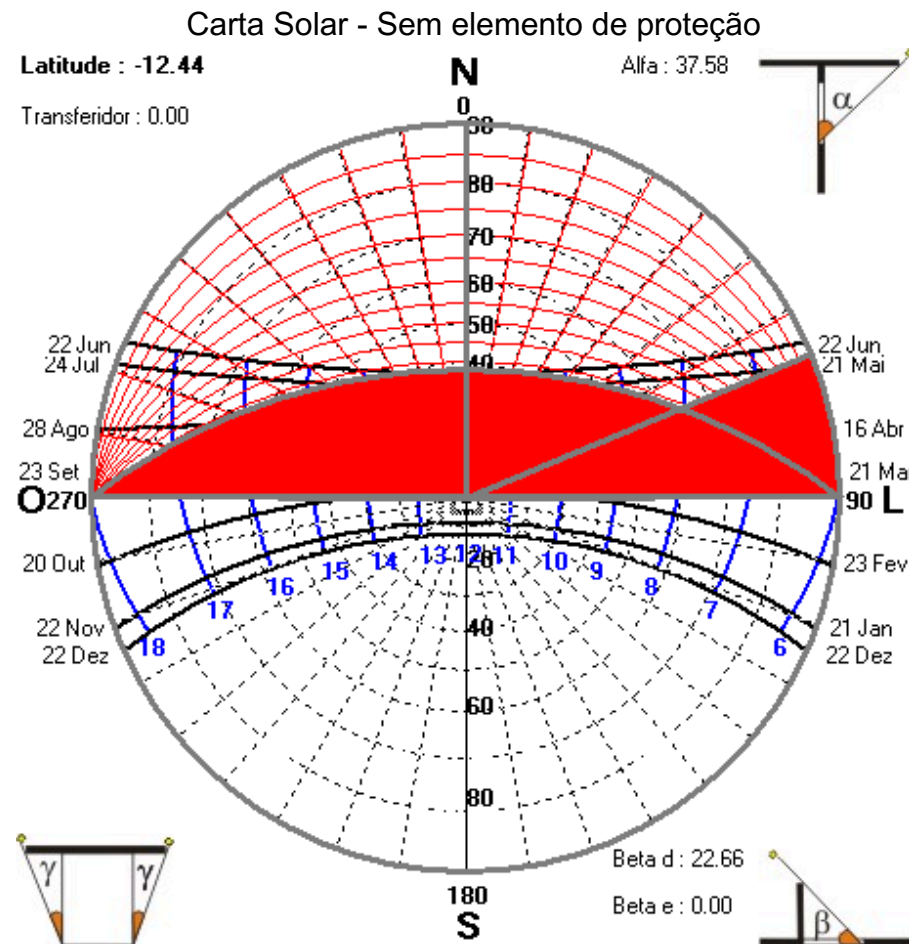
Planta de detalhe - Sala de estar



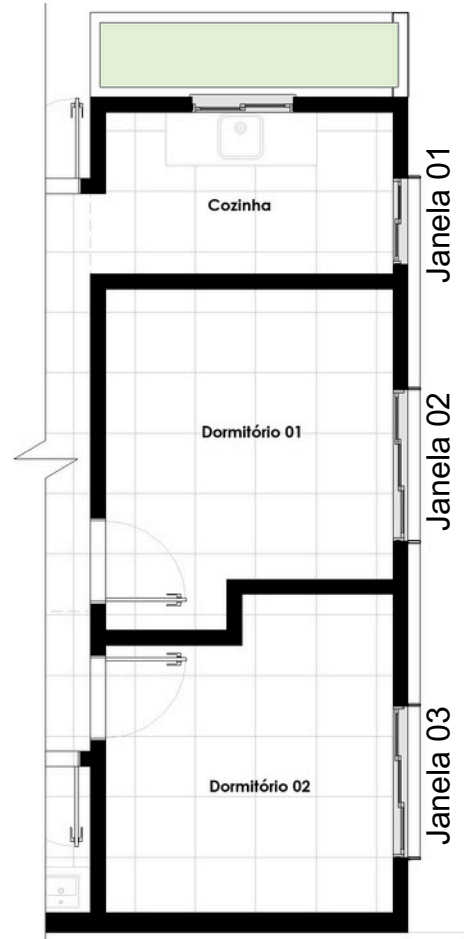
Na análise de sombreamento da janela 01, localizada na sala de estar, observa-se que a área destacada em vermelho representa a região sombreada, resultante da projeção da marquise e do recuo existente em relação à parede da cozinha.

Verifica-se, por meio dessa análise, que nos períodos em que a radiação solar é mais intensa, especialmente entre 10h e 14h, não ocorre incidência solar direta sobre a abertura. Esse sombreamento contribui significativamente para o conforto térmico do ambiente, impedindo o aquecimento excessivo do local.

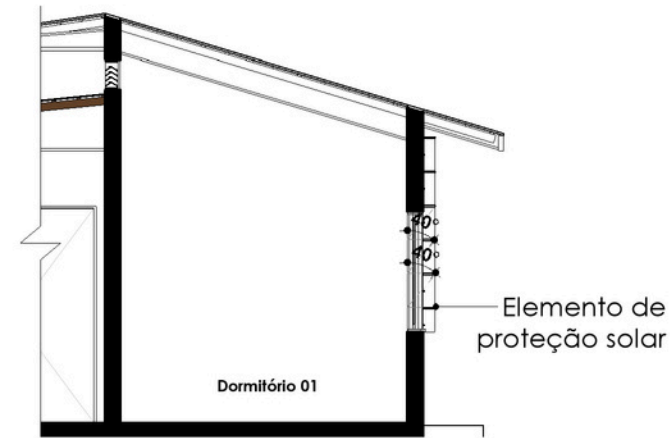
Diante dos resultados obtidos, conclui-se que não há necessidade de acrescentar elementos adicionais de sombreamento para a esquadria em questão, uma vez que os componentes arquitetônicos já projetados desempenham adequadamente essa função.



Planta baixa de identificação



Corte - Elemento de sombreamento

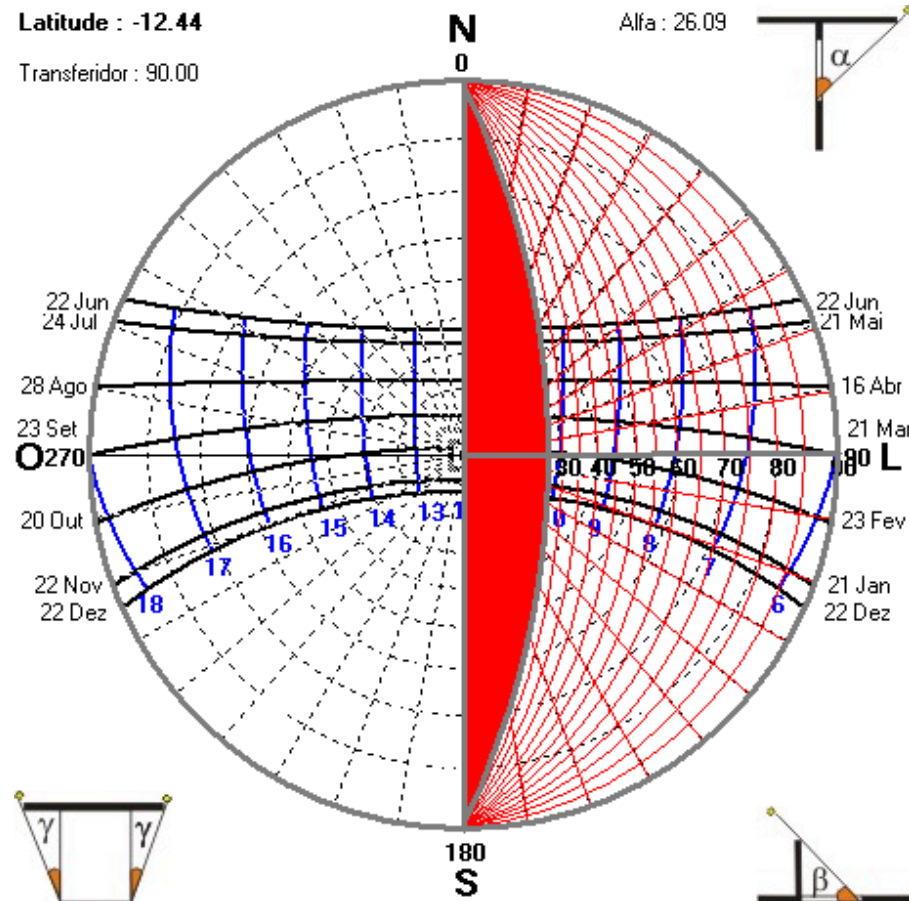


Para as janelas localizadas na fachada leste, correspondentes às aberturas da cozinha e dos dormitórios, a análise de sombreamento evidenciou que, desde o amanhecer até aproximadamente 10h15, ocorre incidência direta dos raios solares nesses ambientes, resultando no aumento da temperatura interna.

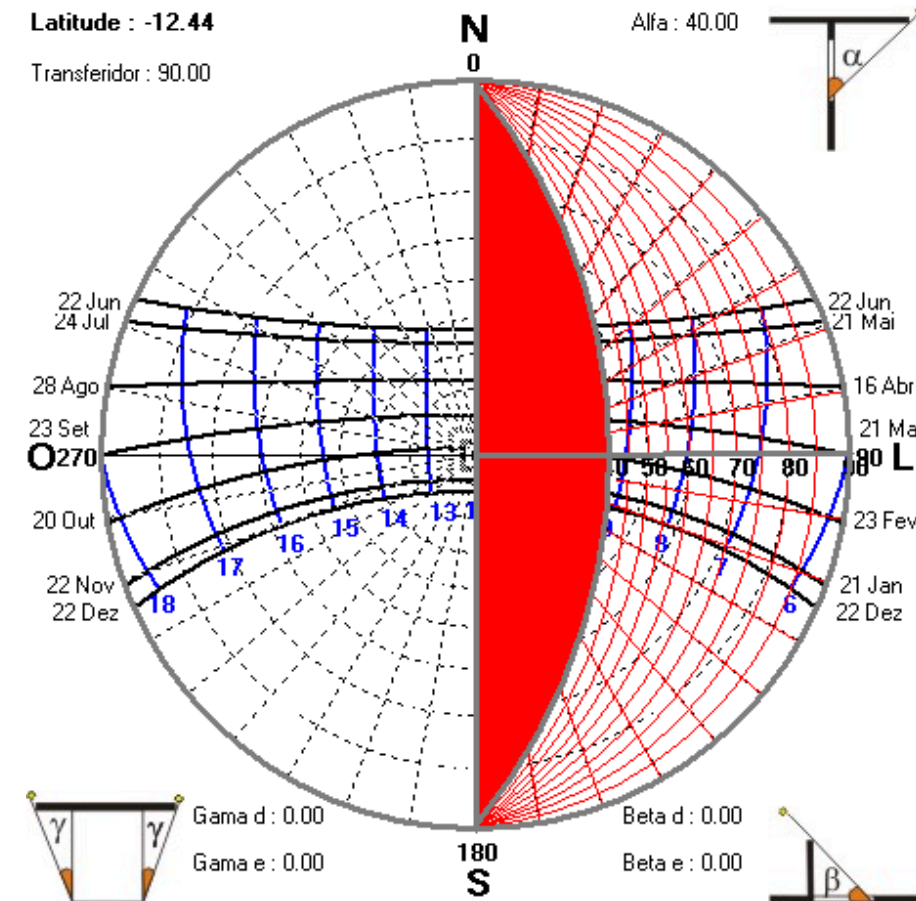
Com o propósito de mitigar o aquecimento excessivo e reduzir o período de exposição solar sobre as aberturas, foram projetados elementos de sombreamento capazes de limitar a incidência solar direta até as 9h30. Essa solução contribui para a proteção térmica dos ambientes, proporcionando melhores condições de conforto.

Na representação em corte, é possível identificar o ângulo alfa, determinado com base na carta solar utilizada no estudo de sombreamento. Adotou-se um ângulo de 40°, de forma a assegurar a proteção da abertura até o horário estabelecido

Carta Solar - Sem elemento de proteção



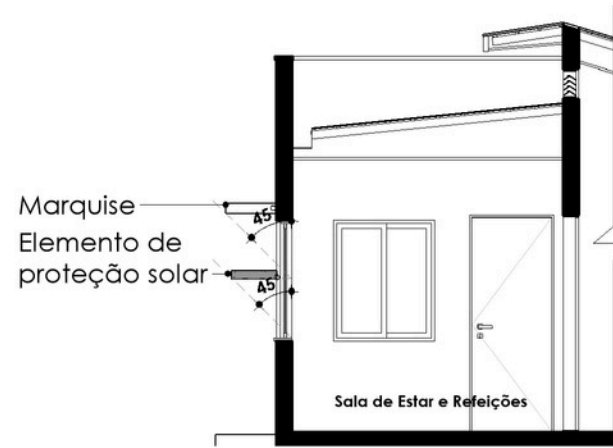
Carta Solar - Com elemento de proteção



Planta baixa de identificação



Corte - Elemento de sombreamento

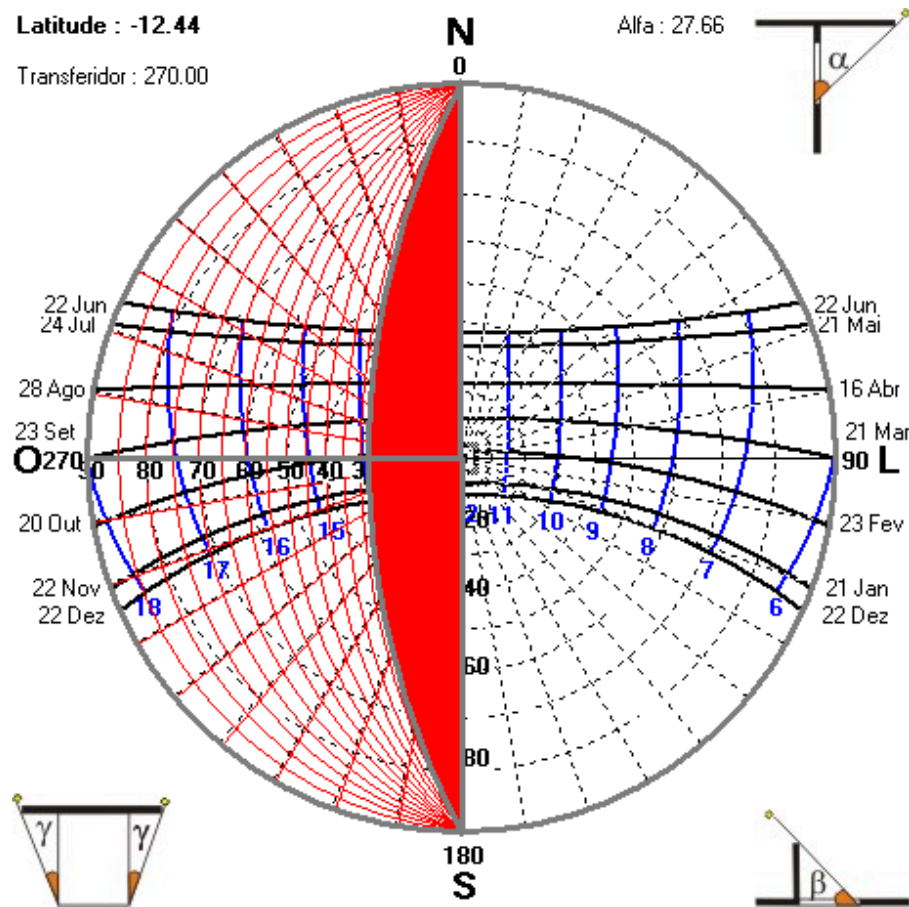


Na análise de sombreamento das aberturas da fachada oeste, verificou-se a presença de apenas uma janela, situada na sala de refeições. Observou-se que, no período entre 12h e 13h50, a abertura permanece sombreada pela marquise projetada. Entretanto, a partir das 13h50, ocorre incidência direta dos raios solares, resultando no aquecimento do ambiente.

Com o intuito de prolongar o período de sombreamento até as 15h, foi realizado um estudo visando aprimorar o conforto térmico, especialmente considerando que a sala de refeições pode ser utilizada até esse horário e que a intensidade solar costuma ser mais elevada nesse período.

Os resultados da análise indicaram que o ângulo alfa, representado no corte, deve ser ajustado para 45°, de modo a garantir a proteção solar até o horário desejado. Para atingir esse objetivo, foi projetado um novo elemento de sombreamento na referida janela, assegurando a eficiência da solução proposta

Carta Solar - Sem elemento de sombreamento



Carta Solar - Com elemento de sombreamento

