

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ARTES VISUAIS
DESIGN DE AMBIENTES

Joice Gomes da Silva

CONFORTO HUMANO EM CASAS DE BAIXA RENDA: PROPOSTA DE MELHORIAS
NO DESIGN ATRAVÉS DE ESTUDOS DO VENTO, LUZ E SOM

GOIÂNIA-GO
Novembro, 2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ARTES VISUAIS

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC no 1240/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei no 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo dos Trabalhos de Conclusão dos Cursos de Graduação disponibilizado no RI/UFG é de responsabilidade exclusiva dos autores. Ao encaminhar(em) o produto final, o(s) autor(a)(es)(as) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG)

Nome(s) completo(s) do(a)(s) autor(a)(es)(as): Joice Gomes da Silva

Título do trabalho: Conforto humano em casas de baixa renda: proposta de melhorias no design através de estudos do vento, luz e som.

2. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador) Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [] NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(à)(s) autor(a)(es)(as) e ao(à) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo do TCCG. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro.

Obs.: Este termo deve ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Maria Luiza De Ulhoa Carvalho, Professora do Magistério Superior**, em 06/02/2026, às 10:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Joice Gomes Da Silva, Discente**, em 12/03/2026, às 06:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5794117** e o código CRC **58954993**.

Referência: Processo nº 23070.059702/2025-38

SEI nº 5794117

Joice Gomes da Silva

CONFORTO HUMANO EM CASAS DE BAIXA RENDA: PROPOSTA DE MELHORIAS
NO DESIGN ATRAVÉS DE ESTUDOS DO VENTO, LUZ E SOM

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado à Faculdade de Artes Visuais da Universidade Federal de Goiás como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Design de Ambientes.

Orientadora: Profa. Maria Luiza de Ulhôa Carvalho

Coorientadora: Profa. Viviane de Souza Cruz e Silva

GOIÂNIA
2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Silva, Joice Gomes da
CONFORTO HUMANO EM CASAS DE BAIXA RENDA: PROPOSTA DE
MELHORIAS NO DESIGN ATRAVÉS DE ESTUDOS DO VENTO, LUZ E SOM
[manuscrito digital] / Joice Gomes da Silva. - 2025.
86 f.: 2025

Orientadora: Prof(a). Dra. Maria Luiza Ulhoa Carvalho, Orientadora: Prof(a). Dra.
Viviane de Sousa Cruz e Silva
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Goiás, Faculdade de Artes Visuais (FAV), Design de Ambientes, Goiânia, 2025.

1. Conforto Ambiental; Baixa Renda; Design de Ambientes; Bem-estar..

I. Ulhoa Carvalho, Maria Luiza, orient. II. de Sousa Cruz e Silva, Viviane, orient. III.
Título.

CDU 364



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ARTES VISUAIS

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos vinte e cinco dias do mês de novembro do ano de 2025 iniciou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “Conforto humano em casas de baixa renda: proposta de melhorias no design através de estudos do vento, luz e som”, de autoria de Joice Gomes da Silva, do curso de Design de Ambientes, da Faculdade de Artes Visuais da UFG. Os trabalhos foram instalados pela prof.^a Dr.^a Maria Luiza de Ulhôa Carvalho - orientadora (FAV/UFG) com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: prof.^a Dr.^a Viviane de Sousa Cruz e Silva (FAV/UFG) e prof.^a Dr.^a Renata Alves de Aguiar (EA/UFG). Após a apresentação, a banca examinadora realizou a arguição da estudante. Posteriormente, de forma reservada, a Banca Examinadora atribuiu a nota final de 10 (dez), tendo sido o TCC considerado aprovado desde que sejam consideradas as correções solicitadas pela banca de apresentar caderno de desenho técnico mínimo.

Proclamados os resultados, os trabalhos foram encerrados e, para constar, lavrou-se a presente ata que segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Maria Luiza De Ulhoa Carvalho, Professora do Magistério Superior**, em 16/12/2025, às 12:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Viviane De Sousa Cruz E Silva, Professor do Magistério Superior**, em 16/12/2025, às 21:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Renata Alves De Aguiar, Professora do Magistério Superior**, em 19/12/2025, às 08:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5794127** e o código CRC **ADD7552F**.

Joice Gomes da Silva

CONFORTO HUMANO EM CASAS DE BAIXA RENDA: PROPOSTA DE MELHORIAS
NO DESIGN ATRAVÉS DE ESTUDOS DO VENTO, LUZ E SOM

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado à Faculdade de Artes Visuais da
Universidade Federal de Goiás como requisito
parcial para a obtenção do título de Bacharela
em Design de Ambientes.

Orientadora: Profa. Maria Luiza de Ulhôa
Carvalho]

Coorientadora: Profa. Viviane de Souza
Cruz e Silva

Banca examinadora

Profa. Dra. Maria Luiza de Ulhôa Carvalho – FAV/UFG

Profa. Dra. Viviane de Sousa Cruz - FAV/UFG

Profa. Dra. Renata Alves de Aguiar – EA/UFG

Goiânia, GO, novembro de 2025.

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), intitulado “Conforto Humano em Casas de Baixa Renda: proposta de melhorias no design através de estudos do vento, luz e som”, trata-se da inclusão do conforto humano para residências de baixa renda mediante um Design de Ambientes acessível. O objetivo da pesquisa é investigar como os três confortos humanos - conforto térmico, lumínico/luminoso e acústico – podem ser inseridos no dia-dia do morador de casas populares. Busca-se proporcionar o bem-estar do público-alvo, facilitando o descanso e a qualidade de sono em ambientes com boa ventilação natural. Para isso, foi realizada uma enquete com questionários, assim como simulações computacionais, para entender quais são os principais desconfortos e como seria o desempenho da ventilação natural dentro deste tipo de moradia. Resultados apontaram que soluções como inserção de jardim interno, vegetações internas e estudos do vento auxiliaram no conforto térmico; mudanças de esquadria (porta e janela) e absorção sonora melhoraram o conforto sonoro; e o direcionamento das janelas e abertura zenital do jardim interno possibilitaram melhor iluminação dos ambientes dentro da casa. Por fim, identifica-se como resultados esperados minimizar o estresse e as inúmeras doenças causadas devido ao desconforto humano em habitações populares.

Palavras-chave: Conforto Ambiental; baixa renda; Design de Ambientes; bem-estar.

ABSTRACT

This Final Course Project (FCP), entitled "Human Comfort in Low-Income Housing: Proposal for Design Improvements through Studies of Wind, Light, and Sound," addresses the inclusion of human comfort in low-income residences through accessible Environmental Design. The objective of the research is to investigate how the three human comforts—thermal, light, and acoustic comfort—can be incorporated into the daily lives of residents of affordable housing. The aim is to promote the well-being of the target audience by facilitating rest, quality sleep, and environments with good natural ventilation. To this end, a survey using questionnaires, as well as computer simulations, were conducted to understand the main discomforts and how natural ventilation would perform within this type of housing. Results indicated that solutions such as the insertion of an indoor garden, indoor vegetation, and wind studies improved thermal comfort; changes to acoustic door and window frames and the use of sound absorption materials improved sound comfort; window orientation and zenithal openings of the indoor garden allowed for better lighting of the rooms inside the house. Finally, the expected results are identified as minimizing stress and the numerous illnesses caused by human discomfort in low-income housing.

Keywords: Environmental Comfort; low income; Environmental Design; well-being.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo de trocas térmicas do corpo humano.....	16
Figura 2 – Barreira de vegetação que reduz a perda de calor em ambientes.....	17
Figura 3 – Circulação do vento sob as copas das árvores.....	18
Figura 4 – Conceito de conforto e emoção subjetiva.....	19
Figura 5 – Incômodo sonoro.....	21
Figura 6 – Conjunto habitacional construído na Cidade de Deus.....	23
Figura 7 – Residencial Teotônio Vilela I e II, no Bairro Bom Jesus, Imperatriz – MA.....	23
Figura 8 – Casas Yaodongs, norte da China.....	24
Figura 9 – Interior das casas.....	25
Figura 10 – Habitações em Mesa Verde.....	25
Figura 11 – Rua vazia sob cortinas-sombra em Sevilha, Espanha.....	26
Figura 12 – Vista Sudeste da Casa.....	29
Figura 13 – Vista Nordeste da Casa.....	29
Figura 14 – Perspectiva do modelo simulado.....	30
Figura 15 – Perspectivas do modelo de simulação da Casa Eficiente.....	33
Figura 16 – Plantas baixas do modelo de simulação da Casa Eficiente.....	34
Figura 17 – Esquemas das paredes: dupla e simples.....	34
Figura 18 – Esquemas das coberturas.....	35
Figura 19 – Planta Baixa (PMCMV – UFPA).....	37
Figura 20 – Proposta de vedação entre cozinha e quartos.....	38
Figura 21 – Novo layout com circulação acústica.....	38
Figura 22 – Distribuição da UH no Conjunto Residencial Videiras.....	39
Figura 23 – Afastamento entre blocos do conjunto habitacional.....	40
Figura 24 – Modelagem tridimensional.....	41
Figura 25 – Resultado do uso da iluminação artificial segundo usuários.....	44
Figura 26 – Palavras-chave usadas como essência do projeto.....	46
Figura 27 – Mapa mental das ideias centrais do projeto.....	48
Figura 28 – Painel semântico: vegetação e sensação de vento.....	50
Figura 29 – Painel semântico: sensação de vento.....	51
Figura 30 – Modelo da casa, Residencial Jardins do Cerrado, Goiânia – GO.....	52

Figura 31 – Planta Baixa original da moradia.....	52
Figura 32 – Corte lateral direito com pé-direito de 4,11m.....	53
Figura 33 – Modelo 3D da repartição interna da residência.....	53
Figura 34 – Projeto exemplar no SimScale.....	54
Figura 35 – Velocidade média do vento entre março e abril em Goiânia – GO.....	55
Figura 36 – Gráfico: piores problemas de conforto ambiental.....	56
Figura 37 – Ambientes mais quentes dentro da casa.....	56
Figura 38 – Gráfico: ambientes mais iluminados.....	57
Figura 39 – Gráfico: nível de desconforto acústico.....	57
Figura 40 – Gráfico: tipos de aparelhos usados no conforto térmico.....	58
Figura 41 – Ausência de luminárias corretas.....	58
Figura 42 – Conforto acústico percebido.....	60
Figura 43 – Conforto térmico no interior da casa.....	60
Figura 44 – Uso de ventilação mecânica.....	61
Figura 45 – Iluminação adequada.....	61
Figura 46 – Ambiente mais quente.....	62
Figura 47 – Urgência de melhorias no conforto ambiental.....	62
Figura 48 – Espécies vegetais usadas.....	63
Figura 49 – Janela de vidro duplo para conforto térmico e acústico.....	64
Figura 50 – Porta de madeira para isolamento.....	65
Figura 51 – Placa acústica de madeira.....	65
Figura 52 – Planta original com simulação.....	66
Figura 53 – Planta modificada com simulação.....	66
Figura 54 – Corte lateral – simulação de vento (lateral direita).....	67
Figura 55 – Simulação de ventilação no segundo dormitório.....	67
Figura 56 – Novo layout com jardim interno (substituindo banheiro.....	68
Figura 57 – Ventos nos dormitórios – teste 2.....	68
Figura 58 – Ventos na fachada.....	68
Figura 59 – Planta Baixa.....	70
Figura 60 – Planta Humanizada.....	70
Figura 61 – Vista de corte mostrando uso das plantas.....	70
Figura 62 – Medidas das placas acústicas nos dormitórios.....	71
Figura 63 – Jardim interno próximo à sala.....	72

Figura 64 – Representação 3D.....	72
Figura 65 – Croquis formas.....	81
Figura 66 – Croqui: vento passando pela janela.....	82
Figura 67 – Croqui: vento com obstáculo.....	82
Figura 68 – Croqui dos laços dos ventos.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Índices médios de redução sonora para alguns materiais.....	21
Tabela 2 – Níveis de iluminância geral para iluminação natural.....	28
Tabela 3 – Resumo das características das alternativas simuladas.....	31
Tabela 4 – Consumo mensal de energia elétrica nas simulações.....	32
Tabela 5 – Consumo anual de energia elétrica por uso final das alternativas simuladas.....	33
Tabela 6 – Parâmetros climáticos e físicos usados na simulação.....	41
Tabela 7 – Resultados de DA1 e DA2 e porcentagem da área com iluminação de referência..	42
Tabela 8 – Resultados de PHudi1 e PHudi	43

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS	10
1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	13
2. CONFORTO AMBIENTAL	15
2.1. Conforto Térmico.....	15
2.2. Conforto Lumínico e Luminoso.....	19
2.3. Conforto Acústico.....	20
3. HABITAÇÃO PARA BAIXA RENDA	23
3.1. Primeiras habitações e o conforto humano.....	24
3.2. Norma de desempenhos em edificações habitacionais – NBR 15.575.....	26
3.2.1. <i>Requisitos da NBR 15575</i>	26
4. ESTUDOS DE CASO	28
4.1. A Casa Eficiente do LABEE.....	28
4.2. Estudo de caso: conforto acústico.....	34
4.3. Estudo de caso conforto lumínico.....	37
4.4. Conclusão dos estudos de caso.....	42
5. METODOLOGIA	43
5.1. Design Experimental.....	43
5.2. Tempestade de ideias.....	43
5.2. Mapa mental.....	44
5.3. Painel Semântico.....	1
5.5. Enquete.....	3
5.6. Caracterização do ambiente de estudo.....	3
6. RESULTADOS	7
6.1. Questionários.....	7
6.1.1. <i>Primeiro questionário</i>	7
6.1.2. <i>Segundo questionário</i>	11

6.2.	Materiais.....	13
6.3.	Simulações Computacionais	16
6.4.	Design Proposto – desenhos.....	19
7.	 CONCLUSÕES	23
	REFERÊNCIAS	24
	ANEXO 1 – QUESTIONÁRIOS	31
	ANEXO 2 – Desenvolvimento dos desenhos	32
	ANEXO 3 – Desenhos técnicos do projeto proposto	35

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Com as mudanças climáticas instáveis no mundo, questões relativas ao conforto térmico, sonoro e lumínico se tornam importantes no estudo de ambientes sustentáveis (Gemelli, 2009). A sensação térmica tem aumentado, alcançando valores de até 62°C no Brasil em 2023 (AFP, 2024). Em vista disto, o desconforto térmico humano tem crescido, causando mal-estar, mudanças de humor no ambiente de trabalho e em casa, entre outras distorções no comportamento humano.

Tal contexto tem levado ao baixo “rendimento e o risco de acidentes dos trabalhadores [...] relacionados ao desconforto térmico” (De Souza, 2010, p.16). Contudo, desde que se tenha acesso a água, as pessoas conseguem suportar temperaturas elevadas. Mesmo assim, o corpo tem limites na eficiência termorreguladora que, “... em casos extremos, o aumento de temperatura corporal pode levar à morte, por hipertermia” (Andrade,1998, p. 45).

Por outro lado, dentre os agentes poluentes no planeta, se encontra a poluição sonora e a visual que juntas podem causar vários problemas de saúde tanto físico como mental (Silveira, 2008). Alguns dos efeitos colaterais no corpo causados pela poluição sonora podem ser a irritabilidade, a dor de cabeça, o cansaço, a perda auditiva, chegando até doenças cardíacas (Westin, 2018). Por outro lado, a má iluminação pode trazer problemas à saúde como perda de sono causada por luz intensa, levando a insônia (Barghini, 2010). Além disso, existem relatos de surgimento de câncer de mama em mulheres em função da exposição à luz artificial noturna (Vand, 2017).

Por outra perspectiva, a desigualdade social é algo que se permeia por longas décadas e vista em todos os setores da vida do ser humano, como no trabalho, escolas e moradias (GOMES; LUCIO, 2024). Isto também se acontece no design em que há uma grande falta de acessibilidade a diversos recursos para todos. Foi pensando nisto, que o presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) se propõe a desenvolver um design de ambientação acessível. Mais especificamente com o tema intitulado de “CONFORTO HUMANO EM CASAS DE BAIXA RENDA: UMA PROPOSTA DE MELHORIAS NO DESIGN ATRAVÉS DE ESTUDOS DO VENTO, LUZ E SOM”.

O público alvo a ser estudado consiste na população residente em casas de baixa renda. Através de enquetes online, será possível identificar as demandas desta classe

social para propor possíveis soluções projetuais. O presente texto foi dividido em quatro capítulos sendo dois teóricos, um sobre a metodologia, e no final apresenta-se as considerações finais sobre o presente trabalho. No Capítulo 2, cada um dos três confortos humanos estudados - conforto térmico, lumínico/luminoso e acústico - foram descritos. O Capítulo 3 abordou um estudo do surgimento do financiamento de moradias de baixa renda, assim como o funcionamento de programas sociais para financiamento desta tipologia de casa. Já no Capítulo 4, a metodologia de pesquisa e processo projetual tratados para se identificar as melhorias ao contexto. Por fim, no Capítulo 5, as considerações do atual TCC2 foram sintetizadas.

2. CONFORTO AMBIENTAL

Quando se olha para o passado, em meados do século XIX, já começava a surgir o conceito de "conforto ambiental" através da discussão de questões como temperatura, clima e umidade (Segawa, 2003). O termo trabalha com parâmetros térmicos, acústicos, visuais, da qualidade do ar e ergonomia que juntos proporcionam o "conforto humano". Porém, no presente trabalho serão estudados o conforto térmico, acústico e lumínico/luminoso.

Segundo Segawa:

[...] em todos os países quentes, a casa deve ser um santuário no qual o homem, cada dia, retempera suas forças. Então, ele resistirá mais energicamente aos princípios mórbidos do lugar e logrará mais decididamente a obra-mãe da colonização: o saneamento da terra (Segawa, 2003, p. 2).

Compreende-se que os lares são ambientes de refúgio, um habitat para se obter o descanso da mente e do corpo após longas jornadas de trabalho. A importância de tratar a residência vem se tornando cada vez mais urgente, devido ao aumento de atividades de trabalho remoto em casa, como os *home offices*. Com isso, a moradia se tornou num espaço múltiplo, que passa a agregar descanso, lazer e trabalho (Fernandes, 2006).

Em face destas demandas, pensou-se em maneiras de trazer esse "conforto humano" para moradias de baixa renda. Por exemplo, avaliar a ventilação natural para ajudar no "conforto térmico" mediante estudos com simulações computacionais. Em se tratando do "conforto lumínico/luminoso", considera-se de extrema importância reduzir o consumo de luz artificial enquanto se otimiza a entrada da luz natural (Lamberts, 2014). Por outro lado, o tratamento acústico seria ajustado para obter bom desempenho da geometria e isolamento de som, assim como a absorção sonora (Souza et al., 2013; ABNT 12179:1997). A seguir serão abordados os conceitos relativos aos confortos térmico, lumínico/luminoso e acústico.

2.1. Conforto Térmico

Para Lamberts *et al.* (2014, p 43), "o ser humano é biologicamente parecido em todo o mundo, sendo adaptável a diferentes condições ao se utilizar de mecanismos

culturais como a vestimenta, a arquitetura e a tecnologia”. Desta forma, o ser humano é semelhante independentemente de onde se encontra no globo. Nogueira (2012, p. 2) afirma que “o conforto térmico é uma condição que expressa a satisfação do indivíduo com ambiente térmico.” Estas sensações de temperaturas podem levar a um ciclo de equilíbrio entre o usuário e o ambiente onde a troca de calor se relaciona um com o outro para acontecer o conforto ideal (Nogueira, 2012).

Para compreender melhor sobre “conforto térmico”, deve-se analisar como funciona a temperatura interna do ser humano. Lamberts *et al.* (2014, p. 43) afirma que “O homem é um ser homeotérmico, ou seja, a temperatura interna do organismo tende a permanecer constante independente das condições do clima”. Em diferentes tipos de clima e situação, o indivíduo terá a mesma temperatura interna por ser homeotérmico (Wermerson, 2021).

A Figura 1 apresenta como funcionam as trocas térmicas entre o corpo humano e o meio. Para isso ocorrer, é gerado o calor interno, através da queima de calorias, que o corpo ocasiona. Esse processo acontece com ajuda do metabolismo que transforma tudo em energia. Tais resultados irão transformar em temperatura interna, que poderá ser trocada com ambiente interior ou exterior (Lamberts *et al.* 2014).

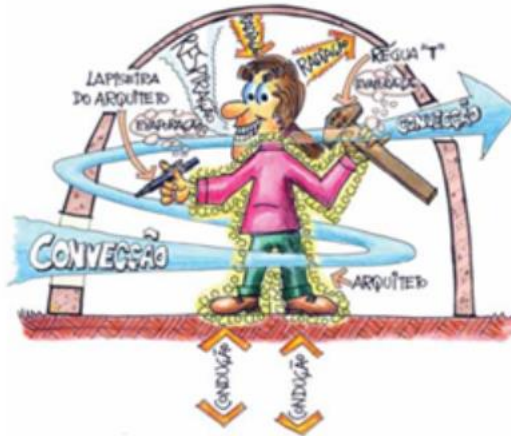
Por outro lado, o clima muda com a sua localização geográfica, existindo mais de dez climas diferentes no mundo, sendo os mais comuns: polar, frio, temperado, mediterrâneo, tropical, equatorial e desértico (IBGE, 2024). O clima predominante no Brasil é o tropical, tornando-se a área de estudo deste trabalho. Em específico, a região centro-oeste possui os climas tropicais seco e úmido. Segundo Fernandes (2006, p. 17), a cidade de Goiânia, Goiás, pode ter “... duas estações: a estação das chuvas e a estação da seca”, local este situado na área de atuação do presente trabalho.

Para se obter “conforto térmico” em casas, é preciso analisar o ambiente em geral, desde o revestimento, o tipo de iluminação, o material usado no telhado e nas paredes, entre outros. Logo se torna importante serem escolhidos da maneira correta (Gurgel, 2012).

Para Cunha (2006, p. 86), “o conforto térmico ocorre quando um indivíduo encontra-se em um estado físico e mental de bem-estar representado pela ausência de sensações de calor ou frio”. De forma geral, observam-se alguns problemas devido a

essa ausência de bem-estar térmico. Sendo eles, causados pelas variáveis climáticas (temperatura, velocidade e umidade do ar), e, com a falta de controle destas variáveis em ambientes internos, acarretam o descontrole de aquecimento ou resfriamento interno (Cunha, 2006).

Figura 1 - Processo de trocas térmicas do corpo humano.



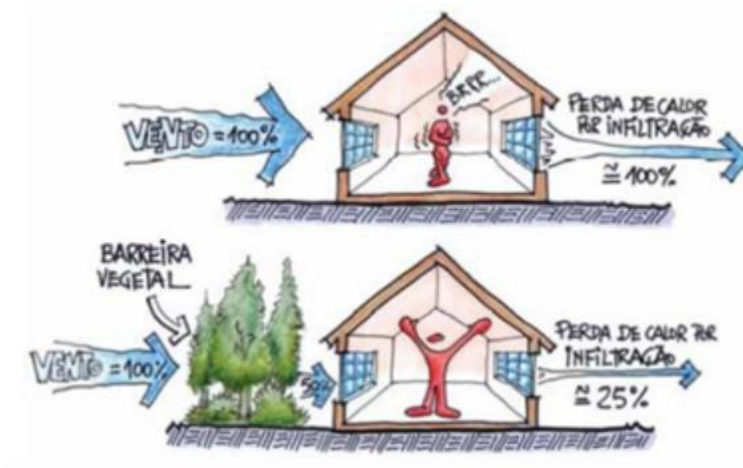
Fonte: Lamberts, et al. 2014, p. 43.

No presente trabalho, busca-se trazer mais “conforto térmico” para as moradias que não possuem uma qualidade de vida satisfatória através da ventilação natural e o uso de vegetação. Dentre os recursos para estudar a ventilação natural existem softwares de simulação computacional como o Computational Fluid Dynamics (CFD) e o SimScale que analisa o comportamento do vento dentro do ambiente construído com janelas abertas ou fechadas. Desta forma se torna possível identificar a melhor posição das janelas e portas, assim como o melhor horário para deixar tais esquadrias abertas. Em vista disto, se pode aplicar o melhor resultado na residência o que auxilia na qualidade térmica dos espaços.

A Figura 2 ilustra como funciona a dinâmica entre a vegetação e o “conforto térmico”. Demonstra-se que as árvores, sendo bem posicionadas, podem influenciar na intensidade em que o vento frio ou quente pode atingir a edificação (Lamberts et al., 2016). A vegetação é de extrema importância, pois ajuda na regulação do clima. Segundo Mendes et.al “A evapotranspiração das plantas tem efeito muito positivo no clima urbano,

pois durante este processo a planta absorve calorías, promovendo a diminuição da temperatura do microclima nas horas mais críticas.” Percebe-se que, para promover um ambiente de conforto agradável, é necessário o uso de árvores e plantas no interior ou em volta das residências.

Figura 2- Barreira de vegetação, que reduz a perda de calor em ambientes.



Fonte: Lamberts et al., 2016, p. 181.

A situação da imagem superior da Figura 2, descrita acima, se trata de frio indesejado, mas o contrário também ocorre (Figura 3). Quando se tem o calor indesejado, se faz o uso de árvores ao redor da moradia com altura superior à edificação. Desta forma, os ambientes internos serão sombreados e refrescados durante o verão e temperaturas quentes (Lamberts et al., 2016).

Figura 3 - Circulação do vento sob as copas das árvores.



Fonte: Lamberts et al., 2016, p. 182.

Posto isso, fica evidente que o “conforto térmico” afeta o bem-estar do morador. Ademais, na presente pesquisa serão abordadas propostas de melhorias para os ocupantes de residências de baixa renda. Considera-se que raramente se desenvolvem soluções de baixo custo para os problemas de desconforto térmico para a referida classe social, justificando assim a sua demanda.

2.2. Conforto Lumínico e Luminoso

Conforme o dicionário online Priberam (2024), o termo Lumínico significa, “relativo a lúmen (fluxo luminoso)”. Ou seja, “lúmens (lm) são a unidade de medida utilizada para quantificar o fluxo luminoso emitido por determinada fonte de luz em relação a uma superfície em determinado tempo.” (Santanna, s.d.). Dessa forma, quanto maior for a quantidade de lúmens, maior será a intensidade da iluminação.

O conforto visual para Lamberts et al. (2014, p. 57) é um conjunto de tarefas visuais “com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menor esforço, com o menor risco de prejuízos à vista e com reduções de acidentes”. Compreende-se que se faz necessário o uso de boa iluminação para ambientes internos. Nesse sentido, segundo a Ferreira (2021), o conforto visual refere-se à resposta fisiológica do usuário. “Um determinado ambiente provido de luz natural e/ou artificial, produz estímulos ambientais, ou seja, certo resultado em termos de quantidade, qualidade da luz e sua distribuição, contrastes, entre outros” (Ferreira, 2021, p. 21).

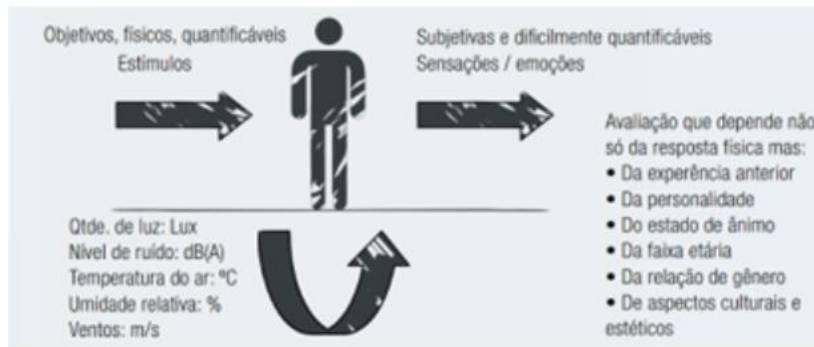
Ao se avaliar a sensação de conforto e relaxamento aos olhos, o corpo identifica a presença ou ausência de luz, e, com o uso de iluminação artificial, consegue controlar por mais tempo as atividades noturnas. Bortolan, et al. (2019, p.69) diz que “o conforto visual depende das seguintes condições de iluminação: intensidade, uniformidade das densidades luminosas, uniformidade temporal da luz e eliminação do ofuscamento”. Para que isso ocorra, é necessário um bom planejamento de “design de iluminação” no ambiente. Que logo irá proporcionar um bem-estar ao usuário, fazendo um equilíbrio entre luz natural e artificial.

Bortolan, *et al.* (2019, p. 72) complementa afirmando que o “conforto visual é a interpretação de estímulos e objetivos físicos quantitativos, por meio de respostas fisiológicas: sensações e emoções, com caráter subjetivo” (Figura 4). Sendo assim, o

conforto está relacionado ao momento agradável ou de relaxamento propiciado pelo contexto (Bortolan, *et al.*, 2019).

Sobre as variáveis citadas acima, conclui-se que as respostas físicas influenciam o desconforto do usuário. No presente trabalho será abordado o difícil acesso as luminárias de alta qualidade para usuários de baixa renda. Contudo, para se obter o “conforto visual”, é necessário ter uma boa condição de iluminação projetada por um profissional da área de design. Isso acaba se tornando um problema levando ao desconforto visual e privando-os de uma boa iluminação. Como solução, este trabalho buscará desenvolver luminárias sustentáveis de baixo custo que os próprios usuários possam executá-las. Através desta ação, envolvendo a comunidade local, tentará resolver o problema de baixo desempenho lumínico nas residências, agregando potencial lucro visto que o processo e materiais serão pensados para ser de fácil acesso e fabricação.

Figura 4 - Conceito de conforto e emoção subjetiva.



Fonte: Bortolan, *et al.*, 2019, p. 72.

2.3. Conforto Acústico

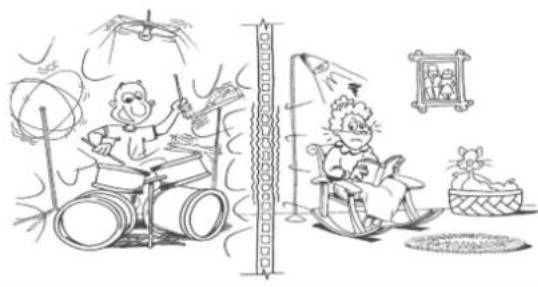
Para compreender melhor o que é acústica, primeiro é preciso descrever o que representa o som e como ele se propaga. Esta manifestação física se origina da vibração num meio líquido, sólido ou gasoso resultando em sons às vezes audíveis ou não ao ouvido do ser humano. Eles possuem frequência e amplitude sendo as frequências audíveis entre 20 e 20.000 Hertz e a amplitude entre os limiares da percepção (0 dB) e da dor (140 dB) (Souza *et al.*, 2012).

Recentemente tem se buscado por ambientes com bom isolamento acústico que garantem baixos níveis sonoros, propiciando saúde auditiva física e mental de seus ocupantes. Conforme a Organização Mundial de Saúde (OMS), “qualquer som que ultrapasse o valor de 50 decibéis pode ser considerado nocivo à saúde”, ou seja, o que passar deste valor poderá prejudicar o bem estar das pessoas (Perossi, 2024, p.1). Em relação aos problemas físicos causados pela poluição sonora estão: a perda auditiva, dores de cabeça, fadiga, distúrbios cardiovasculares, distúrbios hormonais, gastrite, alergias, entre outros. Problemas psicológicos também estão entre os malefícios do desconforto acústico, como a perda de concentração, irritação permanente, perda de sono, entre outros (Souza *et al.*, 2012).

Para Lima (2022), o conforto acústico seria um bom isolamento acústico ou a minimização de ruídos aéreos que passam entre as moradias, garantindo o bem-estar de residentes vizinhos. No presente projeto, as soluções para o isolamento acústico serão placas de gesso acartonado nas paredes problemáticas e melhoria no isolamento das portas e janelas para evitar o “vazamento” na entrada ou saída do som.

Segundo Souza, *et al.* (2012, p. 47), “Uma vez interferindo no bom andamento das atividades, nos objetivos dos espaços, prejudicando a função do ambiente, o som pode ser considerado ruído independentemente de seu espectro”. A Figura 5 mostra como ocorre o barulho. Para o personagem à esquerda, a bateria soa de forma agradável, já para sua vizinha soa como barulho/ruído de muito incômodo e estresse.

Figura 5 - Incômodo sonoro.



Fonte: Souza, *et al.*, 2012, p. 47.

Na Tabela 1 estão detalhados os materiais e seus índices de redução sonora. Ela mostra que alguns materiais sozinhos não conseguem isolar bem. Por exemplo, a porta simples e oca tem baixo isolamento acústico enquanto uma porta com recheio e vedação alcança valores mais significativos (Souza, *et al.*, 2012).

Dessa maneira, fica evidente que, para os ouvidos de algumas pessoas, alguns sons são considerados bons como a “música”, enquanto que, para outras, estes sons são considerados ruidosos, barulhentos, incomodando ou gerando aflição. Cada frequência, seja ela grave ou aguda, ressoa de forma diferente no corpo (Araujo, 2002). Assim, considerando a diferença em anatomia dos seres humanos, cada indivíduo possui diferentes níveis de sensibilidade aos sons. Dada esta perspectiva, deve-se analisar os sons da paisagem sonora domiciliar para identificar os problemas e as soluções acústicas, garantindo uma qualidade de vida sonora para os moradores de baixa renda.

Tabela 1 - Índices médios de redução sonora para alguns materiais.

Componente construtivo	Frequências (Hz)				
	125	250	500	1.000	2.000
Parede de tijolo maciço (480 kg/m ²)	41	45	48	53	57
Parede de tijolo maciço (260 kg/m ²)	32	41	48	51	52
Janela de vidro simples, 4 mm, com boa vedação	19	22	25	28	27
Janela de vidro simples, 6 mm, com boa vedação	21	25	27	31	25
Porta simples oca, sem vedação	12	13	14	16	18
Porta com recheio, 25 kg/m ² , sem vedação	16	20	20	21	19
Porta com recheio, 25 kg/m ² , com vedação	20	24	27	28	31
Telhado com forro (telhas de barro e estuque 9 mm)	21	26	33	32	35

Fonte: Souza, *et al.*, 2012.

3. HABITAÇÃO PARA BAIXA RENDA

A Constituição Federal de 1988 (artigo 6º) assegura o “direito de toda pessoa ter acesso a um lar e a uma comunidade segura para viver em paz, dignidade e saúde física e mental”. O texto ainda completa que cabe ao Governo “promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico” (BRASIL,2018). Portanto, por lei, programas de habitação popular devem ocorrer para atender a constituição. Uma das iniciativas do Governo Federal foi a criação do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) que iniciou em março de 2009.

A estratégia consiste em entregar as casas de um mesmo padrão e modelo, conforme a Figura 6. A construção das moradias se iniciou no ano de 1965, as construções eram para ser ocupadas por trabalhadores das fábricas em volta da Cidade de Deus. Na época, o conjunto habitacional foi ocupado por mais de 20 mil moradores e composto por cinco mil casas. Em março de 2024, 21 mil unidades habitacionais foram oferecidas (AGÊNCIA GOV, 2024). No entanto, devido a rápida entrega das moradias, alguns “Direitos à Moradia” acabaram não sendo cumpridos, como a preservação da saúde física e mental dos habitantes. Um exemplo seria a falta de conforto térmico, causador de doenças e danos à estrutura do ambiente construído (Dias; Calixto Orgs., 2020). Por outro lado, em relação à saúde mental, a falta de isolamento acústico adequado tem acordado as pessoas à noite, prejudicando o sono e o descanso do trabalhador (Souza, *et al.*, 2012).

Figura 6 - Conjunto habitacional construído na Cidade de Deus.



Fonte: BRASIL, 2018.

A Figura 7 ilustra modelos de produção habitacional recentes. Em 2017, foram fornecidas 920 casas no Residencial Teotônio Vilela, na cidade Imperatriz, Maranhão, localizadas próximas de universidades e unidades de saúde. As casas possuem sala, cozinha, banheiro e dois quartos, além de algumas rampas e banheiros adaptados para pessoas com deficiência (Castro, 2017).

Figura 7 - Residencial Teotônio Vilela I e II, no Bairro Bom Jesus, Prefeitura de Imperatriz, Maranhão.



Fonte: Dávila, 2017.

Segundo Bonduki (1994), as origens de habitações de baixa renda começaram com moradias pequenas e com condições habitacionais precárias. Ou seja, estas casas careciam de planejamento coerente com os direitos básicos dos cidadãos. Posto isso, essas moradias resultaram em uma arquitetura de massas, com modelos de produções compactos, oferecendo uma baixa qualidade nos ambientes construídos (Mendes, 2014).

3.1. Primeiras habitações e o conforto humano

Nas antiguidades, cada continente tinha uma maneira diferente de conseguir o conforto humano em sua habitação. Lamberts et al. (2016), relata que na China as moradias eram construídas abaixo da superfície da terra (Figura 8) de forma a manter a temperatura amena dentro dos ambientes subterrâneos. Em vista disso, essa foi uma solução que aquele povo encontrou para trazer conforto para suas moradias.

Já na América do Norte, durante o período do povo da Mesa Verde, sua população construía suas habitações nas montanhas de pedras. Tal método era para se proteger

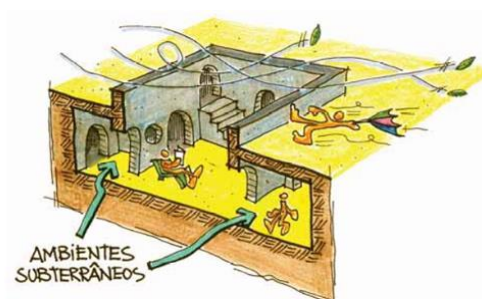
do sol com o propósito de sombrear a habitação de raios solares no verão quente e seco. Conforme a Figura 10, “no inverno com a inclinação mais baixa do sol, permite sua entrada [do sol] nas habitações, aquecendo-as durante o dia. O calor armazenado nas encostas da rocha durante o dia é devolvido ao interior da habitação à noite” (Lamberts, et.al, 2014, p. 11).

Figura 8 - Apresenta as casas Yaodongs, norte da China, onde cerca de 3mil pessoas moravam.



Fonte: Galvão, 2018, p.1.

Figura 9 - Ilustra-se o interior das casas.



Fonte: Lamberts, et.al, 2014, p.10.

Na Espanha os povos também tiveram que fazer adaptações para melhorar a qualidade de vida térmica nas residências. A Figura 11, de Sevilha, Espanha, mostra o uso de toldos para sombrear várias ruas. Com isso, acaba proporcionando mais conforto aos moradores locais e turistas que passeiam pelas ruas da cidade.

Figura 10 - Habitações em Mesa Verde.



Fonte: Lamberts, et.al, 2014, p. 11.

Figura 11 - A rua vazia sob a proteção de cortinas-sombra Sevilha, no sul da Espanha.



Fonte: Selikatov, 2020, p. 1.

Conseqüentemente, conclui-se que a busca pela uma qualidade de vida, seja dentro ou fora do lar, é algo que remete a tempos antigos. Considera-se que o ser humano sempre vai continuar buscando formas e recursos de viver bem dentro da sua moradia. Dito isso, é muito importante que todos tenham acesso a esse prazer de ter um conforto térmico, lumínico e acústico em seus lares.

3.2. Norma de desempenhos em edificações habitacionais – NBR 15.575

A Norma Brasileira NBR 15.575:2013 para edificações aborda exigências mínimas de desempenho para residências. O objetivo da NBR 15.575 é trazer para as construções, espaços mais adequados para a moradia. Ela possui seis partes trabalhando aspectos como conforto térmico, acústico, lumínico, qualidade do ar, segurança estrutural, eficiência energética, entre outros. Com propósito de melhorar a qualidade de vida dentro das futuras edificações, a norma determina alguns requisitos mínimos de desempenho a serem cumpridos para se obter qualidade da habitação.

3.2.1. *Requisitos da NBR 15575*

A seguir estão listados os tópicos relacionados com o “conforto humano” que serão abordados no presente trabalho, sendo eles:

- A) **Requisitos Térmicos:** Os ambientes com maior permanência do usuário, como as salas e quartos, sem fazer o uso de ventilação artificial, devem ter uma temperatura menor ou igual do ar no exterior no período do verão (NBR 15.575-11, 2013).
- B) **Requisitos Acústicos:** “A edificação habitacional deve apresentar isolamento acústico adequado das vedações externas, no que se refere aos ruídos aéreos provenientes do exterior da edificação habitacional” (NBR-15575-11, 2013, p.25). Solicita-se também um bom isolamento acústico entres as áreas interiores da habitação, tornando os ambientes autônomos de som.
- C) **Requisitos Lumínicos:** Conforme a NBR 15.575-13 (2013), durante o dia, os ambientes devem receber iluminação natural diretamente do exterior da habitação ou indiretamente de outros cômodos próximos. E, já para o sistema de iluminação artificial para o período da noite, deve-se proporcionar “condições internas satisfatórias para ocupação dos recintos e circulação nos ambientes com conforto e

segurança” (NBR-15575-13, 2013, p.26).

A Tabela 2 mostra os critérios de uma simulação com os níveis mínimos de iluminação natural. As medições são realizadas no plano horizontal com o emprego de luxímetro portátil. Para conseguir esse critério, o método de avaliação deve ser considerando como:

supor desativada a iluminação artificial, sem a presença de obstruções opacas (janelas e cortinas abertas, portas internas abertas, sem roupas estendidas nos varais etc.);

simulações para o centro dos ambientes, na altura de 0,75 m acima do nível do piso;

para o caso de conjuntos habitacionais constituídos por casas ou sobrados, considerar todas as orientações típicas das diferentes unidades (NBR-15575-13, 2013, p.27).

Tabela 2 - Níveis de iluminância geral para iluminação natural.

Dependência	Iluminância geral (lux) para o nível mínimo de desempenho M
Sala de estar Dormitório Copa/cozinha Área de serviço	≥ 60
Banheiro Corredor ou escada interna à unidade Corredor de uso comum (prédios) Escadaria de uso comum (prédios) Garagens/estacionamentos (demais ambientes)	Não requerido
* Valores mínimos obrigatórios, conforme método de avaliação de 13.2.2.	
NOTA 1 Para os edifícios multipiso, são permitidos, para as dependências situadas no pavimento térreo ou em pavimentos abaixo da cota da rua, níveis de iluminância ligeiramente inferiores aos valores especificados na tabela acima (diferença máxima de 20 % em qualquer dependência).	
NOTA 2 Os critérios desta tabela não se aplicam às áreas confinadas ou que não tenham iluminação natural.	
NOTA 3 Deve-se verificar e atender às condições mínimas requeridas pela legislação local.	

Fonte: NBR 15.575-13, 2013, p.27.

Posto isso, se conclui que tais requisitos são de extrema importância para o desempenho correto de uma residência. Estes parâmetros juntos com o som e temperatura serão estudados na execução do projeto, pois com eles aplicados é possível se obter o “conforto humano”.

4. ESTUDOS DE CASO

4.1. A Casa Eficiente do LABEE

A Casa Eficiente do LABEE foi selecionada como um dos estudos de caso. Ela é o Laboratório do Dr. Roberto Lamberts, que foi desenvolvida pela Faculdade Federal de Santa Catarina (2006), figuras 12 e 13. . A residência está localizada em Florianópolis, levou seis meses para ser construída e foi inaugurada no dia 26 de Março de 2006. A casa funciona como uma exposição do funcionamento de eficiência energética, aplicada na rotina diária. Esse modelo foi estudado por apresentar estratégias de “adequações climáticas, com o aproveitamento da ventilação e da luz natural, adotadas como alternativas ao uso da refrigeração e iluminação artificiais” (Lamberts et.al, 2010, p.9).

Figura 12 - Vista Sudeste da Casa.



Figura 13 - Vista Nordeste da Casa.



Fonte: Lamberts et.al, 2010.

Toda equipe envolvida no desenvolvimento do projeto, fez o uso de técnicas sustentáveis. Por exemplo, a energia solar foi utilizada para aquecer água e gerar eletricidade, com painéis fotovoltaicos, sendo uma fonte de energia renovável e limpa interligada à rede elétrica da casa. Em junção de todos esses processos, fez-se a busca

pelo conforto térmico, eficiência energética e isolamento acústico. A seguir, será apresentado cada um desses três processos dentro da casa (Lamberts et.al, 2010).

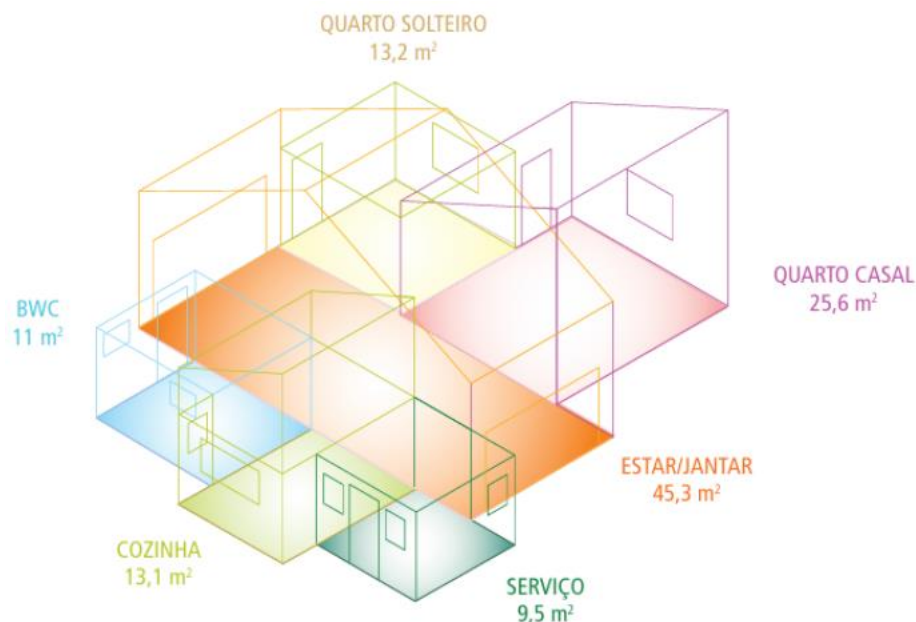
Após dois anos de estudos, o LABEE e parceiros, apresentaram os resultados de pesquisas desenvolvidas, voltadas para os seguintes temas: a) Bioclimatologia e Desempenho Térmico; b) Consumo e Geração de Energia; c) Uso Racional da Água; e d) Simulação Computacional do Desempenho Termo Energético.

Porém, apenas os tópicos a, b e d são abordados neste trabalho. A começar pela bioclimatologia onde eles utilizaram simulações computacionais, com o programa *EnergyPlus*:

[...] foram simuladas as seguintes estratégias passivas de condicionamento ambiental: ventilação natural diurna e insuflamento mecânico do ar externo à noite, durante o verão; sombreamento das aberturas e emprego de vidros duplos; emprego de isolamento térmico nas paredes e coberturas (Lamberts et.al, 2010, p-17).

Para chegar no melhor resultado possível utilizaram dez modelos computacionais na simulação. Todos modelos tinham o mesmo formato de planta baixa e volumetria da residência. A figura 14 demonstra a simulação da casa com a ocupação de quatro pessoas em diferentes horários.

Figura 14 - Perspectiva do modelo simulado.



Fonte: Lamberts et.al, 2010, p-18.

A Tabela 3 mostra cada estratégia utilizada para a criação dos dez modelos de variantes de conforto térmico. O modelo que mais chama a atenção, é o Modelo 10, que foi a junção dos modelos 6, 7, 8 e 9. Ele usa das técnicas de paredes duplas (tijolo maciço com manta isolante de lã de rocha), cobertura com isolamento térmico (câmara de ar, isolamento refletivo de alumínio, manta de lã de rocha e forro de madeira junto com telha de barro) e aberturas com vidro duplo para se ter um bom isolamento acústico e térmico durante os períodos de frio (Lamberts et.al, 2010).

Tabela 3 – Resumo das características das alternativas simuladas.

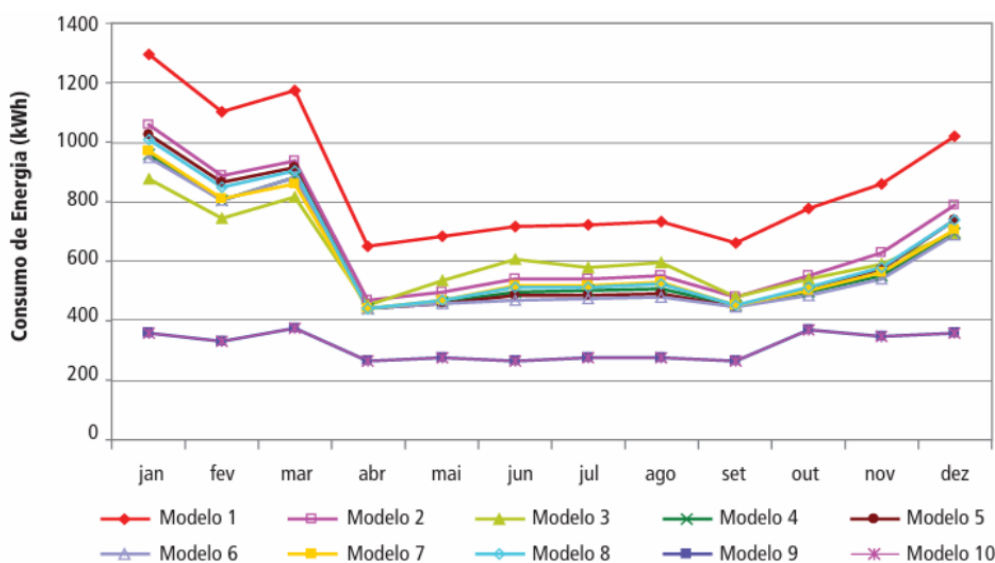
Alternativas simuladas	Tecnologias incorporadas ao projeto
MODELO 1: Caso de Referência	Padrões construtivos comumente empregados.
MODELO 2: MODELO 1 + Equipamentos eficientes	Uso de equipamentos eficientes (lâmpadas e eletrodomésticos).
MODELO 3: MODELO 2 + Uso eficiente dos equipamentos	Uso de equipamentos eficientes associados à redução no período de uso da iluminação artificial e equipamentos.
MODELO 4: MODELO 3 + Coberturas com isolamento térmico	Uso de câmara de ar, isolamento refletivo de alumínio, manta de lã de rocha e forro de madeira junto com telha de barro.
MODELO 5: MODELO 3 + Paredes duplas com isolamento térmico	Uso de paredes duplas de tijolo maciço com manta isolante de lã de rocha.
MODELO 6: MODELO 3 + Paredes duplas e coberturas com isolamento	Emprego conjunto da cobertura com isolamento (MODELO 4) e paredes duplas (MODELO 5).
MODELO 7: MODELO 3 + Aberturas com protetores solares	Inserção de protetores solares horizontais e venezianas nas aberturas.
MODELO 8: MODELO 3 + Vidros duplos	Emprego de vidros duplos nas aberturas.
MODELO 9: MODELO 3 + Condicionamento alternativo (passivo)	Adoção da ventilação natural, inclusive no período noturno (quartos), em substituição aos condicionadores de ar tipo "janela".
MODELO 10: MODELOS 6 + 7 + 8 + 9 (Casa Eficiente)	Proposta equivalente ao projeto real, com a incorporação das tecnologias empregadas nos modelos 6, 7, 8 e 9.

Fonte: Lamberts et.al, 2010, p-18.

Na cobertura, houve estratégias diferentes para cada ambiente, como “telhado vegetado sobre o quarto de solteiro e banheiro, cobertura em telha metálica com isolamento de manta de lã de rocha na cobertura central e cobertura em telha cerâmica com isolamento térmico sobre a cozinha e quarto de casal.” (Lamberts et.al, 2010, p. 21). Sendo assim, cada ambiente teve um tratamento para se alcançar o equilíbrio em função das atividades e frequência de uso. A Tabela 4, mostra o Consumo e Geração de Energia. Observa-se que o modelo 10 teve uma redução de consumo de energia quando comparado ao modelo 1.

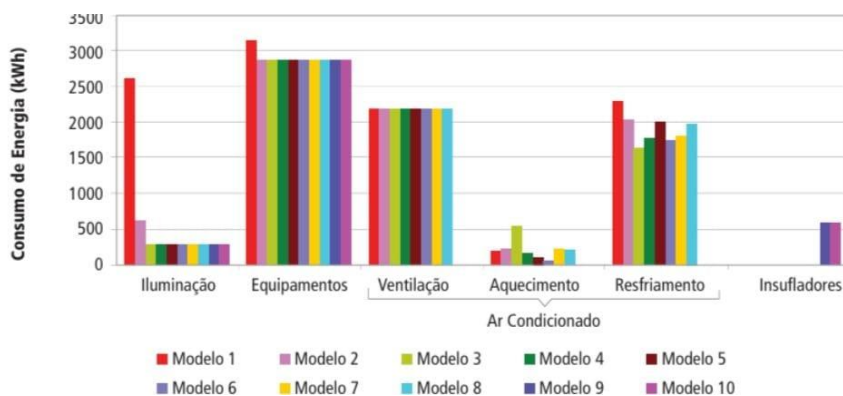
O modelo 10, mais uma vez, se mostrou eficiente (Tabela 5) através do uso de equipamentos como insufladores de ar nos quartos, que proporcionam o aquecimento, resfriamento e ventilação do ambiente. Importante ressaltar que todos estes testes computacionais foram feitos antes da construção da residência. Porém a proposta do uso de insufladores não é uma boa solução, pois seu preço não é tão acessível. Desta forma, as soluções utilizadas no modelo 10 demonstraram ser uma boa opção de baixo custo trazendo conforto térmico aos usuários.

Tabela 4 - Consumo mensal de energia elétrica nas simulações.



Fonte: Lamberts et.al, 2010, p-23.

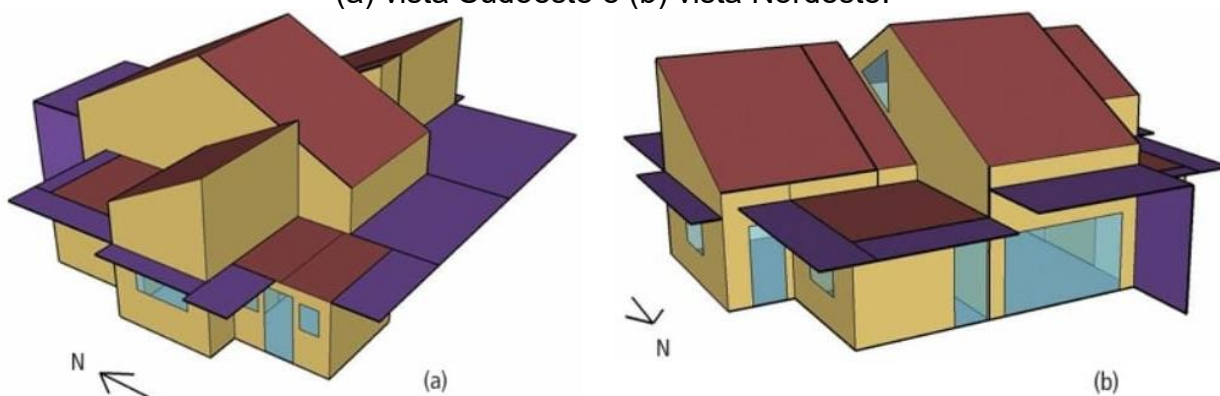
Tabela 5 – Consumo anual de energia elétrica por uso final das alternativas simuladas.



Fonte: Lamberts et.al, 2010, p. 23.

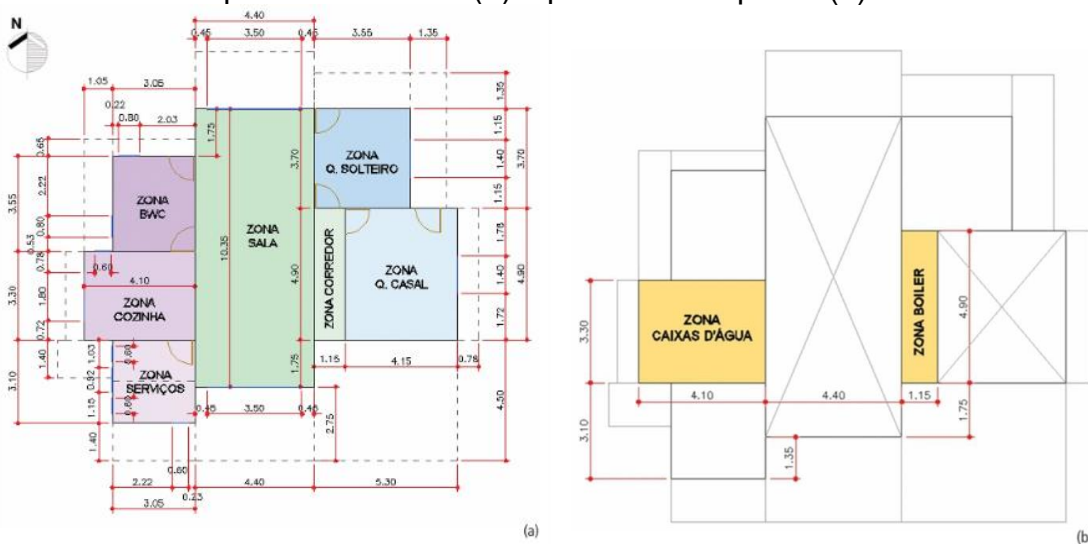
A Figura 15 mostra a volumetria e a orientação da casa, com o uso do programa *EnergyPlus*, foram separadas nove zonas térmicas na casa (Figura 16). Na modelagem estão presentes: a área de serviço, cozinha, banheiro, salas, corredor, quarto de casal, quarto de solteiro, área das caixas d'água e área do reservatório de água quente (boiler - equipamento voltado para o aquecimento de água).

Figura 15 – Perspectivas do modelo de simulação da Casa Eficiente: (a) vista Sudoeste e (b) vista Nordeste.



Fonte: Lamberts et.al,2010, p-28.

Figura 16 – Plantas baixas do modelo de simulação da Casa Eficiente: pavimento térreo (a) e pavimento superior (b).



Fonte: Lamberts et.al,2010, p-28.

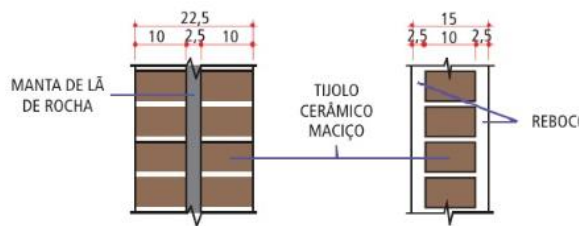
A Figura 17 apresenta o sistema da parede dupla com o uso de três camadas, sendo um tijolo, outra a lã de rocha e novamente o tijolo. Tal método ajuda no isolamento acústico, fazendo uma barreira para evitar a “passagem” de sons e também cumpre com o papel do conforto térmico.

Para as demais zonas térmicas de simulação, foram definidos quais seriam as técnicas e materiais que de fato iriam para o projeto final da equipe. A Figura 18 apresenta cada um dos métodos. A seguir a descrição das aplicações escolhidas pelo Laboratório:

- a) Cozinha e corredor: Acima ficarão as caixas d'água e o boiler, com uma cobertura apenas de laje em concreto;
- b) Quarto de casal: Sua cobertura é composta por seis camadas, com telha cerâmica, câmara de ar, isolamento térmico refletivo, câmara de ar, manta de ar, manta de lã de rocha e forro de madeira;
- c) Salas: cobertura com quatro camadas, com telha metálica com pintura branca nas duas faces, câmara de ar, manta de lã de rocha e forro de madeira;
- d) Banheiro e quarto de solteiro: a cobertura tem três camadas, sendo uma cobertura com vegetação sobre uma laje horizontal, com isolamento térmico de poliestireno extrudado entre elas;
- e) Área de serviços: essa zona possui dois tipos de cobertura, porque esse cômodo apresenta uma cobertura com laje horizontal, apenas parcialmente coberta por vegetação.

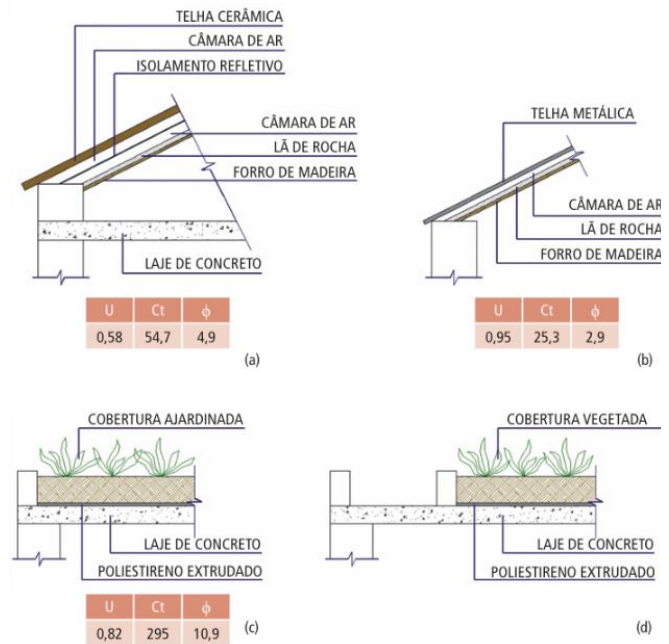
Observa-se que a Casa Eficiente obteve um ótimo desempenho, devido às escolhas conscientes e bem analisadas de cada material. Se alcançou os três confortos através do uso de materiais que já têm um bom desempenho, seja no conforto térmico, acústico e lumínico. Dessa forma, unindo o melhor de cada resultado, estratégias e simulações computacionais, foi possível trazer a eficiência para uma casa com princípios voltados para o conforto humano.

Figura 17 – Esquemas das paredes:
(a) dupla e (b) simples.



Fonte: Lamberts et.al,2010, p-30.

Figura 18 – Esquemas das coberturas: (a) com telha cerâmica, (b) com telha metálica, (c) cobertura vegetada, (d) cobertura vegetada + laje concreto.



Fonte: Lamberts et.al,2010, p-31.

4.2. Estudo de caso: conforto acústico

Como estudo de caso sonoro se abordou a pesquisa intitulada “Melhoria de desempenho acústico de vedação interna de habitação de interesse social usando simulação numérica”, apresentada por pesquisadores da Universidade Federal do Pará (VELOSO et al., 2021). A investigação teve como objeto de estudo as moradias vinculadas ao Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), propondo soluções de fácil implementação, baseadas em simulações computacionais.

Os autores optaram pela realização de simulações no ambiente virtual, permitindo a análise de diferentes configurações construtivas sem a necessidade de testes físicos imediatos. Tal estratégia contribui para a racionalização dos recursos, evitando desperdícios e otimizando a alocação de materiais. Além disso, possibilitou a avaliação

precisa da quantidade de insumos a serem utilizados em cada espaço da edificação, assim como sua melhor disposição (VELOSO et al., 2021).

Na fundamentação teórica, os autores destacam a relevância de se analisar o uso das múltiplas partições entre os ambientes internos como forma de mitigar a propagação sonora descritas na NBR 15575-4:2013. Recomendaram a aplicação de paredes duplas, janelas com vidros duplos e materiais de diferentes densidades como alternativas viáveis para o bloqueio eficaz de ruídos indesejados. Em relação às características construtivas da edificação estudada, as paredes foram erguidas com blocos cerâmicos de seis furos, com dimensões de 11,5 x 14 x 24 cm. O acabamento foi executado com argamassa (chapisco e reboco), seguido de pintura com tinta PVA, resultando em uma espessura total aproximada de 16 cm. A unidade habitacional estudada possui 36 m², sendo composta por sala, cozinha, banheiro e dois quartos, conforme apresentado na Figura 19.

Para a realização das simulações, foi utilizado o software **Odeon**, com o objetivo de analisar o nível de **pressão sonora** e o **tempo de reverberação** nos ambientes avaliados. Aplicou-se a técnica de medição *in situ*, que consiste na realização dos testes diretamente no local. Em seguida, foram propostas soluções para o atendimento aos requisitos da **NBR 15575**, identificando-se a substituição das portas como uma medida prioritária, uma vez que estas se mostraram o elemento de maior fragilidade acústica (vazamento do som) da edificação.

Outro ponto crítico identificado foi o **forro**, que apresentava falhas por não possuir paredes internas que alcançassem o telhado. Como solução, propôs-se a **vedação das cavidades no entreforro**, por meio do **alargamento da alvenaria até a cobertura**, assegurando a continuidade das barreiras acústicas. A **Figura 20 ilustra a proposta de intervenção para essa situação**.

Entretanto, considerando que se trata de habitação de interesse social, vinculada ao **Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV)**, buscou-se uma alternativa ainda mais viável economicamente. Assim, recomendou-se uma **modificação no layout da planta da residência**, com a inclusão de uma **área de circulação fechada por porta**, separando a cozinha dos quartos. Tal intervenção, realizada **ainda na fase de projeto**, antes da entrega das unidades aos futuros moradores, apresenta-se como uma **solução**

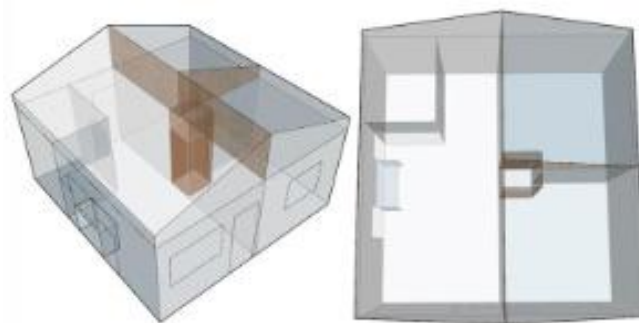
de baixo custo e elevada eficácia acústica. A **Figura 21**, abaixo demonstra como ficaria essa nova proposta de vedação.

Figura 19 - Planta Baixa do PMCMV
– UFPA.



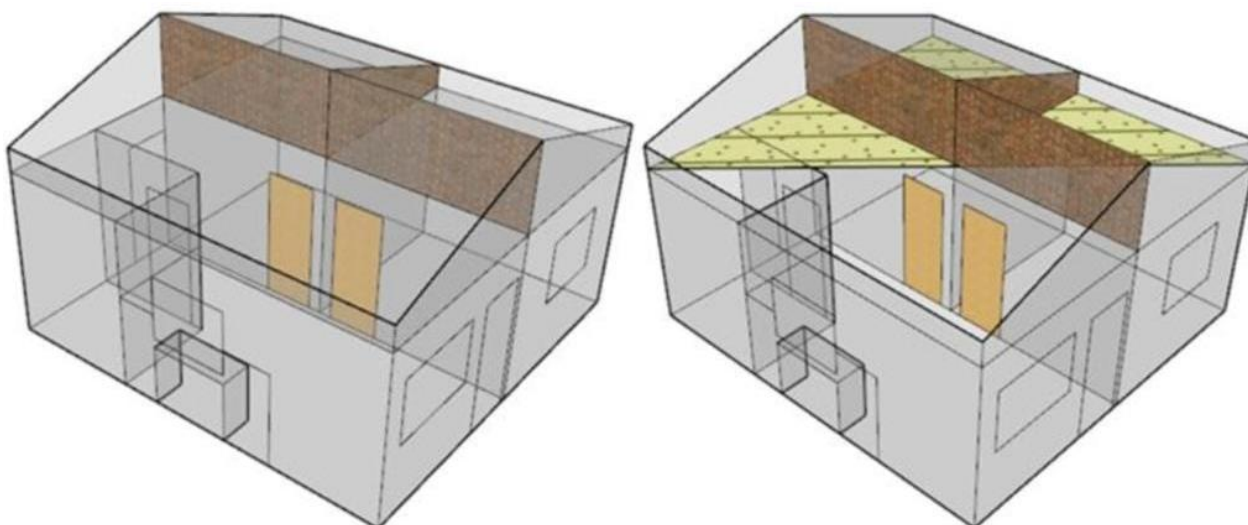
Fonte: Veloso et al., 2021.

Figura 20 – Proposta de vedação entre
cozinha e quartos.



Fonte: Veloso et al., 2021.

Figura 21 - Novo layout com circulação acústica.



Fonte: Veloso et al., 2021.

Desta forma, o presente projeto apresenta soluções eficazes para a habitação de interesse social, demonstrando que é possível atender esse público com técnicas simples e benéficas. Por fim, o artigo estudado demonstrou que para se ter um bom isolamento acústico, basta incluir as soluções desde o início de projeto, evitando assim falhas e gastos desnecessários.

4.3. Estudo de caso conforto lumínico

Para o conforto lumínico, estudou-se um artigo desenvolvido na UFSC, pelos autores Martins et al., em 2021, intitulado de “Iluminação natural em habitação multifamiliar: o caso do conjunto Residencial Videiras, Santa Maria, RS”. Tal pesquisa foi realizada em residências do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), do governo federal. O conjunto residencial possui 21 blocos de cinco pavimentos com 420 unidades habitacionais (UH). As moradias são formadas por dois dormitórios, cozinha, sala de estar, banheiro e área de serviço integrados, a Figura 22 mostra essa distribuição.

A unidade possui o pé-direito de 2,51m e a área de cada unidade é de 40,54m². Identifica-se que a posição das janelas em duas fachadas contribuíram para uma boa distribuição de luz natural. Dentre todas essas UH, as que foram escolhidas para avaliação foram as do térreo, 3º e 5º pavimento, com menor afastamento entre blocos. O afastamento é de 7m e 5,5m, conforme a figura 23, mas, em certos períodos do ano, pode ter sombreamento. Os blocos possuem a orientação diagonal a 45 graus da linha norte-sul, exceto dois blocos, denominados de E e F, que foram descartados na presente pesquisa.

Figura 22 - Distribuição da UH no Conjunto Residencial Videiras.

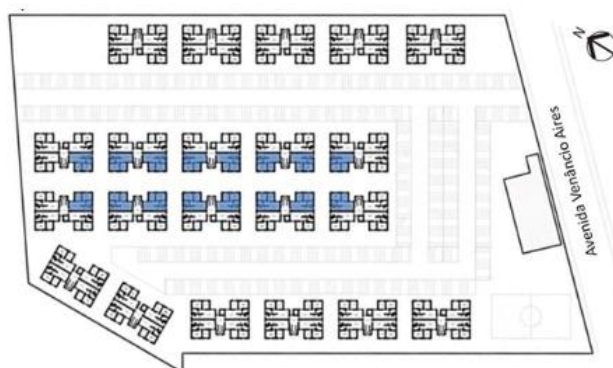


Fonte: Techio et al., 2021.

Os autores utilizaram o método de Autonomia da Luz Natural (DA) e da iluminação útil de Luz Natural (UDI), usando a simulação do programa APOLUX IX. O artigo também considerou as mesmas normas do conforto acústico, sendo a NBR 15.575 e também usou o manual de Regulamento Técnico da Qualidade (RTQ-R), que é um manual que classifica o nível de eficiência energética de edificações. Para a obtenção de resultados de iluminação Natural, foram utilizadas três abordagens: simulação, medição em campo e questionário feito com os proprietários do conjunto. Em relação à simulação computacional, eles relataram limitações devido ao fato de existirem variações na iluminação natural no decorrer do dia e ano. E para que se obtenha um resultado pontual nas medições é preciso ter arquivos climáticos anuais da região de estudo Techio et al. (2021)

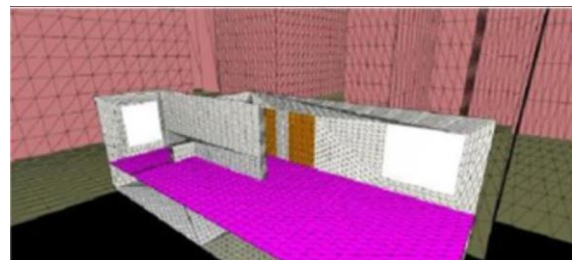
O software APOLUX IX utilizado na simulação é gratuito e foi desenvolvido pela UFSC. Ele traz medidas de desempenho, propondo diretrizes para projetos futuros. Inicialmente, os estudantes fizeram a modelagem tridimensional dos seguintes cômodos: dormitório principal, sala, cozinha e área de serviço integradas, conforme a Figura 24 (Velooso et al., 2021).

Figura 23 - Afastamento entre blocos no conjunto habitacional.



Fonte: Techio et al, 2021.

Figura 24 - Modelagem tridimensional.



Fonte: Techio et al, 2021.

Para os testes com o APOLUX, foi feito também o uso do *sketchup* e *Autocad*, pois através deles foi possível realizar a modelagem do ambiente. O *software* possui uma opção de Coeficientes de Radiosidade, que é a representação da quantidade de luz que passa de uma superfície para outra. O plano de referência usado foi a 75cm do piso. Para os testes de reflexões foi considerado as UH desocupadas. E para a pior situação considerou-se as portas fechadas. Além disto, alguns materiais foram definidos como opacos e difusos de forma a melhorar a reflectância gráfica computacional, entre eles: paredes, tetos, pisos e portas internas. Alguns critérios também foram definidos para o teste como o DA (autonomia da luz natural) de 120 lux DA1 e 60 lux DA 2. Tudo conforme a NBR 15.575 (ABNT, 2013). A tabela 6 mostra os parâmetros usados no APOLUX IV (Techio et al. 2020).

Tabela 6 - Parâmetros climáticos e físicos usados na simulação.





Quadro 1 – Parâmetros de simulação do CRV

Parâmetros	Valores	Parâmetros	Valores
Período de simulação	Todos os dias, entre 6 h e 18 h	Globo	6 (52.670 parcelas - 90 faixas)
Condição de céu	Céu dinâmico	Coordenadas geográficas (abóbada)	Lat. 29°68' Long. 53°80' 151 m
Orientação geográfica	Norte, sul, leste e oeste	DA	60 lux; 120 lux
Localização ambientes	Térreo, 3º e 5º pavimentos	UDI	60 lux; 120 lux; 2.000 lux
Condição das janelas	Totalmente abertas	Número de ciclos	10 ciclos
Condição da iluminação artificial	Desligada	Refletância do solo	30% (CUNHA, 2011)

Fonte: Techio et al.2019, p-7.

Para os resultados e discussão, através da tabela 7, o grupo mostra os resultados de DA1, DA2, PAdA1 e PAdA2 (Percentual de Área com Autonomia da Luz Natural atingida dentro do ambiente analisado), considerando os valores de 60 lux e 120 lux. Observando os diferentes testes pode-se notar a porcentagem de área iluminada. As marcações em azul mostram ambientes que não tiveram melhor resultado. Já a tabela 8, mostra os resultados para UDI, e usa novos parâmetros para a quantidade de lux, sendo 60 lux a 2.000 lux e 120 lux a 2.000 lux (Veloso et al., 2021).





Tabela 7 - Resultados de DA1 e DA2 e porcentagem da área com iluminação de referência.

Orientação	Pavimento	Dormitório				Sala/cozinha/área serviço			
		DA1 % horas 120 lx	PAda1 % área 120 lx	DA2 % horas 60 lx	PAda2 % área 60 lx	DA1 % horas 120 lx	PA da1 % área 120 lux	DA2 % horas 60 lx	PAda2 % área 60 lx
	Térreo	57,2	30,7	80,5	87,0	56,9	30,7	75,6	81,8
	3º	71,4	57,4	87,6	99,4	68,6	62,7	82,7	87,2
	5º	86,5	96,1	94,7	100,0	83,8	87,3	92,7	92,8
	Térreo	56,9	31,1	80,7	88,9	59,9	39,1	77,9	83,2
	3º	71,0	55,4	88,0	99,4	71,9	68,4	84,9	87,8
	5º	87,4	95,6	96,4	100,0	86,1	87,6	94,0	92,9
	Térreo	55,1	29,4	79,6	82,8	61,1	40,1	78,4	83,8
	3º	69,0	52,5	87,0	98,8	71,9	68,9	84,9	87,9
	5º	85,9	94,9	94,6	100,0	84,9	88,1	93,4	93,0
	Térreo	56,9	30,6	80,3	85,2	59,0	38,2	77,2	82,6
	3º	70,6	56,4	87,4	99,4	71,5	68,2	84,4	87,7
	5º	86,9	95,1	96,1	100,0	86,6	88,3	94,4	93,8

Fonte: Techio et al. 2020, pág. 8.

A análise da iluminação natural em unidades habitacionais (UHs) mostrou que o critério mínimo de 60 lux da NBR 15.575 é atendido em 70% da área. Porém nem todas UHs atenderam os critérios de 120 lux como referência. Apenas as UHs do 5º pavimento cumpriram plenamente. O térreo e o 3º pavimento não atingiram os requisitos, principalmente para dormitórios voltados a nordeste e ambientes voltados a sudeste. Os ambientes integrados com janelas opostas ajudaram na distribuição da luz, mas não garantiram quantidade suficiente. O afastamento entre os blocos (7 m longitudinal e 5,5 m transversal) foi insuficiente até o 3º pavimento, sendo necessário ampliar as aberturas. Portanto, o 5º pavimento teve a melhor distribuição de luz, enquanto o 3º pavimento teve o pior resultado (Techio et al.2021).

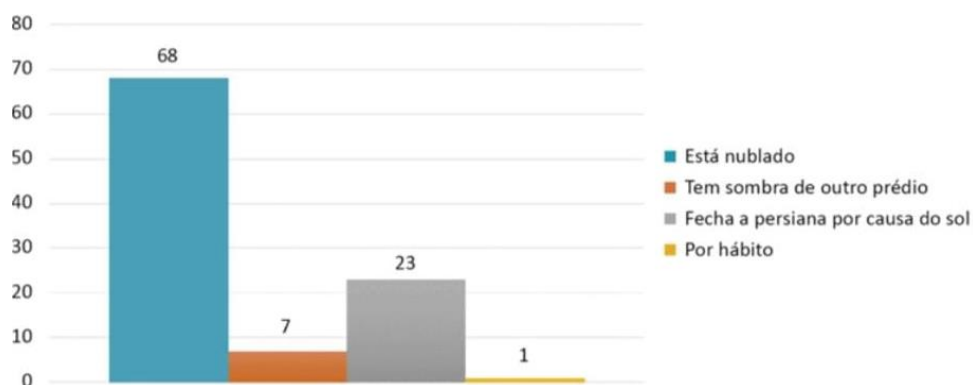
Tabela 8 - Resultados de PHudi1 e PHudi2.

Orientação	Pavimento	Dormitório			Sala/cozinha/área serviço		
		PHudi1 Porcentagem de horas no intervalo 120 – 2.000 lux	PHudi2 Porcentagem de horas no intervalo 60 – 2.000 lux	Classificaçã ^o	PHudi1 Porcentagem de horas no intervalo 120 – 2.000 lux	PHudi2 Porcentagem de horas no intervalo 60 – 2.000 lux	Classificaçã ^o
	Térreo	56,6%	79,9%	M	56,0%	74,8%	M
	3º	70,0%	86,3%	I	66,0%	80,1%	I
	5º	83,4%	-	S	74,5%	83,4%	I
	Térreo	56,4%	80,2%	I	58,8%	76,8%	M
	3º	69,7%	86,6%	I	68,4%	81,5%	I
	5º	83,6%	-	S	77,3%	85,2%	I
	Térreo	54,9%	79,4%	M	60,0%	77,4%	M
	3º	68,3%	86,3%	I	68,8%	81,8%	I
	5º	83,7%	-	S	77,7%	86,3%	I
	Térreo	56,2%	79,6%	M	57,8%	76,0%	M
	3º	69,0%	85,8%	I	67,8%	80,7%	I
	5º	83,0%	-	S	74,9%	82,6%	I

Fonte: Techio et al. 2020, pág. 9.

Após essa observação, durante três dias, houve a coleta da opinião dos usuários. Resultados demonstraram satisfação dos participantes com a iluminação natural, sendo 84% como boa ou excelente e 16% como regular ou ruim. Em relação a posição da UH, 35% dos votos foram registrados com insatisfação no 2º pavimento, 29% nas unidades do térreo e 22% no último pavimento. Em vista disto, a satisfação quanto ao 3º pavimento caiu para 14% dos registros e o 4º pavimento não obteve nenhuma insatisfação. Esses resultados mostraram que os participantes relataram desconforto tanto pelo excesso quanto pela falta de luz em certos períodos do dia. Outro levantamento relevante foi o uso da iluminação artificial, devido aos períodos nublados. Isso causou insatisfação nos usuários, a Figura 25 abaixo mostra os resultados do uso da iluminação artificial.

Figura 25 – Resultado do uso da iluminação artificial segundo usuários.



Fonte: Techio et al., 2021, pág.15.

Observa-se que mesmo com os resultados computacionais demonstrando os pontos de maior e menor incidência solar, a opinião dos usuários foi relevante, pois eles se mostraram satisfeitos com a luz natural existente. Dessa forma, compreende-se a interferência do ser humano no conforto lumínico ideal em que vários fatores se associam, como a mobília da moradia, afetando a reflexão da luz natural e/ou artificial. Ademais, outros fatores são a variação climática e a posição (abertas ou fechadas) das esquadrias (aberturas - portas e janelas) nos vários momentos do dia. Os aspectos psicológicos podem interferir nessa escolha de luz artificial e natural, indo de cada indivíduo escolher o que será usado para seu conforto lumínico momentaneamente.

4.4. Conclusão dos estudos de caso

A conclusão, que observa-se foi a importância da simulação computacional, em todos os casos. O que ajuda a diminuir a taxa de erro e os desperdícios em projetos futuros. Porém, não são resultados totalmente precisos, pois existe a interferência da variação climática do decorrer do ano entre outros fatores. Outro ponto importante é o de que foram feitas várias amostragens possibilitando o melhor resultado para os casos estudados. Sendo o estudo de caso térmico, feito com maior precisão devido à simulação individual de cada módulo e depois a simulação do modelo otimizado. E partindo disso foi possível saber a melhor amostragem, a ser executada no projeto.

5. METODOLOGIA

Após a exposição da fundamentação teórica, no presente capítulo se explicita a natureza da pesquisa, bem como a fonte e tratamento de dados, buscando assim trazer resultados satisfatórios para o público-alvo. Serão abordados nos seguintes subcapítulos: o “Design experimental”; a Tempestade de ideias” e “Mapa mental”. Com as seguintes palavras-chave: “Painel Semântico”; “Enquete” com questionários; e “Caracterização dos ambientes de estudo”, incluindo os “Desenhos técnicos” dos modelos de casa estudados, o projeto foi desenvolvido.

5.1. Design Experimental

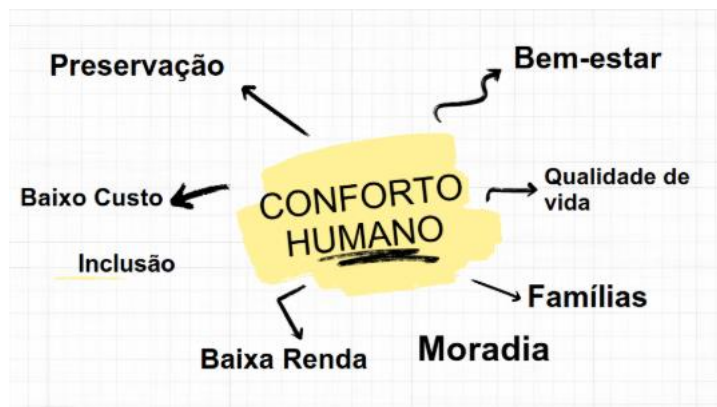
Propõem-se um Design Experimental em que diferentes soluções para o conforto humano (propostas de design) serão investigadas e testadas através de questionários e simulações computacionais (Ramos, 2018) para alcançar a meta do bem-estar em casas de baixa renda. A definição da problemática se realizou para identificar os desconfortos dentro de dois modelos de casas populares. Para o desconforto térmico, pesquisou-se a ventilação natural e para o desconforto luminoso, indagou-se a iluminação adequada para determinadas tarefas. E, por fim, o desconforto acústico foi analisado quanto ao isolamento acústico no interior das casas entre cômodos e entre unidades habitacionais.

Através de experimentos, buscou-se atender à demanda do público-alvo, ou seja, das pessoas que moram sozinhas ou com família em moradias de baixa renda. Além disto, almejou-se atender àqueles indivíduos que trabalham em casa como em **home office**.

5.2. Tempestade de ideias

A Figura 26, aborda palavras que servirão como referência dos objetivos a serem alcançados no TCC. O objetivo principal foi identificado como o “conforto humano”, explorando outras camadas a partir dele. Através deste tema central, considera-se que as famílias moradoras das casa de baixa renda terão qualidade de vida e bem-estar em todos os ambientes da residência, assim como melhorias de baixo custo.

Figura 26 - Palavras chaves usadas como essência do projeto.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Entende-se que ao final desta pesquisa cada uma das palavras-chave aqui descritas estará presente no projeto. A intenção é de que o público-alvo se sinta incluído e confortável no seu novo lar. Dito isso, testes e soluções serão abordados nos subcapítulos a seguir.

5.2. Mapa mental

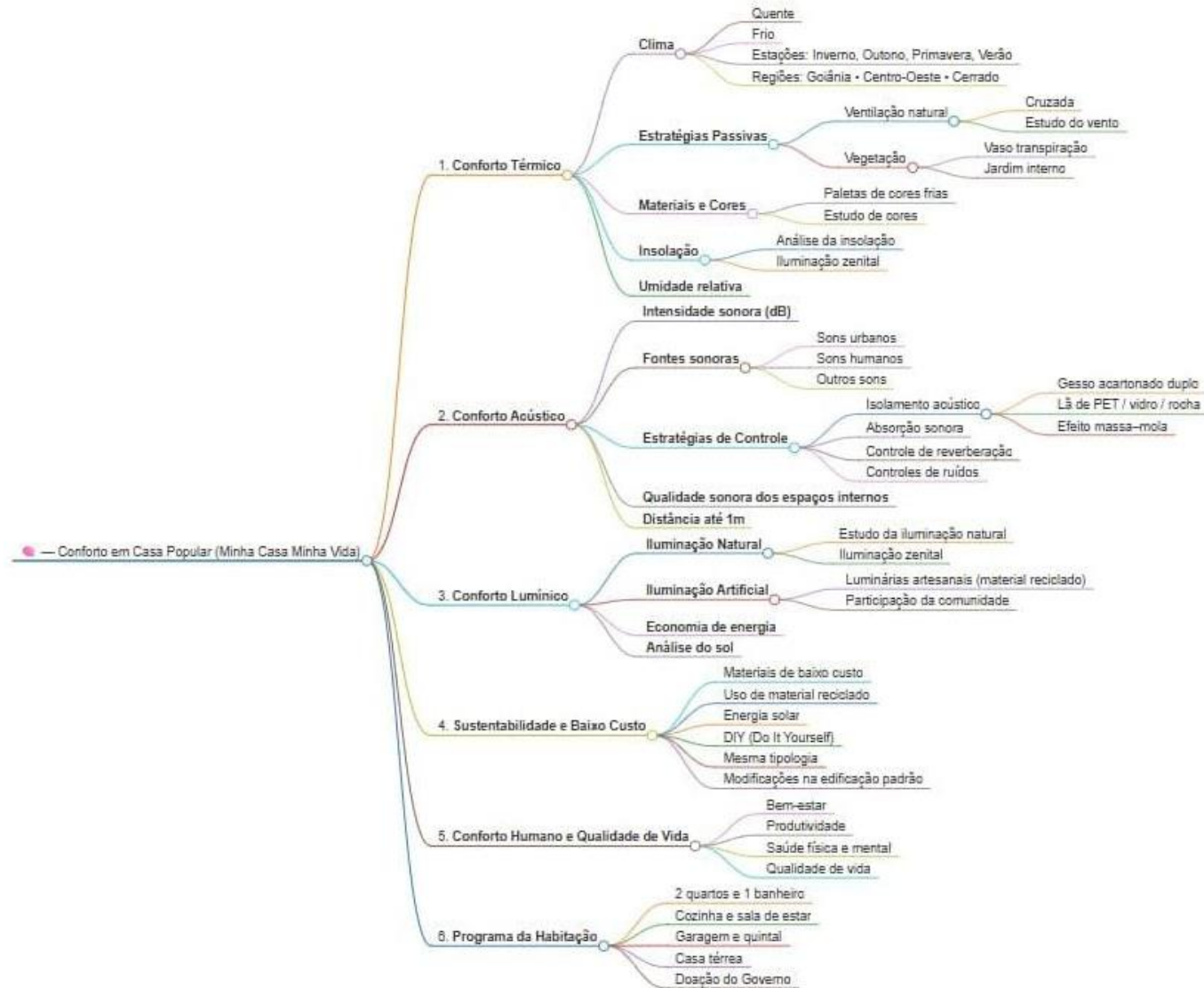
Na Figura 27, estão as ideias pensadas para o projeto de criação de conforto térmico, acústico e lumínico para residências de baixa renda. A ideia principal é para que todos os usuários tenham boa qualidade de vida nas moradias do Programa Minha Casa Minha Vida. Partindo da visão central, “Minha casa minha vida e o Conforto em Habitações Populares”, se ramifica em quatro tópicos principais: 1) Conforto Sonoro; 2) Conforto Térmico e Lumínico; 3) Sustentabilidade e Baixo custo, 4) Bem-estar e Qualidade de vida. Cada tópico tem suas subdivisões, com os conceitos principais para o entendimento do Conforto em Residências de Baixa renda:

1. Conforto Sonoro: aborda o isolamento acústico e os tipos de revestimentos internos que atuam no controle da reverberação sonora.
2. Conforto térmico e lumínico: descreve a escolha de quais materiais têm propriedades no conforto térmico e lumínico. Expõe também as estratégias a serem aplicadas em relação ao uso da ventilação natural, auxiliando o controle

térmico. Ademais, a proposta da iluminação zenital e outras aberturas auxiliam na entrada da luz natural para a redução do consumo de energia.

3. Sustentabilidade e Baixo Custo: tem como objetivo o uso de materiais recicláveis e energia solar. Na intenção de incentivar a comunidade para fazer o uso da técnica DIY (*Do It Yourself* - faça você mesmo), sendo soluções econômicas e sustentáveis.
4. Bem-Estar e Qualidade de Vida: busca-se a qualidade sonora, luminosa e térmica, para trazer saúde mental e boa qualidade de sono.

Figura 27– Mapa mental das ideias centrais do projeto.



Fonte: Autoria própria, 2025.

5.3. Painel Semântico

Na Figura 28, está a união imagética de todas as propostas usadas no projeto executivo do presente trabalho. A primeira imagem representa o uso de plantas em vaso que realizam a evapotranspiração para a residência, ajudando no controle térmico. A segunda e quinta imagem são plantas suspensas que funcionam como decoração para o ambiente e auxiliam no frescor da casa. Já a terceira, sexta e última imagens demonstram a utilização do jardim interno, que auxilia no controle da qualidade do ar interno, ventilação e renovação de ar, discutido por Figueiredo et al. (2022) no contexto de ambientes construídos.

Embora ainda pouco explorada em estudos brasileiros, a aplicação direta de jardins internos como estratégia para o aumento da ventilação e purificação do ar demonstra uma promissora integração entre vegetação, projeto arquitetônico e conforto ambiental. Este sistema pode ser controlado pelos próprios usuários da residência, com o abrir e fechar das janelas. Outra vantagem é o aumento da luz natural, devido as portas para o jardim serem de vidro. Por fim, a quarta e penúltima imagem, são o uso de duas espécies de vegetação, que atuam para o serviço de umidificação, sendo indicadas para estar em quartos, pois melhoram a qualidade do sono.

A Figura 29 faz uma referência ao **Vento**, um dos conceitos principais do projeto: um tipo de sensação de frescor que objetiva alcançar os usuários. A primeira imagem é uma representação do vento passando pelo tecido. Já a segunda imagem também mostra essa onda através da água, sendo o mar um lugar com muita ventilação natural. A terceira imagem, é o vento ao fazer a passagem pelo tecido que está sobre a mulher, algo que também remete à leveza e ao conforto. A quinta imagem representa a forma do vento passando pela janela aberta, criando agitação nas cortinas. A penúltima imagem apresenta a junção das ondas do mar e do vento no tecido, quase chegando a se tornar uma só, em que se pode observar a fluidez, frescor e calma. A última imagem é uma grande onda de vento ao passar pelo tecido. Em conclusão, todas as imagens idealizam o conforto térmico almejado para o ambiente, buscando ter o frescor, calma e o conforto humano.

Figura 28 – Painel semântico – vegetação e sensação de vento.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 29 – Painel semântico – sensação de vento.



VENTO

Fonte: Autoria própria, 2024.

5.5. Enquete

O levantamento das percepções dos moradores se deu através de questionários online (veja ANEXO 1). O público-alvo foi a população que morasse em casas ou condições de baixa renda. A enquete buscou entender o relacionamento que o usuário possui com sua moradia e descobrir se ele estaria disposto a investir em melhorias na sua habitação. A coleta procurou entender o desejo do público, com respostas abertas para que este tivesse espaço de se justificar caso considere seu ambiente confortável ou não. O projeto de pesquisa foi aprovado no Comitê de Ética da Plataforma Brasil e da UFG sob o número CAAE: 78754924.0.0000.5083.

5.6. Caracterização do ambiente de estudo

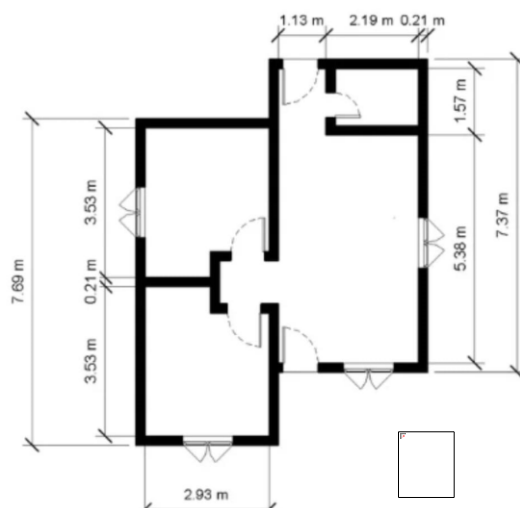
A casa, ambiente de estudo, está localizada em Goiânia, Goiás, no Residencial Jardins do Cerrado, ela possui 53m². É uma moradia que foi doação do 'Programa Minha Casa Minha Vida' no ano de 2009. Tal casa até o momento não recebeu nenhuma modificação do morador atual. Conforme mostra a Figura 30 abaixo.

Figura 30 - Modelo da casa, Residencial Jardins do Cerrado, Goiânia, Goiás.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 31 – Planta Baixa original da moradia.



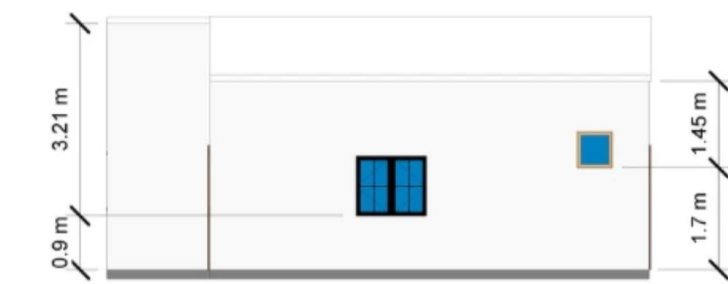
Fonte: Autoria própria, 2025.

A Figura 31 apresenta a planta baixa com as medidas tiradas no próprio local. Observou-se a ausência de alterações internas de paredes ou aumento do tamanho da

moradia. A casa ainda se encontra com as mesmas medidas da planta original entregue pelo governo. Por outro lado, as residências em volta fizeram acréscimos de mais cômodos e construção de muros com garagem coberta.

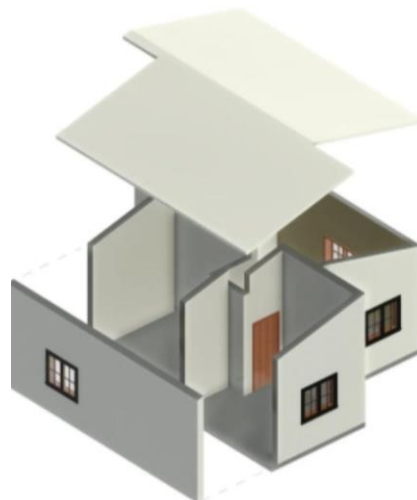
No corte lateral direito (Figura 32), se apresenta a única janela para a sala e cozinha. Nesta imagem também é possível observar o pé direito de 4,11m, algo benéfico para melhorar a ventilação. Enquanto isto, na modelagem 3D da casa, pode-se observar a repartição interna da residência (Figura 33). As medidas dos quartos são iguais e a casa não possui suíte.

Figura 32 – Corte lateral direito com pé-direito de 4,11m.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 33 – Modelo 3D da repartição interna da residência.



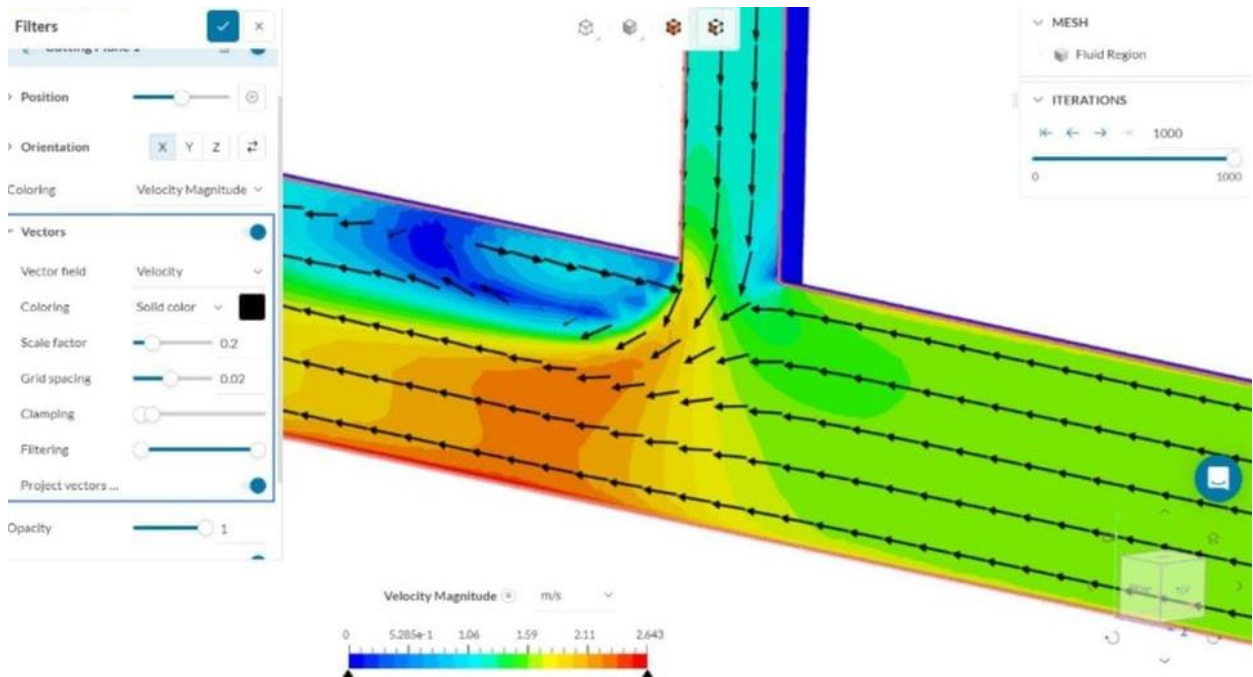
Fonte: Autoria própria, 2025.

5.7. Simulação computacional

Dentre os recursos para estudar a ventilação natural existem *softwares* de simulação computacional como o *Computational Fluid Dynamics* (CFD) e o *SimScale*, que analisa o comportamento do vento dentro do ambiente construído com janelas abertas ou fechadas. O *software* escolhido foi o **SimScale**, que executa simulações de temperatura e dinâmica dos ventos em modelos, como na Figura 34. A ferramenta funciona *online*, permitindo acessar de qualquer computador a fim de facilitar a

continuidade ao trabalho e com liberação gratuita de 10 simulações. Até o momento da presente pesquisa, não possuía suporte na versão em português.

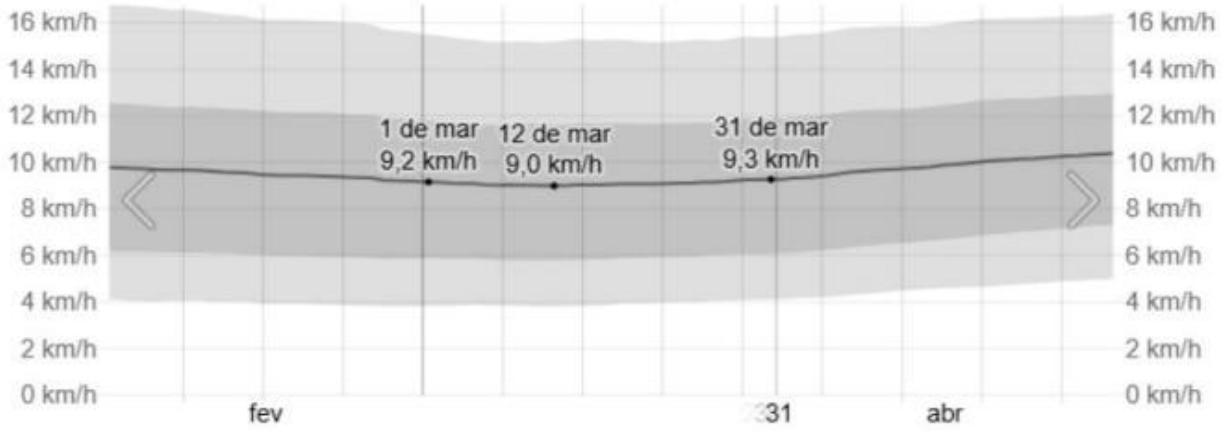
Figura 34 - Projeto exemplar no SimScale.



Fonte: SimScale, 2025.

Para fazer a simulação, algumas informações precisam ser inseridas no *software*, como a velocidade e a direção do vento. Para isso, foram considerados os ventos dos meses de março e abril, conforme os dados da Figura 35. As temperaturas desses períodos não foram estudadas no presente trabalho, pois o foco foi dado à circulação do vento no interior da residência.

Figura 35 - Velocidade média do vento no mês de março até abril na região de Goiânia, Goiás.



Fonte: Weather, 2025.

6. RESULTADOS

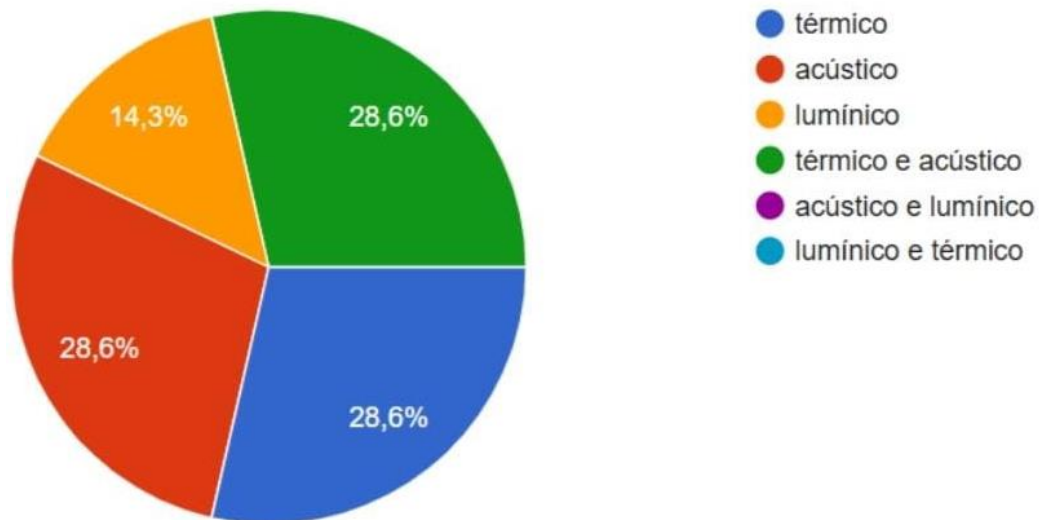
Em vista de toda pesquisa de fundamentação teórica e resultados obtidos foi possível chegar a algumas considerações finais expressivas. A seguir se encontram os resultados dos questionários, os materiais utilizados, as simulações computacionais e o Design Final do ambiente de estudo.

6.1. Questionários

6.1.1. Primeiro questionário

Foram obtidos (8) participantes na primeira enquete realizada *online*. A Figura 36 apresenta quais dos três desconfortos são mais urgentes para uma solução. Como se pode observar, os desconfortos mais evidentes são o “têrmico” e o “têrmico e acústico” com empate a 28,6% de votos.

Figura 36 - Gráfico com identificação dos piores problemas de conforto ambiental.

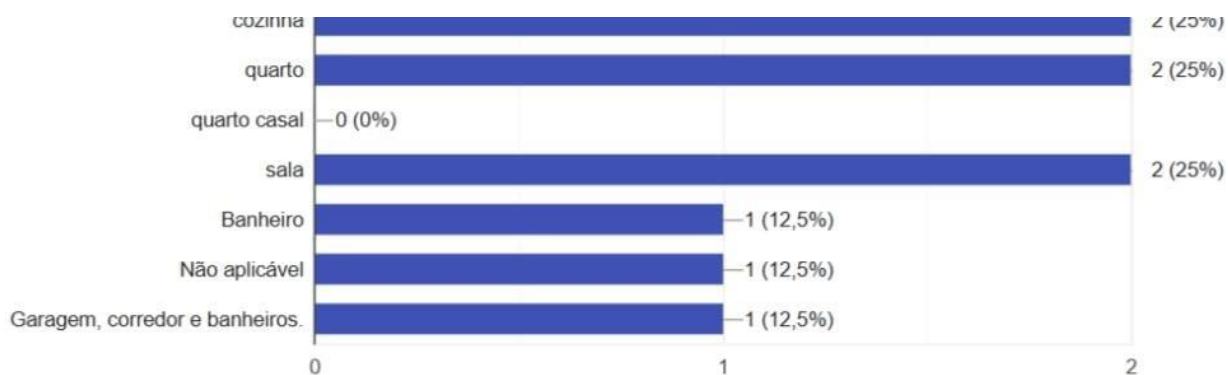


Fonte: Autoria própria, 2024.

A Figura 37 ilustra quais são os ambientes mais quentes das residências sendo os mais votados: a cozinha, o quarto e a sala. Novamente houve empate nos ambientes

listados com 25% de votos para cada local. Observa-se que são ambientes em que os usuários passam a maior parte de seu tempo.

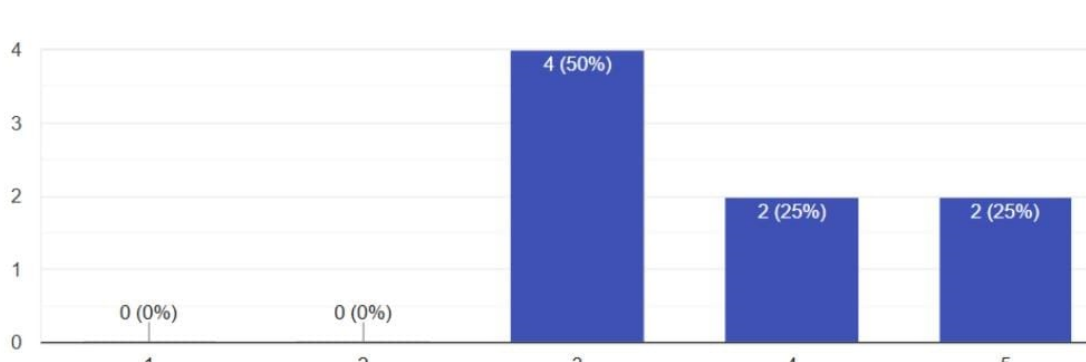
Figura 37 - Ambientes mais quentes dentro da casa.



Fonte: Autoria própria, 2024.

A Figura 38 identifica o quão confortável as pessoas se encontram em relação ao “conforto lumínico”. A escala numérica varia de um (1) a cinco (5), sendo um (1) para muito desconfortável, três (3) neutro e cinco (5) para muito confortável. Ou seja, até o momento, os usuários não têm se mostrado incomodados com iluminação em suas habitações com 50% dos votos na escala neutra.

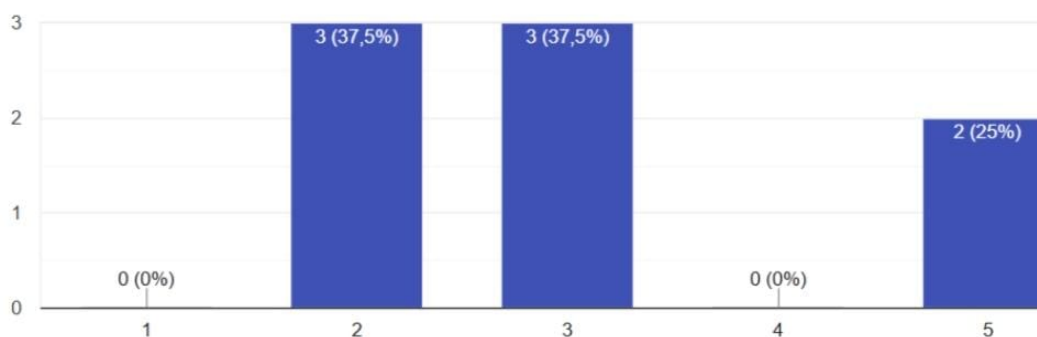
Figura 38 - Gráfico com identificação dos ambientes mais iluminados dentro da casa.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Por fim, o “Conforto Acústico” ilustrado na Figura 39 aponta que haverá a necessidade de intervir no isolamento de ruído no interior das casas. Observa-se que os participantes tiveram um empate entre desconfortável e neutro com 37,5% dos votos.

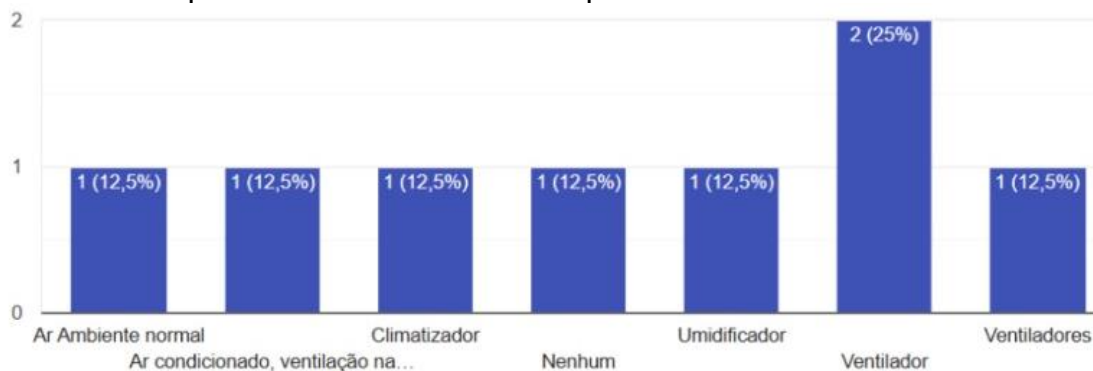
Figura 39 - Gráfico com identificação do nível de desconforto acústico.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Ademais, os participantes foram questionados quanto ao tipo de aparelho usado para se refrescar bem dentro de suas moradias (Figura 40). O utensílio doméstico mais votado foi o ventilador, por ser mais barato e acessível a todos. Porém, isso se torna um problema visto que se precisa ter mais aparelhos de ventilação para atender a demanda de conforto, elevando assim os gastos de energia. Outros problemas deste sistema são o baixo desempenho para climatizar todo o ambiente e a emissão de ruídos que atrapalham o sono dos moradores.

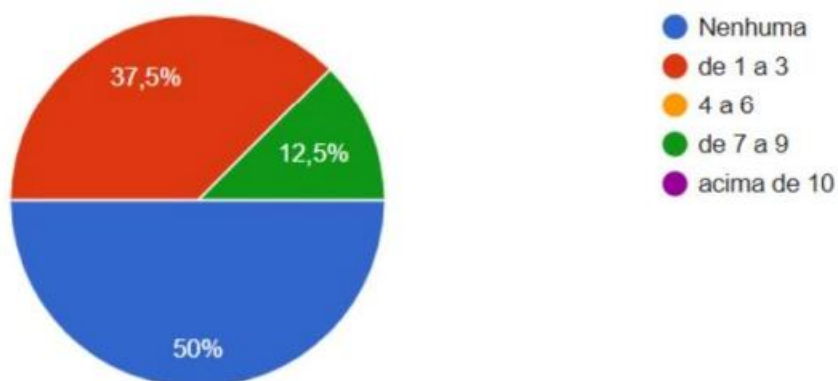
Figura 40 - Gráfico com identificação dos tipos de aparelho domésticos usados para o conforto térmico.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Sobre a iluminação (Figura 41), a maioria dos respondentes indicou que não há luminárias que ajudem na execução de tarefas noturnas com 50% dos votos. Com isso, observa-se a necessidade de um estudo para suprir essa necessidade dos residentes.

Figura 41 - Ausência de luminárias corretas.



Fonte:(Autoria própria, 2024).

Identificou-se que algumas perguntas do questionário ficaram vagas, sem profundidade e detalhe no formato em pergunta aberta. Ademais, o número de amostragem foi baixo com retorno de apenas oito participantes. Relatos indicaram que os motivos do não preenchimento de algumas perguntas foram pelas questões serem de escrever e a maioria das pessoas preferirem questões de múltipla escolha. Outras queixas foram do questionário ser extenso e a necessidade de fotografar assinatura ou rubrica no TCLE. Desse modo, indica-se para futuras pesquisas que aumente o número de participantes a 30 ou mais respostas para se obter resultados estatisticamente fortes e busque enxugar o questionário para ficar mais rápido de se executar.

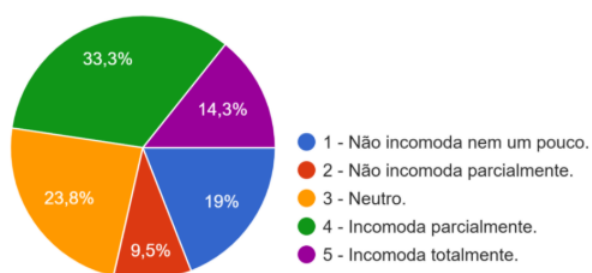
Como observado nos resultados acima, certificou-se que de fato os moradores de casas de baixa renda estão carentes em relação aos confortos estudados. Mesmo que o lumínico/luminoso não tenha sido o mais votado quanto ao desconforto, melhorias quanto a iluminação dos locais de trabalho aumentarão o potencial de crescer o desempenho destes residentes. Assim, com os três confortos sanados, almeja-se alcançar qualidade de vida nas suas casas.

6.1.2. Segundo questionário

No segundo questionário, o levantamento de dados ocorreu por meio de questionário online, intitulado com o mesmo nome do questionário anterior. No entanto, houve alterações em sua estrutura, como a redução no número de perguntas e a inclusão da opção de múltipla escolha, tornando-o mais simplificado e objetivo. O foco era identificar se os três tipos de conforto necessitariam de melhorias e, em caso afirmativo, qual deles seria o mais urgente por causar maior incômodo ao morador. Obteve-se 21 respostas no segundo questionário. O Gráfico (figura 42) mostra o quanto os participantes se sentiram incomodados com o som ou com a ausência dele dentro da moradia. Um total de 33,3% das respostas relatou sentir incômodo, mas não de forma intensa.

Já na pergunta sobre o **conforto térmico no interior da casa**, ocorreu um empate entre as opções "**muito quente**" e "**quase quente**". Com isso, conclui-se que há, sim, um desconforto térmico nas residências. Porém, **33,3%** votaram na opção "**pouco quente**", o que reforça que existem variáveis subjetivas que influenciam na percepção de conforto térmico (Figura 43).

Figura 42 – Conforto acústico percebido.



Fonte: Autoria própria, 2025.

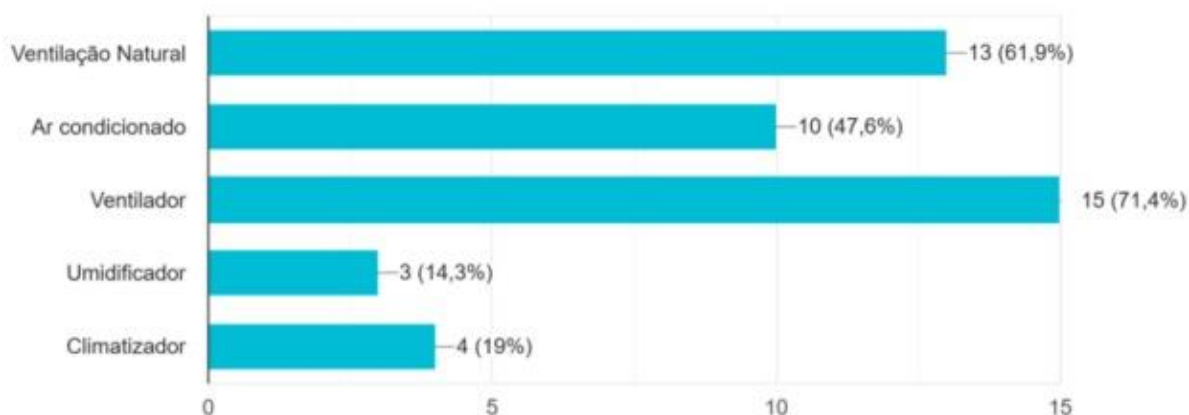
Figura 43 - Conforto térmico no interior da casa.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Outra pergunta relevante foi sobre os **tipos de sistemas de ventilação mecânica** utilizados pelos moradores no dia a dia em busca do conforto térmico. O **ventilador** foi o equipamento mais citado, com **15%** das respostas, sendo uma solução de **baixo custo e fácil manutenção** (Figura 44).

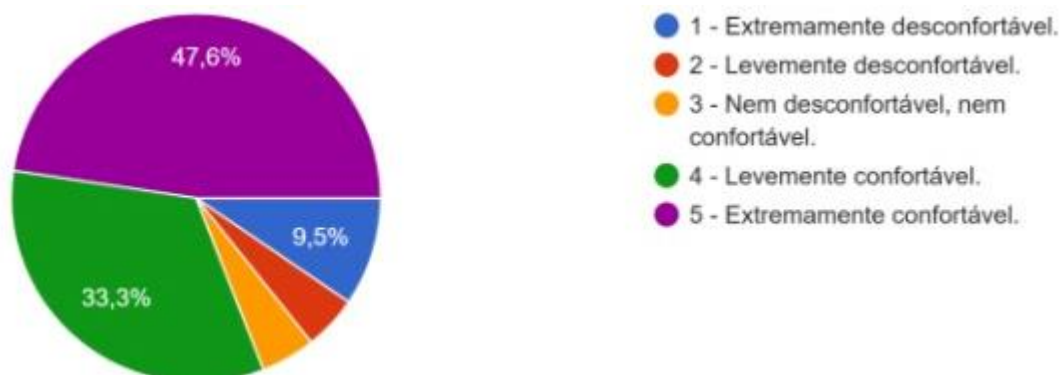
Figura 44 – Uso de ventilação mecânica.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Com relação ao **conforto lumínico**, buscou-se entender o desempenho da iluminação para a execução de atividades dentro da casa. Cerca de **50%** dos participantes afirmaram **não se sentirem desconfortáveis com a iluminação**, ou seja, estão satisfeitos com a luz já existente (Figura 45).

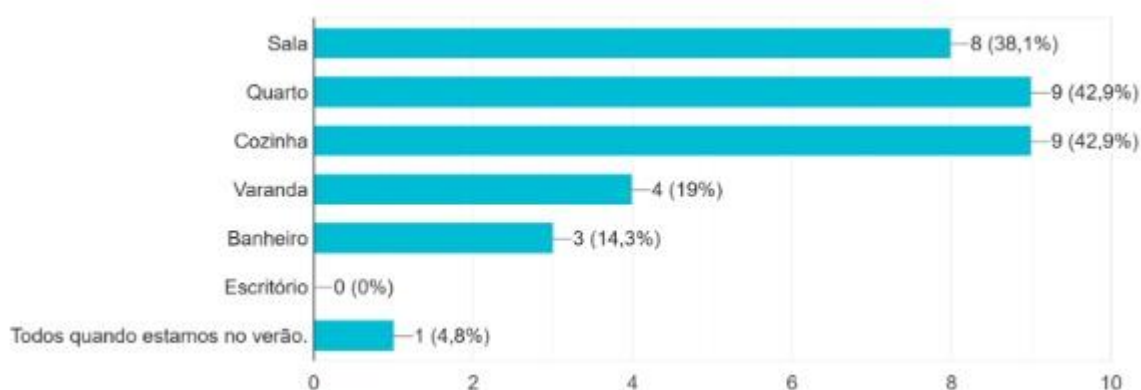
Figura 45 – Iluminação Adequada.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Dando foco ao conforto térmico, a figura 46 mostra qual é o ambiente mais quente da residência. Os dois espaços mais votados foram a **cozinha** e o **quarto**, ambos com **42,9%** das respostas. Isso demonstra que os ambientes de **maior permanência** foram percebidos como os mais quentes (Figura 46).

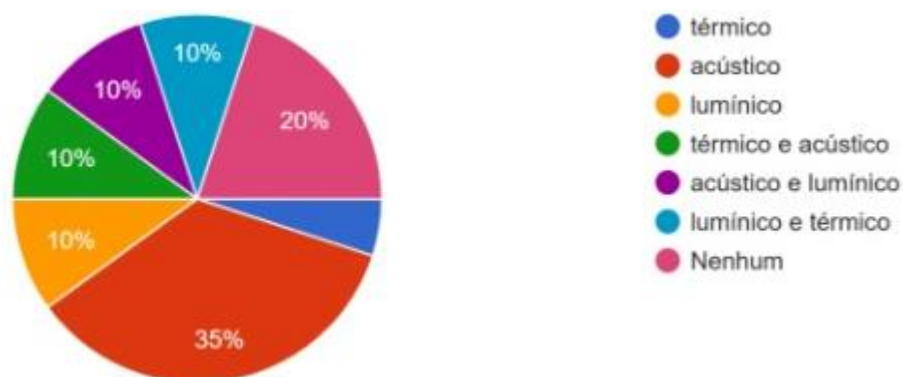
Figura 46 - Ambiente mais quente.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Por fim, se questionou qual dos confortos seria de maior urgência para melhorar. O conforto acústico obteve a maior taxa de resposta, em que 35% dos participantes optaram por essa opção. Porém, 20% afirmaram se sentir confortáveis e escolheram a opção "Nenhum", pois não identificam desconforto em sua residência (Figura 47).

Figura 47 - Urgência para melhorias no conforto ambiental interno da casa.



Fonte: Autoria própria, 2025.

6.2. Materiais

Após analisar quais foram as propostas que tiveram acertos e erros nos estudos de caso e simulações, chegou-se à conclusão de quais materiais seriam usadas no presente projeto. A começar pelo conforto térmico, propõe-se o uso do Jardim Interno

dentro da moradia, pois o sistema irá trazer mais frescor para o ambiente (Figueiredo et al. 2022). Aliada a essa estratégia, o projeto conta com o uso de vegetação interna, auxiliando na evapotranspiração. Esse mecanismo consiste na liberação de vapor de água através dos poros das plantas, aumentando a umidade relativa e consequentemente diminuindo a temperatura do ambiente. Sendo assim, as plantas são excelentes auxiliares no controle térmico, dentro e fora dos espaços. A seguir a Figura 48, apresenta três espécies de plantas que propiciam esse balanceamento térmico, criando uma casa mais fresca.

A **Espada de São Jorge** (*Dracaena trifasciata*) é uma planta bastante resistente, e que possui um mecanismo de transpiração, que ajuda na umidificação e limpeza do ar. É uma espécie de origem Africana, tem boa adaptabilidade em ambientes sombreados e períodos de seca. Observando-se essas características, de baixa manutenção e controle de umidade, optou-se em inseri-la no projeto, para trazer um conforto térmico em temporada de altas temperaturas durante o ano, característico na região do Centro-Oeste (Sacht, 2023). Outra planta que possui tais características é a **Filodendro**, de fácil crescimento, resistente em ambientes internos e de origem América Central e do Sul (Lorenzi, 2008).

Figura 48 – Espécies vegetais usadas.



Espada de São Jorge



Filodendros



Jiboia

Fonte: Green Nordic, 2025.

Por fim, foi utilizada a **Jiboia**, que também é muito resistente à seca. Em estudos recentes realizados pela Nasa (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço), mostrou-se que a planta tem uma alta capacidade de purificar o ar, sendo “capaz de eliminar até 73% de compostos cancerígenos presentes no ar em apenas 24 horas” (Silvini,2025). Os resultados mostraram que a planta conseguiu remover os poluentes químicos altamente nocivos, como:

- a) Formaldeído: poluente presente em tecidos, móveis e produtos de limpeza;
- b) Benzeno: presente no plásticos e tintas;
- c) Tricloroetileno: encontrado em colas e solventes industriais;
- d) Xileno e amoníaco: encontrado em produtos de uso doméstico (Wolverton et al, 1989).

Para o tratamento Lumínico optou-se fazer a troca das janelas para vidro duplo como na Figura 49, conforme utilizado na Casa Eficiente do LABEE. A janela apresenta um bom resultado tanto para a entrada de luz quanto para o isolamento acústico (boa vedação e maior densidade superficial). As janelas anteriores eram de folha dupla de alumínio, apresentando um baixo desempenho lumínico e acústico, pois em períodos de ventanias as peças sacodem, fazendo barulho.

Figura 49 – Janela de vidro duplo para conforto térmico e acústico.



Fonte: Mercado Livre, 2025.

Para o conforto acústico, buscou-se reduzir a transmissão dos ruídos tanto internos, entre ambientes, como externos, evitando a entrada dos mesmos na casa. A começar pela troca de portas, utilizou-se de portas de madeira com vedação otimizada

para evitar o “vazamento” e entrada de som. Conforme demonstrado no estudo de caso de acústica (VELOSO et al., 2021), apontou-se a importância dessa substituição, pois as portas tradicionais apresentam baixo isolamento acústico (Figura 50). Juntos a essas alterações acústicas, fez-se o uso de placas acústicas de madeira que servem para absorção sonora, proporcionando conforto acústico e redução de reverberações na parede esquerda do dormitório (Figura 51).

Figura 50 - Porta de madeira para isolamento.

Figura 51 - Placa acústica de madeira.



Fonte: Leroy Merlin, 2025.

Tais escolhas não chegam a trazer o conforto total dos três elementos, pois existem várias variáveis que interferem nesses fatores. Entre elas: o tipo de vestimenta quente ou leve que o usuário utiliza, o período do ano, trazendo o excesso de calor ou frio, o livre arbítrio de abrir e fechar portas e janelas, a quantidade de tempo de permanência em cada ambiente da casa, entre outros (Lambert, 2010). Assim, cada fator influência de forma diferente os confortos térmico, acústico e lumínico.

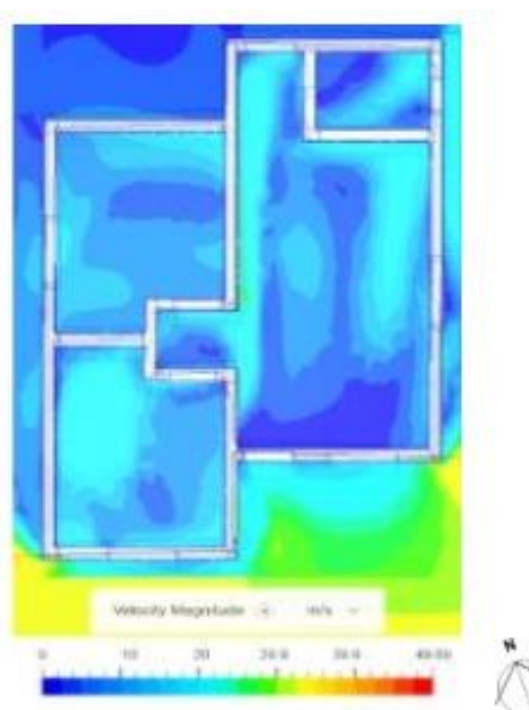
6.3. Simulações Computacionais

A seguir, apresenta-se a simulação sendo usada no modelo da residência, ambiente de estudo. As janelas e portas do ambiente foram consideradas como abertas. A Figura 52 mostra os ventos vindos do Norte sobre a planta baixa original da casa, com

velocidade média de 9,2 km/h. Na vista da lateral direita (Figura 53), é possível observar os fluxos “vazando” pelas janelas da sala/cozinha e do banheiro.

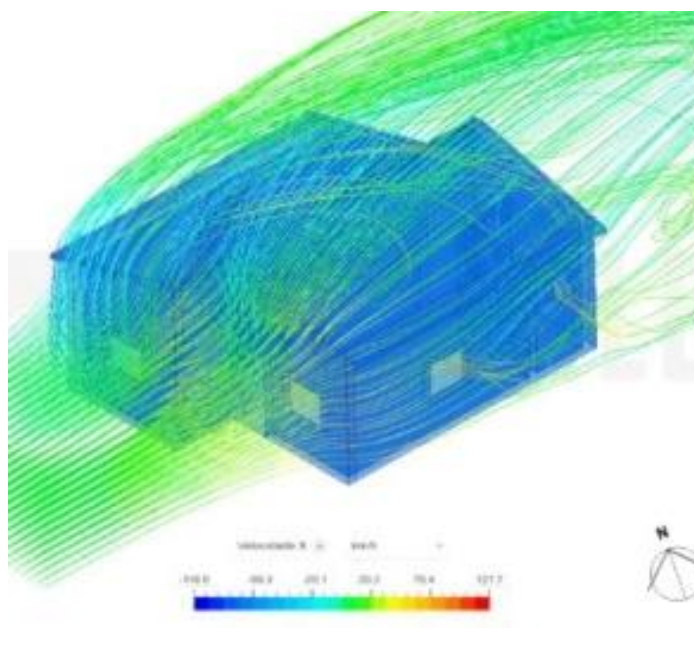
Na vista lateral direita (Figura 54), é possível identificar o escoamento do ar ultrapassando o limite das aberturas, evidenciando o “vazamento” do fluxo pelas janelas da sala/cozinha e do banheiro.

Figura 52 - Planta Original com simulação.



Fonte: Autoria própria, 2025.

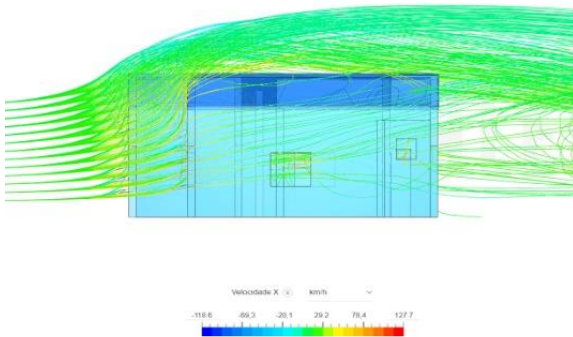
Figura 53 - Planta modificada com simulação.



Fonte: Autoria própria, 2025.

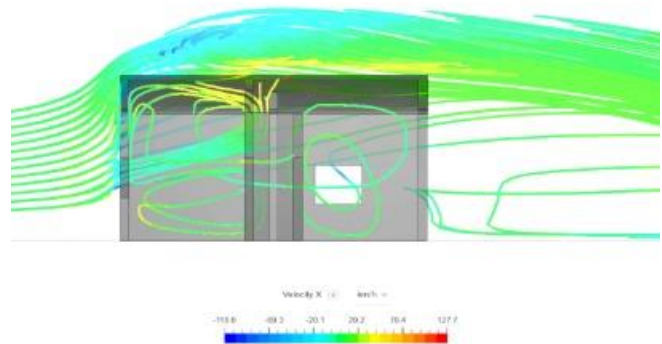
Problemas de pouca ventilação foram encontrados no segundo dormitório, sendo o ambiente menos ventilado de toda a residência ao observar as simulações anteriores. Já entre os mais ventilados estavam o primeiro quarto, a sala, a cozinha e o banheiro, conforme mostra a Figura 55. A partir desse resultado, foi realizada outra simulação para tentar corrigir tais falhas.

Figura 54 – Corte lateral – simulação de vento - lateral direita.



Fonte: Autoria própria, 2025.

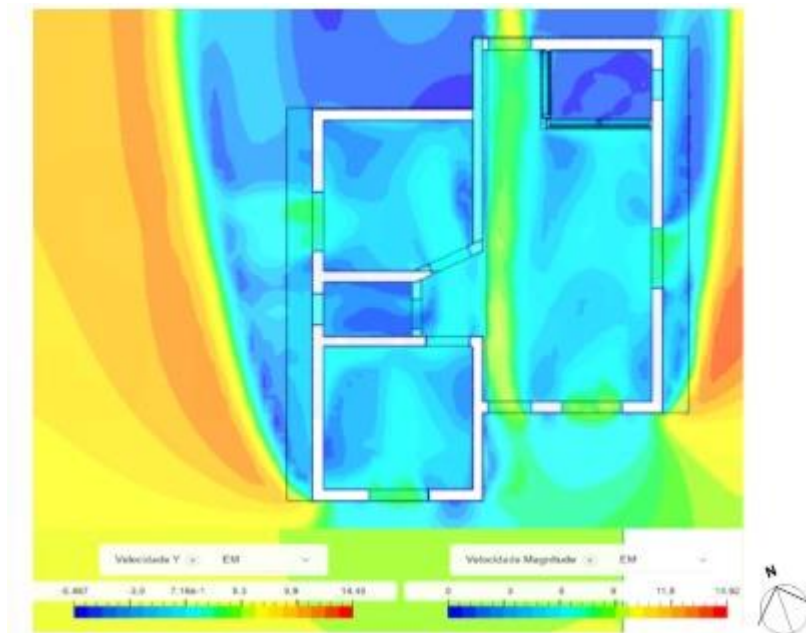
Figura 55 - Simulação de ventilação no segundo dormitório.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Após as coletas de questionário e simulações, foram desenvolvidas algumas alterações para tentar alcançar um resultado de melhor desempenho. Como citado anteriormente, houve a mudança da planta original e a troca das portas e janelas. Depois de tais mudanças realizadas, foi feita uma segunda simulação no **SimScale** (Figura 56).

Figura 56 - Novo layout com jardim interno, substituindo banheiro.



Fonte: Autoria própria, 2025.

As simulações abaixo mostram se houve diferença no comportamento do vento no interior da edificação. Nota-se, na Figura 57, que houve um pequeno aumento na ventilação do segundo dormitório, devido à mudança da angulação da porta, que agora proporciona a entrada de ventos vindos da cozinha. A Figura 58 mostra a vista 3D da lateral esquerda da moradia com ventos vindos da fachada da casa, representando também o seu comportamento dentro da casa.

Figura 57 - Ventos nos dormitórios teste 2.

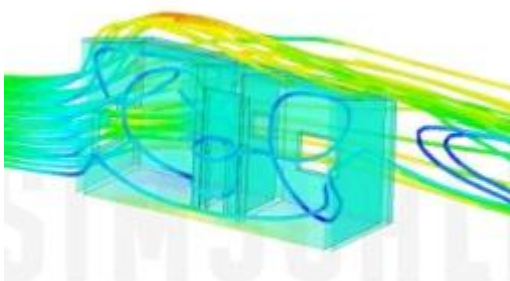
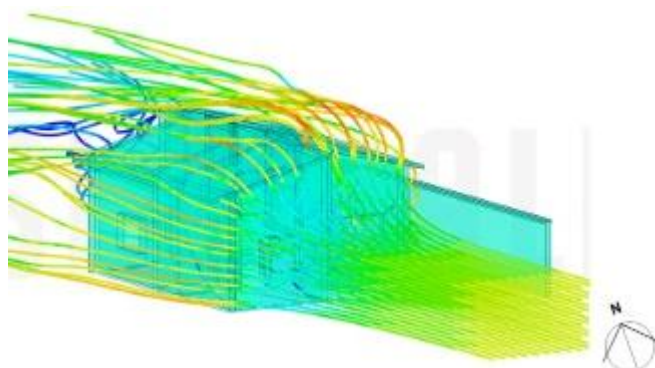


Figura 58 - Ventos na fachada.



Fonte: Autoria própria, 2025.

6.4. Design Proposto – desenhos

A seguir, na figura 59, tem-se uma simplificação de cada tratamento dado aos ambientes internos da residência. Como o aumento da luz natural com a instalação de um jardim interno, que vai proporcionar mais ventilação e luz para a sala e a cozinha. Já os quartos 1 e 2 receberam placas acústicas - a função desejada é evitar que sons vizinhos atrapalhe o sono entre outras atividades do dia-dia. As esquadrias foram trocadas por esquadrias acústicas como portas de madeiras com boa vedação e janelas de vidro duplo. Por mais que a casa escolhida seja de esquina e não possua vizinhos, optou-se pelo uso das placas para servir de referência para futuras residências com possíveis vizinhos dos dois lados. O distanciamento entre as paredes externas das casas vizinhas tem um total de 390 cm, o que auxilia numa redução dos níveis sonoros (Figura 60). Segundo relatos de moradores, é possível escutar toda a conversa dentro dos quartos, causando incômodo entre vizinhos.

A vista interna A exemplifica o uso das plantas e seus respectivos lugares, sem interferir a circulação dos usuários. A planta Jiboia foi posicionada em uma prateleira, já as Espadas-de-São-Jorge encontram-se em vasos próximos ao sofá e à TV (Figura 61).

Figura 59 - Planta Baixa.



Figura 60 - Planta Humanizada.



Fonte: Autoria própria, 2025.

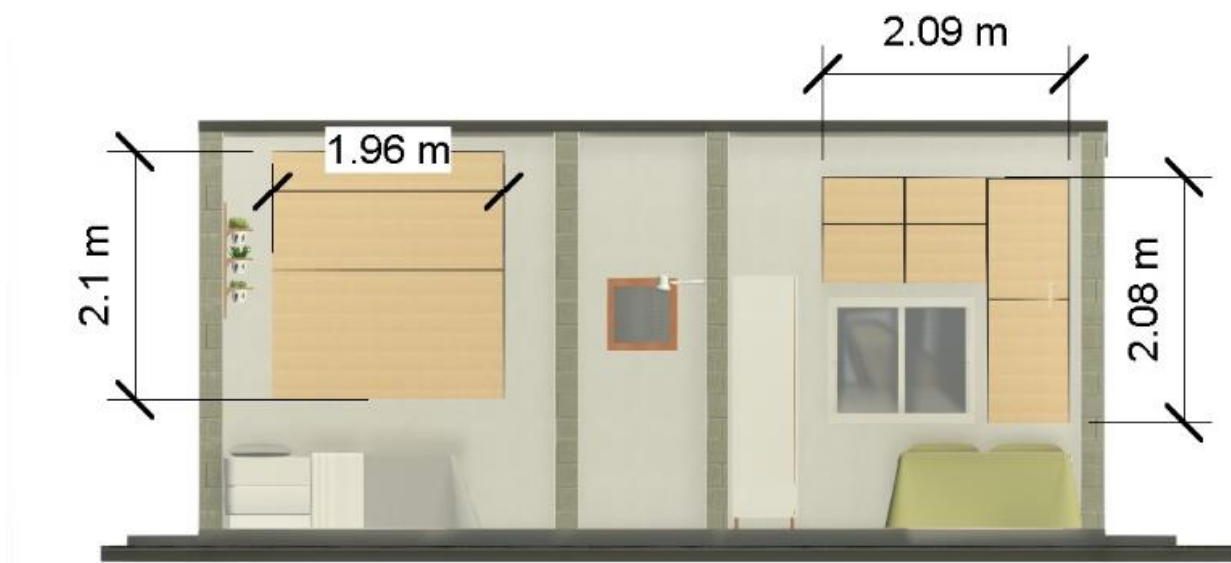
Figura 61 - Vista de corte mostrando o uso das plantas.



Fonte: Autoria própria, 2025.

A representação a seguir é a vista das medidas das placas acústicas a serem posicionadas nos dormitórios. Elas possuem 50 mm de espessura, com enchimento interno em lã de PET. A lã de PET vem de materiais recicláveis que reduz impactos ambientais por aproveitar embalagens plásticas como matéria-prima. Seus dispositivos acústicos podem receber revestimentos e ser instalados de forma aparente, compondo o acabamento do ambiente (Serrano, 2019). Tais placas também servem de decoração para o ambiente, pois o revestimento escolhido foi o de madeira (Figura 62).

Figura 62 - Medidas das placas acústicas nos dormitórios.



Fonte: (Autoria própria).

As Figuras 63 e 64 mostram a estrutura do jardim interno posicionado próximo à sala. Com as plantas que promovem evapotranspiração e são de fácil cuidado posicionadas de forma estratégica no ambiente.

Figura 63 - Jardim interno próximo à sala.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 64 - Representação 3D.



Fonte: Autoria própria, 2025.

7. CONCLUSÕES

Conclui-se que a percepção do conforto térmico, acústico e lumínico varia de pessoa para pessoa. Isto ficou evidente no questionário relativo ao conforto dentro das casas em que, para a mesma pergunta, alguns participantes tiveram respostas variadas. As intervenções propostas buscaram ser de baixo custo e trazer o bem-estar aos moradores. Com essa pesquisa, mostrou-se que é possível trazer tais benefícios com pouco investimento vindo das instituições executoras dessas casas à população. Pois, por mais que sejam moradores de baixa renda, isso não significa que devem ser privados dos direitos básicos (Constituição Federal (BRASIL, 1988)).

Diante da análise dos dados, foi possível compreender que o desconforto térmico foi o mais votado, seguido pelo desconforto acústico. O que demonstrou a falta de conforto humano em moradias de baixa renda e evidenciando a demanda de mudanças para ajudar a referida comunidade de habitantes. Para solucionar tais problemas realizou-se um levantamento em campo e simulação computacional em que foram realizadas simulações que abordam o comportamento do vento no interior da casa. Tais simulações foram utilizadas a fim de evitar um projeto de alto custo em que a proposta sempre foi buscar um Design acessível, no qual tais famílias de baixa renda consigam aplicar as soluções sugeridas em suas residências e projetos futuros. No contexto do conforto térmico se utilizou de jardins internos e novos modelos de janelas e portas para o interior da moradia. Por outro lado, no conforto sonoro, buscou-se usar placas acústicas para garantir a absorção sonora.

Por fim, dado à importância da qualidade de vida nos dias atuais e a crescente tendência do design ser inacessível e de alto custo, considera-se que as classes baixas estão sendo privadas de ambientes de saudáveis, vivendo em moradias de condições precárias. Sendo assim, o presente trabalho buscou abordar as necessidades mais urgentes dessas residências. Apresentando propostas sustentáveis para futuras comunidades que venham a usufruir do espaço, formando um ciclo de um design sustentável, feito para usar e repassar adiante.

REFERÊNCIAS

AFP. Onda de calor atinge o país e Rio tem sensação térmica de 62,3 °C. Disponível em: <<https://www.cartacapital.com.br/sociedade/onda-de-calor-atinge-o-pais-e-rio-tem-sensacao-termica-de-623-oc/>>. Acesso em: 09 nov. 2024.

AGÊNCIA GOV. *Governo Federal entrega 21 mil unidades habitacionais em todo o país*. Brasília, DF: Agência Gov, 19 mar. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/assistencia-social/2024/03/governo-federal-entrega-21-mil-unidades-habitacionais-em-todo-o-pais>. Acesso em: 13 ago. 2024.

ANDRADE, Henrique. "O desconforto térmico estival em Lisboa-uma abordagem bioclimática." *Finisterra* 33.66 (1998).

ARAÚJO, Simone Adad. Perda auditiva induzida pelo ruído em trabalhadores de metalúrgica. *Rev. Bras. Otorrinolaringologia*, São Paulo, v. 68, n. 1, p. 47-52, 2002.

BARGHINI, Alessandro. *Antes que os vaga-lumes desapareçam: ou influência da iluminação artificial sobre o ambiente*. São Paulo: Annablume; FAPESP, 2010.

BONDUKI, Nabil Georges. *Origens da habitação social no Brasil: arquitetura moderna, lei do inquilinato e difusão da casa própria*. **Análise Social**, v. 29, n. 127, p. 711–732, 1994.

BORTOLAN, Giovana Mara Zugliani; FERREIRA, Marcelo Gitirana Gomes; TEZZA, Rafael. Conforto e Desconforto: Revisão de Conceitos e Elaboração de um modelo de conforto visual. **Human Factors in Design**, v. 8, n. 15, p. 067-084, 2019.

BRASIL. *Assis Ramos entrega, quinta-feira, 920 casas do "Teotônio Vilela"*. Prefeitura de Imperatriz, 12 set. 2017. Disponível em: <https://imperatriz.ma.gov.br/noticias/habitacao/assis-ramos-entrega-quinta-feira-920-casas-do-teotonio-vilela.html>. Acesso em: 17 ago. 2025.

BRASIL. **Constituição (1988)**. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 13 mai. 2024.

BRASIL. Governo Federal. *Conjunto habitacional construído na Cidade de Deus*. 1966. Disponível em: <https://www.gov.br/>. Acesso em: 10 mai. 2025.

BRASIL. *Moradia: Constituição garante e reforça concretização do direito*. Portal Gov.br, 05 out. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/constituicao-30-anos/textos/moradia-constituicao-garante-e-reforca-concretizacao-do-direito>. Acesso em: 10 mai. 2025.

CARDOSO, Murilo Raphael Dias et al. *Caracterização da temperatura do ar no estado de Goiás e no Distrito Federal*. 2012.

CUNHA, E. G. *Elementos de arquitetura de climatização natural: método projetual buscando eficiência nas edificações*. Porto Alegre: Masquatro, 2006.

DA EDIFICAÇÃO, P. DE P.-G. EM E. C. N. O. P. I. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/21926/000738694.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

DÁVILA, Henrique. *Residencial Teotônio Vilela I e II, no Bairro Bom Jesus, Prefeitura de Imperatriz, Maranhão*. 2017. Disponível em: <https://imperatriz.ma.gov.br/noticias/habitacao/assis-ramos-entrega-quinta-feira-920-casas-do-teotonio-vilela.html>. Acesso em: 08 jun. 2025.

DIAS, Maria Tereza Fonseca; CALIXTO, Juliano dos Santos (Orgs.). *As ocupações urbanas e o direito fundamental à moradia adequada na Região Metropolitana de Belo Horizonte*. Porto Alegre: Editora Fi, 2020. Disponível em: <<https://pos.direito.ufmg.br/downloads/As-ocupacoes-urbanas.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2024.

FERNANDES, António. **Arquitetura, clima, homem e arquitetura**, 2006.

FERREIRA, Lorena da Silva. *Estudo da iluminação artificial em ambientes hospitalares: projeto luminotécnico do Hospital Municipal de Paulo Afonso*. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Instituto Federal da Bahia – IFBA, Campus Paulo Afonso, 2021.

GALVÃO, J. *Casas subterrâneas da China abrigam 3 mil pessoas*. 2018. Disponível em: <https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/reportagem/casas-subterraneas-da-china-abrigam-3-mil-pessoas.phtml>. Acesso em: 8 jun 2025.

GEMELLI, Carolina B. Capítulo 2: Conforto Ambiental. In: GEMELLI, Carolina B. Avaliação de conforto térmico, acústico e lumínico de edificação escolar com estratégias sustentáveis e bioclimáticas: o caso da escola municipal de ensino fundamental Frei Pacífico. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia na Modalidade Acadêmica) – Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. f. 26-50.

GOMES, C.; LUCIO, C. G. (Coord.). Relatório do Observatório Brasileiro das Desigualdades 2024. Oxfam Brasil, Instituto Ethos, Instituto Cidades Sustentáveis. Disponível em: https://combateasdesigualdades.org/wp-content/uploads/2024/09/RELATORIO_2024_v3-1.pdf. Acesso em: 12 nov. 2024.

GURGEL, M. **Design passivo baixo consumo energético, Guia para conhecer, entender e aplicar do Design Passivo em residências**, 2012.

IMA, Isadora Veloso; BRAGA NETO, Gerardo Alves Nogueira; QUIXABA, Gabriel Soares; MELO, Gustavo da Silva Vieira de; MESQUITA, Alexandre Luiz Amarante. *Melhoria de desempenho acústico de vedação interna de habitação de interesse social usando simulação numérica*. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 21, n. 4, out./dez. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/g6t5xvxZrKCvSVvxTCM4X9R/>. Acesso em: 6 jun. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Tipos de clima. *Atlas Geográfico Escolar*. Disponível em <https://atlasescolar.ibge.gov.br/mundo/2990->

[dinamica-dos-climas/clima-e-correntes-maritimas/21613-tipos-de-clima.html](https://www.dinamica-dos-climas/clima-e-correntes-maritimas/21613-tipos-de-clima.html). Acesso em: 15 jan. 2025.

JARDINEIRO.NET. *Espada-de-São-Jorge (Dracaena trifasciata)*. Disponível em: <https://www.jardineiro.net/plantas/espada-de-sao-jorge-dracaena-trifasciata.html>. Acesso em: 29 mai. 2025.

LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Casa Eficiente – Volume I: Bioclimatologia e Desempenho Térmico. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2020. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente_vol_I_WEB.pdf. Acesso em: 6 jun. 2025.

LAMBERTS, R. et al. **Eficiência energética na arquitetura**, 2014.

LÁUAR, Ana Clara Fernandes. Comparação entre a percepção e a normatização sobre a iluminação em ambientes ocupacionais: estudo de caso em uma empresa florestal. 2012.

LIMA, Tamires de Jesus. Percepção de ruído dos moradores de edifício residencial vertical na cidade de Vitória da Conquista/BA. 2022.

LORENZI, Harri; SOUZA, Hermes Moreira de. *Plantas Ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras*. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

MENDES, Letícia Teixeira. *Personalização de habitação de interesse social no Brasil : o caso da implantação urbana em conjuntos habitacionais*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2014. Tese (Doutorado).

MERCADO LIVRE. *Janela 2 folhas móveis branca a 110×150 cm*. Mercado Livre Brasil. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br/janela-2-folhas-moveis-branca-a-110x150-l/up/MLBU2775408348>. Acesso em: 25 out. 2025.

NOVVALIGHT. *Lúmen: o que é e qual a importância da eficiência luminosa?* [online]. Disponível em: <https://novvalight.com.br/blog/tecnologia-led/o-que-e-lumen-e-a-importancia-da-eficiencia-luminosa/>. Acesso em: 05/06/2024.

OLIVEIRA, Leticia Sloniak de; et al. Avaliação de desempenho de edificação habitacional: uma comparação do conforto térmico em três sistemas construtivos. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 12, n. 3, p. 859-882, 2023.

PEROSSO*, J. **Poluição sonora causa grande impacto na vida das grandes metrópoles**. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/radio-usp/poluicao-sonora-causa-grande-impacto-na-vida-das-grandes-metropoles/>>. Acesso em: 10 dez. 2024.

PORTAL ACÚSTICA. *Lã de PET: o que é? Como usar?* Portal Acústica, 6 ago. [s. d.]. Disponível em: <https://portalacustica.info/la-de-pet-o-que-e-como-usar/>. Acesso em: 25 out. 2025. (portalacustica.info).

PRIBERAM Informática, S.A. *Dicionário Priberam da Língua Portuguesa* [online]. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/>. Acesso em: 13/07/2024.

ROSSI, Francine Aidie; KRÜGER, Eduardo Leite; BRÖDE, Peter. Definição de faixas de conforto e desconforto térmico para espaços abertos em Curitiba, PR, com o índice UTCI. **Ambiente Construído**, v. 12, p. 41-59, 2012. p-45.

SACHT, Helenice Maria. *Plantas em interiores: microclima proporcionado pelo estilo urban jungle*. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2023. Anais [...]. [S.l.], 2023. p. 1–9. DOI: 10.46421/encac.v17i1.3816.

SELIKATOV, A. *Siesta time. Empty street under the protection of shadow curtains. Seville, South of Spain*. Dreamstime, 2025. Disponível em: <https://www.dreamstime.com/siesta-time-empty-street-under-protection-shadow-curtains-seville-south-spain-siesta-time-empty-street-under-image199646826>. Acesso em: 10 jun. 2025.

SILVA, Edelci Nunes da; RIBEIRO, Helena. Alterações da temperatura em ambientes externos de favela e desconforto térmico. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, n. 4, p. 663-670, 2006.

SILVA, Isadora Mendes da; GONZALEZ, Luciana Ruggiero; DA SILVA FILHO, Demóstenes Ferreira. Recursos naturais de conforto térmico: um enfoque urbano. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, n. 4, p. 35-50, 2011.

SILVEIRA, Danielson Santos da. **Poluição sonora: um grave problema na cidade de Mossoró-RN**. 2008. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SILVINI, Pedro. NASA revela planta capaz de eliminar o câncer. *Diário do Comércio*, seções Mix/Geral, 22 jun. 2025. Disponível em: <https://diariodocomercio.com.br/mix/nasa-revela-planta-capaz-de-eliminar-o-cancer/>. Acesso em: 25 jun. 2025.

SOUZA, A. F. et al. *Bê-Á-Bá da acústica arquitetônica*. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2012. p. 47.

SOUZA, A.; PAVÃO, H. G.; LASTORIA, G.; GABAS, S. G.; CAVAZZANA, G. H.; PARANHOS FILHO, A. C. **Um estudo de conforto e desconforto térmico para o Mato Grosso do Sul**. *REA – Revista de Estudos Ambientais*, v. 12, n. 2, p. 15-25, jul./dez. 2010. Disponível em: <https://ojsrevista.furb.br/ojs/index.php/rea/article/download/1698/1447>. Acesso em: 1 out. 2025.

SOUZA, Amaury de; et al. UM ESTUDO DE CONFORTO E DESCONFORTO TÉRMICO PARA O MATO GROSSO DO SUL. **Revista de estudos ambientais**, v. 12, n. 2, p. 15-25, 2010.

TECHIO, Liliana & Zambonato, Bruna & Grigoletti, Giane & Claro, Anderson. (2021). Iluminação natural em habitação multifamiliar: o caso do conjunto residencial videiras,

Santa Maria, RS. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção. 12. e021007. 10.20396/parc.v12i00.8659780. Acessado 07 jun 2025.

UNIVERSITÁRIA, R. E. T. V. Como funciona Direito a Moradia; Saiba mais – Rádio e TV Unifap 96.9 FM – Canal 1. Disponível em: <<https://www2.unifap.br/radio/como-funciona-direito-a-moradia-saiba-mais/>>. Acesso em: 26 nov. 2024.

VAND, Vieira. Hábito noturno pode aumentar o risco de câncer de mama.

Superinteressante, 24 ago. 2017. Disponível em:

<https://super.abril.com.br/saude/habito-noturno-pode-aumentar-o-risco-de-cancer-de-mama/>. Acesso em: 12 nov. 2024.

WEATHER SPARK. *Condições meteorológicas características de Goiânia (Goiás, Brasil) em fevereiro*. Acesso em: 15 jun. 2025.

WESTIN, R. Poluição sonora prejudica a saúde e preocupa especialistas. *Jornal Empresas & Negócios*, 5 jun. 2018. Disponível em:

<https://jornalempresasenegocios.com.br/especial/poluicao-sonora-prejudica-a-saude-e-preocupa-especialistas/>. Acesso em: 20/06/2024.

ANEXO 1 – QUESTIONÁRIOS

https://drive.google.com/file/d/1oLEHH5SAwsHMrvVWuN_oXOqzjNA8SaIO/view?usp=s
[haring](#)

12. 9 - Na sua residência possuem luzes focadas para determinados objetos que melhoram a execução de tarefas?

Marque todas que se aplicam.

- Nenhuma luz
 Abajur
 Luminária de piso
 Luz spot de teto
 Outro: _____

13. 10 - Quais são os ambientes mais quentes da sua casa?

Marque todas que se aplicam.

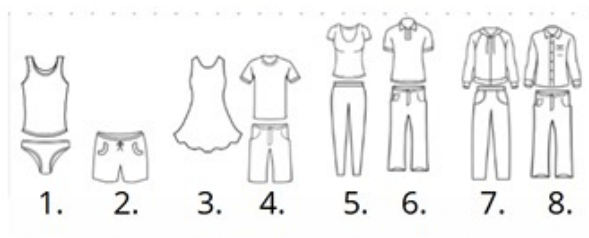
- Sala
 Quarto
 Cozinha
 Varanda
 Banheiro
 Escritório
 Outro: _____

14. 11 - Dentre os três desconfortos ambientais, térmico, sonoro e visual, quais são mais urgentes para a sua casa?

Marcar apenas uma oval.

- térmico
 acústico
 luminico
 térmico e acústico
 acústico e luminico
 luminico e térmico
 Nenhum

15. 12 - Qual a tipologia de vestimenta que você usa dentro da sua casa?



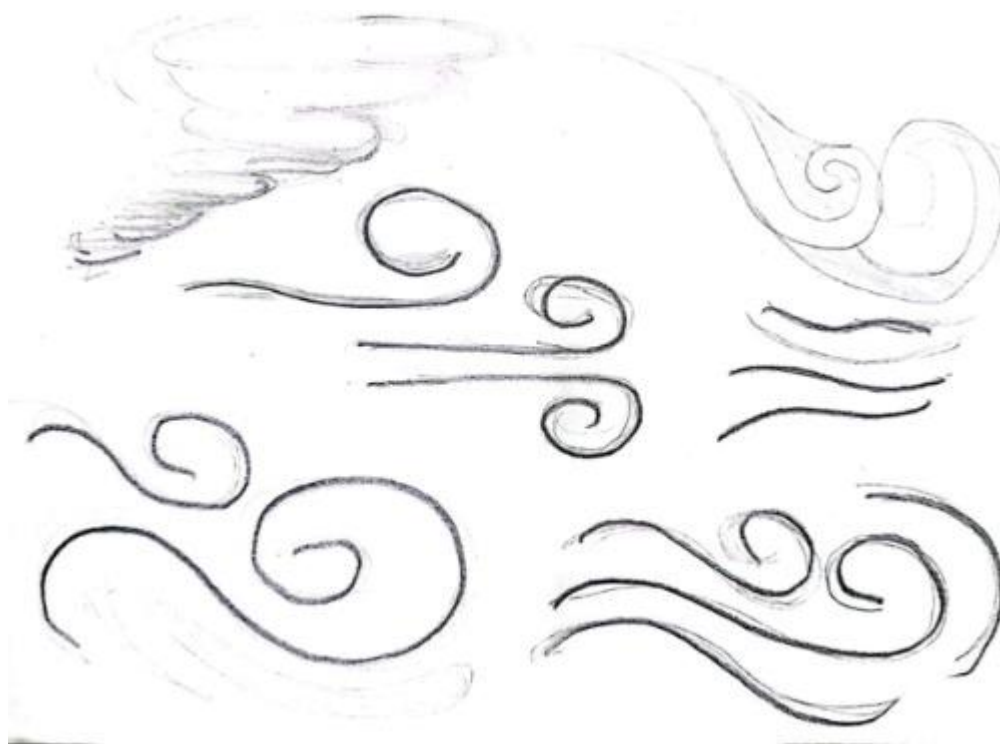
Marcar apenas uma oval.

- 1 e 2 Bem leve
 3 e 4 Leve
 5 e 6 Casual
 7 e 8 Aquecida

ANEXO 2 – Desenvolvimento dos desenhos

O desenho abaixo (Figura 65) trata-se de uma representação da forma do vento. São linhas curvas, em formato de tornado e ondas do mar. Dado que o vento não se vê ao olho nu, sua forma e cor depende muito dos fatores que se assemelham a uma ventania.

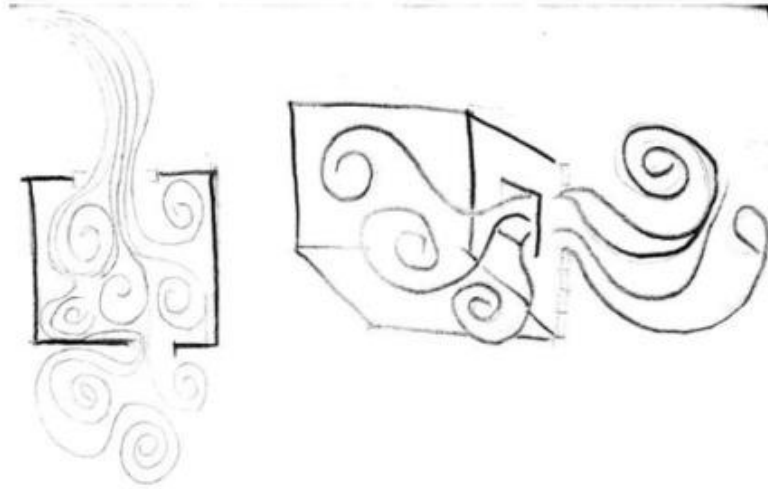
Figura 65 – Croquis formas.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Na figura 66, buscou-se trazer o comportamento dos ventos dentro de uma residência, através de um desenho simples e com várias linhas passando pela porta e saindo pela janela. O desenho é simbólico, onde serviu de estudo para se entender melhor o percurso do vento ao entra nas moradias.

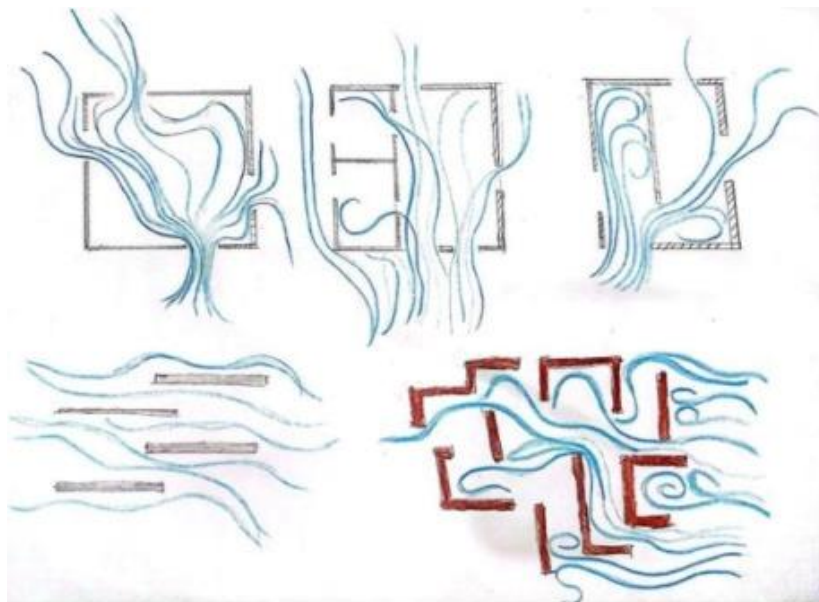
Figura 66 – Croqui passando pela janela.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Após os desenhos anteriores, foram realizados mais três formatos de casa com paredes, portas e janelas abertas (Figura 67). O objetivo foi de ver o comportamento do vento vindo apenas de uma direção. Dessa forma, foram colocados “obstáculos” para observar o seu comportamento.

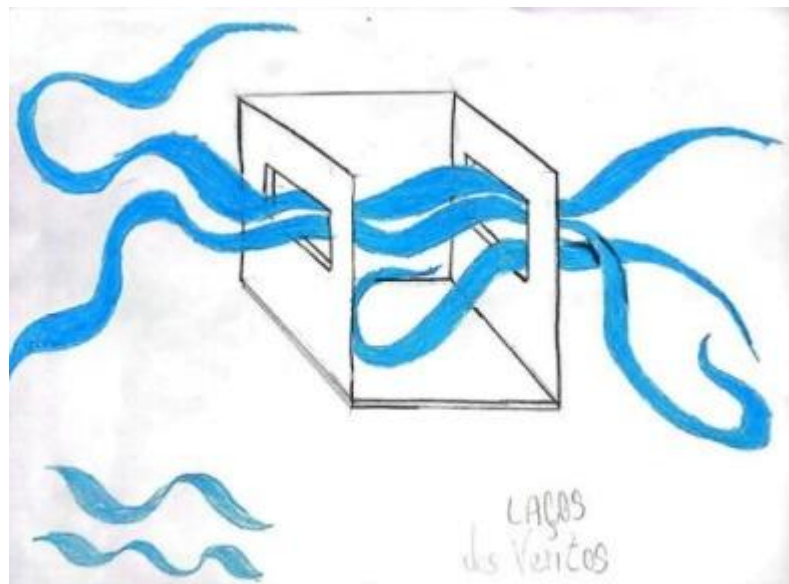
Figura 67 – Croquis vento com obstáculo.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Por fim, o desenho intitulado como Laços dos ventos (Figura 68) apresenta a entrada e saída de vento pela janela. Com isso, se buscou trazer essa leveza para o projeto, onde, ao estar no conforto da residência, se possa sentir bem como um leve laço de fita (vento) passando pelo corpo. Algo que exala tranquilidade, leveza e frescor.

Figura 68 – Croqui dos laços dos ventos.

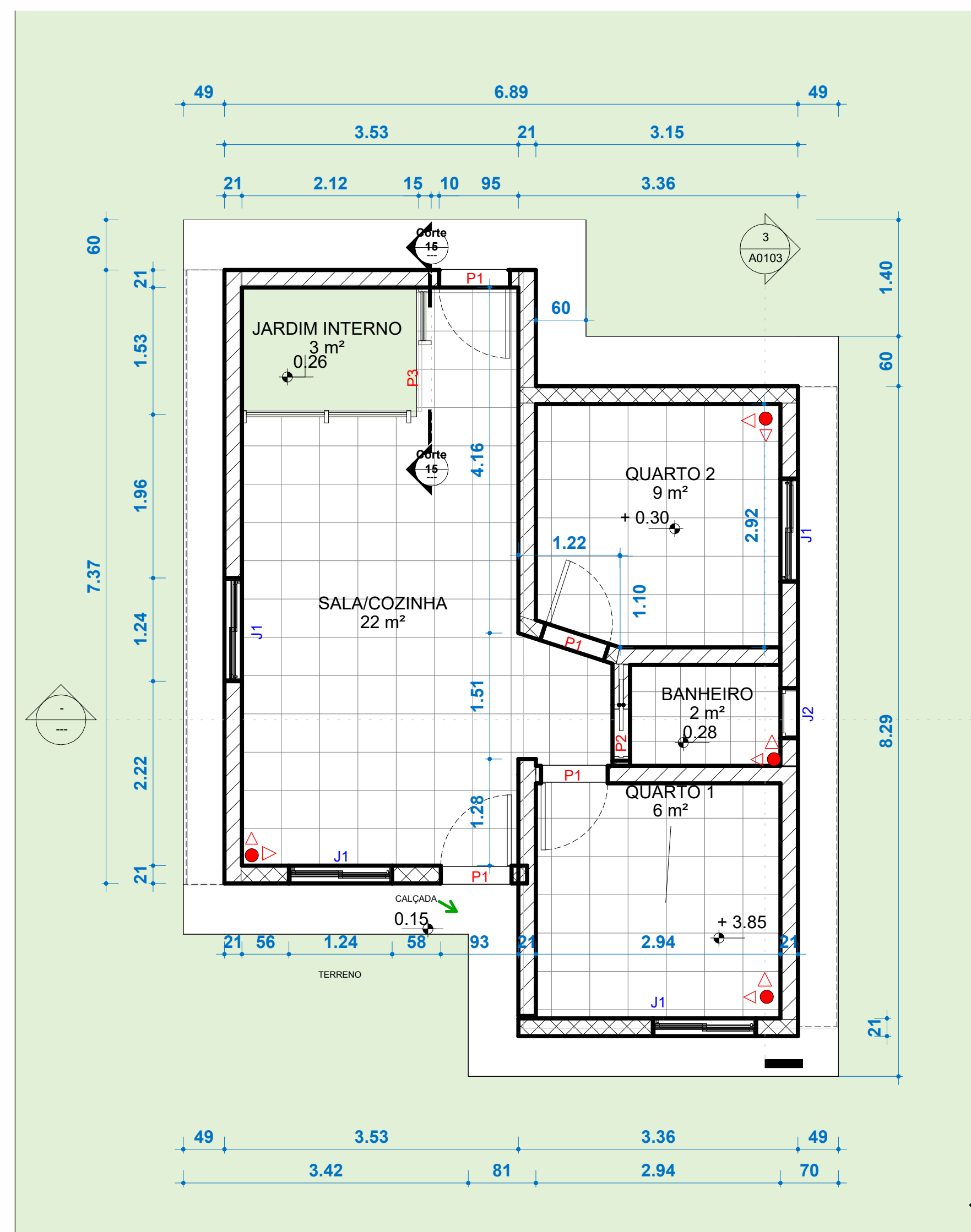


Fonte: Autoria própria, 2025.

ANEXO 3 – Desenhos técnicos do projeto proposto

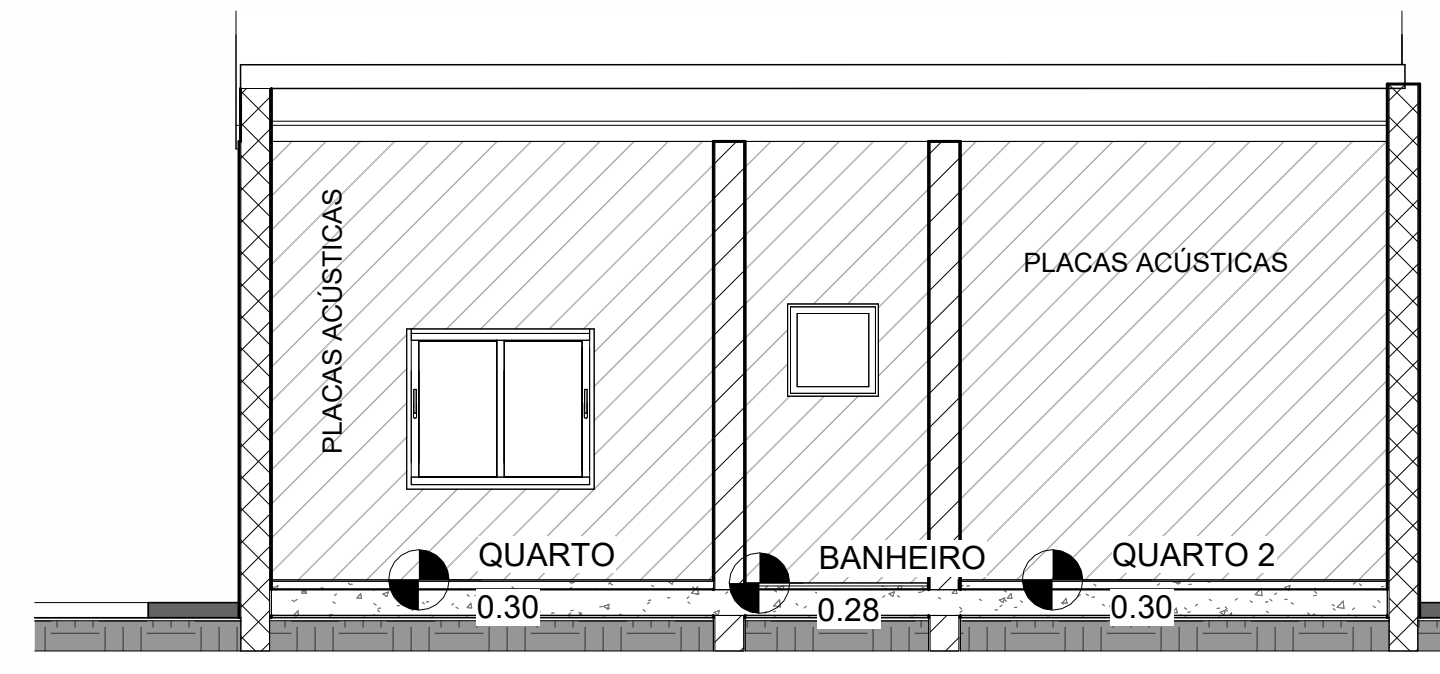
A seguir estão os desenhos técnicos do projeto proposto desenvolvidos até o momento.

.

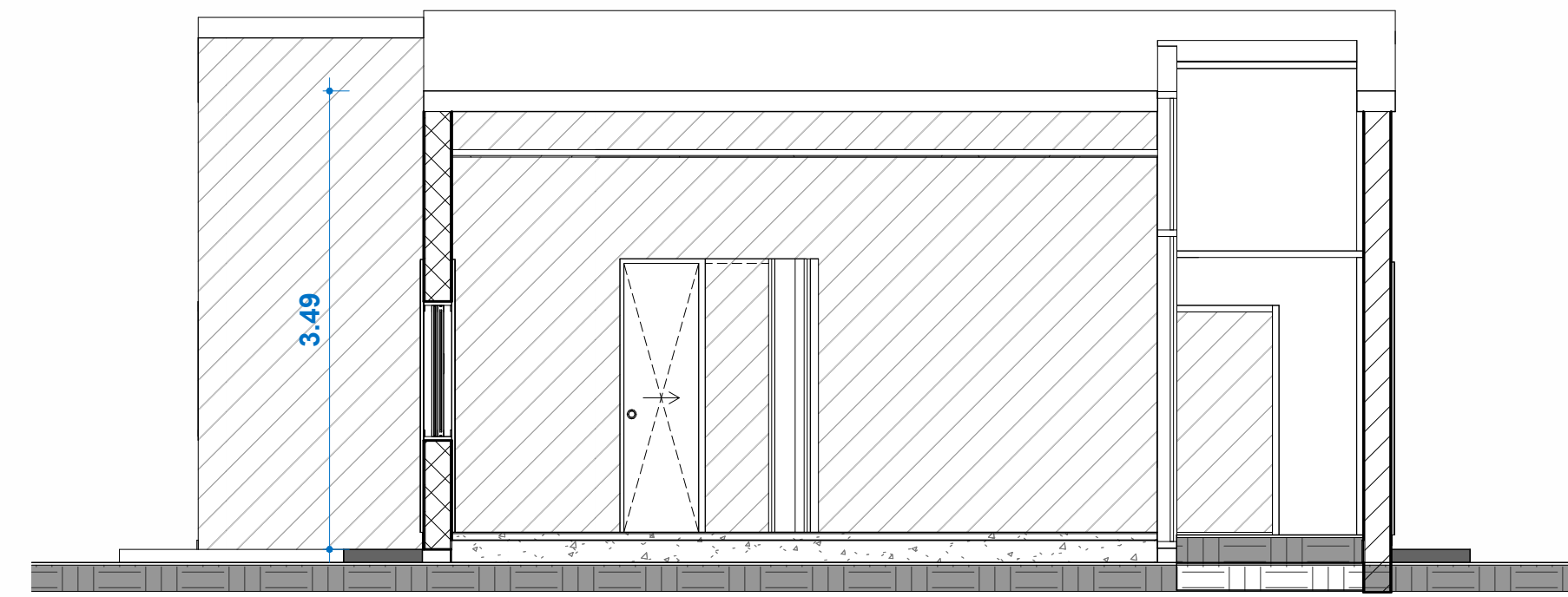


PLANTA BAIXA ESPELHADA
ESC: 1:50

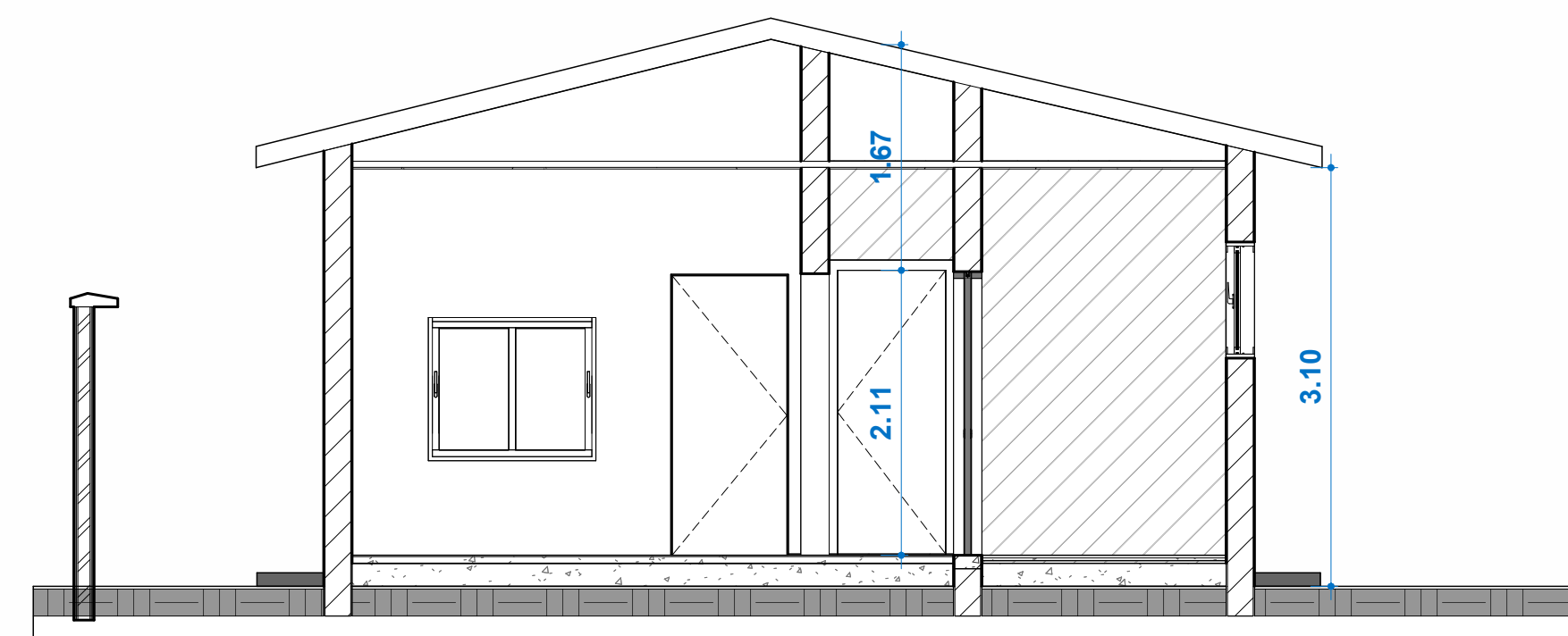
Planta baixa invertida, no sentido longitudinal.



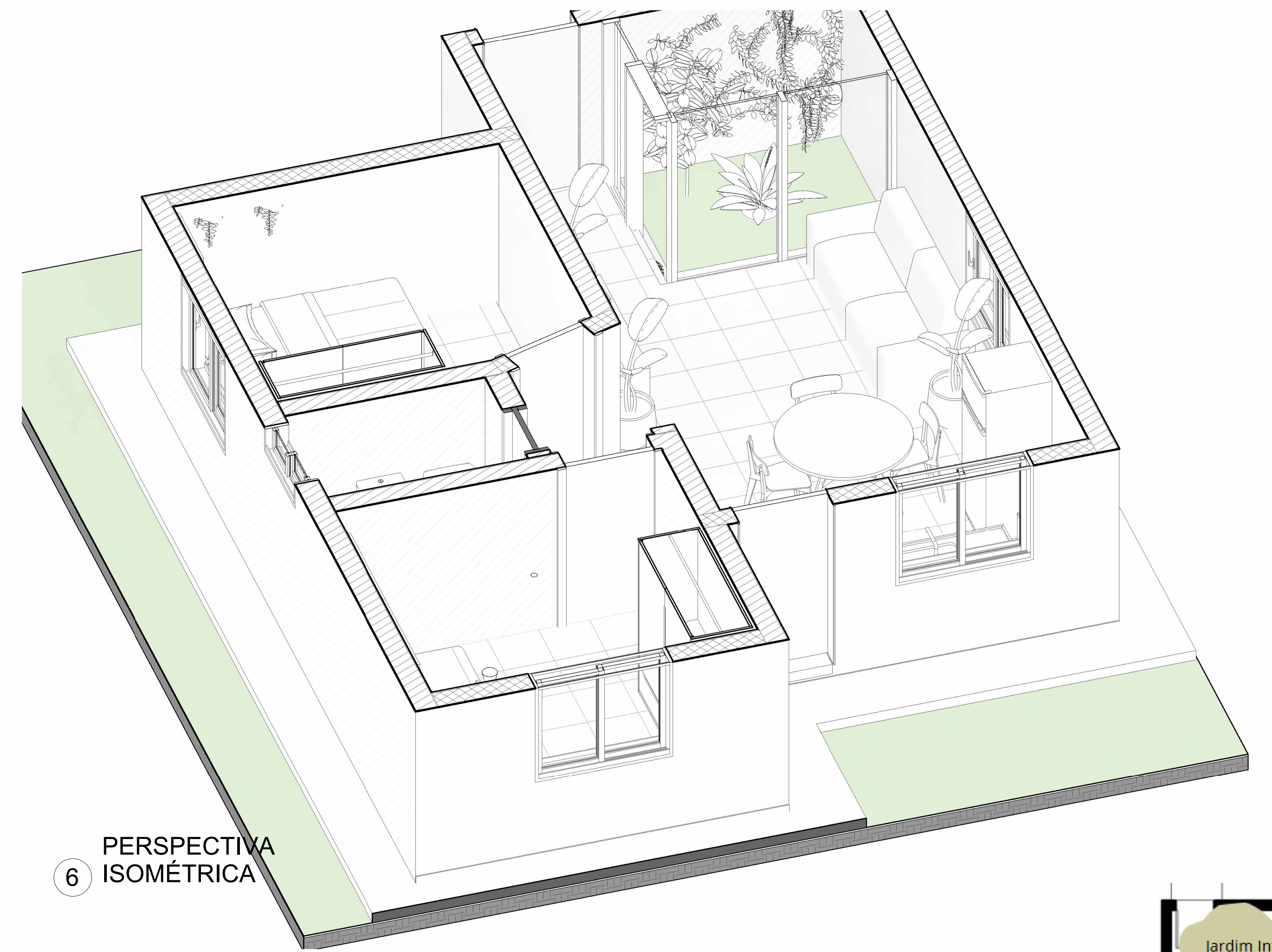
CORTE A. Placas acústicas
ESC: 1:50



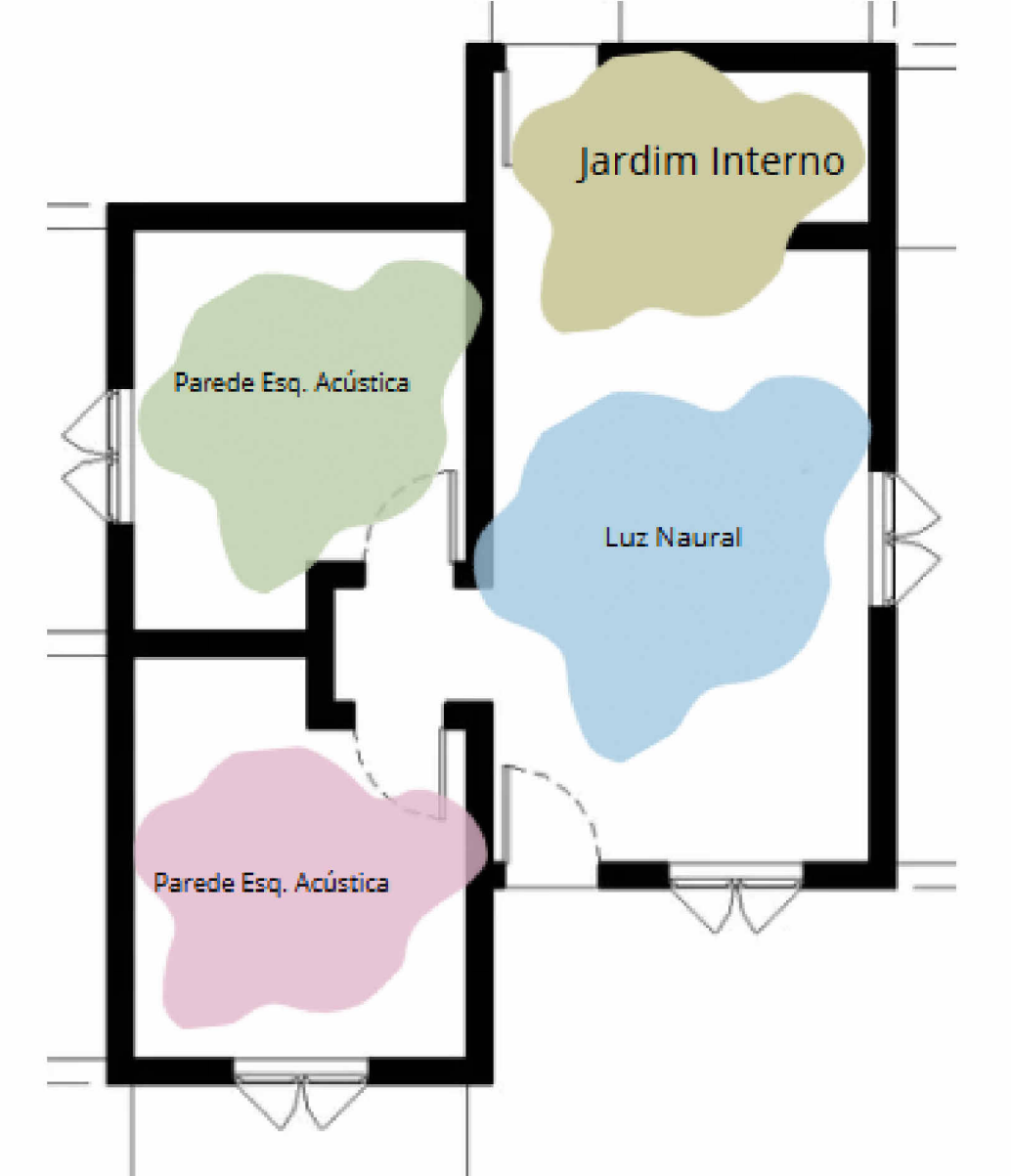
CORTE B
ESC: 1:50



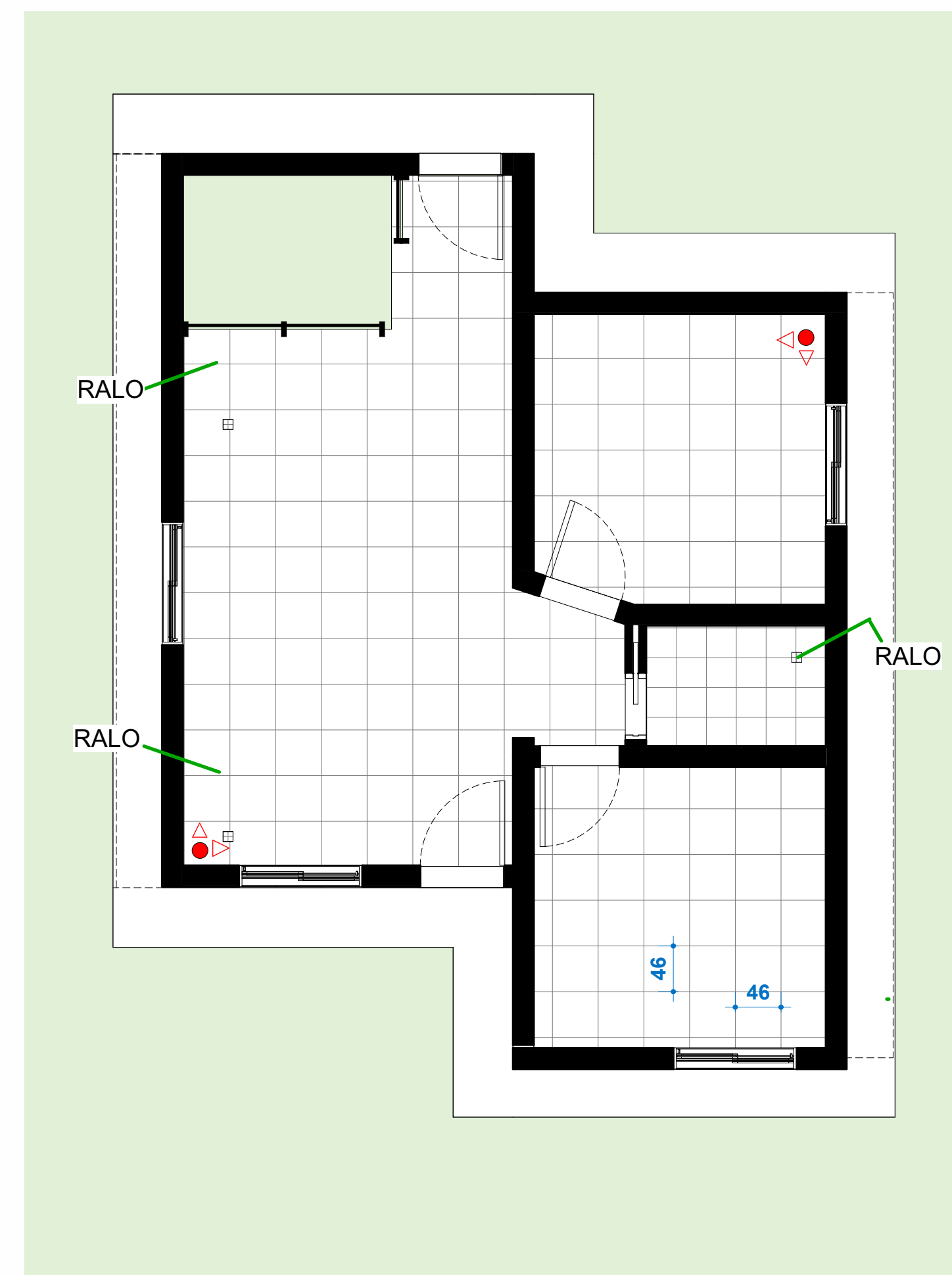
CORTE C. Vista interna
ESC: 1:50



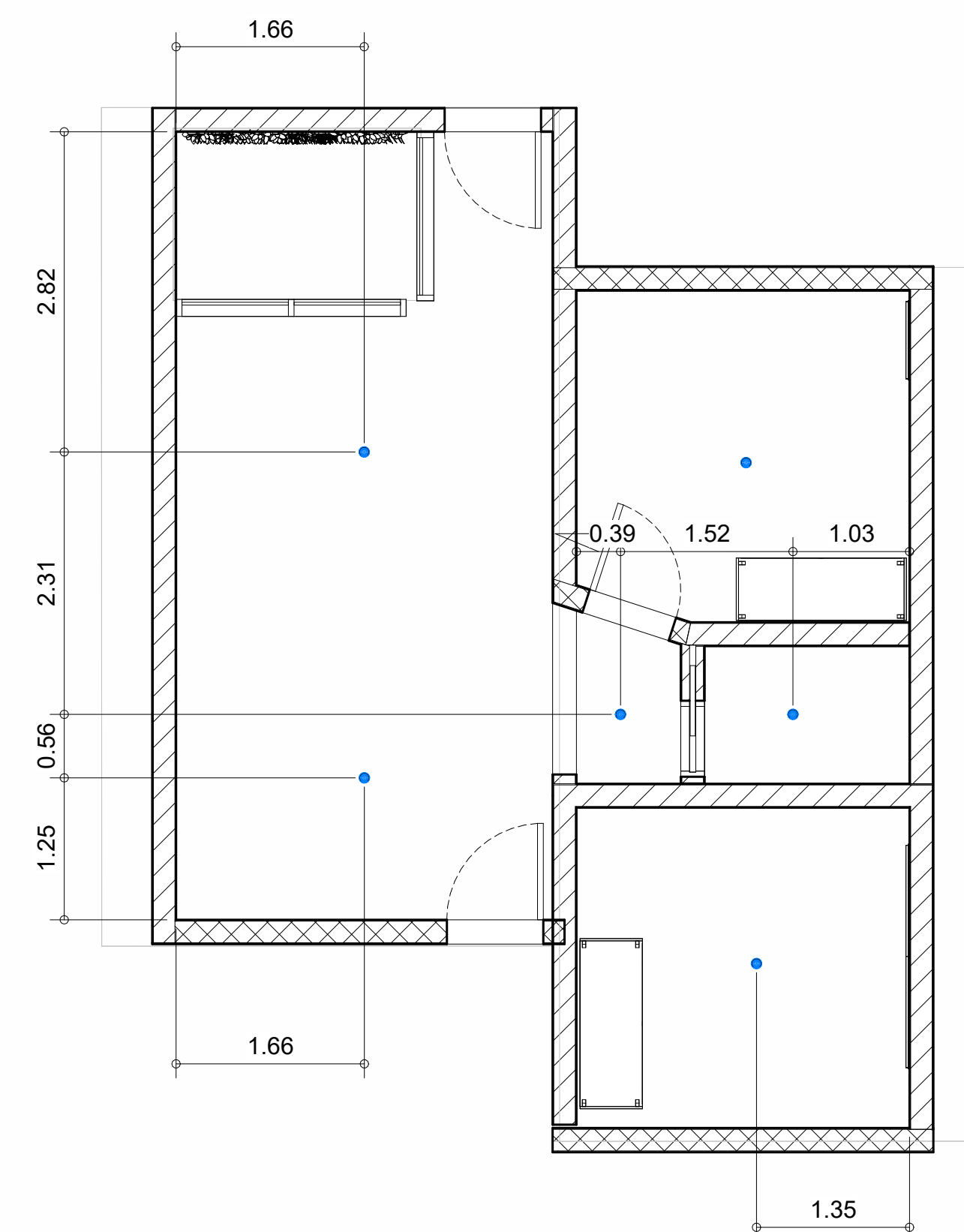
6 PERSPECTIVA ISOMÉTRICA



Planta baixa, original que recebeu propostas de melhoria.

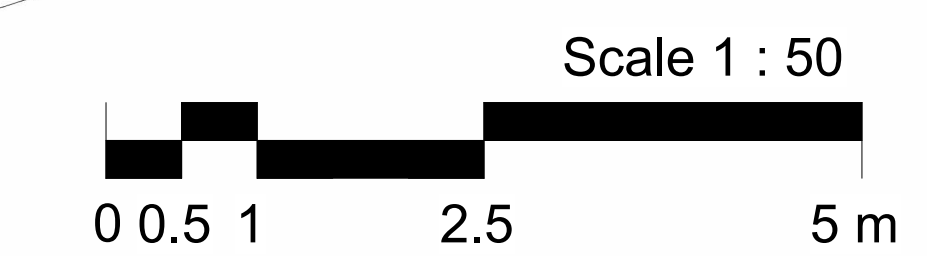
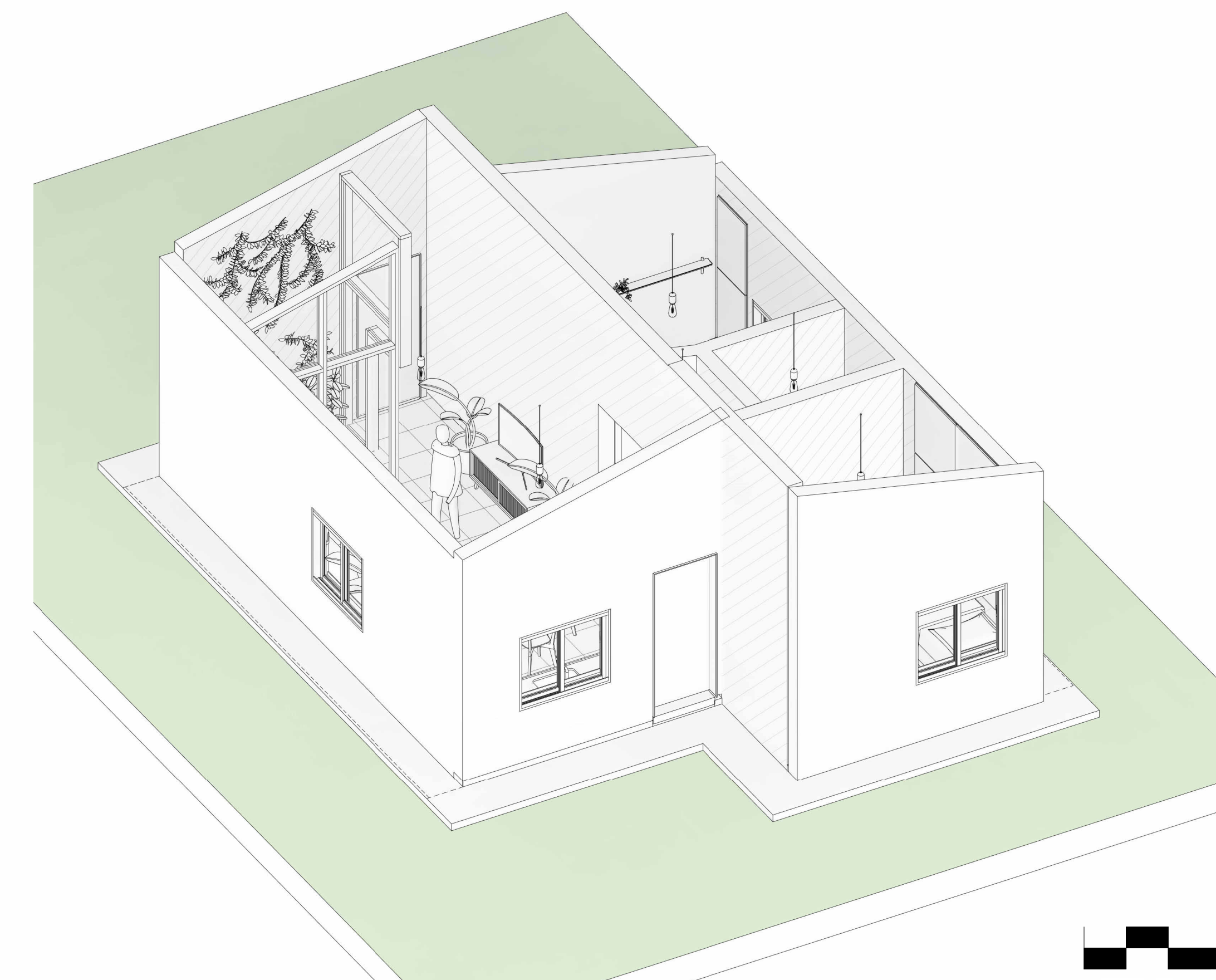


1 PLANTA BAIXA DE PISO
1:50



2 LUMINOTÉCNICO
1:50

VISTA (3D)



Nº	DIMENSÕES	MATERIAL	TIPOLOGIA	QNT.
P1	0,85x2,00x0,05	Madeira	ABRIR	4
P2	0,75x1,75x0,05	Madeira	DESLIZANTE	1
P3	0,60x2,00x0,05	VIDRO	DESLIZANTE	1
J1	1,24x1,00xP0,90	VIDRO	DESLIZANTE	4
J2	0,60x0,60xP1,50	VIDRO	DESLIZANTE	1



SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	QT.
	PENDENTE 23cmx23cm-3000K - 3.W	6

PROJETO
CONFORTO HUMANO EM CASAS DE BAIXA RENDA: PROPOSTA DE MELHORIAS NO DESIGN

LOCAL
Goiânia

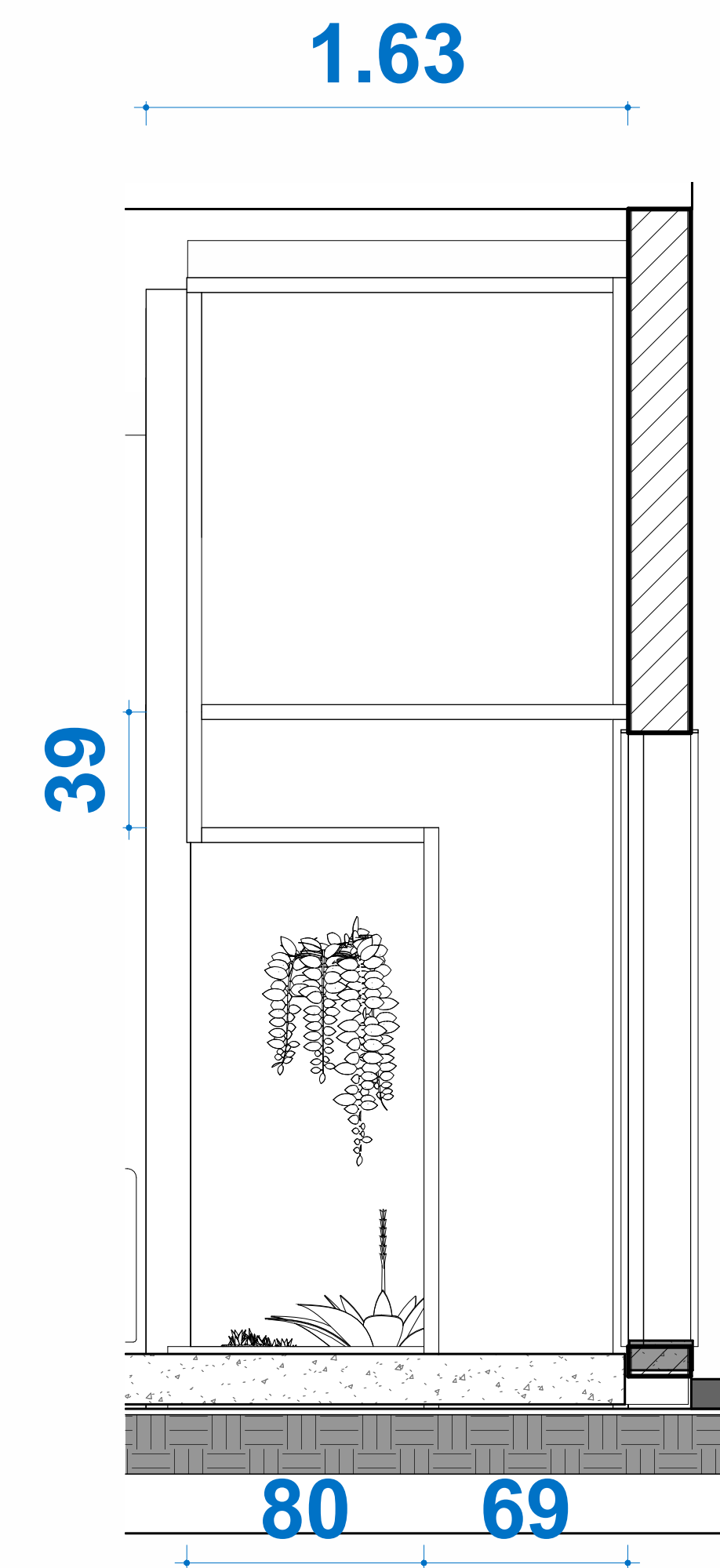
RESPONSÁVEL
Joice Gomes

DISCIPLINA
Trabalho de Conclusão de Curso II

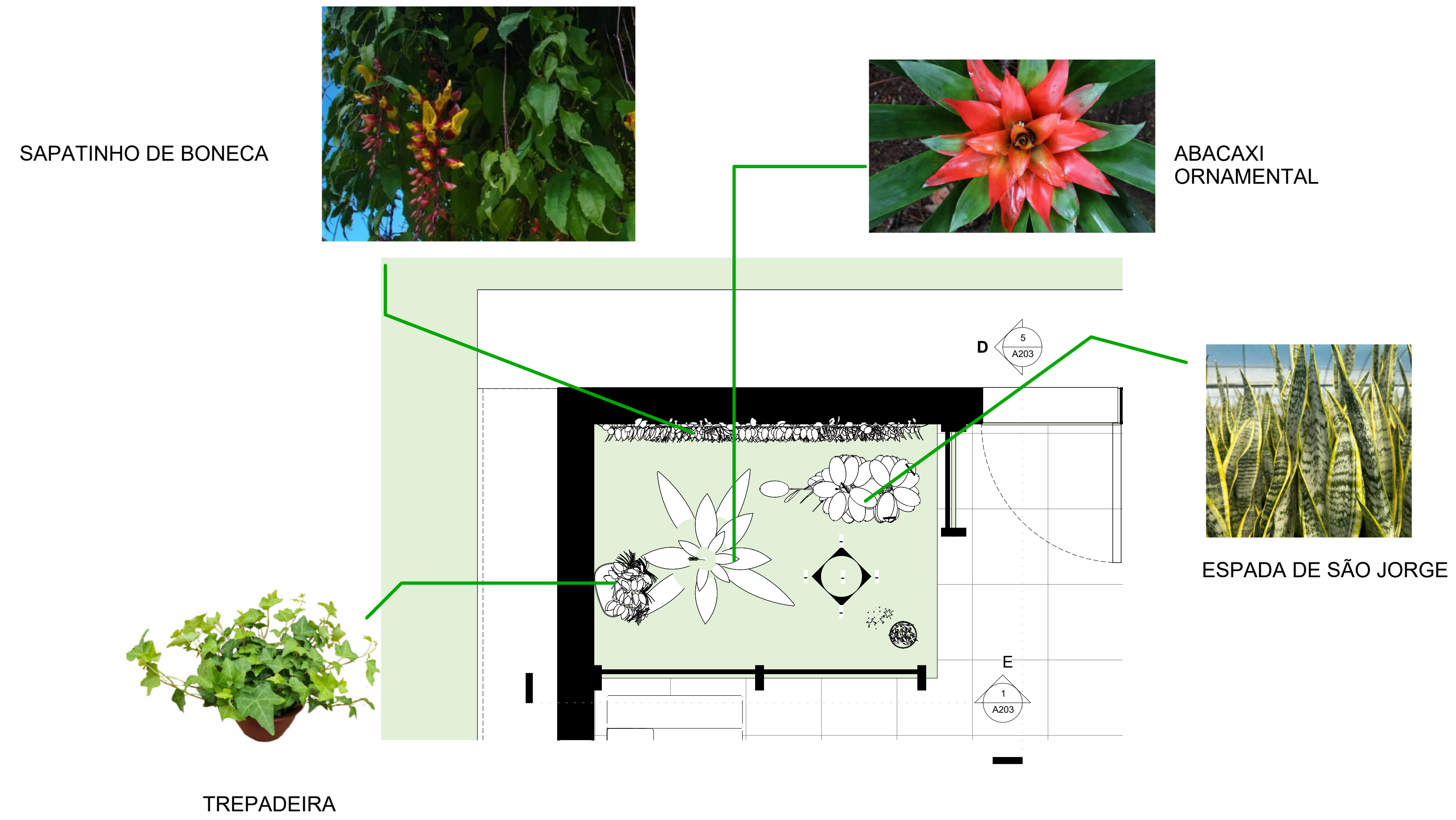
INSTITUIÇÃO
Universidade Federal de Goiás

Título
PLANTA BAIXA

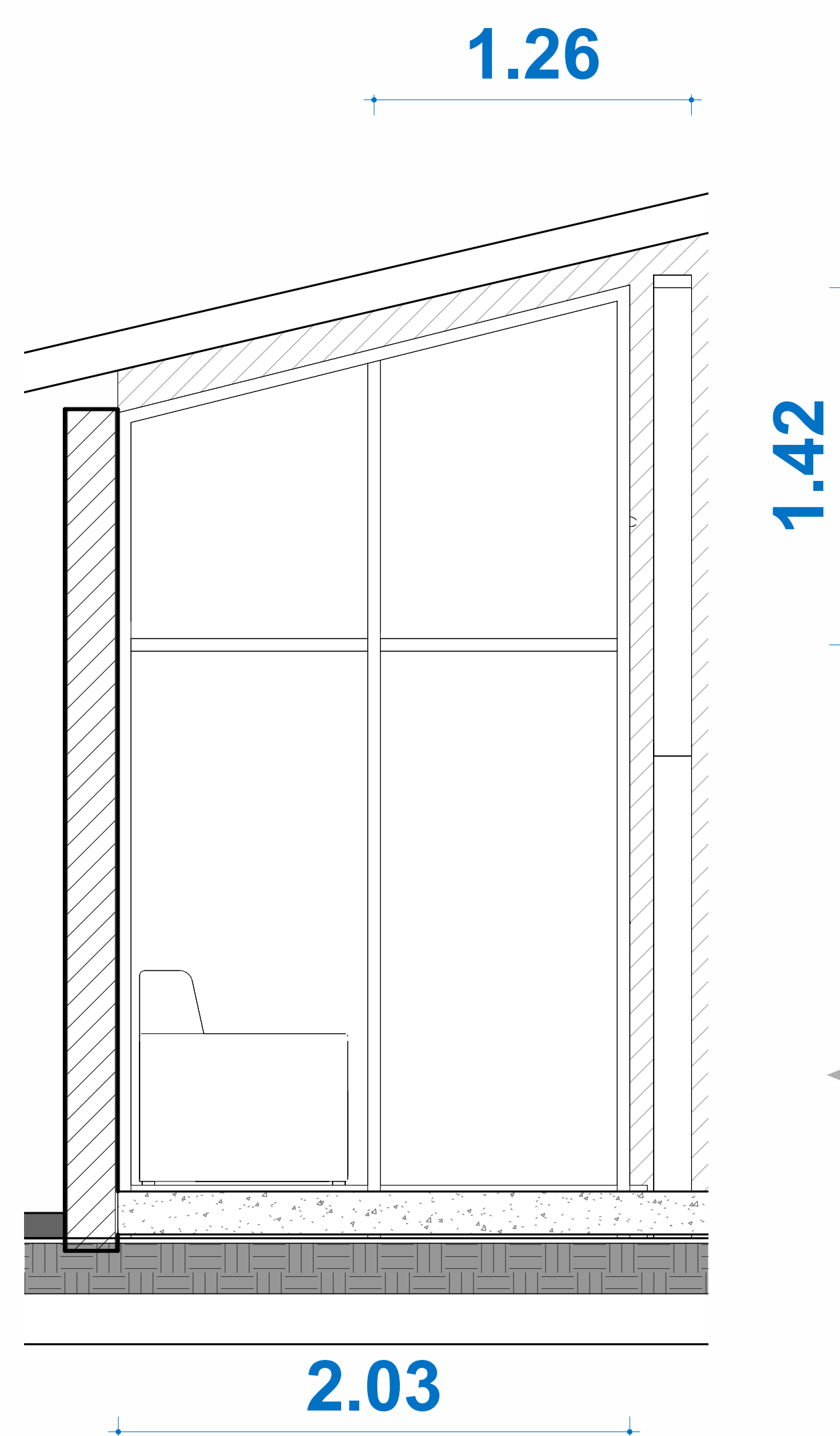
PRANCHA VERSÃO
A0103 DEZ/2025



CORTE D
ESC: 1:20



PLANTA BAIXA PLANTA BAIXA JARDIM INTERNO
ESC: 1:20



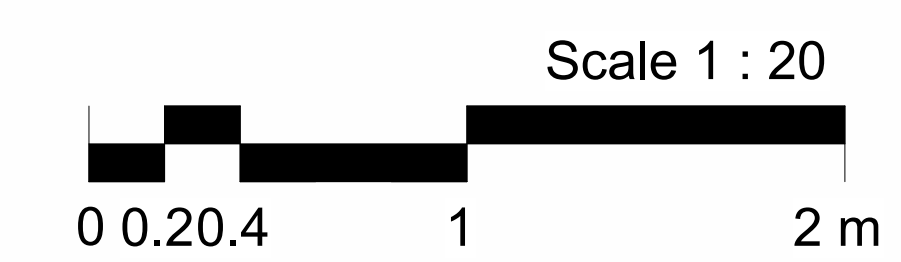
CORTE E
ESC: 1:20



VISTA 3D

FOTOS	CATEGORIA	NOME CIENTIFICO	NOME POPULAR	TAMANHO/ ALTURA	TAMANHO DA COVA LARG.X ALT.X PROF.
	ORNAMENTAL	<i>Sansevieria trifasciata Prain</i>	ESPADA-DE SÃO-JORGE	ATÉ 1,20CM	30X30X30 CM
	CACTACEAE	<i>Echeveria elegans</i>	SUCULENTA	ATÉ 6 CM	10X10X10 CM
	TERRESTRE	<i>Guzmania ligulata</i>	ABACAXI ORNAMENTAL	ATÉ 1,5 M	30X30X30 CM
	ORNAMENTAL	<i>Thunbergia mysorensis</i>	SAPATINHO-DE-BONECA	ATÉ 7 M	30X30X30 CM
	TREPADEIRA	<i>Hedera helix</i>	HERA-DOS-MUROS	ATÉ 20 CM	30X30X30 CM

DETALHAMENTO
Jardim interno



UFG
UNIVERSIDADE
FEDERAL DE GOIÁS

PROJETO
CONFORTO HUMANO EM
CASAS DE BAIXA RENDA:
PROPOSTA DE MELHORIAS NO
DESIGN

LOCAL
Goiânia

RESPONSÁVEL
Joice Gomes

DISCIPLINA
Trabalho de conclusão de curso II

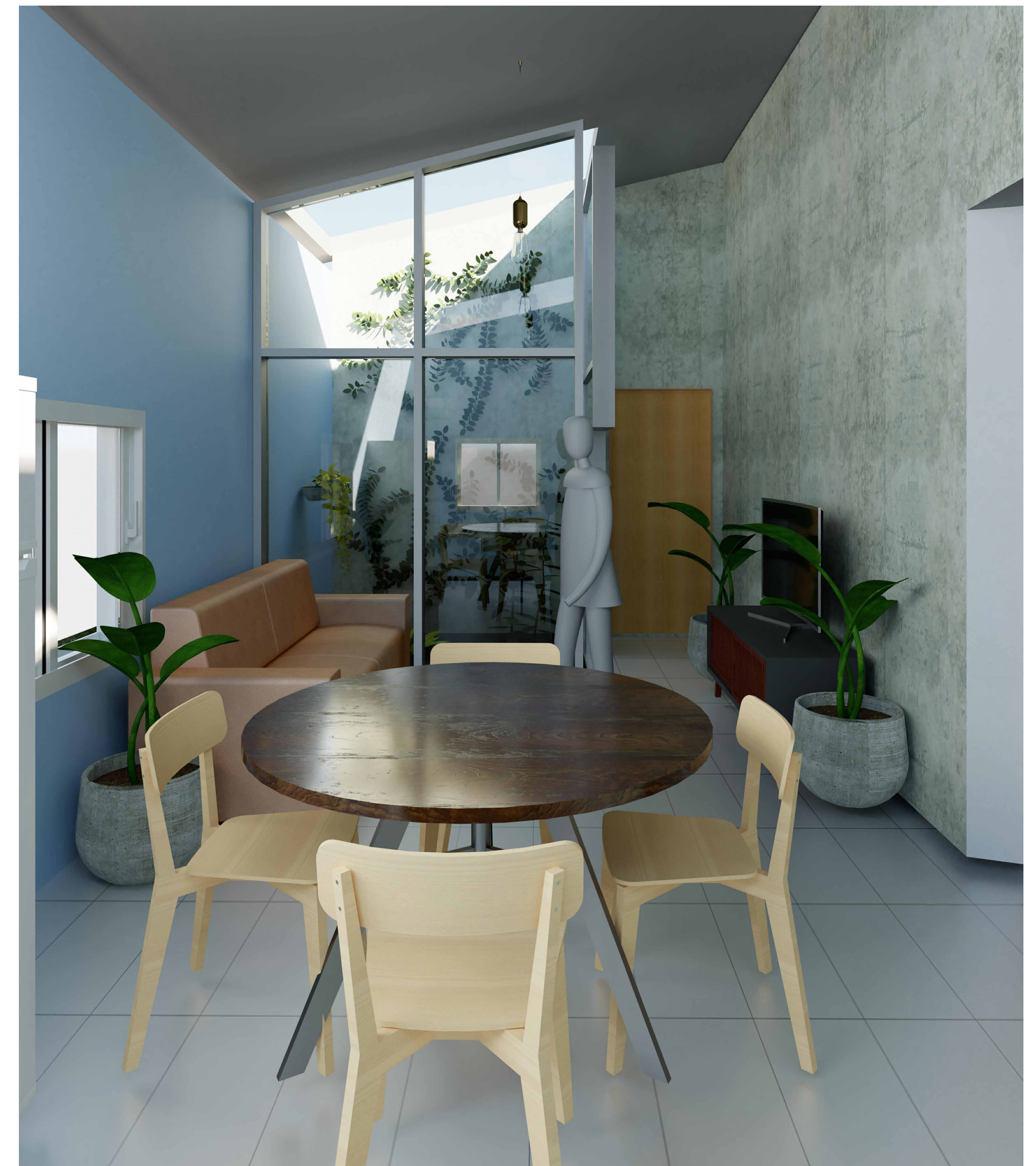
INSTITUIÇÃO
Universidade Federal de Goiás

ASSUNTO
DETALHAMENTO

UNIDADE DE MEDIDA PRANCHA DATA
M | A203 | DEZ /2025



1 RENDER 1
1:1



RENDER 2
SALA EM PERSPECTIVA



LOCAL
Goiânia

RESPONSÁVEL
Joice Gomes

DISCIPLINA
Trabalho de conclusão de curso II

INSTITUIÇÃO
Universidade Federal de Goiás

ASSUNTO
PERSPECTIVAS 3D

PROJETO
CONFORTO HUMANO EM
CASAS DE BAIXA RENDA:
PROPOSTA DE MELHORIAS NO
DESIGN

UNIDADE DE MEDIDA
M

PRANCHA
A303

DATA
DEZ
12/2025