



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE
CAMPUS LAGARTO
COORDENAÇÃO DE BACHARELADO EM ARQUITETURA E URBANISMO

BRENO WALLACE PEREIRA LIMA

**TIPOLOGIA RESIDENCIAL PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL
SUSTENTÁVEL NO SERTÃO BAIANO: ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS EM
RESPOSTA AO CONTEXTO CLIMÁTICO EM PAULO AFONSO-BA**

Lagarto
2025

BRENO WALLACE PEREIRA LIMA

**TIPOLOGIA RESIDENCIAL PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL
SUSTENTÁVEL NO SERTÃO BAIANO: ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS EM
RESPOSTA AO CONTEXTO CLIMÁTICO EM PAULO AFONSO-BA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Bacharelado em Arquitetura e
Urbanismo do Instituto Federal de Sergipe,
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Me. Marcos Vinícius Santana
Prudente.

Lagarto

2025

Lima, Breno Wallace Pereira.

L711t Tipologia residencial para habitação de interesse social sustentável no sertão baiano: estratégias sustentáveis em resposta ao contexto climático em Paulo Afonso-BA / Breno Wallace Pereira Lima. – Lagarto, 2025.
111 f. ; il.

Monografia (Graduação) – Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe – IFS, 2025.
Orientador: Prof. MSc. Marcos Vinícius Santana Prudente.

1. Planejamento urbano. 2. Responsabilidade sócio ambiental. 3. Arquitetura. 4. Pesquisa qualitativa. I. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipee – IFS. II. Título.

CDU: 711.4:001.8



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE
COLEGIADO DO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO
Estrada da Barragem - Jardim Campo Novo, Lagarto – SE
Fone: (79) 3321-1500

Apêndice inserido da Instrução Normativa nº 04/2020/PROEN

CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia

TIPOLOGIA RESIDENCIAL PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL SUSTENTÁVEL NO SERTÃO BAIANO: ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS EM RESPOSTA AO CONTEXTO CLIMÁTICO EM PAULO AFONSO-BA

BRENO WALLACE PEREIRA LIMA

Esta monografia foi apresentada às 9:00 horas do dia 10 de março de 2025 como requisito parcial para a obtenção do título de **Bacharel em Arquitetura e Urbanismo**. O candidato foi arguido pela banca examinadora composta pelos examinadores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Me. Marcos Elan Alves de Araújo
(Membro interno)

Arquiteto Me. Fernando Sandes Soares
(membro externo)

Prof. Me. Marcos Vinícius Santana Prudente
Orientador

Prof. Me. Anselmo Araújo Matos
Coordenador (a) do Curso

Dedico à minha família, amigos,
docentes e a Deus. Todos esses que,
de alguma forma, me impulsionaram
até aqui.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não teria sido possível sem o apoio e a inspiração de muitas pessoas, quero expressar minha profunda gratidão a todas elas.

Agradeço primeiramente à minha família, especialmente à minha mãe, pelo amor incondicional e pelo suporte constante ao longo desta jornada. E ao meu pai, que infelizmente nos deixou este ano, dedico este trabalho. Em memória a aquele que foi meu maior incentivador e me empurrou pra frente quando nem eu acreditei em mim. Como diz a canção "Tocando em Frente", de Almir Sater, "cada um de nós compõe a sua própria história" — e ele foi o autor das páginas mais significativas da minha. Professor da minha índole, acreditava profundamente que, independentemente de sua situação, toda alma no mundo merece dignidade, lar e família.

Agradeço aos meus professores e ao meu orientador, cujos ensinamentos e orientação foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto. A todos os amigos de curso, pelas discussões enriquecedoras e pelo companheirismo ao longo desses anos. Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Este TCC é mais do que um requisito acadêmico; é uma celebração do conhecimento adquirido, das experiências vividas e das pessoas que fizeram parte dessa trajetória.

"Para aqueles que acreditam nos sonhos, não existe obstáculo" — e eu sigo acreditando, sempre.

RESUMO

Tendo em vista a carência de moradia digna e acessível para populações de baixa renda em Paulo Afonso-BA, esta pesquisa busca desenvolver um modelo de habitação de interesse social como tipologia residencial sustentável para habitação popular no sertão de Paulo Afonso que responda de maneira eficaz aos desafios climáticos da região. Para tanto, é necessário elaborar um projeto arquitetônico piloto para habitação de interesse social sustentável, bem como analisar o contexto socioeconômico e ambiental da cidade e investigar as políticas públicas relacionadas à habitação de interesse social. Realizou-se, então, uma pesquisa aplicada utilizando uma abordagem qualitativa, dividida em quatro etapas: revisão bibliográfica, coleta de dados, estudo de casos de projetos sustentáveis e desenvolvimento do projeto arquitetônico. Concluiu-se que as habitações de interesse social precisam integrar princípios de sustentabilidade e resiliência, e que a participação comunitária, aliada a políticas públicas e incentivos governamentais, é essencial para promover a qualidade de vida dos moradores e a eficiência ambiental. Portanto, a arquitetura sustentável pode ser uma solução eficaz para os desafios habitacionais em regiões de clima severo como Paulo Afonso, contribuindo para o desenvolvimento socioambiental, contribui assim para a melhoria da qualidade de vida da população, a redução do impacto ambiental, o desenvolvimento urbano sustentável e a criação de cidades mais justas e resilientes.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Arquitetura Bioclimática; Habitação de Interesse Social; Semiárido.

ABSTRACT

Given the lack of adequate and affordable housing for low-income populations in Paulo Afonso, BA, this research aims to develop a social housing model to address the question: How can we design a sustainable residential typology for affordable housing in the semi-arid region of Paulo Afonso that effectively meets the region's climatic challenges? To this end, it is necessary to create a pilot architectural project for sustainable social housing, analyze the city's socio-economic and environmental context, and investigate public policies related to social housing. The study employs an applied research approach using a qualitative methodology, divided into four stages: literature review, data collection, case studies of sustainable projects, and the development of the architectural design. The research concludes that social housing needs to incorporate principles of sustainability and resilience and that community participation, along with public policies and government incentives, is essential to promote residents' quality of life and environmental efficiency. Therefore, sustainable architecture can be an effective solution to housing challenges in regions with harsh climates like Paulo Afonso, contributing to socio-environmental development, improving the population's quality of life, reducing environmental impact, promoting sustainable urban development, and creating more equitable and resilient cities.

Keywords: Sustainability; Bioclimatic Architecture; Social Housing; Semi-arid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– A História da Habitação Social no Brasil: Minha Casa Minha Vida.....	19
Figura 2	– Ventilação Cruzada.....	38
Figura 3	- Cerca viva a 3m e 6m de distância da residência.....	41
Figura 4	- Árvores a 3m e 6m de distância da residência.....	41
Figura 5	- Movimentação da brisa sem e com vegetação.....	41
Figura 6	- Movimentação da brisa em relação a cerca viva.....	42
Figura 7	- Movimentações da Terra na abóbada celeste em relação ao Sol.....	43
Figura 8	- Ângulos que referenciam o trajeto do sol na abóbada celeste.....	44
Figura 9	- Exemplo de Carta Solar e suas definições.....	44
Figura 10	- Divisão da carta solar e seus ângulos.....	45
Figura 11	- Localização Paulo Afonso-BA.....	47
Figura 12	- Complexo Hidrelétrico Paulo Afonso-BA.....	48
Figura 13	- Eclusa de Paulo Afonso.....	49
Figura 14	- Formação da Cidade.....	50
Figura 15	- Separação entre Vila Operária e o restante da população.....	51
Figura 16	- Entrada da Vila Operária e Obras.....	52
Figura 17	- Clube Paulo Afonso: vista aérea da cidade.....	52
Figura 18	- Calçadão comercial na Avenida Getúlio Vargas: Paulo Afonso (BA).....	53
Figura 19	- Moradores de rua nas imediações do centro da cidade.....	55
Figura 20	- Mapa das 8 Zonas Bioclimáticas no Brasil.....	57
Figura 21	- Carta bioclimática adaptada sugerida por Givoni 1992.....	58
Figura 22	- Carta Solar de Paulo Afonso-BA.....	60
Figura 23	- Exemplo de fachada na Carta Solar, Paulo Afonso-BA.....	61
Figura 24	- Análise de sombreamento da fachada, Paulo Afonso-BA.....	61
Figura 25	- Fluxograma de Metodologia.....	64
Figura 26	- Fachadas HIS/ 24.7 Arquitetura Design.....	66
Figura 27	- Diagrama de usos.....	66
Figura 28	- Setorização HIS/ 24.7 Arquitetura Design.....	67
Figura 29	- Implantações HIS/ 24.7 Arquitetura Design.....	68
Figura 30	- Cores de Fachadas HIS/ 24.7 Arquitetura Design.....	68
Figura 31	- Corte esquemático HIS/ 24.7 Arquitetura Design.....	69

Figura 32	- Corte esquemático 2 HIS/ 24.7 Arquitetura Design.....	69
Figura 33	- Modulação e setorização.....	70
Figura 34	- Cobertura verde	70
Figura 35	- Projeto executado Taller ADG.....	71
Figura 36	- Planta Baixa./ Taller ADG.....	72
Figura 37	- Corte Transversal./ Taller ADG.....	73
Figura 38	- Corte Longitudinal/Taller ADG.....	73
Figura 39	- Perspectiva Esquemática (Axonométrica) com informações projetuais.....	74
Figura 40	- Fluxograma dos ambientes do módulo piloto.....	78
Figura 41	- Setorização dos ambientes do módulo piloto.....	78
Figura 42	- Planta baixa da Residência Piloto.....	79
Figura 43	- Planta baixa de cobertura da Residência Piloto.....	80
Figura 44	- Detalhamento de cobertura verde Residência Piloto.....	81
Figura 45	- Corte Pátio de ventilação.....	82
Figura 46	- Corte Torre de ventilação.....	83
Figura 47	- Fachadas com cores variadas.....	83
Figura 48	- Perspectiva isométrica da implantação Oeste.....	84
Figura 49	- Perspectiva da orientação Oeste.....	85
Figura 50	- Carta solar de sombreamento de marquise.....	86
Figura 51	- Carta solar de sombreamento painel brise horizontal móvel.....	87
Figura 52	- Carta solar de sombreamento marquises laterais dos dormitórios.....	88
Figura 53	- Detalhamento bloco Jardineira NeoRex85 para muro verde.....	89
Figura 54	- Perspectiva isométrica da implantação Norte.....	90
Figura 55	- Perspectiva de orientação Norte.....	90
Figura 56	- Carta solar de sombreamento marquise fachada principal (Norte).....	91
Figura 57	- Carta solar de sombreamento marquise sobre janela dormitório (Norte). ..	92
Figura 58	- Perspectiva isométrica da implantação Sul.....	93
Figura 59	- Perspectiva isométrica da orientação Sul.....	93
Figura 60	- Carta solar de sombreamento marquise sobre janelas J01 e J02.....	94
Figura 61	- Carta solar de sombreamento marquise sobre janela do 1º dormitório.....	95
Figura 62	- Carta solar de sombreamento marquise sobre janela do 2º dormitório.....	96
Figura 63	- Perspectiva de orientação Norte (Fundos).....	97

Figura 64	- Perspectiva isométrica da implantação Leste.....	98
Figura 65	- Perspectiva isométrica orientação Leste.....	98
Figura 66	- Carta solar de sombreamento marquise sobre janelas J01 e J02.....	99
Figura 67	- Carta solar de sombreamento marquise sobre janela do 2º dormitório....	100
Figura 68	- Carta solar de sombreamento marquise orientação Leste sobre J01 e J02..	101
Figura 69	- Perspectiva de orientação Leste(Fundos).....	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	-Síntese de estratégias para sombreamento.....	34
Tabela 2	-Síntese de estratégias para a massa térmica de refrigeração.....	36
Tabela 3	-Síntese de estratégias para ventilação natural.....	39
Tabela 4	-Síntese de estratégias para o resfriamento por evaporação.....	42
Tabela 5	-Estratégias para Zona Bioclimática 7.....	59
Tabela 6	-Estratégias de condicionamento térmico passivo para a zona bioclimática 7	59
Tabela 7	-Estratégias bioclimáticas por ordem alfabética e seus detalhamentos.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CIB	Conseil International du Bâtiment (Conselho Internacional para a Pesquisa e Documentação sobre o Edifício e a Ambiente Construído)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFS	Instituto Federal de Sergipe
MCMV	Minha Casa Minha Vida
NBR	Norma Brasileira
PROJETEEE	Projetando Edificações Energeticamente Eficientes
BTC	Bloco de terra comprimida
GEE	Gases do Efeito Estufa
LABEEE	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
HIS	Habitação de Interesse Social
BRE	Building Research Establishment
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
CHESF	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
FJP	Fundação João Pinheiro
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1	Habitação Social no Brasil.....	16
2.2	Políticas Públicas, Legislação Urbana e Normas Técnicas:.....	21
2.3	Sustentabilidade na Habitação de Interesse Social.....	23
2.3.1	Arquitetura Sustentável.....	23
2.3.1.1	Eficiência Energética.....	25
2.3.1.2	Uso dos Recursos Naturais.....	26
2.3.1.3	Impacto Ambiental.....	28
2.3.1.4	Conforto e Qualidade de Vida.....	29
2.3.1.5	Durabilidade e Manutenção.....	30
2.3.1.6	Avaliação da Construção Sustentável.....	31
2.3.2	Arquitetura Bioclimática.....	32
2.3.2.1	Orientação e posicionamento	32
2.3.2.2	Carta Solar.....	33
2.3.2.3	Proteção Solar.....	34
2.3.2.4	Materiais e Isolamento	36
2.3.2.5	Ventilação Natural.....	39

2.3.2.6	Resfriamento Evaporativo.....	41
2.4	Paulo Afonso, BA: Luz e Progresso.....	48
2.4.1	Crescimento Populacional.....	51
2.4.2	Déficit Habitacional.....	55
2.4.3	Condicionantes climáticas e ambientais de Paulo Afonso.....	57
3	METODOLOGIA.....	62
4	ESTUDOS DE CASOS	64
4.1	Habitação de Interesse Social Sustentável/ 24.7 Arquitetura Design:....	64
4.2	Habitação de Interesse Social Do território ao habitante / Taller ADG:	70
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
5.1	Condicionantes Legais.....	77
5.2	Programa de Necessidades.....	77
5.3	Táticas Projetuais Bioclimáticas adotadas.....	80
5.4	Implantação.....	84
5.4.1	Implantação com fachada principal voltada para o Oeste.....	84
5.4.2	Implantação com fachada principal voltada para o Norte.....	89
5.4.3	Implantação com fachada principal voltada para o Norte.....	93
5.4.4	Implantação com fachada principal voltada para o Norte.....	98
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
	REFERÊNCIAS	105
	APÊNDICE A - ANTEPROJETO ARQUITETÔNICO.....	110

1 INTRODUÇÃO

Discussões sobre habitação de interesse social tem sido uma questão recorrente tanto no Brasil quanto em várias partes do mundo. No contexto brasileiro, a carência de moradia digna afeta milhões de pessoas, evidenciando a necessidade de políticas e projetos que atendam às demandas habitacionais das populações mais vulneráveis. A urbanização acelerada nas últimas décadas tem sido acompanhada por um aumento na demanda por habitações de interesse social em áreas urbanas. Este fenômeno é impulsionado por diversos fatores, incluindo o crescimento populacional, migrações internas, êxodo rural, e desafios econômicos que limitam o acesso a moradias adequadas. Consequentemente, as cidades enfrentam uma crescente pressão por soluções habitacionais que sejam acessíveis, seguras e que garantam condições mínimas de vida digna para a população de baixa renda.

No entanto, a mera construção de moradias não é suficiente para enfrentar os desafios habitacionais. É essencial considerar a qualidade dessas habitações e seu impacto no meio ambiente e nas comunidades locais. Nesse sentido, a adoção de conceitos de arquitetura sustentável é fundamental para garantir que os projetos de habitação de interesse social atendam não apenas às necessidades imediatas de moradia, mas também promovam o desenvolvimento urbano sustentável a longo prazo. A arquitetura sustentável busca minimizar o impacto ambiental das construções, promover o uso eficiente de recursos naturais, garantir conforto e qualidade de vida aos ocupantes, e fortalecer as comunidades locais. Quando aplicada a projetos de habitação de interesse social, essa abordagem pode trazer uma série de benefícios.

Na esteira desse contexto, a cidade de Paulo Afonso, surge como um microcosmo que reflete as complexidades e desafios enfrentados no âmbito das discussões acerca da habitação de interesse social. Apresenta uma realidade que reflete a necessidade premente de habitações de interesse social. Situada às margens do Rio São Francisco e marcada por uma rica história ligada à geração de energia hidrelétrica, a cidade enfrenta desafios em termos de acesso à moradia digna para sua população. Apresenta características ambientais e climáticas típicas da região semiárida, com clima predominantemente quente e seco, com chuvas concentradas em poucos meses do ano. Essas condições climáticas influenciam diretamente na capacidade de adaptação das comunidades locais.

Além dos fatores climáticos severos, a cidade apresenta uma realidade socioeconômica complexa, caracterizada por uma população diversificada em termos de renda e condições de vida. Enquanto parte da população desfruta de padrões de vida mais elevados,

outra parcela significativa enfrenta dificuldades para acessar moradias adequadas, vivendo em condições precárias em áreas informais ou sujeitas a vulnerabilidades socioambientais.

Marcada por uma rica diversidade socioeconômica, ambiental e cultural, Paulo Afonso se destaca como um cenário propício para a implementação de projetos arquitetônicos que transcendam a mera construção de moradias, visando integrar-se harmoniosamente ao tecido social, ambiental e cultural da comunidade.

O município se desenvolveu no sertão nordestino, enraizado em problemáticas habitacionais e sociais que se mantêm até os dias atuais. Com um crescimento populacional descontrolado, apresenta uma porcentagem de 42,01% de pobreza da sua população, segundo o censo de 2023 do IBGE, e ocupa a 16ª posição de cidade mais populosa da Bahia, um dos maiores estados do Brasil.

O meio ambiente da cidade foi alterado de forma radical com a mudança de fluxo das águas para aproveitamento energético quando da construção da usina hidrelétrica. Isso ocasionou uma ocupação irregular de áreas de risco, como encostas e margens de rios, aumentando a vulnerabilidade das populações mais pobres e as expondo a riscos de desastres naturais, como enchentes e deslizamentos de terra. Portanto, a implementação de políticas e projetos de habitação sustentáveis de interesse social em Paulo Afonso é essencial não apenas para atender às necessidades básicas de moradia, mas também para promover a segurança e a qualidade de vida das comunidades locais.

As iniciativas de habitações sociais em Paulo Afonso seguem o programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) e possuem algumas deficiências em tecnologias de sustentabilidade e conforto além do mínimo adotado para o usuário, resultando em moradias que não proporcionam uma boa qualidade de vida para os seus moradores. Nesse contexto, a busca por essas soluções arquitetônicas que aliem o bem-estar humano, a sustentabilidade ambiental e a inclusão social se tornou imperativa, especialmente em regiões caracterizadas por desafios socioeconômicos e ambientais, como é o caso da cidade de Paulo Afonso. Nesse sentido, o desenvolvimento de projetos arquitetônicos voltados para habitação de interesse social seguindo os conceitos da arquitetura sustentável emerge como uma resposta crucial para enfrentar as demandas habitacionais e promover o desenvolvimento socioambiental dessa região.

Diante da problemática apresentada e considerando ainda as pressões humanas de poluição em virtude de uma cidade em desenvolvimento, construções em locais de risco e crescimento de favelas,¹ surge o problema da pesquisa: Como desenvolver uma tipologia

¹ **Favela:** Assentamento informal e precário, marcado por falta de infraestrutura e estigma social. O

residencial sustentável para habitação popular no sertão de Paulo Afonso - BA, que responda de maneira eficaz aos desafios climáticos da região?

O objetivo geral deste trabalho é a elaboração de um anteprojeto arquitetônico para um modelo piloto de habitação de interesse social sustentável na cidade de Paulo Afonso, Bahia, considerando as características socioeconômicas, ambientais e culturais da região.

Para alcançar o objetivo geral, essa pesquisa tem como objetivos específicos: Analisar o contexto socioeconômico e ambiental de Paulo Afonso, identificando os principais desafios e oportunidades relacionados à habitação de interesse social e à sustentabilidade urbana; Investigar as políticas públicas municipais, estaduais e federais relacionadas à habitação de interesse social e à sustentabilidade urbana, avaliando sua efetividade e aplicabilidade no contexto local; Percorrer as características climáticas e geográficas da região de Paulo Afonso, analisando seu impacto no conforto ambiental e na viabilidade de soluções arquitetônicas sustentáveis; Realizar estudos de casos e experiências bem-sucedidas de projetos de habitação de interesse social sustentável em outras localidades, buscando lições aprendidas e boas práticas aplicáveis ao contexto do município; estudar as diretrizes e recomendações para a elaboração de projetos arquitetônicos de habitação de interesse social sustentável, considerando aspectos como eficiência energética, uso de materiais sustentáveis, acessibilidade, segurança e valorização do patrimônio cultural.

O desenvolvimento desse trabalho se justifica pela necessidade de enfrentar os desafios apresentados pela cidade de Paulo Afonso no que diz respeito ao acesso à moradia digna, considerando as condições climáticas severas do município, especialmente para as populações de baixa renda. A implementação de projetos de habitação de interesse social, pautados em princípios de sustentabilidade ambiental e inclusão social, é fundamental para enfrentar esses desafios e promover o desenvolvimento urbano responsável na região. Esses projetos não apenas contribuirão para melhorar as condições de vida das comunidades locais, mas também para fortalecer a resiliência das cidades frente aos desafios socioambientais do século XXI.

Sua relevância reside na contribuição na discussão acerca da construção de cidades mais justas, resilientes e sustentáveis, onde o direito à moradia digna e a preservação do meio ambiente sejam garantidos de forma equitativa e eficiente.

termo "comunidades urbanas" é utilizado para substituir "favela", buscando uma linguagem mais neutra e inclusiva, que reconheça a diversidade e o potencial desses locais. A mudança reflete um esforço para combater o preconceito e promover uma visão mais positiva e realista.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os temas que fundamentam esta pesquisa traçam um panorama sobre habitações de interesse social, suas diretrizes, legislações e sua importância. Aborda também conceitos sobre arquitetura sustentável e como sua aplicação pode trazer melhorias para as construções e dignidade para os moradores do local abordado. Essas informações têm o intuito de embasar a temática deste estudo.

2.1 Habitação Social no Brasil

A habitação de interesse social no Brasil tem suas raízes profundamente entrelaçadas com os processos de urbanização, industrialização e as políticas públicas que, desde o início do século XX, têm tentado responder ao desafio de abrigar uma população crescente e cada vez mais urbana. A história desta habitação é também a história das desigualdades sociais e espaciais no país, marcada por sucessivas tentativas de reduzir o déficit habitacional e melhorar as condições de vida da população de baixa renda.

O rápido crescimento urbano gera uma necessidade de infraestrutura e equipamentos urbanos na mesma proporção, o que causa problemas na qualidade de vida da população e nos amontoados habitacionais. No início do século XX, o Brasil começou a se urbanizar rapidamente. O êxodo rural impulsionado pela industrialização e a falta de políticas habitacionais eficazes resultaram no crescimento desordenado das cidades, com a formação de favelas e cortiços. Nessa época, as condições de moradia nas áreas urbanas eram extremamente precárias, caracterizadas por habitações insalubres e superlotadas (Bonduki, 2014).

Com os processos construtivos de vilas operárias e a substituição dos cortiços por essas habitações da grande massa popular vigente a relação era aceitável entre a classe dominante e dominada, desde que a segunda não fosse construída em locais com potencial nobre, Villaça (1986) relata que essas vilas eram consideradas higiênicas, mas elas seriam construídas fora da aglomeração urbana. A Lei Municipal de São Paulo nº 413 de 1901 isentava de impostos as vilas operárias construídas “fora do perímetro central”.

A construção de vilas era muito comum durante a industrialização do Brasil, segundo Bonduki (1998, p.47) “[...] muitas empresas criaram não só vilas, mas verdadeiras cidadelas, porque se estabeleciam em locais isolados, onde inexistia mercado de trabalho ou

cidades capazes de concentrar trabalhadores e oferecer o mínimo de serviços e equipamentos urbanos”.

A partir da década de 1930, durante o governo de Getúlio Vargas, surgiram as primeiras iniciativas governamentais voltadas para a habitação de trabalhadores urbanos. A criação dos Institutos de Aposentadorias e Pensões (IAPs) foi uma resposta às pressões da classe trabalhadora, que reivindicava melhores condições de vida. Esses institutos construíram as primeiras vilas operárias, que, embora fossem uma forma de atender à demanda por habitação, estavam restritas aos trabalhadores formais, excluindo grande parte da população urbana (Cardoso, 2016).

Segundo Bonduki (2004):

[...] o objetivo dos governos desenvolvimentistas era estimular a criação de uma solução habitacional de baixo custo na periferia, visto ser ela conveniente para o modelo de capitalismo que se implantou no país a partir de 1930, por manter baixos os custos de reprodução da força de trabalho e viabilizar o investimento na industrialização do país (Bonduki, 2004, p.12).

Uma das soluções propostas para essa problemática foi a criação da Fundação da Casa Própria, aumentando a facilidade de conseguir créditos imobiliários através da Caixa Econômica Federal, mas somente as famílias de classe média conseguiam o auxílio necessário, criando assim uma disparidade de moradia enorme que aumentou massivamente as periferias, favelas e loteamentos clandestinos.

Com o golpe militar de 1964, o Brasil entrou em uma nova fase de desenvolvimento econômico e urbanização. Nesse contexto, o governo criou o Banco Nacional de Habitação (BNH) em 1964 e o Sistema Financeiro de Habitação (SFH), que visavam financiar a construção de moradias populares e reduzir o déficit habitacional. O BNH foi responsável pela construção de grandes conjuntos habitacionais, como a Cidade de Deus no Rio de Janeiro, Vila Kennedy, entre outros (Botega, 2007).

O Plano Nacional de Habitação tomou o lugar da Fundação da Casa Própria e entrou na frente de estratégias de desenvolvimento, além de financiar as moradias construídas pelas cooperativas populares, ou Companhias de Habitação Popular (COHAB) junto com o Banco de Habitação Nacional. Seguindo assim uma estratégia dos governos militares na tentativa de ganhar a simpatia da população de base que mantinha o país em funcionamento.

O Banco Nacional de Habitação, criado após o golpe em 1964, foi uma resposta do governo militar à forte crise de moradia presente num país que se urbanizava aceleradamente, buscando, por um lado, angariar apoio entre as massas populares urbanas, segmento que era uma das principais bases de sustentação do

populismo afastado do poder e, por outro, criar uma política permanente de financiamento capaz de estruturar em moldes capitalistas o setor da construção civil habitacional, objetivo que acabou por prevalecer. (Bonduki, 2008, p. 72)

Ainda nesse período o BNH (Banco Nacional de Habitação) foi responsável por construir 4,8 milhões de moradias entre 1964 e 1986, o que segundo Bonduki (2008), não foi suficiente para a realidade do Brasil, sendo um revés urbanístico e arquitetônico. Além de que, segundo Magno (2008) o programa atendia somente a 20% de famílias de baixa renda.

“Dentre os erros praticados se destaca a opção por grandes conjuntos na periferia das cidades, o que gerou verdadeiros bairros dormitórios; a desarticulação entre os projetos habitacionais, a política urbana e o absoluto desprezo pela qualidade do projeto, geram soluções uniformizadas, padronizadas e sem nenhuma preocupação com a qualidade da moradia, com a inserção urbana e com o respeito ao meio físico.”(BONDUKI, 2008, p. 73)

Bonduki (2008) afirma que ao invés de uma real solução da problemática, foram investidos esforços e dinheiro apenas para o financiamento da casa própria, e não a autossuficiência da sociedade para se organizar com conhecimentos próprios em prol da moradia. Até como cita Rolnik (2017), que foi um foco em investimentos no setor da construção civil e na movimentação dessa economia e a casa própria como resolução desse problema, sem perceber peculiaridades de cada região, cultural e outros. Maricato coloca como um erro grotesco do BNH:

“[...] o desprezo em relação ao desenvolvimento urbano. Muitos dos conjuntos habitacionais construídos em todo o país trouxeram mais problemas para o desenvolvimento urbano do que soluções. A má localização na periferia, distante das áreas já urbanizadas, isolando e exilando seus moradores, foi mais regra do que exceção.”(Maricato, 2013, p. 51)

Esses conjuntos habitacionais foram construídos em áreas periféricas, muitas vezes distantes dos centros urbanos e desprovidos de infraestrutura básica. A segregação espacial resultante dessas políticas foi uma das principais críticas ao modelo adotado pelo BNH, que, apesar de reduzir o déficit habitacional em números absolutos, perpetuou a exclusão social e territorial (Maricato, 2017). Outro problema foi a padronização das unidades habitacionais, que não considerava as necessidades culturais e sociais das diversas populações que foram realocadas para esses conjuntos.

Com a crise econômica da década de 1980 e o fim do regime militar, o Banco Nacional de Habitação foi extinto em 1986, marcando um período de retração nas políticas habitacionais. Durante esse período, a ausência de políticas públicas consistentes agravou o déficit habitacional e a precariedade das moradias nas periferias urbanas. O cenário de crise

também deu origem a movimentos sociais, como o Movimento dos Trabalhadores Sem Teto (MTST), que passaram a pressionar por reformas urbanas e por políticas de habitação mais inclusivas (Rolnik, 2018).

(Buonfiglio, 2018):

“A HIS foi em realidade um conjunto de ações para o tratamento da questão habitacional em nível nacional que consolidou um marco regulatório importante no país; a Política Nacional de Habitação (2004); a Lei Federal que instituiu o Sistema Nacional de Habitação (SNH, Lei no 11.124, de 16 de junho de 2005) e o Plano Nacional de Habitação, aprovado em 2009 (PlanHab). Tal legislação carimbou a política urbana brasileira com seu rótulo IS de “interesse social”. (Buonfiglio, 2018, p. 12)

A Constituição Federal de 1988 representou um marco importante, ao trazer em seu texto a garantia ao direito à moradia como um direito social, estabelecendo as bases para a formulação de novas políticas habitacionais. No entanto, como explicitado por Giambiagi, *et al.*(1999) durante os anos 1990, o avanço dessas políticas foi limitado pela instabilidade econômica e pelas políticas de ajuste fiscal adotadas pelo governo federal, que reduziram os investimentos públicos em habitação. Como foi somente em 2000, com a Emenda Constitucional nº 26, que o direito à moradia foi explicitamente reconhecido como um direito social fundamental, sendo incluído no artigo 6º.

A virada do milênio trouxe uma nova perspectiva para a habitação de interesse social no Brasil. Durante o primeiro governo do Presidente Luiz Inácio, alguns programas foram criados, como o PAC (Programa de Aceleração de Crescimento) com investimentos em revitalização urbana, infraestrutura, saneamento e outras áreas. Logo após, surgiu o Minha Casa Minha Vida, criado em 2009 com o objetivo de beneficiar mais de 1 milhão de famílias de baixa renda. O MCMV foi o maior programa habitacional da história do Brasil (Figura 01), direcionado a diferentes faixas de renda e com uma abordagem de parceria entre o governo federal, estados, municípios e a iniciativa privada. (Pasernak Taschner; Rolnik, 2018).

Figura 01 - A História da Habitação Social no Brasil: Minha Casa Minha Vida



Fonte: Mauricio Alexandre, 2022.

O programa buscou não apenas reduzir o déficit habitacional, mas também estimular a economia através da construção civil, gerando empregos e impulsionando o setor imobiliário. O MCMV conseguiu resultados expressivos em termos quantitativos, com a entrega de milhões de unidades habitacionais. No entanto, o programa enfrentou críticas quanto à qualidade das construções e à localização dos empreendimentos. Muitos dos conjuntos habitacionais foram construídos em áreas periféricas, distantes dos centros urbanos e dos serviços essenciais, perpetuando problemas históricos de segregação socioespacial (Valença, 2020). Além disso, a padronização das moradias, sem considerar as especificidades regionais e culturais, foi outro ponto de crítica ao programa.

Embora tenha alcançado relativo sucesso, esse programa não solucionou HIS, que têm diretrizes de controle e participação social, e assim o programa se tornou um acordo entre setor público e privado, em que o lucro continua nas mãos do setor privado e a responsabilidade real nos usuários. (Buonfiglio, 2018) discute e questiona o fator social do programa:

“O PMCMV é, de fato, o exemplo mais cabal da habitação social de mercado: é habitação social porque a intervenção estatal ao longo dos últimos anos fomentou e ampliou significativamente o mercado da produção habitacional do país para a baixa renda [...]. É habitação de mercado porque o mecanismo de captura dos fundos públicos se realizou pela lógica de apropriação privada do lucro da produção por empresas construtoras e incorporadoras, atingindo-se um

novos patamares, uma produção em larga escala, inédita e sem precedentes na história da habitação popular brasileira.”(BUONFIGLIO, 2018, p. 13)

Ainda não existem soluções concretas no cerne da questão sobre o problema urbano, apenas estratégias políticas. O Programa MCMV foi importantíssimo para mudar realidades e ter movimentado a economia, inclusive gerando milhares de empregos.

Mas atualmente, a habitação de interesse social no Brasil enfrenta novos desafios, como a necessidade de requalificação de áreas urbanas degradadas, a adaptação às mudanças climáticas e a incorporação de tecnologias sustentáveis (Ribeiro; Pequeno, 2019). A pandemia de COVID-19 também expôs a vulnerabilidade habitacional de milhões de brasileiros, reforçando a urgência de políticas habitacionais mais inclusivas e integradas.

Pesquisadores apontam que futuras políticas habitacionais devem ser mais participativas e inclusivas, promovendo a diversidade das necessidades habitacionais e priorizando a localização dos empreendimentos em áreas bem servidas por infraestrutura urbana (Kara-José, 2021). A requalificação de áreas urbanas degradadas, a promoção da sustentabilidade ambiental nas construções e a garantia de acesso a serviços básicos são alguns dos aspectos que devem ser considerados nas futuras políticas habitacionais.

2.2 Políticas Públicas, Legislação Urbana e Normas técnicas.

A Constituição Brasileira de 1988 é popularmente nomeada de Constituição Cidadã não por motivos levianos, nela são formuladas diretrizes baseadas com uma ampla abordagem sobre habitação e dignidade. É a mesma que estabelece direito à moradia como universal, como também defende a função social da habitação, uso adequado dos recursos urbanos e a garantia do bem-estar de seus habitantes. Além da Regularização Fundiária e dos assentamentos urbanos irregulares. (Brasil, 1988).

No entanto, foi somente com o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) que essas diretrizes constitucionais ganharam contornos mais definidos, estabelecendo diretrizes para a política de urbanismo no Brasil. Além de garantir o desenvolvimento sustentável das cidades para todos os usuários, proporcionando o cumprimento da função social da propriedade urbana e implementação de técnicas que minimizem os impactos ambientais, um importante passo na concretização dos princípios constitucionais, fornecendo os instrumentos legais e as diretrizes para a efetivação do direito à moradia e à cidade sustentável.

Em junho de 2005, foi criado pela Lei n. 11.124 o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS), com objetivo de implementar políticas e programas que promovam o acesso à moradia digna para a população de baixa renda, que compõem a quase

totalidade do déficit habitacional do país. Além disso, visa centralizar todos os programas nacionais relacionados a HIS, como por exemplo, o Ministério das Cidades, o Conselho Gestor do Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social, Caixa Econômica Federal, Conselho Nacional das Cidades, Conselhos, Órgãos e Instituições da Administração Pública direta e indireta dos Estados, Distrito Federal e Municípios, além das entidades privadas. Segundo o Art.2º com o objetivo de:

- I – Viabilizar para a população de menor renda o acesso à terra urbanizada e à habitação digna e sustentável;
- II – Implementar políticas e programas de investimentos e subsídios, promovendo e viabilizando o acesso à habitação voltada à população de menor renda; e
- III – Articular, compatibilizar, acompanhar e apoiar a atuação das instituições e órgãos que desempenham funções no setor da habitação.

A lei Nº 11.888, de 2008. Art. 1º Assegura o direito das famílias de baixa renda à assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social, como parte integrante do direito social à moradia previsto no art. 6º da Constituição Federal, e consoante o especificado na alínea *r* do inciso V do caput do art. 4º da Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

O programa Minha Casa Minha Vida e suas diretrizes, sancionado pela Lei nº 11.977/2009, tem o objetivo de facilitar o acesso à moradia para famílias de baixa renda. O programa prevê a construção e aquisição de habitações em áreas urbanas e rurais, com subsídios e condições de financiamento por faixas de rendas e juros para cada uma facilitadas por entidades particulares como a Caixa Econômica Federal.

Para além do arcabouço de políticas públicas e legislações urbanas que moldam o direito à moradia e à cidade, as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) desempenham um papel crucial na materialização desses direitos. ABNT NBR 9050; 2020, em particular estabelece critérios e parâmetros técnicos a serem observados quanto ao projeto, construção, instalação e adaptação do meio urbano e rural, e de edificações às condições de acessibilidade, como também almeja proporcionar a utilização de maneira autônoma, independente e segura do ambiente, edificações, mobiliário, equipamentos urbanos e elementos à maior quantidade possível de pessoas, independentemente de idade, estatura ou limitação de mobilidade ou percepção.

ABNT NBR 15575 avalia o desempenho de sistemas construtivos, como por exemplo, a durabilidade, e manutenibilidade da edificação e o conforto tátil e

antropodinâmico dos usuários Ou seja, certifica-se para que as habitações sejam adequadas e confortáveis seguindo os requisitos mínimos de qualidade para casas e edifícios residenciais.

ABNT NBR 15220 apresenta recomendações quanto ao desempenho térmico de habitações unifamiliares de interesse social aplicáveis na fase de projeto. Ao mesmo tempo em que estabelece um Zoneamento Bioclimático Brasileiro, são feitas recomendações de diretrizes construtivas e detalhamento de estratégias de condicionamento térmico passivo, com base em parâmetros e condições de contorno fixados.

2.3 Sustentabilidade na Habitação de Interesse Social.

Os fundamentos da arquitetura bioclimática e da arquitetura sustentável convergem para a otimização do uso de recursos naturais e a redução dos impactos ambientais. No entanto, suas perspectivas são distintas. A arquitetura sustentável adota uma abordagem abrangente, englobando dimensões sociais, ambientais e econômicas. Já a arquitetura bioclimática concentra-se na integração harmoniosa do edifício com o clima local, buscando soluções construtivas que aproveitem as condições climáticas para proporcionar conforto térmico e visual, conforme destacado pela Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA, 2012).

Essa busca por otimização e redução de impactos, inerente tanto à arquitetura bioclimática quanto à sustentável, alinha-se diretamente com os princípios dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2015) para guiar o mundo rumo a um futuro mais justo e equilibrado com as metas globais para a agenda 2030. As ODS abrangem uma série de metas interconectadas, desde a erradicação da pobreza e a promoção da saúde e bem-estar (ODS 1, 3) até a garantia de água limpa e saneamento (ODS 6), energia limpa e acessível (ODS 7), indústria, inovação e infraestrutura (ODS 9) e cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11). Ao priorizar o uso eficiente de recursos, a redução de emissões e a criação de ambientes construídos saudáveis e resilientes, a arquitetura sustentável e bioclimática desempenha um papel fundamental na consecução dessas metas globais, contribuindo para um planeta mais habitável e equitativo para todos.

Para aprofundar a compreensão da arquitetura sustentável, serão explorados aspectos cruciais que definem sua aplicação e impacto, abrangendo desde a eficiência energética e o uso consciente de recursos naturais até a avaliação da construção sustentável e seus efeitos no conforto e qualidade de vida

2.3.1 Arquitetura Sustentável.

HIS é uma estratégia crucial para combater a segregação socioespacial e melhorar a qualidade de vida de populações vulneráveis. A provisão de moradias acessíveis é fundamental para a criação de cidades mais justas e sustentáveis. De acordo com o Un-Habitat (2012), a habitação adequada é um direito humano essencial e um componente chave para alcançar o desenvolvimento urbano sustentável.

A importância da HIS vai além do simples fornecimento de abrigo. Ela está ligada a diversos aspectos do bem-estar humano, incluindo saúde, bem estar, segurança e acesso a oportunidades econômicas. Moradias inadequadas ou precárias podem levar a problemas de saúde, aumentar a vulnerabilidade a desastres naturais e limitar o acesso a oportunidades de desenvolvimento (Un-Habitat, 2012).

A arquitetura Sustentável entra nesse contexto como uma abordagem para minimizar o impacto ambiental, promover práticas eficientes e socialmente responsáveis se baseando em princípios e técnicas que priorizam a economia de recursos, a redução do consumo energético em todas as etapas construtivas e o conforto do usuário. Além da busca por soluções habitacionais sustentáveis, também acatar a inclusão social e a equidade no acesso à moradia, como referenciado por Corbella e Yanna(2009):

A Arquitetura Sustentável é a continuidade mais natural da Bioclimática, considerando também a integração do edifício à totalidade do meio ambiente, de forma a torná-lo parte de um conjunto maior. É a arquitetura que quer criar prédios objetivando o aumento da qualidade de vida do ser humano no ambiente construído e no seu entorno, integrado com as características da vida e do clima locais, consumindo a menor quantidade de energia compatível com o conforto ambiental, para legar um mundo menos poluído para as futuras gerações.(Corbella e Yanna, 2009, p. 33)

Aligleri (2011) define sustentabilidade como um paradigma que possibilita a continuidade da vida, assegurando a manutenção da civilização humana ao longo das gerações. Conforme Pinheiro (2006) e Amado *et al.* (2015), essa nova perspectiva incorpora dimensões econômicas, sociais e culturais, além de um forte compromisso com a sustentabilidade ambiental. Ao considerar o consumo de recursos, a geração de poluentes, a saúde humana, a biodiversidade, a qualidade de vida e a equidade social, a construção sustentável busca atender às necessidades presentes sem comprometer as futuras gerações.

Segundo Menegat (2004), as construções sustentáveis proporcionam benefícios em diversas frentes. Do ponto de vista estratégico, elas minimizam riscos ambientais e aumentam o valor dos imóveis. Operacionalmente, reduzem custos e consumos durante a obra. E economicamente, tornam os empreendimentos mais atrativos, elevando seu valor agregado e diminuindo os custos de operação e manutenção.

Em 1999, a CIB, em sua Agenda 21 on Sustainable Construction, abordou com foco total o desenvolvimento sustentável na construção civil, englobando desde as necessidades do mercado até a melhoria de processos construtivos e o urbanismo. A Agenda identificou como principais desafios do setor a eficiência energética, a redução do consumo

hídrico, a seleção de materiais com baixo impacto ambiental e a contribuição para o desenvolvimento urbano sustentável (Pinheiro, 2006, p. 107; CIB, 1999).

Seguindo as diretrizes do projeto OCDE12 “Sustainable Buildings”, destacam-se como prioridades para a construção sustentável: a otimização do uso de recursos, a eficiência energética com redução das emissões de gases de efeito estufa, a prevenção da poluição, incluindo a qualidade do ar interior e o controle acústico, a avaliação dos impactos ambientais e a adoção de uma abordagem integrada e sistemática para o desenvolvimento sustentável na construção (Mateus, 2009).

Um edifício sustentável é aquele que minimiza os impactos negativos sobre o meio ambiente e os recursos naturais. Embora o conceito de sustentabilidade na construção varie entre diferentes países, a busca por uma performance sustentável adaptada ao contexto local, considerando clima, cultura, tradições construtivas e recursos naturais, é um denominador comum (Mateus, 2009).

A CIB alerta, no entanto, que em países em desenvolvimento, a busca pela sustentabilidade deve equilibrar a melhoria das técnicas construtivas tradicionais com a utilização de produtos industrializados. É fundamental aprimorar tanto as tecnologias construtivas locais quanto os materiais regionais, para assim aumentar a durabilidade das edificações (CIB, 1999).

2.3.1.1 Eficiência Energética.

Com o avanço tecnológico e a maior acessibilidade a equipamentos eletrônicos e sistemas de climatização, a demanda por conforto e o consequente consumo energético em iluminação, eletrônicos e climatização aumentaram exponencialmente. Para mitigar esse cenário e reduzir o impacto ambiental, é importante conceber edificações que promovam o conforto de forma passiva e eficiente. A redução do consumo energético através de projetos inovadores, como a integração de sistemas renováveis, iluminação eficiente e tecnologias construtivas de baixo consumo, torna-se fundamental (Mateus e Bragança, 2006, p. 43).

A edificação representa um dos maiores consumidores de energia em diversos países. Segundo estudos de Yeang (1995), Edwards (2008) e BCSD (2013), os edifícios são responsáveis por uma parcela significativa do consumo energético total, variando entre 30% e 50%. Diante desse cenário, a eficiência energética em edificações surge como uma estratégia crucial para mitigar as mudanças climáticas e otimizar o uso de recursos energéticos.

Um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando proporciona as

mesmas condições ambientais com menor consumo de energia. A eficiência energética pode ser alcançada através de diversas medidas, como evitar que os sistemas fiquem acionados quando não for necessário, a redução da demanda energética e a adoção de tecnologias inovadoras. A busca por soluções que minimizem a manutenção, reduzam o impacto ambiental e otimizem os custos operacionais é fundamental para a construção de edificações eficientes. (Mourão e Pedro, 2012).

Para promover a eficiência energética em edificações, diversos programas e normas foram desenvolvidos no Brasil e no mundo, como as etiquetas informativas de consumo energético em eletrodomésticos. A implementação de sistemas locais de geração de energia renovável, como a fotovoltaica e a eólica, além da adoção de sistemas de gestão energética são práticas cada vez mais comuns.

A integração de sistemas passivos solares, como paredes duplas, elementos de sombreamento, estufas e coberturas verdes, aliada ao uso de materiais de construção com alta performance térmica e acústica, são estratégias eficazes para otimizar o desempenho energético das edificações. Conforme destacado por Mourão e Pedro (2012), esses elementos, em conjunto com sistemas de isolamento térmico adequados, permitem aproveitar as condições climáticas locais e reduzir a demanda por sistemas mecânicos de climatização.

É importante ressaltar que a eficiência energética é apenas um dos pilares da arquitetura sustentável. Segundo Lamberts (2005), uma abordagem holística deve considerar também aspectos estéticos, formais, estruturais, sociais e econômicos. A busca por soluções inovadoras e a integração de diferentes disciplinas são essenciais para a criação de ambientes construídos mais sustentáveis e eficientes.

2.3.1.2 Uso de recursos naturais.

A construção civil, por demandar um volume expressivo de materiais, impacta significativamente a extração e o processamento de recursos naturais. A avaliação completa do ciclo de vida dos materiais, incluindo a extração, produção, uso e descarte, é crucial para determinar sua sustentabilidade. Amado *et al.* (2015) enfatizam que um material ecológico pode não ser a opção mais sustentável se exigir longos transportes, por exemplo.

Uma estratégia fundamental para reduzir o impacto ambiental é minimizar o consumo de materiais com alto impacto ambiental. Kibert (2013) sugere, por exemplo, que não se use material de acabamento para tijolos de concreto, deixando o estrutural aparente. A reutilização e a reciclagem de materiais também são medidas eficazes.

Alinhado com as diretrizes do PNUMA (Programa das Nações Unidas para o

Meio Ambiente), é crucial equilibrar a demanda por materiais e recursos naturais, priorizando renováveis para evitar a exaustão dos não renováveis. Diante do relatório do PNUMA, que destaca que o setor de construção responde por cerca de 21% das emissões globais de gases de efeito estufa, a adoção de uma abordagem de ciclo de vida é essencial para atingir as metas do Acordo de Paris. Isso inclui a promoção da circularidade na economia, o uso de materiais de base biológica e a melhoria de materiais e processos, visando a redução de desperdícios e a escolha de opções duráveis e recicláveis. A implementação dessas estratégias não só mitiga as mudanças climáticas, mas também promove a sustentabilidade a longo prazo.

A seleção de materiais de construção com base em seu desempenho ambiental é um desafio complexo, como apontado por Kibert (2013). Mourão e Pedro (2012) destacam a necessidade de uma análise abrangente dos impactos ambientais associados a cada material, considerando o consumo de recursos, a geração de resíduos, os riscos à saúde humana e ao ecossistema, e a possibilidade de reverter ou reparar os danos causados. Reaes explica o imperativo na decisão e como se basear:

“Todas as abordagens e metodologias evidenciam que a utilização de materiais locais, de origem natural, passíveis de reutilização ou de fácil reciclagem são preferenciais a outros na ótica ambiental, assim como nas restantes vertentes da “tripla linha de base” - a económica e a social – aludindo a uma inevitável mudança de paradigma” (Reaes Pinto e Oliveira, 2011 pp. 68-69).

Brophy e Lewis (2011) apresentam um compêndio de critérios essenciais para a seleção de materiais de construção sustentáveis. Estes englobam: o impacto ambiental da produção; a durabilidade do material; o destino final, priorizando reutilização e reciclagem em detrimento do descarte ou incineração; a minimização de resíduos e a segregação dos mesmos; as emissões de CO₂ durante a produção e a energia incorporada; e a logística de distribuição, considerando a distância e os meios de transporte.

Entre os exemplos de materiais sustentáveis está o tijolo ecológico ou bloco de terra comprimida (BTC), feito de cimento, água e terra, sendo mais sustentável que os tijolos cerâmicos, pois não requer queima de madeira em sua produção. Ele é fabricado por prensagem hidráulica, consome poucos recursos naturais e tem menor impacto ambiental. Oferece alta resistência e boas propriedades acústicas após secagem, além disso, resulta em até 40% de redução no custo total da obra e uso mínimo de argamassa, substituída por cola PVA. O assentamento é simples e não requer mão de obra especializada (Mourão e Pedro, 2012).

Além dele existem muitas alternativas, como a tinta ecológica, que não contém

materiais tóxicos ou derivados do petróleo e são formuladas com matéria prima natural . Ou o pavimento permeável, um sistema que permite a absorção da água e direciona para um reservatório coletando e armazenando água.

No que diz respeito ao consumo de água, a arquitetura sustentável integra a captação e reutilização da água pluvial e de águas cinzentas como boas soluções. Essas podem variar desde simples adaptações, como a substituição de torneiras e sanitários, até sistemas mais complexos, como o tratamento de águas cinzentas em fachadas verdes. A captação da água da chuva, embora comum em muitas regiões, pode ser otimizada através da instalação de filtros e reservatórios, permitindo sua reutilização para diversas finalidades, como descarga sanitária e irrigação (Lamberts, 1997).

A escolha dos métodos construtivos interfere no desperdício de resíduos e gastos, como os sistemas construtivos a seco, como o drywall, utilizam menos água e geram menos resíduos em comparação com a alvenaria tradicional e os pré fabricados: A pré-fabricação de elementos estruturais e não estruturais permite um maior controle sobre a quantidade de material utilizado e reduz a geração de resíduos na obra (Lamberts, 2014).

Em suma, a escolha de materiais deve priorizar aqueles que apresentem: durabilidade; origem renovável; proximidade geográfica; ausência de toxicidade; alto potencial de reutilização e reciclagem; facilidade de manutenção; baixo consumo energético incorporado e baixas emissões de gases do efeito estufa; ecoeficiência; conteúdo reciclado; custo-benefício; qualidade estética; e facilidade de desmontagem para futura substituição ou reaproveitamento.

2.3.1.3 Impacto Ambiental.

Reduzir o impacto ambiental do edifício ao longo de seu ciclo de vida é essencial para uma arquitetura sustentável. A problemática das emissões de gases do efeito estufa (GEE) é reconhecida mundialmente como uma questão prioritária, sendo objeto de diversas conferências políticas e encontros científicos (Mendonça, 2015). As emissões de CO₂, vinculadas à queima de combustíveis fósseis para geração de energia, têm crescido exponencialmente desde a Revolução Industrial, evidenciando um desenvolvimento insustentável e um grande impacto no meio ambiente (Mateus, 2009). Estima-se que a demanda por energia aumentará cerca de 40% até 2030, resultando em emissões de carbono globais de aproximadamente 16,8 bilhões de toneladas equivalentes de petróleo (Amado *et al.*, 2015).

Conforme Mourão e Pedro (2012, p. 80), as emissões de CO₂ durante a fase de uso de um edifício constituem o principal impacto ambiental incorporado à construção, uma vez que o consumo de energia nessa etapa representa cerca de 40% do consumo total de energia (Amado *et al.*, 2015, p. 78). No entanto, além de minimizar o consumo energético operacional, é fundamental analisar o ciclo de vida completo da edificação. Nesse contexto, a seleção de materiais de construção, que envolve a análise da energia e do carbono incorporados em cada material ou processo construtivo, assume papel central (Kibert, 2013, p. 290). "Outros autores indicam reduções de quase 30% nas emissões de CO₂ graças a uma escolha adequada dos materiais de construção" (Torgal e Jalali, 2007, p. 5).

A qualidade do ar interior e do ambiente externo também se beneficia da introdução de vegetação viva em coberturas e fachadas de edifícios urbanos. As plantas contribuem para a melhoria da qualidade do ar, absorvendo poluentes como nitrogênio, dióxido de carbono e monóxido de carbono e liberando oxigênio. Essa prática mitiga os efeitos das mudanças climáticas causadas pelo homem e promove o conforto térmico interno (Berge, 2009; Reaes Pinto e Oliveira, 2011).

Além dos aspectos mencionados, a gestão de resíduos também é crucial. Mourão e Pedro (2012) enfatizam a importância de considerar a possibilidade de desmontar e reutilizar os materiais ao final da vida útil da edificação. Os autores também destacam a relevância das etapas de projeto na escolha de materiais e na minimização de resíduos, como no caso de sistemas construtivos a seco e pré-moldados. Somados a isso, a escolha de locais que minimizem o impacto sobre os ecossistemas também é fundamental.

2.3.1.4 Conforto e qualidade de vida.

É fundamental que os edifícios ofereçam ambientes internos saudáveis e confortáveis, promovendo a qualidade de vida de seus ocupantes. Isso envolve garantir boa qualidade do ar, iluminação natural adequada, controle adequado da umidade, do ruído e da temperatura, segundo Pinheiro:

“[...] o ambiente interior, nomeadamente o conforto e a saúde e segurança dos utilizadores é também um aspeto importante a considerar nos impactes ambientais, associados aos edifícios, cerca de 30% de todos os edifícios novos e remodelados têm baixa qualidade do ar interior, devido a emissões nocivas, a condições de humidade erradas e a má ventilação, as quais geram o aparecimento de agentes patogénicos” (Pinheiro, 2006 p. 78).

Segundo Corbella e Yanna(2009), uma pessoa está em um ambiente físico confortável quando atinge neutralidade em relação a ele, assim como o ser humano perde calor e realiza trocas com o meio para chegar ao equilíbrio, se um corpo não consegue soluções para um as sensações de calor ou frio demasiado, pode acabar passando mal. A sensação de conforto térmico alcançada com a perda de calor não depende só da temperatura, mas de vários parâmetros, como, umidade, radiação infravermelha de materiais como vidro, movimento do ar, vestuário, atividade do corpo.

Um bom projeto arquitetônico leva em consideração também aspectos como conforto acústico e visual, não faz sentido projetar um edifício com bom conforto térmico se o partido vai causar desconforto visual e acústico, ou seja, um projeto deve responder simultaneamente a eficiência energética e as necessidades de conforto do usuário em função da análise climática e do programa de necessidades (Lambert, 1997).

Devido aos significativos impactos ambientais e à toxicidade associados à produção e descarte de isolantes térmicos derivados de combustíveis fósseis, é imprescindível buscar alternativas mais sustentáveis, como cita Raes:

“começam a surgir no mercado soluções obtidas a partir de “materiais renováveis”. Ou seja, materiais naturais, caracterizados por incorporarem o mínimo de energia, serem comparativamente não contaminantes, biodegradáveis e sem riscos evidentes para a saúde humana, como evidenciado pela metodologia ACV (Avaliação do Ciclo de Vida)” (Reaes Pinto e Oliveira, 2011 p. 63).

O conforto acústico é determinado pela boa capacidade que o usuário tem de ouvir com clareza o som que se expande dentro do ambiente sem a arquitetura interferir negativamente na capacidade de escuta, o ambiente interno deve se planejar com materiais e táticas para barrar os ruídos externos e vice-versa separando os compartimentos geradores de maior ruído; usando materiais que absorvam o som; isolando condutas e equipamentos que promovam ruído (Corbella E Yannas, 2009).

A percepção de conforto visual é influenciada tanto pela incidência solar quanto pelas necessidades dos usuários. Para otimizar o conforto visual, é crucial equilibrar a quantidade de luz no ambiente, evitando ofuscamentos e contrastes excessivos que podem causar fadiga visual. Um projeto de iluminação eficiente deve considerar tanto a iluminação natural quanto a artificial, garantindo uniformidade na distribuição luminosa. (Corbella E Yannas, 2009).

A capacidade de absorver e liberar umidade, conhecida como higroscopia, é uma característica fundamental para garantir a salubridade e o conforto térmico em ambientes construídos. Materiais higroscópicos, como a terra crua, contribuem para regular a umidade

interna dos edifícios. Em suma, a criação de ambientes saudáveis e confortáveis depende da aplicação de princípios bioclimáticos e da adaptação da construção às condições específicas de cada local.

2.3.1.5 Durabilidade e Manutenção.

A durabilidade deve ser priorizada na seleção dos materiais de construção, considerando as condições climáticas locais, a disponibilidade de recursos regionais e a função específica do edifício (Amado *et al.*, 2015).

Edificações sustentáveis empregam materiais como madeira certificada e tijolos ecológicos, reconhecidos por sua durabilidade e baixo impacto ambiental. Pesquisas indicam que, com tratamentos e aplicações adequadas, a vida útil desses materiais pode ser igual ou superior à de materiais convencionais (Bendixen *et al.*, 2015).

Quando a análise econômica é reduzida apenas ao cálculo do investimento inicial, projetos de construção sustentável tendem a parecer mais dispendiosos relativamente à construção convencional, uma vez que para melhorar o seu desempenho poderão integrar soluções com custo inicial mais elevado. Mas, por utilizarem materiais de baixo impacto e locais, podem requerer menos manutenção a longo prazo. A eficiência energética e qualidade contribuem para que isso ocorra, além de aumentar a vida útil e a eficiência do edifício, isso faz com que ele tenha menos despesas com geração de energia e reparos futuros. González, R. 2020).

2.2.1.6 Avaliação da Construção Sustentável.

As metodologias de avaliação ambiental permitem quantificar os impactos diretos de edificações e avaliar a contribuição de materiais e tecnologias construtivas para a melhoria e a redução do consumo energético (Mourão e Pedro, 2012, p. 161). Essenciais para auxiliar os projetistas na busca por soluções mais sustentáveis e para verificar a veracidade das alegações de sustentabilidade de produtos, essas metodologias ainda carecem de um consenso global.

Devido à complexidade deste tipo de análise, ferramentas computacionais que incorporam dados detalhados sobre materiais e processos construtivos estão em constante desenvolvimento, visando facilitar a análise, as metodologias mais aplicadas se baseiam na análise do ciclo de vida de edificações e seus componentes. Entre as ferramentas mais

difundidas internacionalmente, destacam-se o BRE e o BREEAM (Reino Unido) e o LEED (EUA). No entanto, existem diversas outras opções disponíveis (Torgal e Jalali, 2010; Amado *et al*, 2015).

O Brasil, diferentemente de grande parte da Europa, Estados Unidos, Canadá, China, Japão e Austrália, ainda não possui uma metodologia própria de avaliação ambiental de edificações. As razões para essa lacuna são diversas, assim como as aplicações possíveis para essas ferramentas, que vão desde o apoio ao projeto até a avaliação pós-ocupação. É fundamental que o Brasil desenvolva sua própria metodologia para garantir um maior desenvolvimento da construção sustentável e alcançar o equilíbrio entre economia e preservação ambiental.

2.3.2 Arquitetura Bioclimática.

O termo bioclimático na arquitetura pode ser definido de forma diferente segundo alguns autores, por Wevila Correia (2012), a bioclimatologia é uma ciência que estuda a relação do clima e os seres humanos, apontando na arquitetura estratégias passivas para atingir o conforto térmico dos usuários. Já o termo Projeto Bioclimático em si foi criado por Olgyay em 1973, com a publicação do livro Design bioclimático, e o edifício nesse tipo de arquitetura se comporta como um organismo, adaptando-se ao clima local por meio da integração entre corpo do edifício, questões ambientais circundantes e ser humano (Olgyay, 1973).

Para Corbella e Yannas (2009), tem o objetivo de promover um ambiente construído com conforto físico, sadio e agradável, adaptado ao clima local, de forma a minimizar o consumo de energia convencional e os índices de poluição. Baseando-se nisso, se defendem princípios ou regras projetuais gerais que se destinam a orientar a concepção do edifício, utilizando como partido as condicionantes climáticas locais, atendendo as exigências de sustentabilidade, a fim de evitar o desperdício de energia e recursos naturais.

Com relação ao acondicionamento natural recomenda: garantir melhor orientação (ventos, incidência da luz do sol), melhor escolha de materiais e massa térmica dos mesmos, promover a permeabilidade entre ambiente interno e externo, espaços de transição, otimizar a presença ativa de vegetação, vinculados a princípios como o sombreamento e a evaporação resfriadora, reutilização de materiais e recursos naturais, criar sistema de pátios para integrar o ambiente visual e, funcionalmente, oferecer lugares de convívio e melhorar o desempenho da ventilação, integra a edificação aos espaços públicos, integrando-a aos sistemas de transporte, serviços e praças.

Segundo o CAU (Conselho de Arquitetura e Urbanismo), tais estratégias devem ser concebidas integralmente, durante o desenvolvimento projetual, de forma que o resultado final atenda às exigências de conforto humanas com o máximo possível de princípios bioclimáticos incorporados ao projeto. Em vista disso, devem ser adotadas soluções arquitetônicas visando ao resultado térmico apropriado, diante das variações dos fatores climáticos locais.

2.3.2.1 Orientação e Posicionamento.

De acordo com Rahm, P. (2009), a orientação e o posicionamento do edifício são essenciais para maximizar a captação de calor solar no inverno e minimizar a exposição ao sol no verão. Eles destacam a importância de posicionar janelas e fachadas de maneira estratégica e o uso de dispositivos de sombreamento para controlar o ganho solar. A orientação refere-se à maneira como o edifício é situado em relação ao sol, vento e outras condições climáticas. Isso pode maximizar ou minimizar a absorção de calor solar, a iluminação natural e a ventilação, influenciando assim a necessidade de sistemas de aquecimento e resfriamento artificial.

O design passivo associado a táticas bioclimáticas aproveita a iluminação natural, a ventilação cruzada e a orientação adequada das edificações se torna também essencial. Este tipo de design reduz a dependência de sistemas mecânicos de aquecimento, resfriamento e iluminação, diminuindo o consumo de energia e aumentando o conforto dos moradores (Aravena & Iacobelli, 2012).

Em climas quentes, a orientação das fachadas principais pode ser ajustada para evitar o ganho solar excessivo, utilizando fachadas voltadas para o leste e oeste, onde a radiação solar é menos intensa ao meio-dia, mas ainda permite a entrada de luz natural. O uso de dispositivos de sombreamento, como beirais e brises-soleil, é essencial para controlar a entrada de luz e calor. (Mourão, 2012).

O posicionamento das aberturas deve ser planejado para promover a ventilação cruzada e a ventilação noturna. Corbella e Yannas (2009) sugerem que a ventilação natural deve ser maximizada durante as horas mais frescas do dia

A orientação dos beirais e brises-soleil deve ser calculada para filtrar a radiação solar em diferentes estações do ano. Beirais mais largos ou sistemas de sombreamento ajustáveis podem ajudar a bloquear o sol direto durante os meses quentes, enquanto permitem a entrada de luz solar mais baixa durante o inverno. (Amado *et al.*, 2015)

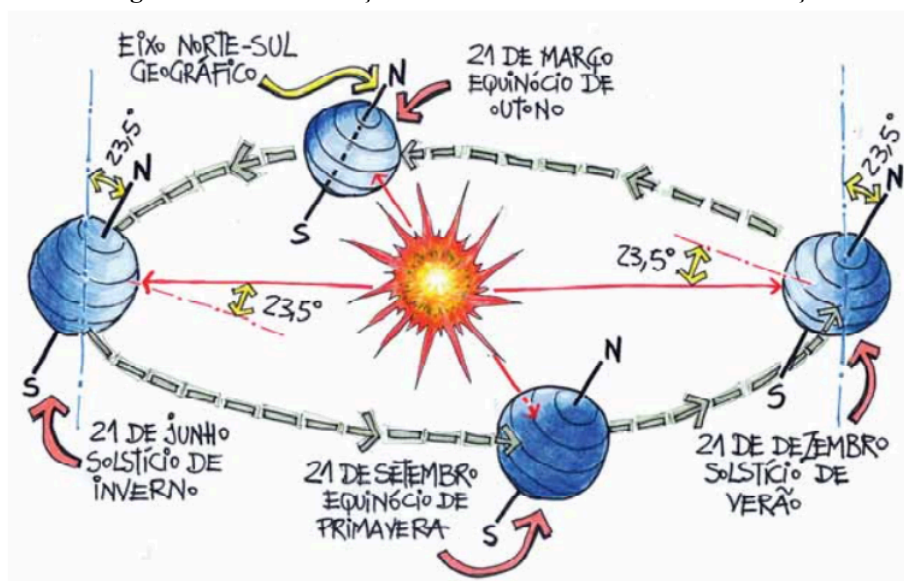
A eficiência energética de um edifício é diretamente afetada pelo seu posicionamento. Um edifício bem orientado pode aproveitar a luz solar natural para iluminar e aquecer os espaços, enquanto uma orientação inadequada pode levar a um consumo excessivo de energia. O uso de técnicas como a simulação computacional pode ajudar a prever o desempenho energético com base na orientação e no posicionamento. (Yeang, 1999).

O posicionamento também deve levar em conta o contexto regional e cultural. Além disso, práticas culturais locais podem influenciar a orientação e o design do edifício, como a disposição de áreas de estar e a localização de janelas para maximizar vistas ou privacidade. Assim, a consideração dos aspectos climáticos, culturais e urbanos é essencial para a implementação bem-sucedida desses princípios (Rattes, 2019).

2.3.2.2 Carta Solar.

Para entender as condicionantes climáticas e como tomar as melhores decisões arquitetônicas é necessário analisar os processos de movimentação da Terra e do sol. Os solstícios acontecem por conta da inclinação que existe entre o eixo de rotação e o plano de translação da Terra, que é de $23,5^\circ$. Assim, simultaneamente tem-se em 21 de dezembro o solstício de verão no hemisfério Sul e o solstício de Inverno no hemisfério Norte. Além dos equinócios, essa inclinação faz com que os hemisférios recebam insolação de forma diferente durante o ano, conforme visto na figura 07. (Lamberts, 2014).

Figura 07 - Movimentações da Terra na abóbada celeste em relação aos Sol

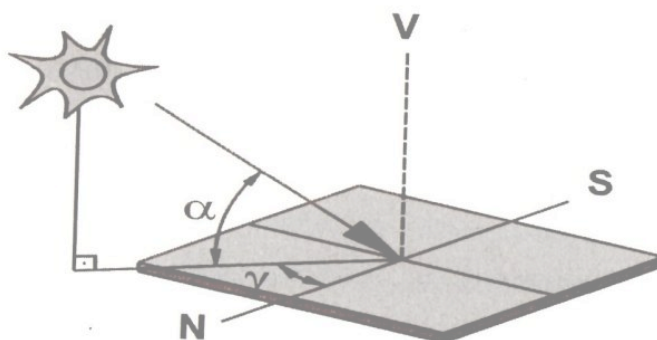


Fonte: Lamberts, 2005.

A posição do sol no céu pode ser definida por dois ângulos, a altura solar (H) e o azimute solar (A), a altura é o ângulo formado entre o sol e o plano horizontal da Terra, e o azimute é o ângulo entre o norte geográfico e a projeção do sol no plano horizontal. Os dois ângulos variam com a latitude do local, hora e dia do ano. Estes ângulos são úteis para a definição de sombreamento, aberturas e insolação de edificações. (Lamberts, 2014).

A posição do sol no céu é referenciada por dois ângulos, o α (ângulo de altura solar) e γ (ângulo zenital), conforme pode ser visto na Figura 08. Eles são de fundamental importância para compreender a carta solar.

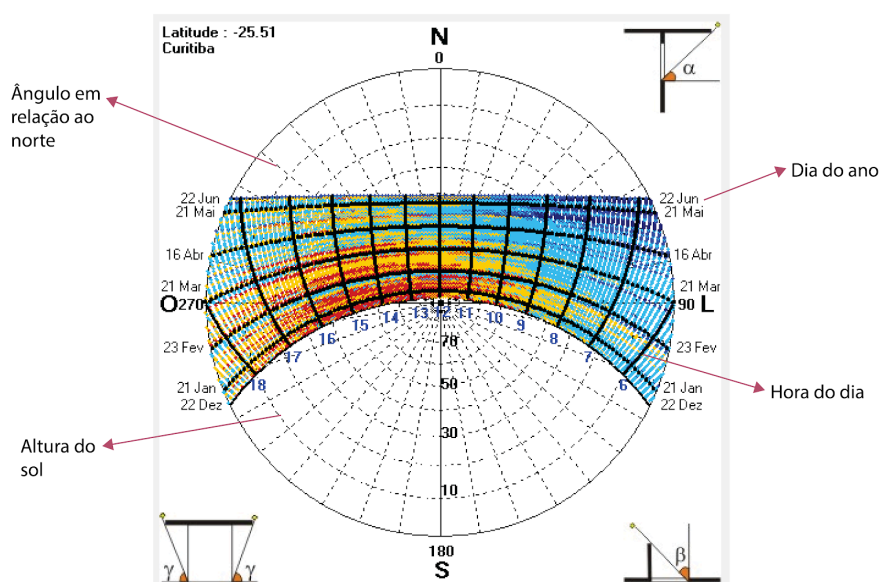
Figura 08 - Ângulos que referenciam o trajeto do sol na abóbada celeste.



Fonte: Corbella e Yannas, 2009

A carta Solar (Figura 09) é um gráfico que exemplifica todos esses conceitos com projeções das trajetórias solares ao longo da abóbada celeste durante todo o ano, essas projeções são construídas por alguns métodos, mas o mais utilizado é o estereográfico. Os círculos de altura, que indicam a posição do sol no céu, são determinados pela interseção do nadir com o plano horizontal. Cada latitude possui uma carta solar particular (Lamberts, 2014).

Figura 09 - Exemplo de Carta Solar e suas definições

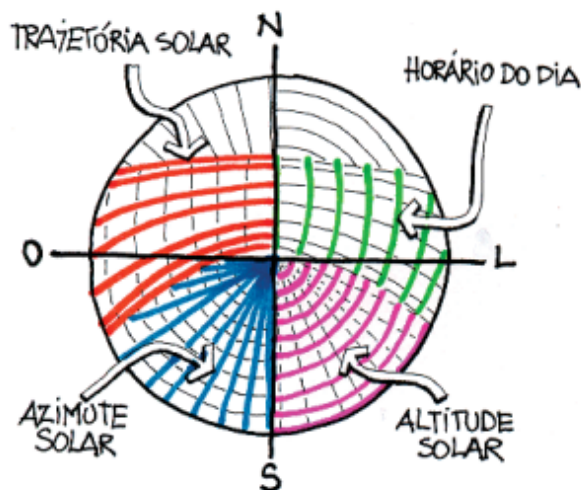


Fonte: UGREEN, Software SOL-AR, com a Carta solar da cidade de Curitiba-PR, 2024.

Para entender as simbologias da carta solar, primeiro deve-se observar que o anel externo são os ângulos em relação ao Norte, a malha identifica determinada data no sentido

horizontal e horário no sentido vertical, já o segmento inferior fornece a inclinação dos raios (γ). Enquanto o azimuth e a altura solar projetam o sombreamento em determinado horário, como mostrado na Figura 10 (Projeteee, 2024).

Figura 10 - Divisão da carta solar e seus ângulos



Fonte: Eficiência Energética na Arquitetura, 2014.

Para determinar a direção do sol ao Norte (γ) basta traçar uma diagonal pela linha de cruzamento entre data e hora em direção a borda do círculo. Já para determinar a inclinação do sol (α) é só espelhar a distância entre data e hora e o centro da carta para a escala na parte de baixo dela. Assim, a sombra projetada pode ser definida ligando as projeções dos vértices do azimuth solar e da latitude.

Existem softwares capazes de reproduzir as cartas solares e suas orientações como o Analysis, SOL-AR de 2012, o Climaticus ou até o Revit e o AutoCad da desenvolvedora Autodesk. Esses são capazes de fornecer dados específicos e ajudar no detalhamento maior da tomada de decisões arquitetônicas.

As táticas de construção sustentáveis se tornam então, não só inovadoras, como essenciais para abranger além das esferas econômicas e ecológicas, mais ainda as sociais. Emerge como uma resposta essencial à crescente demanda por soluções habitacionais que respeitem o meio ambiente e melhorem a qualidade de vida dos moradores. Esta abordagem visa minimizar o impacto ambiental das construções, promovendo eficiência energética, uso de materiais reciclados e integração harmoniosa com o ambiente natural (Vale & Vale, 2010). Quando aplicada à habitação de interesse social (HIS), a arquitetura sustentável enfrenta o desafio adicional de ser economicamente viável para populações de baixa renda.

Diversos estudos de caso ilustram a aplicação bem-sucedida da arquitetura sustentável em HIS. O conjunto habitacional em Vargem Grande, no Rio de Janeiro, é um exemplo notável. Este projeto piloto incorporou painéis solares, sistemas de captação de água da chuva e materiais reciclados, resultando em uma redução significativa nos custos de energia e água para os moradores (Ministério das Cidades do Brasil, 2018).

Outro exemplo é o "Proyecto Villa Verde", em Concepción, Chile, desenvolvido pelo arquiteto Alejandro Aravena. Este projeto utiliza construção modular, aproveitamento eficiente do espaço e materiais locais. As estratégias de design empregadas resultaram em uma melhor qualidade de vida para os residentes e um menor impacto ambiental (Aravena & Iacobelli, 2012).

A Habitat para a Humanidade também tem implementado projetos de HIS sustentáveis em diversos países. A organização promove a participação comunitária na construção, o uso de tecnologias sustentáveis e a educação ambiental. Esses esforços não só fornecem habitações acessíveis, mas também fortalecem a resiliência e a auto suficiência das comunidades.

Apesar dos benefícios claros, a implementação da arquitetura sustentável em HIS enfrenta desafios. O custo inicial elevado das tecnologias sustentáveis pode ser um obstáculo, especialmente em projetos destinados a populações de baixa renda. Além disso, a falta de conhecimento técnico e treinamento adequado entre profissionais da construção pode limitar a adoção de práticas sustentáveis. No entanto, essas barreiras podem ser superadas com políticas públicas eficazes e incentivos governamentais. Investimentos iniciais em tecnologias sustentáveis tendem a resultar em economia significativa a longo prazo, tanto em termos de custos operacionais quanto de manutenção. Além disso, a melhoria na qualidade de vida proporcionada por habitações sustentáveis justifica plenamente os investimentos (Ministério das Cidades do Brasil, 2018).

A arquitetura sustentável aplicada à habitação de interesse social oferece uma abordagem promissora para enfrentar o déficit habitacional e promover a sustentabilidade urbana. A adoção de práticas sustentáveis não só beneficia o meio ambiente, mas também melhora a qualidade de vida dos moradores e promove a equidade social. Políticas públicas e incentivos são cruciais para ampliar a aplicação dessas práticas, garantindo que a sustentabilidade se torne um componente integral de todos os projetos de HIS.

2.3.2.3 Proteção Solar.

A radiação solar é a principal fonte de energia do planeta. Tanto como fonte de calor, quanto como fonte de luz, o Sol é de extrema importância no estudo da eficiência energética na arquitetura e pode ser explorado como evitado conforme necessário (Lamberts, 2014).

Os primeiros conceitos para entender seu papel no projeto são o de radiação difusa e direta, no primeiro os raios solares se dissipam ao se chocar com a atmosfera e o meio, já o segundo incide diretamente na construção e são os maiores responsáveis pela absorção de calor do edifício. (Lamberts, 2014)

Almeida (2021) afirma que a proteção solar tem como objetivo principal controlar o ganho de calor solar direto, este pode levar a um aumento indesejado da temperatura interna dos edifícios. Esse controle é essencial para evitar o superaquecimento e reduzir a necessidade de sistemas de resfriamento artificial. O ganho solar pode ser controlado através de sombreamento, seleção de vidros e a orientação do edifício. A estratégia deve equilibrar a entrada de luz natural, que é desejável para a iluminação interna, com a necessidade de evitar o calor excessivo.

Dispositivos de sombreamento, como beirais, brises-soleil, pergolados e venezianas, são eficazes para bloquear a radiação solar direta durante os períodos de alta incidência, especialmente no verão. Esses dispositivos podem ser projetados para se ajustar às mudanças sazonais na altura do sol, permitindo que a luz solar entre durante o inverno e seja bloqueada durante o verão (Lamberts, 2015).

Os beirais são extensões da cobertura que protegem as fachadas contra a radiação solar direta. O comprimento dos beirais deve ser calculado com base na latitude e na altura do sol durante diferentes estações do ano. Já os brises-soleil são elementos arquitetônicos instalados nas fachadas para bloquear a radiação solar direta enquanto permitem a entrada de luz difusa. Podem ser fixos ou ajustáveis, dependendo das necessidades específicas de sombreamento (Rattes, 2019).

A seleção de vidros e revestimentos com propriedades específicas de controle solar pode ajudar a minimizar o ganho de calor. Vidros de controle solar, com revestimentos refletivos ou de baixa emissividade, podem reduzir a quantidade de radiação solar que entra

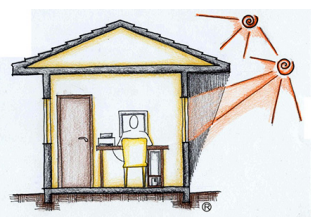
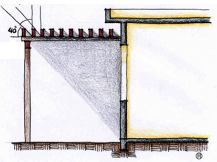
no edifício. Revestimentos de parede e telhado com propriedades refletivas também contribuem para o controle térmico (Rattes, 2019).

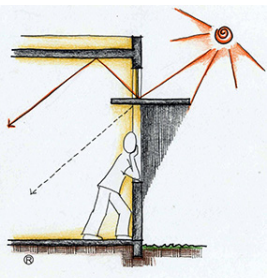
A vegetação pode servir como uma forma natural de proteção solar. Árvores e plantas estrategicamente posicionadas ao redor do edifício podem fornecer sombra e reduzir o aquecimento das superfícies expostas ao sol. A arborização também contribui para o conforto térmico e a qualidade do ambiente ao redor do edifício (Andrade Júnior, 2015).

A proteção solar melhora o conforto térmico interno ao manter a temperatura interna dentro de uma faixa confortável. Além disso, controla o brilho e a luz solar direta, o que pode melhorar o conforto visual dos ocupantes e reduzir a fadiga ocular. Um desafio significativo é equilibrar a proteção solar com a necessidade de luz natural. Excessivo sombreamento pode reduzir a iluminação natural e aumentar a dependência de iluminação artificial, o que pode contrabalançar os benefícios da proteção solar (Mourão, 2012).

Dispositivos de sombreamento e sistemas de proteção solar precisam de manutenção regular para garantir seu desempenho contínuo. A durabilidade dos materiais utilizados também deve ser considerada para evitar custos adicionais com reparos e substituições, como também devem se integrar ao design arquitetônico de maneira harmoniosa e funcional, para não impactar negativamente na estética da construção. A Tabela X mostra algumas alternativas de sombreamento. (Mourão, 2012).

Tabela 1 – Síntese de estratégias para sombreamento.

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

	Prateleiras solares	O dimensionamento da Prateleira de Luz deve ser feito de acordo com orientação solar da abertura e os períodos desejáveis de sombreamento, refletindo principalmente o sol de verão
---	----------------------------	--

Fonte: Adaptado do PROJETEE (2005).

2.3.2.4 Materiais e Isolamento.

A radiação solar liberada pelo sol é a principal fonte do calor que pode ser absorvida pelas aberturas e se dissipar no interior dentro dos materiais e revestimentos, causando o aquecimento imediato do ar e das superfícies ou ser absorvido pelas paredes externas e causar o mesmo efeito em cadeia.(Corbella e Yannas, 2009).

Além do calor se armazenar nos materiais construtivos e migrar para o ambiente interno regulando ou não seu desempenho térmico, essa diferença de calor é compreendida com a aplicação de diferentes materiais, como exemplo a folha de ferro galvanizado, 30cm de concreto , 30cm de poliuretano expandido e uma folha de vidro.

Na parede de folha galvanizada em poucos minutos o material estará quente por convecção e radiação, passando o calor para o ambiente rapidamente. Na parede de concreto de 30 cm o calor é tão mais lento que só será sentido internamente em questão de horas, de forma mais lenta. Já com o poliuretano só em questão de dias o calor será sentido pelos usuários. Enquanto na folha de vidro a condução será muito rápida, além do sol penetrar o ambiente e potencializar imediatamente o calor. (Corbella E Yannas, 2009).

Segundo o Projete (2005), de fato os materiais com alta inércia térmica funcionam como uma espécie de bateria térmica: durante o verão absorvem o calor mantendo a edificação confortável e durante o inverno pode liberá-lo à noite, ajudando a manter a construção aquecida. Essa característica é benéfica em climas secos pois há uma grande diferença de temperatura entre o dia e a noite, geralmente acima de 7°C.

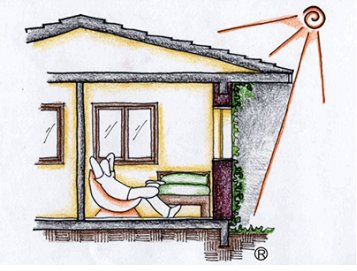
A massa térmica de terra tem condições de atrasar as oscilações de temperatura entre o exterior e o interior, além da terra Correia (2005) também orienta o desempenho de paredes com grande espessuras de tijolo, adobe e taipa pintados com cores claras para que o aquecimento dessa parede seja minimizado. Além da (Projete, 2005) afirmar que o concreto e a alvenaria cerâmica são materiais que apresentam capacidade térmica elevada.

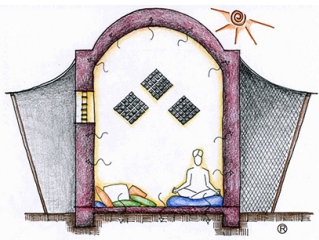
Quanto maior for a massa térmica, mais calor é armazenado e depois liberado para o interior quando a temperatura do ar cai abaixo da temperatura da superfície. A condutividade térmica, por sua vez, é uma característica que depende da densidade do material e determina sua capacidade de transferir calor ao longo do tempo. Materiais com alta condutividade térmica transferem mais calor entre as superfícies. A espessura da parede também é crucial para calcular a resistência térmica (R), que é a capacidade do material de resistir à transferência de calor. Assim, paredes mais espessas e materiais com menor condutividade térmica oferecem maior resistência à passagem de calor. (Lamberts, 1997)

Para as regiões de clima quente e seco, é preciso ter cuidado com sua aplicabilidade. Pois com essa característica de alta inércia térmica, principalmente nas fachadas oeste durante o verão, podem acumular muito calor e gerar altas temperaturas. É importante usar essa técnica com as outras estratégias em conjunto para isolamento térmico ao longo do dia, como o sombreamento. Além disso, nota-se um cuidado maior ainda no nordeste, não apenas pelo verão, mas por conta da variação de temperatura que ocorre durante o dia. (Projeteee, 2015).

Uma solução possível para o resfriamento utilizando massa térmica são as paredes verdes. Elas oferecem um isolamento térmico natural, ajudando a reduzir as temperaturas da superfície por meio da evaporação da água presente na vegetação. Em conjunto com a massa térmica, essa abordagem permite uma interação eficiente com o ambiente interno, a Tabela 5 mostra opções de resfriamento por esse método. (Projeteee, 2005).

Tabela 2 – Síntese de estratégias construtivas para a massa térmica de refrigeração

Ilustração	Massa Inércia Térmica	Ação
	Parede verde	Paredes verdes oferecem isolamento térmico natural, reduzindo as temperaturas por meio da evaporação da água das plantas. Aliada a massa térmica, promovem a interação com o ambiente interno. (Projeteee, 2005)
	Resfriamento Radiante Noturno	Materiais de alta inércia térmica no envelope do edifício ajudam a reduzir as flutuações térmicas, liberando calor armazenado à noite, quando as temperaturas são mais baixas. Ventilação noturna + Materiais como concreto e tijolos de reuso. (Projeteee, 2005)

	Envelope de Alta Inércia Térmica	Em climas secos, coberturas pesadas e bem sombreadas podem absorver calor do ambiente durante o dia e liberá-lo à noite. Essa estratégia pode ser aplicada em pátios externos e terraços, utilizando materiais como concreto, cascalho ou tijolos de reuso (Projeteee,2005)
---	---	--

Fonte: Adaptado do Projeteee (2005).

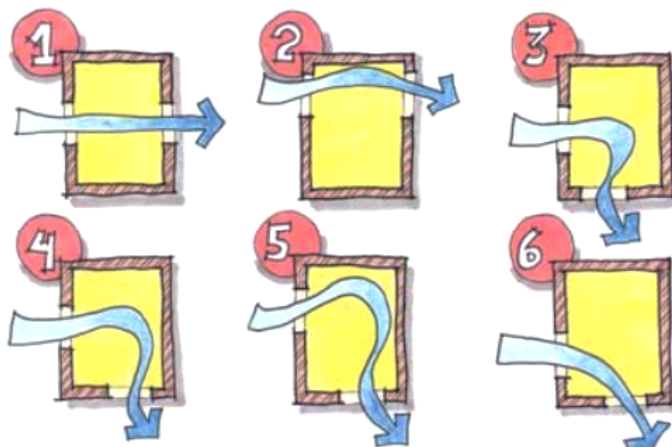
2.3.2.5 Ventilação Natural.

A ventilação natural é uma ferramenta importante na renovação do ar do ambiente e é essencial para a higiene em geral e reduzir problemas respiratórios, além de ser capaz de impactar no conforto térmico nas regiões de clima quente, essa renovação dissipa o calor e desloca o ar através do edifício e para seu exterior por meio das aberturas, isso ocorre de duas formas, na ventilação cruzada ou através de diferença de pressão atmosférica, reduzindo a dependência de climatização artificial. (Gonzalo, 2022).

Isso depende da diferença de pressão do ar entre os ambientes internos e externos, da resistência ao fluxo de ar oferecida pelas aberturas, pelas obstruções internas e de uma série de implicações relativas à incidência do vento e forma do edifício. (Frota; Schiffer, 2005)

A ventilação cruzada é o princípio essencial para resfriar o ambiente, isso depende da localização das aberturas e como o vento intercepta esse recinto. Na figura 02 os esquemas 1 e 2 mostram como aberturas em alinhamento oposto provocam uma ventilação rápida e efetiva, nos esquemas 3, 4 e 5 as aberturas em paredes adjacentes são eficazes, mas no esquema 6 a proximidade exagerada das janelas pode provocar o curto-circuito da ventilação (Lamberts, 2014).

Figura 02 - Ventilação Cruzada.



Fonte: Lamberts, 2014.

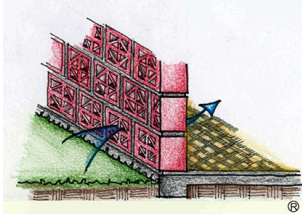
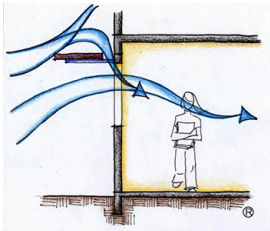
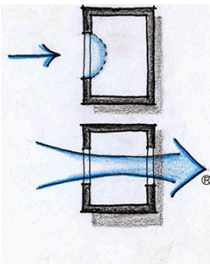
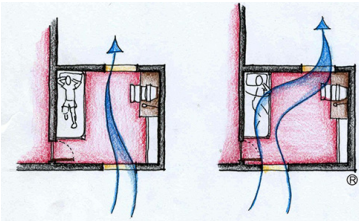
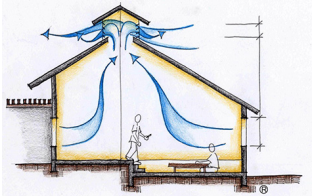
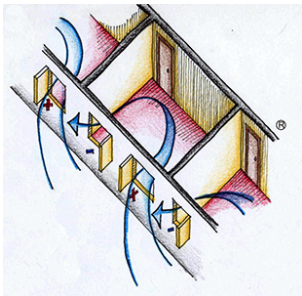
Existem muitos tipos de abertura e soluções que promovem essa troca de calor com o externo, como lanternins na cobertura para o calor acumulado na parte superior da edificação dissipar. Estes elementos devem ser projetados para garantir que não interfiram na entrada de luz natural e que estejam bem integrados ao design do edifício (Corbella e Corner, 2011).

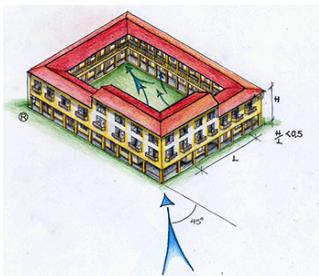
O design das fachadas deve considerar a direção dos ventos e a posição do sol. Fachadas projetadas para captar ventos dominantes e proteger contra ventos desfavoráveis podem melhorar a eficiência da ventilação natural. Além disso, a inclinação e o sombreamento das fachadas podem afetar a entrada de ar e a temperatura interna (Corbella e Corner, 2011).

Para a efetivação dessas estratégias, platibandas e coberturas nas janelas que direcionam o ar são eficazes. Como é possível também ventilar a edificação por ventilação noturna, quando a temperatura do ar externo for menor que a do interno. (Corbella e Yannas, 2009).

A eficácia da ventilação natural pode ser comprometida por condições climáticas desfavoráveis, como falta de vento ou altas temperaturas. Para regiões em que a ventilação natural não é suficiente durante certas épocas do ano, complementar com sistema mecânico de ventilação. Além disso, em áreas urbanas muito poluídas e barulhentas, recomenda-se a consideração de filtros de ar e soluções acústicas para garantir a qualidade do ar e o conforto acústico. (Lamberts, 2014).

Tabela 3 – Síntese de estratégias construtivas para ventilação natural

Ilustração	Ventilação natural	Ação
	Cobogós e similares	Os cobogós oferecem sombreamento, ventilação e iluminação, além de melhorar a segurança e a privacidade dos ambientes. (Projeteer, 2005).
	Aumento do diferencial de pressão	Projeções horizontais externas como marquises direcionam os ventos para a faixa de altura dos ocupantes (Projeteer, 2005).
	Ventilação cruzada	A velocidade do ar aumenta quando a área de saída, com pressão negativa, é maior do que a área de entrada, que exerce pressão positiva. (Projeteer, 2005).
	Ventilação cruzada por Janelas	A distribuição das janelas deve ser planejada para que o fluxo de ar atinja o usuário durante suas atividades. Janelas pivotantes, dobráveis e de correr com duplo deslizamento são adequadas para direcionar o fluxo de vento. (Projeteer, 2005)
	Efeito Chaminé	Pode ser aplicada na cumeeira do telhado e é mais eficaz com aberturas de saída de vento em maior altura. (Lanternins, exaustores eólicos e aberturas zenitais(Projeteer, 2005)
	Ventilação unilateral	Quando é difícil localizar aberturas em paredes opostas ou adjacentes, podem ser criadas aberturas na mesma parede com anteparos verticais para direcionar o vento e criar zonas de pressão diferentes. (Projeteer, 2005)

	Ventilação em pátios internos	Os pátios internos podem melhorar a ventilação e a iluminação dos espaços internos, dependendo da proporção entre a altura da edificação e a largura do pátio. (Projeteee, 2005)
---	-------------------------------	--

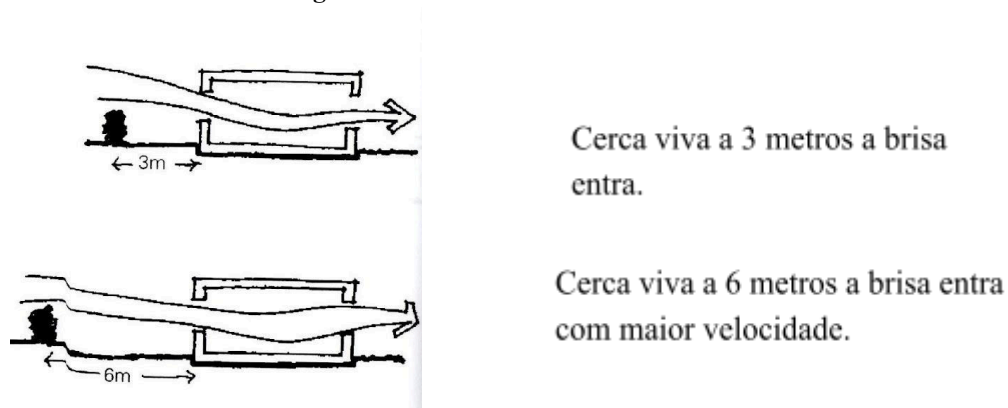
Fonte: Adaptado pelo autor, PROJETEEE (2005).

2.3.2.6 Resfriamento Evaporativo.

O resfriamento evaporativo é uma estratégia que consiste em diminuir a temperatura do ar usando umidade relativa, de forma indireta e direta. É uma forma bastante eficaz para climas secos. O uso da vegetação e fontes de água constituem-se como formas de resfriamento evaporativo direto, já o indireto pode ser obtido através de tanques de água sobre a laje do projeto. (Fernandes, 2009)

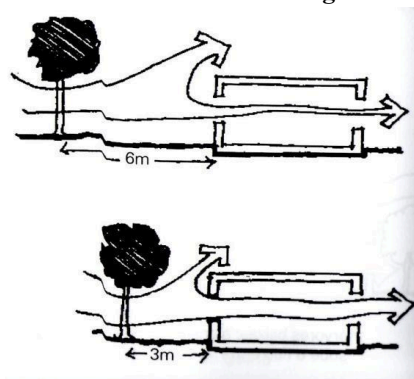
A utilização de vegetação próximo ao edifício, reduzirá o impacto de fortes ventos quentes, além de retirar a umidade das folhas esfriando o ar. (Roaf, 2009). Como a escolha do tipo de vegetação e sua localização também influenciam em como essa corrente de vento entrará na edificação, como visto nas Figuras de 03 a 06:

Figura 03 - Cerca viva a 3m e 6m de distância da residência



Fonte: Lengen, 2008

Figura 04 - Árvores a 3m e 6m de distância da residência

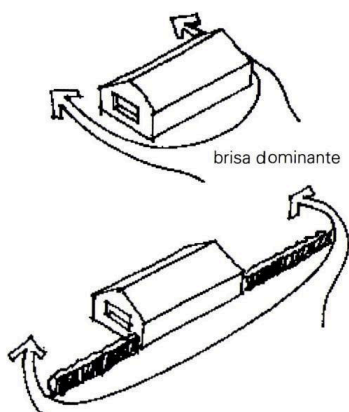


Árvore a 6 metros entra pouca brisa

Árvore a 3 metros a brisa entra mais fresca

Fonte: Lengen, 2008

Figura 05 - Movimentação da brisa sem e com vegetação

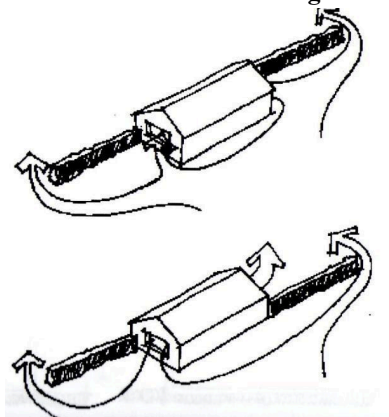


Sem vegetação a brisa passa por fora

Com a cerca viva na frente a brisa passa ainda mais longe

Fonte: Lengen, 2008

Figura 06 - Movimentação da brisa em relação a cerca viva.



Cerca viva atrás a brisa entra e refresca

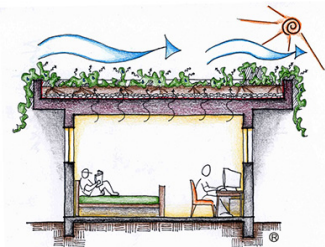
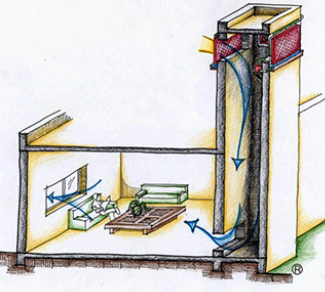
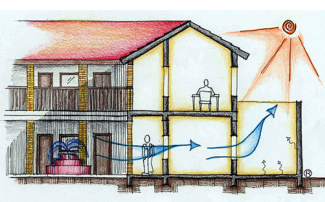
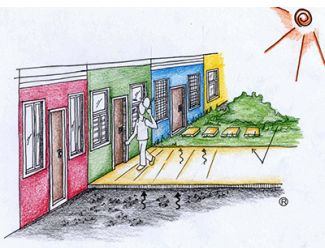
Cerca viva na frente e atrás a brisa entra com mais força.

Fonte: Lengen, 2008

Essas vegetações criam um microclima próprio no seu entorno imediato, alterando todas as condicionantes para melhor. Outras táticas de resfriamento evaporativo referenciadas também pelo Projeteer (2005), são os tetos jardim, em que a vegetação e camada de terra na laje recebem um calor reduzido. Além dele, as torres de resfriamento possuem água na parte

inferior e os pátios internos com vegetação e água realizam a troca de calor do do meio externo e interno.

Tabela 4 – Síntese de estratégias construtivas para o resfriamento por evaporação.

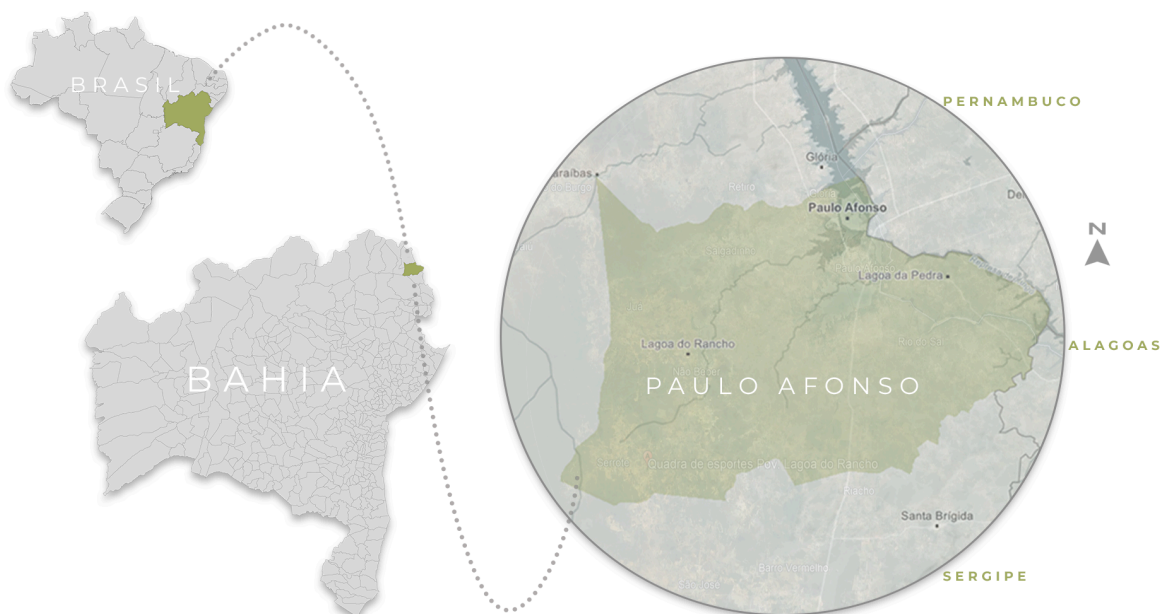
Ilustração	Resfriamento Evaporativo	Ação
	Teto Verde	A vegetação absorve a maior parte da radiação incidente, e a camada de solo da cobertura também sofre um ganho de calor reduzido. É necessário um sistema de impermeabilização. (Projeteee, 2005).
	Torres de resfriamento evaporativo	O ar é captado pela abertura superior e, à medida que passa pelo umidificador e reduz sua temperatura, desce pela gravidade, criando uma pressão positiva que circula pelo ambiente. (Projeteee, 2005).
	Ventilação em pátios internos com fontes de água	Os pátios internos podem melhorar tanto a ventilação quanto a iluminação dos espaços internos. Além disso, a inclusão de fontes de água pode ajudar a reduzir os custos de resfriamento interno ao diminuir a temperatura ambiente. (Projeteee, 2005).
	Microclima local	A cobertura vegetal mantém a temperatura superficial mais baixa em comparação ao asfalto, podendo superar os 13°C de diferença. A vegetação retém água, o que, através de processos naturais, modifica o microclima do local. (Projeteee, 2005).

Fonte: Adaptado pelo autor, PRojeteee (2005).

2.4 Paulo Afonso, BA: Luz e Progresso

Localizado no nordeste do estado da Bahia, na região do Vale do São Francisco (Figura 11). A cidade está situada na margem direita do rio São Francisco, na divisa entre os estados da Bahia, Alagoas e Pernambuco. Essa localização estratégica faz de Paulo Afonso um importante pólo regional de conexão entre diferentes estados do nordeste brasileiro. Por ter sido a primeira usina hidrelétrica subterrânea instalada no Brasil, com suas turbinas alocadas a mais de 80 metros abaixo do nível do rio São Francisco, a cidade é popularmente referenciada como a capital da energia, ou com citações de luz e progresso (Prefeitura de Paulo Afonso, 2023).

Figura 11 - Localização Paulo Afonso-BA



Fonte: Google Earth, adaptada pelo autor, 2024.

O relevo da região é influenciado pela presença do Rio São Francisco, que forma cânions profundos, cachoeiras, e outras formações rochosas. A cidade está próxima ao "Vale dos Grandes Rios", uma área de transição entre o sertão semiárido e a caatinga. O Rio São Francisco, além de ser um marco geográfico, é crucial para o abastecimento de água, agricultura irrigada e geração de energia elétrica.

A vegetação predominante na região é a caatinga, um bioma típico do semiárido brasileiro. Este bioma é adaptado às condições de baixa umidade e altas temperaturas, apresentando plantas xerófitas, como cactos e arbustos espinhosos (IBGE, 2020).

A economia de Paulo Afonso é diversificada, com destaque para o setor energético, industrial, agropecuário e de serviços. Além da produção de energia, a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) contribui para o desenvolvimento regional através de diversos projetos sociais e ambientais (CHESF, 2020).

A agricultura e a pecuária também desempenham um papel significativo na economia local. A produção agrícola é adaptada às condições semiáridas, com destaque para culturas como milho, feijão e mandioca. A criação de gado, caprinos e ovinos é comum, contribuindo para a subsistência e comércio local.

O turismo é outro setor relevante, impulsionado pelas belezas naturais e pelos complexos hidroelétricos. A cidade atrai turistas interessados em visitar os Canyons do Rio São Francisco, o Museu Casa de Maria Bonita e o complexo da CHESF (Figura 12). Esses e outros atrativos turísticos geram renda e emprego, especialmente no setor de serviços, como hotelaria e alimentação (Prefeitura de Paulo Afonso, 2020).

Figura 12 - Complexo Hidrelétrico Paulo Afonso-BA



Fonte: Acervo CHESF

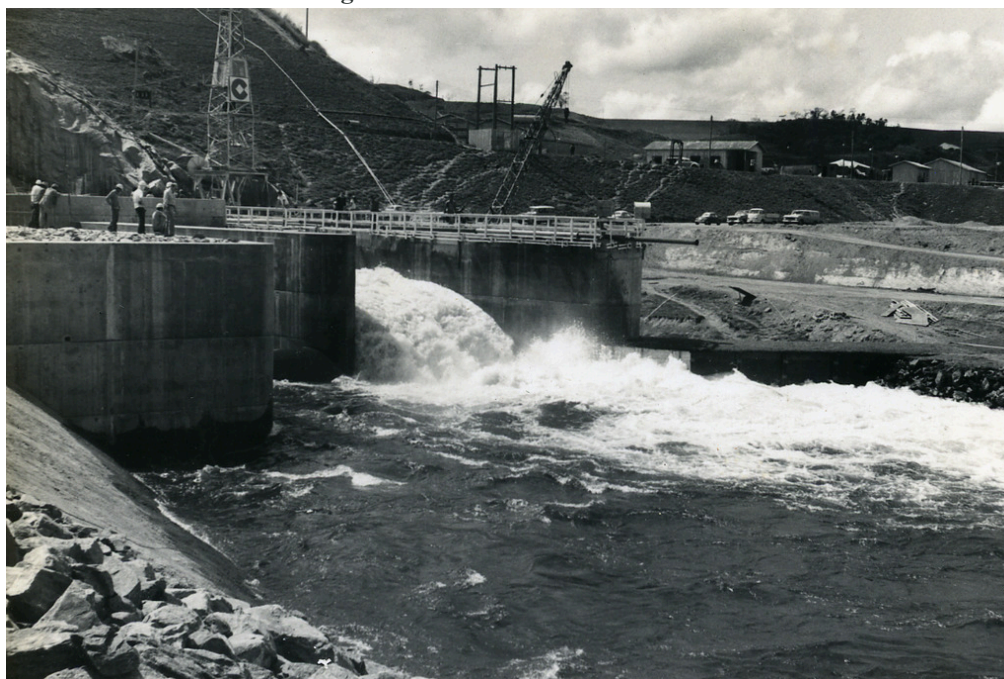
De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população de Paulo Afonso era de aproximadamente 120.000 habitantes em 2020. A cidade apresenta uma densidade demográfica relativamente baixa, refletindo a grande extensão territorial do município (1.544,388 km²) em comparação ao número de habitantes.

A usina, localizada no Rio São Francisco, teve suas obras iniciadas na década de 1940 e foi oficialmente inaugurada em 1955. Foi um marco no desenvolvimento da região,

atraindo trabalhadores e impulsionando a urbanização. A cidade foi oficialmente emancipada em 28 de julho de 1958, desmembrando-se de Glória, outro município baiano (Prefeitura de Paulo Afonso, 2020).

Esta iniciativa foi essencial não apenas para a produção de energia elétrica, mas também para o desenvolvimento socioeconômico da região. A usina foi uma das maiores e mais importantes do Brasil em sua época, contribuindo para a industrialização do Nordeste e o desenvolvimento de áreas urbanas, como mostra sua construção na Figura 13. (CHESF, 2020).

Figura 13 - Eclusa de Paulo Afonso



Fonte: Acervo Memória da Eletricidade, 1948

A usina de Paulo Afonso é composta por vários complexos, incluindo Paulo Afonso I, II, III e IV, além de outras estruturas hidrelétricas na região. A energia gerada por estas usinas tem sido vital para suprir as necessidades de eletricidade não só da Bahia, mas também de estados vizinhos, impulsionando o crescimento industrial e econômico (CHESF, 2020).

2.4.1 Crescimento Populacional.

Para explicar o crescimento de Paulo Afonso é necessário retornar aos conceitos de povoamento da movimentação operária massiva no Brasil, não foi diferente durante o processo de formação do município, que logo se tornaria vila. Em 3 de Outubro de 1725 uma sesmaria foi doada ao sertanista Paulo Viveiros Afonso, das províncias de Pernambuco, que não contente ocupou além das suas terras e assim abrangeu uma parte da margem direita das

cachoeiras do rio São Francisco, conhecidas como Sumidouro, Forquilha ou Cachoeira Grande à época. Não se tem dados anteriores a isso. E logo criou um arraial que se chamaria Tapera de Paulo Afonso.

Inicialmente, a região era pouco povoada, composta principalmente por pequenos vilarejos e comunidades ribeirinhas (Figura 14). A construção da usina atraiu engenheiros, técnicos e trabalhadores de diversas partes do Brasil, especialmente do Sudeste e Sul do país. Esta migração foi um fator crucial para o desenvolvimento urbano de Paulo Afonso. Os engenheiros e suas famílias trouxeram consigo conhecimentos técnicos e culturais, contribuindo para a diversificação da população e o enriquecimento cultural da cidade (Prefeitura de Paulo Afonso, 2020).

Figura 14 - Formação da Cidade



Acervo IBGE, 1952

Desde o início, a distribuição desigual de recursos e oportunidades contribuiu para a criação de áreas com condições de vida diferentes. Essas disparidades se manifestaram na forma de acesso desigual a infraestrutura, serviços básicos e habitação adequada, resultando em comunidades com marcantes contrastes socioeconômicos.

Enquanto os engenheiros e chefes tinham as casas em maiores lotes e todo o suporte urbano de hospital, clube e equipamentos urbanos, a Vila Poty crescia fora da cerca de delimitação, com imigrantes construindo suas casas a base do barro e sacos de cimento Poty derivados da grande empreitada das hidrelétricas. A Figura 15 mostra a separação da cidade. Eram barracos deformados, sem estrutura de água e esgoto e surgiam amontoados e rapidamente. Em 1953 a população da vila já era três vezes maior que o acampamento chesfiano; que era de aproximadamente 3.000 pessoas (Brandão, 1953).

Figura 15 - Separação entre Vila Operária e o restante da população



Fonte: Acervo João de Sousa Lima, 1955

A chegada desses profissionais e a necessidade de infraestrutura para acomodá-los e suas famílias levaram à criação de bairros planejados, escolas, hospitais e outras facilidades urbanas. A Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) teve um papel fundamental na construção de infraestrutura básica, como estradas, moradias e serviços públicos, contribuindo para a transformação de Paulo Afonso de um pequeno vilarejo em uma cidade moderna, a Figura 16 mostra a entrada da vila operária e dos canteiros de obras, enquanto a Figura 17, do Clube de Paulo Afonso, famoso até os dias atuais. (CHESF, 2020).

Figura 16 - Entrada da Vila Operária e Obras.



Fonte: Acervo Antônio Galdino e Arq. Jornal Folha Sertaneja, 1950

Figura 17 - Clube Paulo Afonso: vista aérea da cidade.



Fonte: Acervo IBGE, 1953

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população da cidade aumentou rapidamente nas décadas seguintes à inauguração da usina. Em 1958, ano de sua emancipação, a população era de aproximadamente 20.000 habitantes. Em 2020, a população já ultrapassava os 120.000 habitantes (IBGE, 2020).

Este crescimento populacional foi acompanhado pelo desenvolvimento de infraestrutura urbana e serviços públicos, tornando Paulo Afonso um polo regional de desenvolvimento. A cidade passou a oferecer melhores condições de vida, atraindo novos moradores e investimentos. O aumento populacional também impulsionou o comércio local (Figura 18) e a criação de novas oportunidades de emprego, tanto no setor público quanto no privado (Prefeitura de Paulo Afonso, 2020).

Figura 18 - Calçadão comercial em Avenida Getúlio Vargas: Paulo Afonso (BA)



Fonte: Acervo IBGE, 1980

A inauguração oficial da usina em 1955 e a subsequente emancipação do município em 1958 marcaram o início de um rápido crescimento populacional. A população de Paulo Afonso saltou de algumas centenas de habitantes para cerca de 20.000 em poucos anos, conforme mais trabalhadores e suas famílias se estabeleceram na região (CHESF, 2020).

Nas décadas de 1960 e 1970, Paulo Afonso continuou a atrair novos moradores, impulsionada pela expansão das operações da CHESF e pela diversificação econômica da cidade. A construção de novas unidades habitacionais e a infraestrutura urbana básica foram desenvolvidas para atender à crescente demanda populacional. No entanto, esse rápido crescimento também começou a evidenciar problemas de planejamento urbano e déficit habitacional.

Durante as décadas de 1980 e 1990, a população de Paulo Afonso estabilizou-se em um ritmo de crescimento mais moderado. A cidade, que em 1980 tinha aproximadamente 60.000 habitantes, continuou a expandir sua infraestrutura e serviços públicos para acomodar o aumento populacional. A economia local diversificou-se com o fortalecimento dos setores de comércio, serviços e turismo, além do tradicional setor energético (IBGE, 2020).

Nos anos 2000 e 2010, Paulo Afonso experimentou um novo ciclo de crescimento populacional, com a população ultrapassando a marca de 100.000 habitantes. Este aumento populacional foi impulsionado por uma série de fatores, incluindo melhorias na infraestrutura, desenvolvimento econômico e investimentos em setores como turismo e educação. A chegada de novas empresas e a expansão do setor de serviços também contribuíram para a atração de novos moradores (IBGE, 2020).

2.4.2 Déficit Habitacional.

Com o rápido crescimento populacional nas décadas de 1940 e 1950, Paulo Afonso enfrentou um déficit habitacional considerável. A migração maciça de trabalhadores para a construção da usina hidrelétrica levou à criação de moradias improvisadas e aglomerações informais. A CHESF, em parceria com o governo federal, construiu bairros planejados para os trabalhadores e suas famílias, mas a demanda por habitação superava a oferta disponível (CHESF, 2020).

Nas décadas de 1960 e 1970, o déficit habitacional persiste como um desafio. O crescimento contínuo da população, aliado a recursos limitados para a construção de novas moradias, resultou em uma expansão de favelas e assentamentos informais². A falta de planejamento urbano adequado e a carência de políticas habitacionais eficazes contribuíram para agravar o problema.

Durante as décadas de 1980 e 1990, esforços foram feitos para mitigar o déficit habitacional. O governo municipal, em parceria com o governo estadual e federal, lançou programas de habitação popular para fornecer moradias dignas às famílias de baixa renda. No entanto, a demanda continuava a superar a oferta, e muitas famílias ainda viviam em condições precárias (Prefeitura de Paulo Afonso, 2020).

² **Assentamentos informais:** Áreas urbanas caracterizadas pela ocupação irregular do solo, falta de infraestrutura básica (saneamento, água, energia), e precariedade das habitações. Frequentemente associados à pobreza e à marginalização, esses assentamentos surgem da falta de acesso à moradia formal e ao planejamento urbano adequado.

Nos anos 2000 e 2010, a cidade implementou novos programas habitacionais, como parte de políticas públicas mais abrangentes para reduzir o déficit habitacional. O programa Minha Casa Minha Vida, lançado pelo governo federal em 2009, teve um impacto em Paulo Afonso, proporcionando moradias subsidiadas para famílias de baixa renda. Apesar desses esforços, o déficit habitacional continuou a ser um desafio, especialmente em áreas periféricas e em assentamentos informais, como mostra a Figura 19. (Ministério das Cidades do Brasil, 2018).

Figura 19 - Moradores de rua nas imediações do centro da cidade



Fonte: Autor, 2024

Desde o lançamento do programa Minha Casa Minha Vida, cinco conjuntos habitacionais foram entregues a Paulo Afonso: Residencial Tancredo Neves (BTN I), Beira Rio (Vila Moxotó), Amanda Moraes (Barroca), Celidone de Deus e Dom Mário (BTN III). Atualmente, Paulo Afonso enfrenta um cenário de desafios e oportunidades no que diz respeito ao crescimento populacional e ao déficit habitacional. A cidade, com uma população estimada em mais de 120.000 habitantes, continua a se expandir e diversificar economicamente.

A Fundação João Pinheiro (FJP, 2020) distingue o déficit habitacional em duas categorias fundamentais: quantitativo e qualitativo. O déficit quantitativo aborda a carência de novas moradias para famílias sem um lar adequado, englobando situações como habitações precárias, coabitação familiar e ônus excessivo com aluguel. Já o déficit qualitativo foca nas inadequações das moradias existentes, abrangendo problemas como precariedade da infraestrutura, inadequação fundiária e edilícia. Em essência, o déficit quantitativo representa

a falta de moradias, enquanto o qualitativo aponta para a falta de qualidade das moradias existentes.

O déficit habitacional, embora reduzido em comparação com décadas anteriores, ainda persiste, afetando especialmente as populações mais vulneráveis. Segundo a Prefeitura do Município e os cadastramentos no Programa Nacional Minha Casa Minha Vida(2020), ainda eram praticamente 5.000 famílias sem domicílio digno cadastradas no programa.

As políticas públicas de habitação e os investimentos em infraestrutura urbana são cruciais para enfrentar esses desafios. A cidade tem buscado implementar programas de regularização fundiária, melhorias em assentamentos informais e construção de novas unidades habitacionais para atender à crescente demanda. Além disso, a integração de práticas sustentáveis na construção de habitações pode contribuir para a criação de um ambiente urbano mais resiliente e inclusivo (Prefeitura de Paulo Afonso, 2020).

O crescimento populacional de Paulo Afonso ao longo de sua história tem sido marcado por períodos de rápida expansão e desafios associados ao déficit habitacional. A construção da Usina Hidrelétrica de Paulo Afonso foi um catalisador crucial para o desenvolvimento urbano e econômico da cidade. Embora o déficit habitacional tenha sido uma constante ao longo das décadas, esforços contínuos de políticas públicas e investimentos em infraestrutura têm buscado mitigar esse problema.

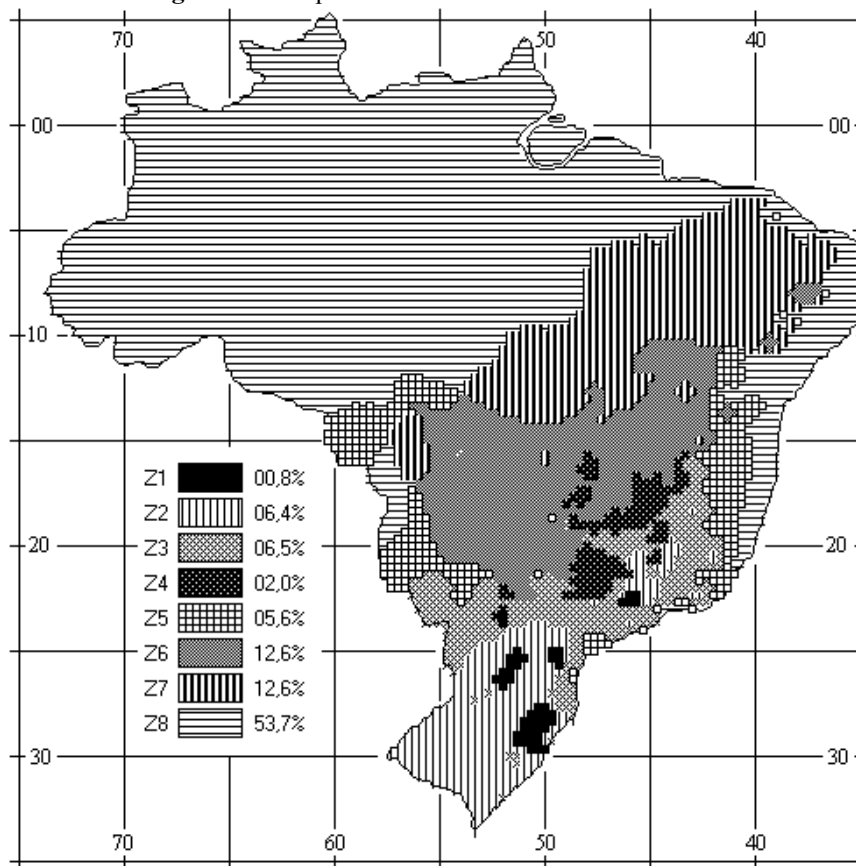
A cidade de Paulo Afonso continua a evoluir, enfrentando os desafios de crescimento populacional e déficit habitacional com iniciativas que visam melhorar a qualidade de vida de seus habitantes e promover um desenvolvimento urbano sustentável.

2.4.3 Condicionantes climáticas e ambientais.

Paulo Afonso possui um clima semiárido, caracterizado por temperaturas elevadas durante o ano todo e chuvas escassas e irregulares. A temperatura média anual é de aproximadamente 26°C, com picos que podem superar os 35°C durante os meses mais quentes. As chuvas se concentram principalmente nos meses de verão, de novembro a março, mas são geralmente insuficientes para garantir uma boa distribuição hídrica ao longo do ano (INMET, 2020).

A NBR 15220-3 propõe a divisão do território brasileiro em 8 zonas homogêneas quanto ao clima e, para cada uma destas zonas, formulou-se um conjunto de recomendações técnico-construtivas que otimizam o desempenho térmico das edificações, através de sua melhor adequação climática, essas zonas são visualizadas na Figura 20. Adaptou-se uma

Carta Bioclimática a partir da sugerida por Givoni (“Comfort Climate Analysis and Building Design Guidelines”. *Energy and Building*, 18 (1), 11-23, 1992).

Figura 20 - Mapa das 8 Zonas Bioclimáticas no Brasil

Fonte: NBR 15220-3, 2005

O território de Paulo Afonso encontra-se dentro da Zona Bioclimática 7, segundo a norma NBR 15220-3 e nas táticas recomendadas para a região semiárida estão algumas especificações de aberturas, sombreamento e estratégias de condicionamento térmico, especificados nas Tabelas 5 e 6:

Tabela 5 — Estratégias para Zona Bioclimática 7

Estratégia	Ação e tipo
Aberturas para ventilação	Pequenas
Sombreamento das aberturas	Sombrear aberturas
Vedações externas Parede	Pesada
Vedações Cobertura:	Pesada

Fonte: NBR 15220-3, 2005

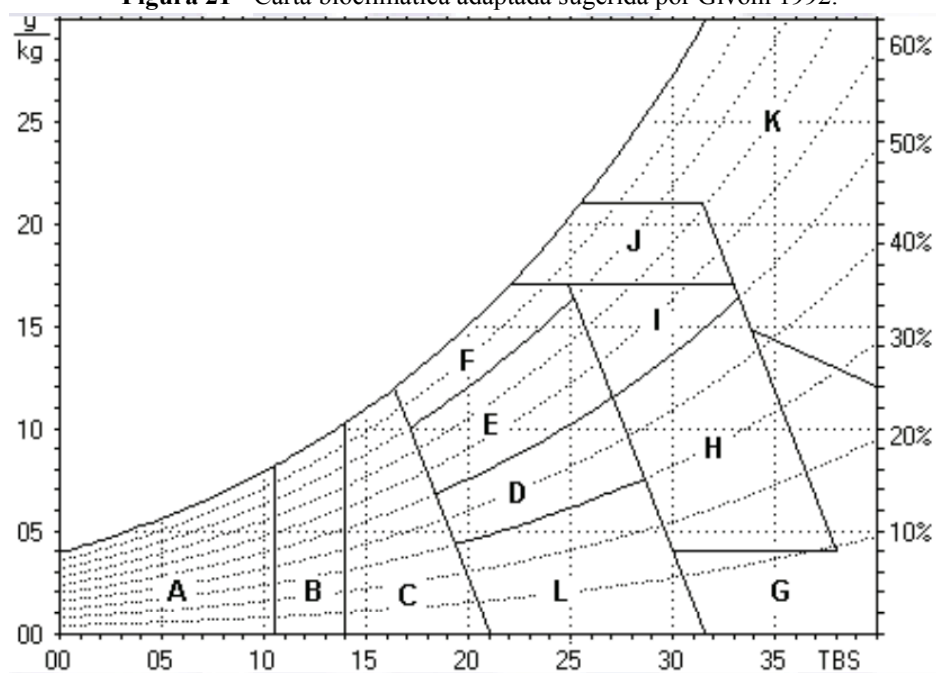
Tabela 6 — Estratégias de condicionamento térmico passivo para a zona bioclimática 7

Estação	Estratégias de condicionamento térmico passivo
Verão	H) Resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento J) Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa)
NOTA Os códigos H e J são os mesmos adotados na metodologia utilizada para definir o zoneamento bioclimático do Brasil (ver anexo B).	

Fonte: NBR 15220-3, 2005.

Adotou-se na norma uma carta bioclimática (Figura 21) adaptada a partir da sugerida por Givoni (“Comfort, climate analysis and building design guidelines”. Energy and Building, vol.18, july/92)

Figura 21 - Carta bioclimática adaptada sugerida por Givoni 1992.



Fonte: NBR 15220-3, 2005

As Zonas da carta correspondem às seguintes estratégias:

- A- Zona de aquecimento artificial (calefação)
- B- Zona de aquecimento solar da edificação
- C- Zona de massa térmica para aquecimento
- D- Zona de conforto térmico (baixa umidade)
- E- Zona de Conforto Térmico (não precisa fazer nada!)

F- Zona de desumidificação (renovação do ar)

G+H- Zona de resfriamento evaporativo

H+I- Zona de massa térmica de refrigeração

I+J- Zona de ventilação

K- Zona de refrigeração artificial

L- Zona de umidificação do ar.

Para a cidade de Paulo Afonso, segundo a norma, as estratégias bioclimáticas adotadas são FHIJK como demonstrado na nas tabelas 2 e 3. Além dessas estratégias, alguns autores especificam como técnicas para elevadas temperaturas o controle dos ganhos de calor, a desumidificação do ar quando se renova nos ambientes internos pela ventilação, evaporação da água através do uso de vegetação, fontes de água e outros. Paredes externas e internas com maior massa térmica, de forma que o calor armazenado em seu interior durante o dia seja devolvido ao interior durante a noite, quando as temperaturas externas diminuem, ou ventilação cruzada e resfriamento artificial. (NBR 15220-3, 2005).

Tabela 7 - Estratégias bioclimáticas por ordem alfabética e seus detalhes

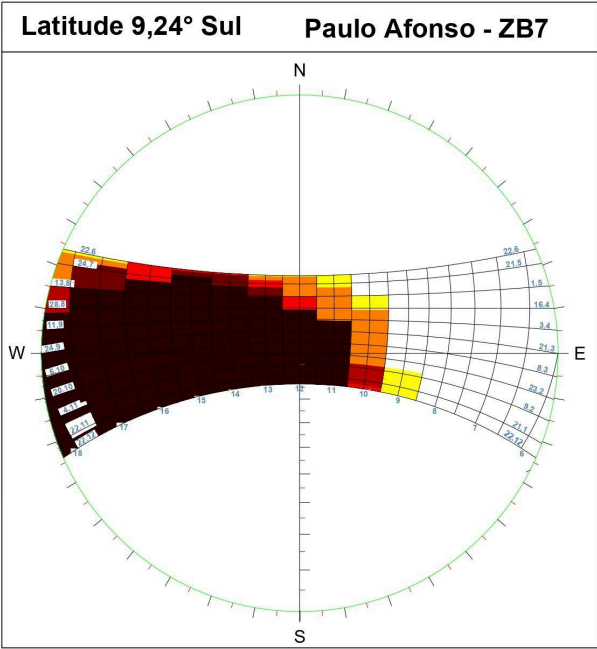
Estratégia	Detalhamento
A	O uso de aquecimento artificial será necessário para amenizar a eventual sensação de desconforto térmico por frio
B	A forma, a orientação e a implantação da edificação, além da correta orientação de superfícies envidraçadas, podem contribuir para otimizar o seu aquecimento no período frio, através da incidência de radiação solar. A cor externa dos componentes também desempenha papel importante no aquecimento dos ambientes através do aproveitamento da radiação solar
C	A adoção de paredes internas pesadas pode contribuir para manter o interior da edificação aquecido
D	Caracteriza a zona de conforto térmico (a baixas umidades)
E	Caracteriza a zona de conforto térmico
F	As sensações térmicas são melhoradas através da desumidificação dos ambientes. Esta estratégia pode ser obtida através da renovação do ar interno por ar externo através da ventilação dos ambientes
G e H	Em regiões quentes e secas, a sensação térmica no período de verão pode ser amenizada através da evaporação da água. O resfriamento evaporativo pode ser obtido através do uso de vegetação, fontes de água ou outros recursos que permitam a evaporação da água diretamente no ambiente que se deseja resfriar
H e I	Temperaturas internas mais agradáveis também podem ser obtidas através do uso

	de paredes (externas e internas) e coberturas com maior massa térmica, de forma que o calor armazenado em seu interior durante o dia seja devolvido ao exterior durante a noite, quando as temperaturas externas diminuem
I e J	A ventilação cruzada é obtida através da circulação de ar pelos ambientes da edificação. Isto significa que se o ambiente tem janelas em apenas uma fachada, a porta deve ser mantida aberta para permitir a ventilação cruzada. Também deve-se atentar para os ventos predominantes da região e para o entorno, pois o entorno pode alterar significativamente a direção dos ventos
K	O uso de resfriamento artificial será necessário para amenizar a eventual sensação de desconforto térmico por calor
L	Nas situações em que a umidade relativa do ar for muito baixa e a temperatura do ar estiver entre 21°C e 30°C, a umidificação do ar proporcionará sensações térmicas mais agradáveis. Essa estratégia pode ser obtida através da utilização de recipientes com água e do controle da ventilação, pois esta é indesejável por eliminar o vapor proveniente de plantas e atividades domésticas

Fonte: NBR 15220-3, 2005.

Com a ajuda da carta solar de uma latitude ou cidade específica, algumas medidas projetuais podem ser tomadas baseando-se na insolação durante qualquer horário e dia do ano. A Figura 22 mostra a carta solar de Paulo Afonso.

Figura 22 - Carta Solar de Paulo Afonso-BA.

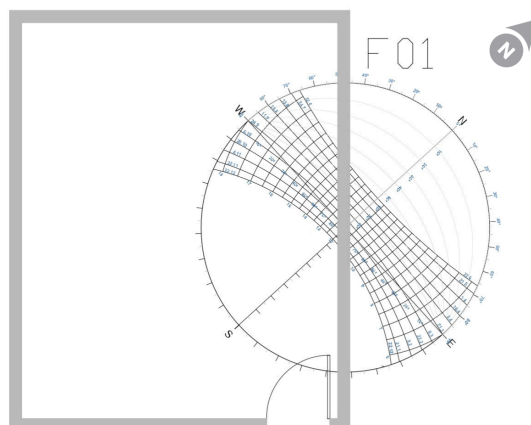


Fonte: Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética no Ambiente Construído,2024

Para determinar a insolação direta em cada fachada é necessário colocar o centro da carta solar alinhado com o norte do projeto em cada uma dessas respectivas fachadas, como exemplificado na Figura 23 para a planta de um cômodo com inclinação de 45° em

relação ao norte, e latitude de 20°, com a fachada 01 (F01) colocada na carta solar de Paulo Afonso.

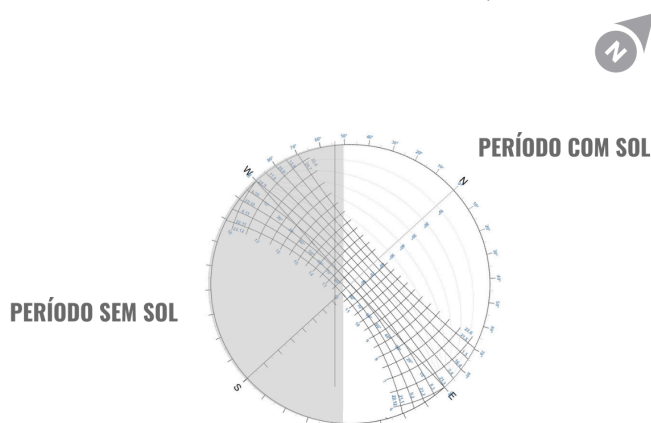
Figura 23 - Exemplo de fachada na Carta Solar, Paulo Afonso-BA.



Fonte: Autor, 2024

Com a análise da carta solar aplicada na planta baixa (Figura 24) a parte com hachura indica a não incidência solar, e as outras o período em que o sol atinge diretamente essa fachada. Assim, realizando uma análise detalhada é possível escolher onde serão inseridas as aberturas, a penetração solar no ambiente em determinado horário e até melhores proteções solares nas aberturas através dos azimutes e latitudes criando a máscara de sombra e sua área de interferência.

Figura 24 - Análise de sombreamento da fachada, Paulo Afonso-BA.



Fonte: Autor, 2024

Os protetores solares diminuem o ganho de radiação solar pelas aberturas, alguns exemplos são os brises, as prateleira de luz, muxarabis e cobogós (elementos vazados), pergolados, varandas, marquises, ou até mesmo vegetação, que além de mitigar os raios solares quando implantadas entre a abertura e o externo servem de espaço de transição entre o interno e o externo (Abbud, 2006).

3 METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa aplicada se utilizando de uma abordagem qualitativa. Assim, este apanhado fornece a base teórica para a elaboração do projeto com os objetivos descritos. A metodologia adotada neste estudo combina pesquisa teórica, análise contextual e desenvolvimento prático para propor um modelo de projeto piloto de habitação popular sustentável para o sertão de Paulo Afonso - BA, contribuindo para o debate sobre o papel da arquitetura na promoção de cidades mais resilientes e sustentáveis.

Este trabalho foi estruturado em quatro etapas, iniciando com uma revisão bibliográfica abrangente que explorou temas cruciais como habitação popular, sustentabilidade ambiental e as características climáticas da cidade em estudo. Essa revisão incluiu a análise de pesquisas acadêmicas, obras de referência e a legislação vigente, tanto no âmbito da sustentabilidade quanto dos programas sociais relevantes, com suas respectivas condicionantes.

Na segunda etapa, realizou-se uma ampla coleta de dados por meio de visitas *in loco*, efetuaram-se levantamentos fotográficos e reuniram-se informações relevantes sobre as habitações sociais e os dados urbanísticos da cidade. Conduziu-se uma análise detalhada do contexto social e ambiental para compreender os problemas enfrentados na região, efetuando-se pesquisas em órgãos públicos municipais, como a prefeitura e a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social, para assim realizar uma análise crítica para as decisões projetuais.

A terceira etapa se baseia no estudo de referências a partir de dois estudos de caso bem sucedidos de projetos relacionados a temática com técnicas e usos sustentáveis, a fim de fundamentar a proposta final. Esses estudos foram fundamentais para a definição de objetivos, diretrizes e formulação da parte prática projetual.

Na quarta etapa, foi realizada uma análise e diagnóstico específicos das habitações de interesse social em Paulo Afonso-BA, considerando aspectos socioeconômicos e ambientais. Essa etapa foi essencial para identificar deficiências, potencialidades e pontos de melhoria no contexto local, fornecendo uma base sólida para a formulação das diretrizes projetuais. Com base no diagnóstico anterior e nos dados coletados, foi criado um programa de necessidades e diretrizes para o desenvolvimento prático do anteprojeto arquitetônico, buscando soluções que atendam aos objetivos de sustentabilidade e adequação ao contexto local. A figura 25 mostra um fluxograma esquemático da metodologia adotada.

Figura 25 - Fluxograma de Metodologia.



Fonte: Autor, 2024

4 ESTUDO DE CASOS

Neste capítulo, serão apresentados dois estudos de caso que servirão como referência para o projeto arquitetônico. O primeiro estudo de caso trata de um projeto de Habitação de Interesse Social Sustentável, projeto desenvolvido pelo escritório 24.7 arquitetura design e ganhador do primeiro lugar para Concurso Público Nacional de Arquitetura para Novas Tipologias de Habitação de Interesse Social Sustentável em parceria com o IAB/SP. O segundo é A Habitação de Interesse Social do território ao habitante / Taller ADG.

4.1. Habitação de Interesse Social Sustentável/ 24.7 Arquitetura Design.

O Escritório responsável por esse projeto fica localizado na cidade de São Paulo, e se chama 24.7 Arquitetura Design, a grandiosa proposta projetual foi realizada em 2010, com a finalidade de concorrer ao Concurso Público Nacional de Arquitetura para Novas Tipologias de Habitação de Interesse Social Sustentável, ganhando em primeiro lugar. Eles abordaram tipologias térreas e foram elogiados pelo júri como pertencedor de qualidades como possibilidade de posterior ampliação, modulação e diversificação.

Segundo os arquitetos, o maior desafio foi a busca por uma solução coerente e racional que pudesse provar que a qualidade de um lar não deve estar associada somente ao nível econômico de uma classe social, mas sim aos conhecimentos técnicos disponíveis no momento histórico atual. Desafiando um padrão antigo e predominante de que as habitações populares devem ser identificadas e desenhadas pela simplicidade de suas soluções. Os autores conseguiram resolver bem a volumetria da residência.

O objetivo é a produção de uma residência compacta, mas que os moradores possam ter mais liberdade, espaços livres, sem deixar de pensar em uma boa qualidade visual e volumétrica das mesmas. É visto evidentemente no projeto uma real preocupação com a fachada, com a identidade, a inomogeneidade e com o desligar do tradicional modelo da casa de caixote e apenas retangular, as fachadas são bem resolvidas e volumetricamente bem pensadas (Figura 26).

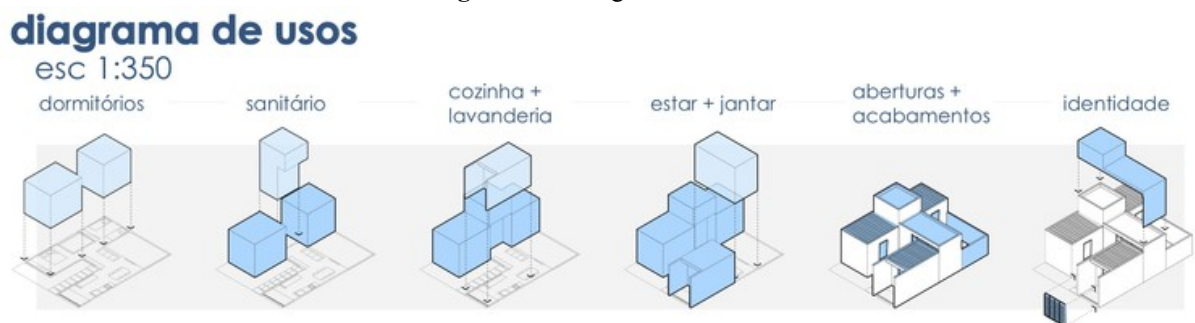
Figura 26 - Fachadas HIS/ 24.7 Arquitetura Design.



Fonte: Archdaily, 2013

A casa tem um programa de necessidades simples e bem dividido, que inicia a partir de dois blocos lineares unidos por um terceiro. O primeiro forma os dormitórios e banheiro, logo após vem a área de serviços com cozinha e lavanderia, e o terceiro une a sala de estar e jantar com os outros dois blocos. Como mostrado na Figura 27.

Figura 27. - Diagrama de usos

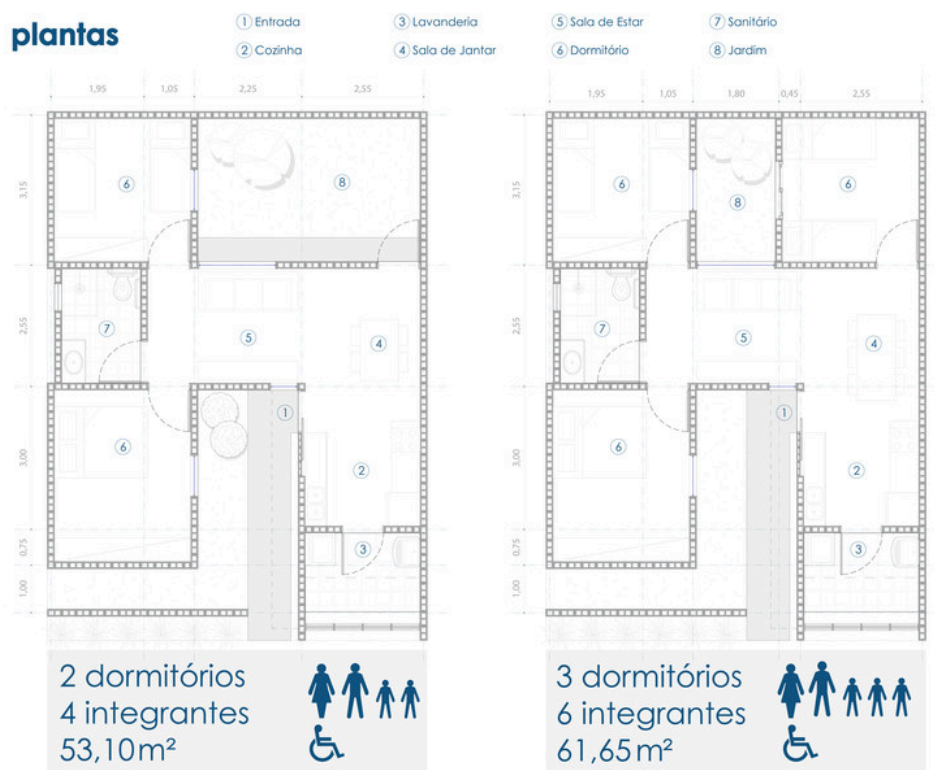


Fonte: Archdaily, 2024

A configuração alongada visa assegurar a iluminação e a radiação direta nos espaços da casa, pois, considerando a inclinação solar para a latitude das cidades do Estado de São Paulo, um formato quadrado ou simplesmente retangular dificultaria a entrada da luz ao longo de toda a sua área. O terreno utilizado permaneceu o mesmo e foi planejado para acomodar casas de dois e três dormitórios, permitindo a ampliação para um quarto adicional na menor habitação ou para acomodar o crescimento do número de membros da família. Além da casa ser completamente acessível para moradores com mobilidade reduzida e Portadores

de Deficiência. Na Figura 28, à esquerda tem-se a planta de casas com apenas dois quartos e à direita com três quartos.

Figura 28 - Setorização HIS/ 24.7 Arquitetura Design.



Fonte: Archdaily, 2024

Os projetistas contaram ainda com a opinião de atuais usuários do programa da CDHU - Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo - empresa do Governo Estadual, vinculada à Secretaria Desenvolvimento Urbano e Habitação. A fim de solucionar as problemáticas de forma eficiente, compreendendo e respeitando as carências enfrentadas pelos usuários, além de obter sua aprovação.

As soluções foram tomadas analisando o Diagrama de umidade de Givoni, para que tenham o conforto térmico necessário e a diminuição do consumo de energia elétrica. Além disso, as tipologias de residências podem ser diferentes, mas até mesmo com tipologias iguais, as casas podem ter suas características individuais, sua identidade. As fachadas podem ser facilmente alteradas mudando elementos simples, como as cores da caixa d'água e núcleo central e os elementos de fechamento frontal utilizados na frente da lavanderia. Além disso, o projeto permite que as fachadas possam ser alteradas com diferentes cores e materiais, conforme mostram as figuras 29 e 30. Diferenciando as residências e trazendo identidade aos moradores.

Figura 29 - Implantações HIS/ 24.7 Arquitetura Design



Fonte: Archdaily, 2024

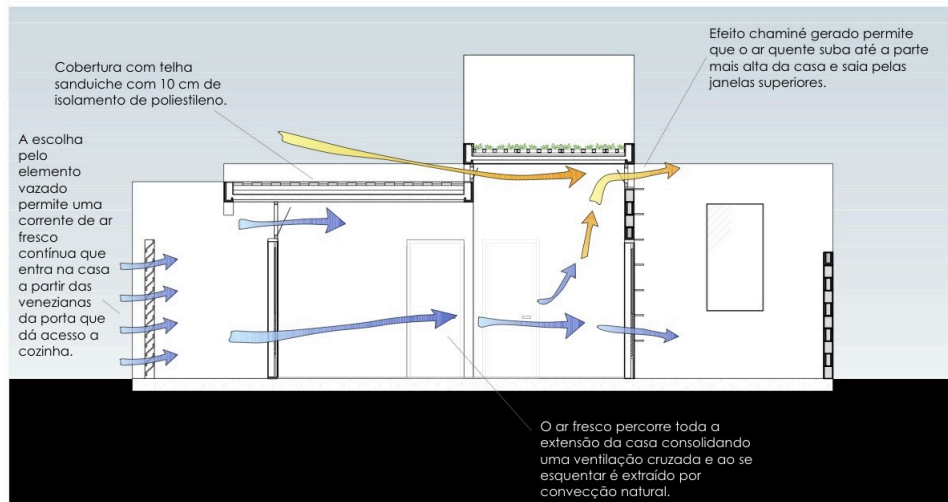
Figura 30- Cores de Fachadas HIS/ 24.7 Arquitetura Design



Fonte: Archdaily, 2024

Um dos maiores diferenciais é a utilização do efeito chaminé ao permitir que a ventilação abundante entre nas casas pelos elementos vazados de fachadas e retire o ar quente por convecção natural através das janelas altas, aumentando o conceito de ventilação cruzada. As coberturas em telha sanduíche com isolamento térmico diminuem o calor e os jardins superiores garantem um ótimo conforto térmico. (Figura 31)

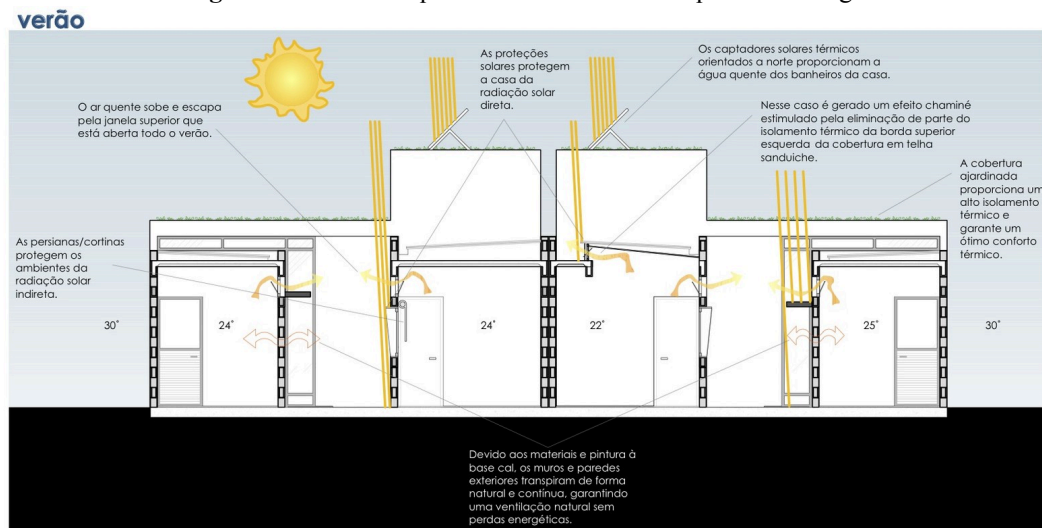
Figura 31 - Corte esquemático HIS/ 24.7 Arquitetura Design



Fonte: Archdaily, 2024

Ainda mais, os captadores solares são responsáveis por aquecer os chuveiros e devido as pinturas das paredes ser a base de cal e os materiais construtivos naturais, as paredes transpiram de forma natural e sem perdas energéticas. Com ventilação natural abundante e iluminação natural praticamente sendo suficiente durante boa parte do dia, a casa possui pátios descobertos para lazer dos usuários e cria um ambiente saudável, aumentando a qualidade de vida dos ocupantes. (Figura 32)

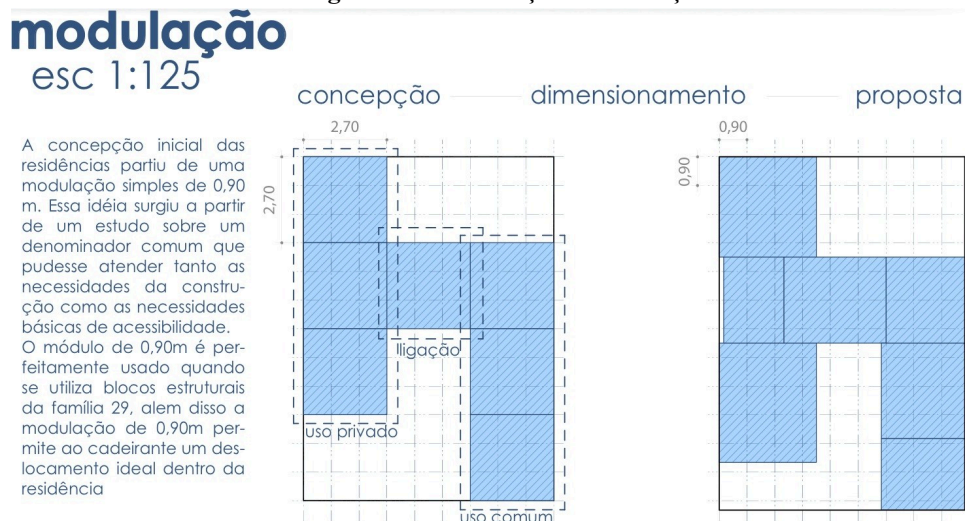
Figura 32. - Corte esquemático 2 HIS/ 24.7 Arquitetura Design



Fonte: Archdaily, 2024

A equipe teve uma assídua preocupação com os materiais utilizados na construção, já que visam atender uma série de requisitos, como a facilidade de construção, custo baixo, sustentabilidade e bioclimatismo. Inicialmente, a escolha foi dos blocos de concreto estruturais da família 29, para facilitar as modulações (Figura 33).

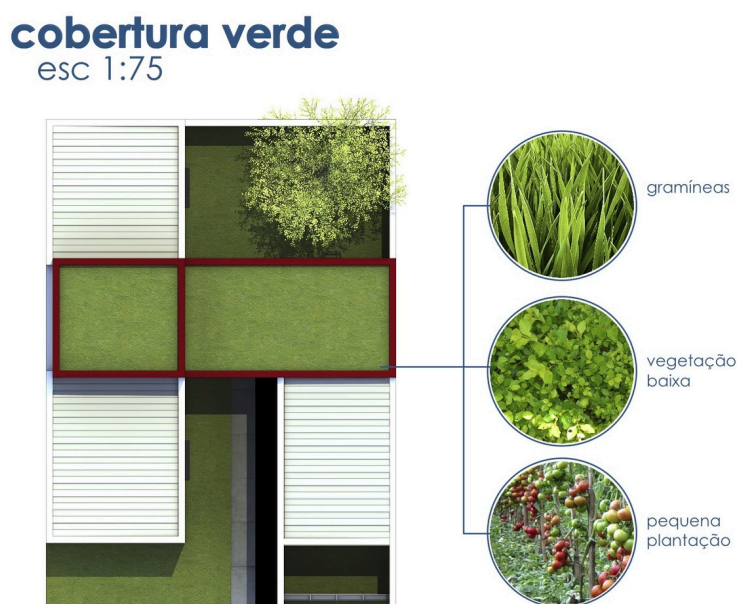
Figura 33. - Modulação e setorização



Fonte: Archdaily, 2024

Os caixilhos foram pensados para manter a insolação e ventilação das unidades. Já na cobertura (Figura 34), houve uma mescla de telhas termoacústicas e coberturas ajardinadas, trazendo maior conforto térmico e redução do consumo mensal de energia, como também a possibilidade de um pátio ajardinado e de cultivo.

Figura 34. - Cobertura verde



Fonte: Archdaily, 2024

Como aspectos positivos, pode-se destacar o comprometimento claro com a sustentabilidade, utilizando materiais e técnicas construtivas locais, reduzindo o impacto ambiental e os custos de produção. Outro ponto chave é a adaptabilidade às necessidades do usuário ao permitir expansão da planta baixa, como a disposição das habitações em solo e outras táticas utilizadas permitem que a residência permaneça confortável em todas as estações do ano. O projeto busca ainda integrar as unidades ao entorno e permitir uma total acessibilidade para locomoção de pessoas com mobilidade reduzida e outros usuários.

4.2. Habitação de Interesse Social do território ao habitante / Taller ADG.

O projeto está localizado em Apan Hidalgo, México, mais especificamente dentro de um Laboratório de Materiais, totalizando 41m², foi planejado para as condicionantes de Xalisco, Nayat também no México. Segundo o escritório responsável (Taller ADG), ele responde às necessidades econômicas, climáticas, topográficas, sustentáveis e estéticas das HIS na região. Os recursos utilizados e características de clima são semelhantes aos de Paulo Afonso-BA, o local possui vastos recursos florestais, agrícolas e minerais para autoconstrução, como o adobe, compostos de pedra, argila e a telha. Como demonstrado na Figura 35 (Archdaily, 2018)

Figura 35. - Projeto executado Taller ADG

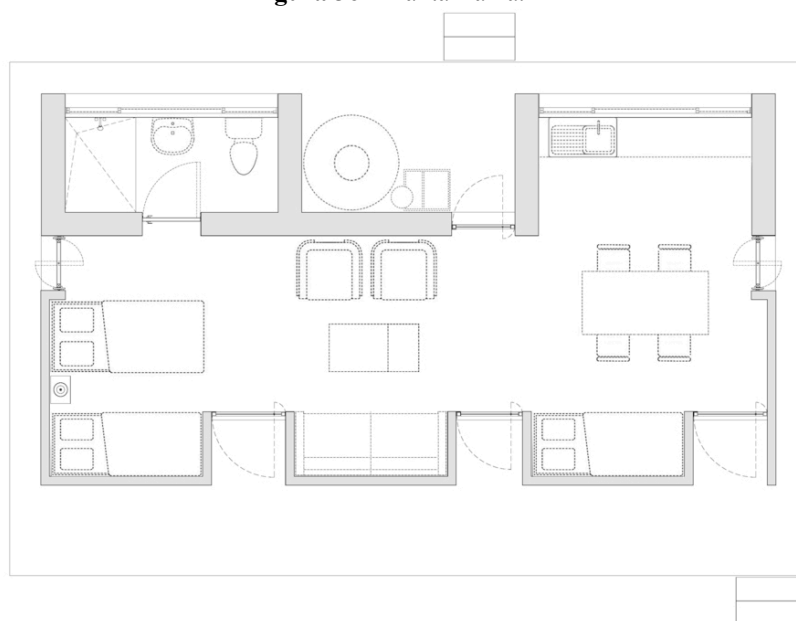


Fonte: Archdaily, 2018

A proposta é um trio de módulos construídos de adobe unidos com uma laje de concreto e uma cobertura metálica que abraça o todo. A planta baixa (Figura X) mostra os volumes residenciais, o primeiro feito de 3,00m x 4,00m e nele se aloca o dormitório, sala de estar e sala de jantar. Já o módulo de serviço é integrado como o único de pedra e possui 1,20m x 3,00m (Figura X) onde ficam o banheiro e a cozinha. (Archdaily, 2018).

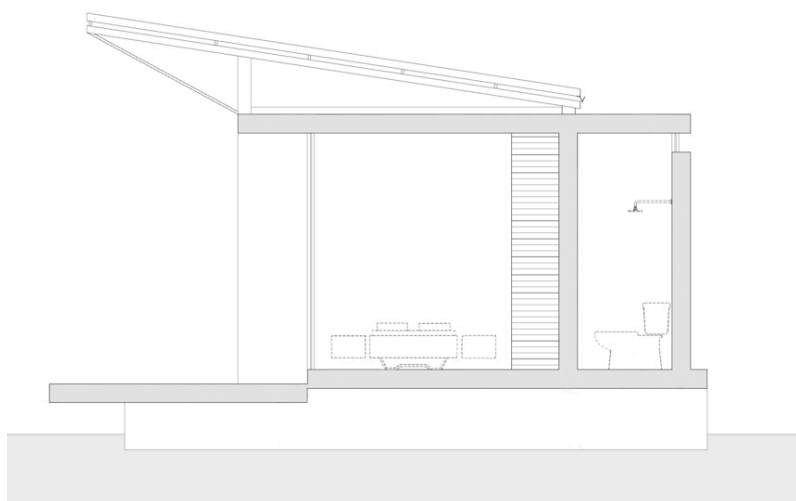
Além disso, há o aproveitamento de água pluvial realizado no telhado da residência, sendo armazenada em um reservatório vertical, o qual está representado na figura 36.

Figura 36 - Planta Baixa.

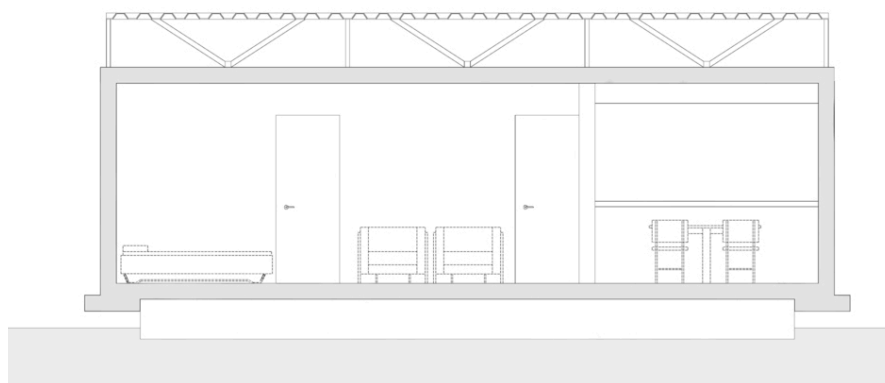


Fonte: Archdaily, 2018

O telhado duplo fornece um maior conforto térmico e reduz a radiação solar, além de permitir captação da água da chuva. Os volumes construtivos trazem movimento ao projeto e auxiliam na ventilação cruzada, além de permitirem maior ampliação de acordo com a necessidade de cada família. Nos cortes longitudinal e transversal (Figura 37 e Figura 38) pode-se compreender as alturas e formulação de layout que a residência propõe, como também detalhes do telhado (Archdaily, 2018).

Figura 37 - Corte Transversal

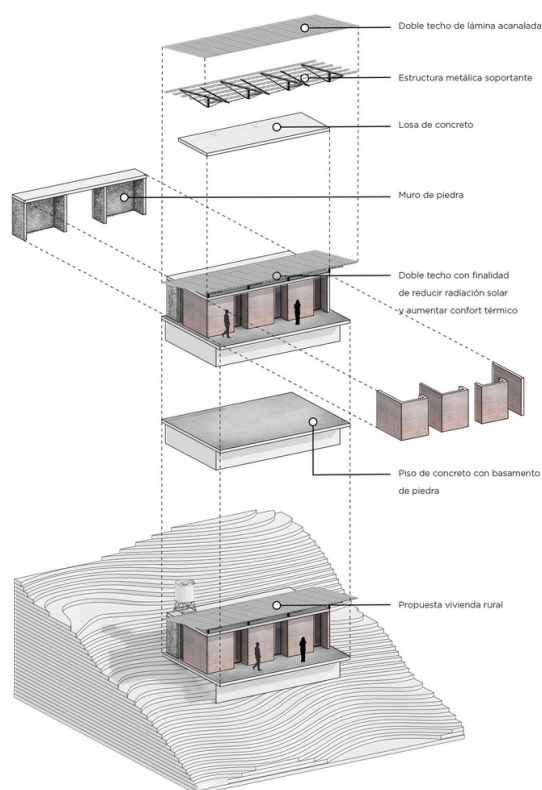
Fonte: Archdaily, 2018

Figura 38 - Corte Longitudinal

Fonte: Archdaily, 2018

Como a topografia é acidentada e prevê-se um crescimento urbano nessa região, foram criadas estratégias que respeitem o ambiente e o contexto mas ajudem a nivelar a topografia com uma base de pedra e uma plataforma de concreto para que a casa seja apoiada. A figura 39 mostra um esquema de volumetria, definindo as diferenças de materiais em cada fachada para manter o conforto térmico, os detalhamentos de telhado e ainda representa o reservatório de água utilizado para armazenar a água de captação da chuva.

Figura 39 - Perspectiva Esquemática (Axonométrica) com informações projetuais



Fonte: Archdaily, 2018

Como pontos positivos, ressalta-se a boa setorização de áreas de serviço e sociais do projeto, como também o compromisso com a sustentabilidade, utilizando materiais e técnicas construtivas locais. Outro ponto chave é a adaptabilidade às necessidades do usuário ao permitir expansão da planta baixa, além dos módulos permitirem uma boa condição térmica à residência e sua posição em solo respeitar a topografia e se integrar ao entorno. Um ponto chave é o telhado duplo e sua estrutura que permitem a coleta de água pluvial.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O produto final deste trabalho consiste na elaboração de um anteprojeto residencial piloto de habitação de interesse social com estratégias de arquitetura bioclimática visando proporcionar moradias dignas e acessíveis para famílias de baixa renda, enquanto também prioriza a melhoria da qualidade de vida dos moradores. A arquitetura bioclimática é uma abordagem que busca criar edifícios que sejam adaptados ao clima local e que minimizem a necessidade de sistemas de condicionamento de ar e iluminação artificial.

Partindo de um planta baixa padrão modulada, de acordo com a orientação da residência, mudam-se as envoltórias e detalhes das fachadas, garantindo o desempenho térmico e lumínico da residência e proporcionando conforto aos moradores.

A setorização é uma estratégia fundamental nesse tipo de projeto. Ela consiste em dividir a habitação em diferentes setores, cada um com uma função específica. Por exemplo, um setor pode ser destinado à área de convivência, outro à área de descanso e outro à área de serviço. Essa divisão permite uma melhor organização do espaço e uma maior eficiência no uso dos recursos. Várias outras estratégias arquitetônicas podem ser utilizadas em uma habitação de interesse social com estratégias de arquitetura bioclimática. A orientação solar é fundamental para maximizar a entrada de luz natural e calor solar no inverno, e minimizar a entrada de calor solar no verão. A ventilação natural é essencial para manter a qualidade do ar interior e reduzir a necessidade de sistemas de ar condicionado. O isolamento térmico é fundamental para manter a temperatura interna da habitação estável e reduzir a perda de calor no inverno e o ganho de calor no verão e o uso de materiais locais e sustentáveis pode reduzir o impacto ambiental da construção e também pode ser mais acessível para as famílias de baixa renda. Os jardins e áreas verdes podem ajudar a reduzir a temperatura urbana, melhorar a qualidade do ar e proporcionar espaços de lazer e recreação para os moradores.

Para a validação da eficiência das proteções solares propostas, foi utilizado o software Analysis Sol-Ar, desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE). Esse software permite obter a carta solar da latitude especificada, auxiliando no projeto de proteções solares por meio da visualização gráfica dos ângulos de projeção desejados sobre um transferidor de ângulos, que pode ser ajustado para qualquer orientação. Além disso, o programa possibilita a análise de máscaras solares e estudos relacionados, contribuindo para a especificação da eficiência das soluções adotadas.

5.1. Condicionantes Legais.

A proposta de planta-baixa foi formulada de acordo com as legislações vigentes no município de Paulo Afonso na Bahia. Foram usadas como referência a Lei Complementar 005 Código de Obras, de 01 de Outubro de 2019, a Lei 1.429 de Uso e Ocupação do Solo, de 01 de Outubro de 2019, a Lei 1.430 da Outorga Onerosa, de 01 de Outubro de 2019 e a Lei Municipal 1.431, de 01 de Outubro de 2019 de Perímetro urbano e os anexos 01 e 02 do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Sustentável. Além das leis municipais, foi seguido as legislações federais do Ministério das Cidades.

O código institui uma taxa de ocupação entre 70 e 90% máximos, um coeficiente de aproveitamento de 1,5 e uma testada de 5m. Os recuos frontais e laterais ficam livres, precisando apenas de 5% de áreas permeáveis mínimas.

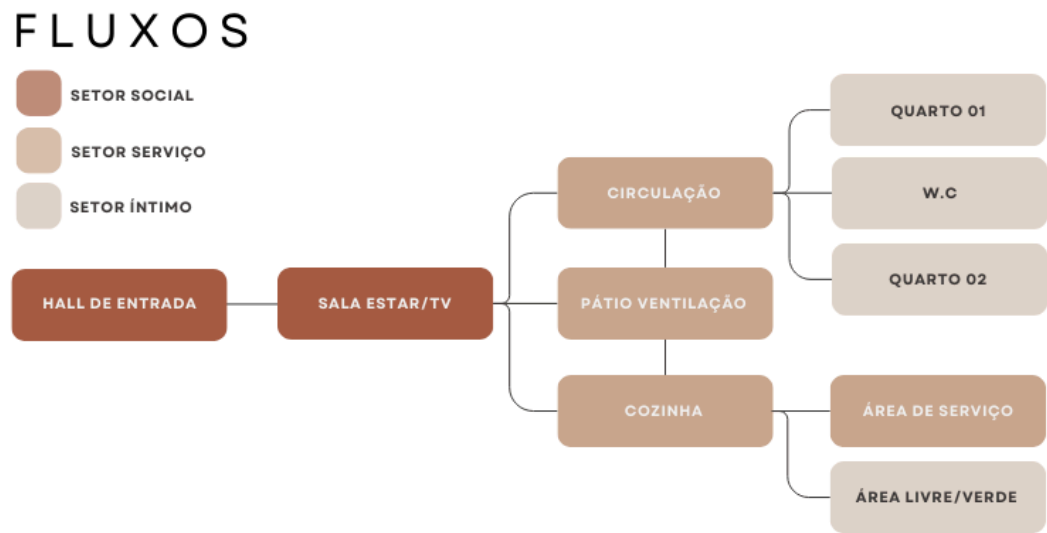
5.2. Programa de Necessidades.

Para a concepção do projeto foi definido uma dimensão padrão para os lotes de 10x15 metros totalizando uma área de 150m². Essas dimensões foram definidas para permitir a acomodação da construção, respeitando os recuos obrigatórios e as limitações das divisas. A setorização, por sua vez, foi cuidadosamente planejada, considerando tanto as diretrizes de programas governamentais quanto às necessidades habitacionais dos usuários, resultando em uma organização clara e funcional dos ambientes. O acesso principal da casa se dá através de um hall de entrada, que conduz ao setor social da residência projetado para o convívio e o lazer da família. Um pátio de ventilação, estrategicamente posicionado, atua como elemento de transição entre os setores, separando a sala de estar e a cozinha, garantindo farta ventilação cruzada e iluminação natural.

A partir da sala de estar, uma circulação interna conduz ao setor íntimo, composto por dois quartos e um banheiro, configurando um espaço privativo e tranquilo para os moradores. A partir de uma pequena reforma, é possível a ampliação da casa com um terceiro quarto sem alterar a eficiência da proposta.. Adjacente à cozinha, encontra-se a área de serviço, setor dedicado às atividades domésticas, como lavanderia e armazenamento. O fluxograma apresentado na Figura 40 e a setorização na Figura 41 demonstram a eficiência da setorização garantindo a fluidez da circulação e a interligação entre os diferentes setores

otimizando o uso do espaço, garantindo a privacidade dos moradores e facilitando o convívio social, resultando em um ambiente funcional, confortável e agradável.

Figura 40 - Fluxograma dos ambientes do módulo piloto.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 41 - Setorização dos ambientes do módulo piloto.



Fonte: Autor, 2025.

O projeto piloto da residência foi concebido com base em uma malha de eixos ortogonais, uma estratégia que visa otimizar a padronização e a modulação da construção, resultando em espaços compactos e, ao mesmo tempo, confortáveis. Os eixos verticais, com um espaçamento regular de 1,5 metros entre eles, definem a estrutura da casa, facilitando a organização dos cômodos, a integração dos espaços e a execução da obra. A residência apresenta uma área construída total de 61,20 m².

A área permeável, por sua vez, totaliza 79,34 m², contribuindo para a sustentabilidade e o equilíbrio ambiental do terreno. Um dos diferenciais do projeto é a flexibilidade de expansão, com a possibilidade de ampliação conectada ao corredor central, permitindo a criação de um novo cômodo. Além disso, a residência dispõe de áreas livres tanto na fachada frontal quanto nos fundos, proporcionando espaços de lazer e convívio ao ar livre. A Figura 42 ilustra a organização dos eixos, a distribuição dos ambientes e as áreas livres da residência, oferecendo uma visão clara da concepção do anteprojeto.

Figura 42 - Planta baixa da Residência Piloto.



Fonte: Autor, 2025.

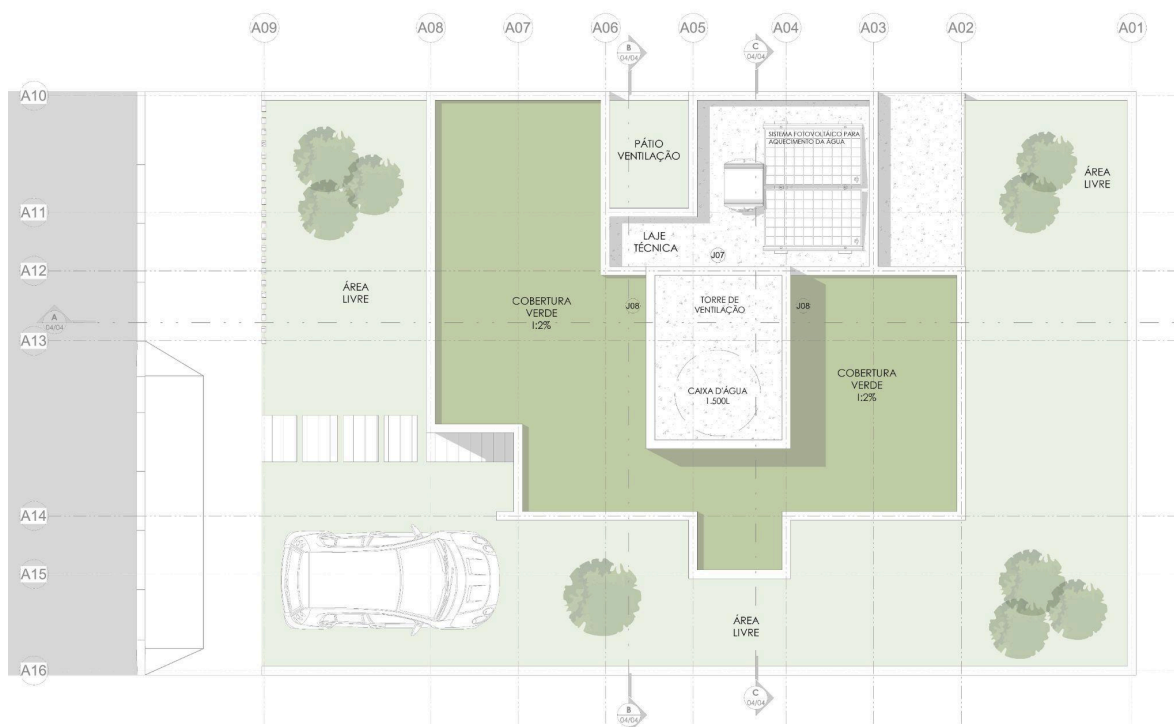
5.3. Táticas projetuais bioclimáticas adotadas.

Para garantir que o projeto piloto pudesse ser implantado em qualquer terreno do município de Paulo Afonso, independentemente da sua orientação solar, a concepção do projeto adotou como partido arquitetônico a arquitetura bioclimática com estratégias de sombreamento, iluminação e ventilação naturais e materiais adequados para o clima local.

focado no conforto térmico, nas alvenarias foram empregando blocos cerâmicos de dimensões otimizadas (14x19x29 cm) com aplicação de argamassa externa e interna, em generosas camadas de 2,5 cm elevando a resistência térmica da estrutura para 0,55 m²K/W e reduzindo a transmitância térmica para 1,83 W/m²K garantindo um isolamento eficiente. O resultado é um ambiente interno com temperatura estável, graças ao atraso térmico de 4,3 horas e à capacidade de armazenamento de calor de 161 kJ/m²K.

Para a cobertura da casa, foi proposto um telhado verde, que se estende sobre os setores social e íntimo. Sobre a cozinha e área de serviço foi sugerida uma laje técnica impermeabilizada, servindo como base para instalação de módulos fotovoltaicos e de aquecimento de água, otimizando o uso do espaço. A integração da cobertura verde e da laje impermeabilizada não só contribui para o conforto térmico, mas também para a eficiência energética da residência. A Figura 43 mostra a planta de cobertura da residência.

Figura 43 - Planta baixa de cobertura da Residência Piloto.

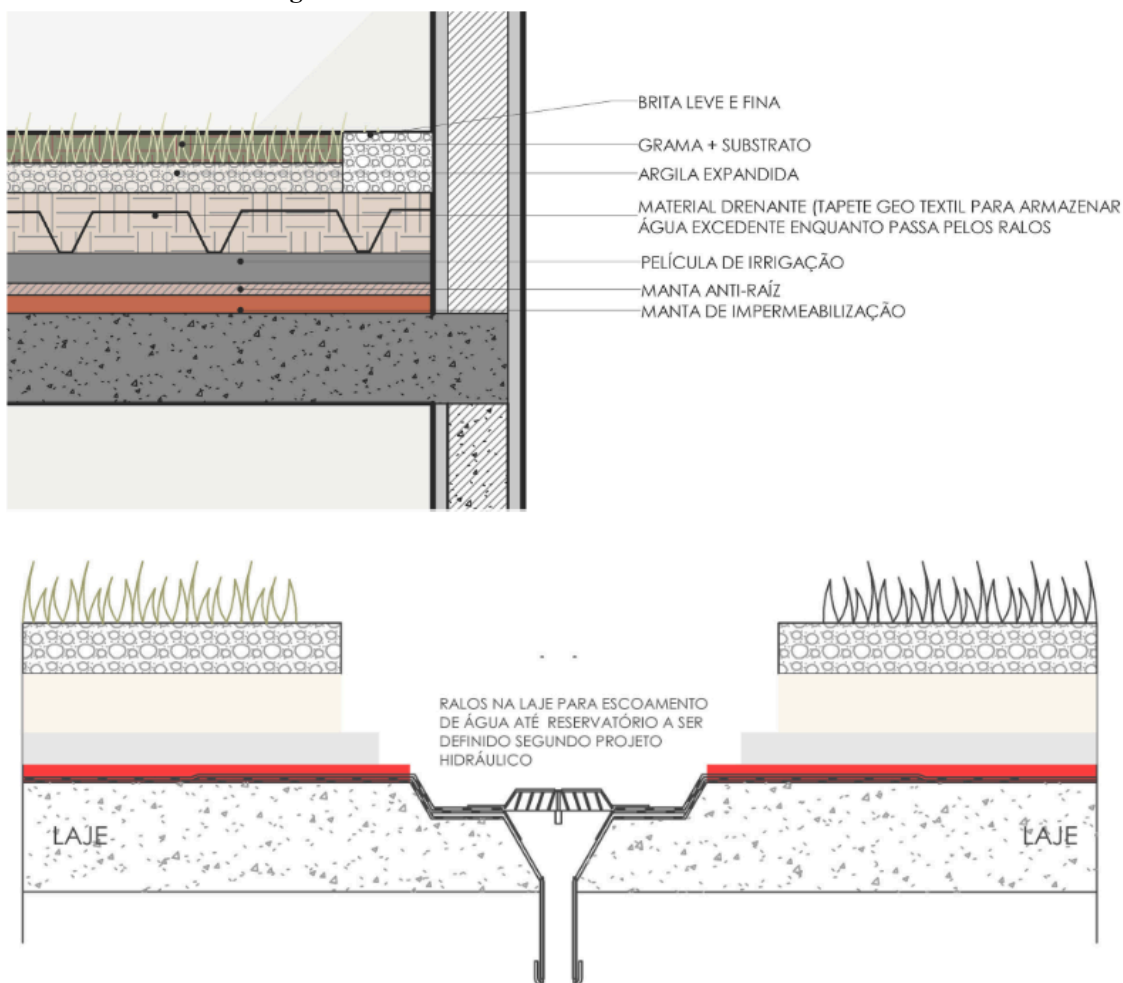


Fonte: Autor, 2025.

A cobertura verde da residência foi projetada para maximizar o desempenho térmico e a sustentabilidade. Sobre a estrutura impermeabilizada, um tapete geotêxtil protege a manta de impermeabilização, seguido por uma película de irrigação que assegura a distribuição uniforme de água para a vegetação.

A manta anti raízes impede que as raízes das plantas danifiquem a impermeabilização, enquanto a manta de impermeabilização protege a estrutura contra infiltrações. A camada drenante, posicionada acima do tapete geotêxtil, facilita o escoamento da água da chuva, direcionando-a para os ralos de captação. A água coletada é então armazenada em um reservatório inferior, podendo ser reutilizada para irrigação ou outros fins. O substrato, cuidadosamente selecionado, fornece o suporte necessário para o crescimento saudável da grama, completando o sistema de cobertura verde. A inclinação de 2% garante o escoamento adequado da água pluvial, evitando o acúmulo e possíveis infiltrações.(Figura 44).

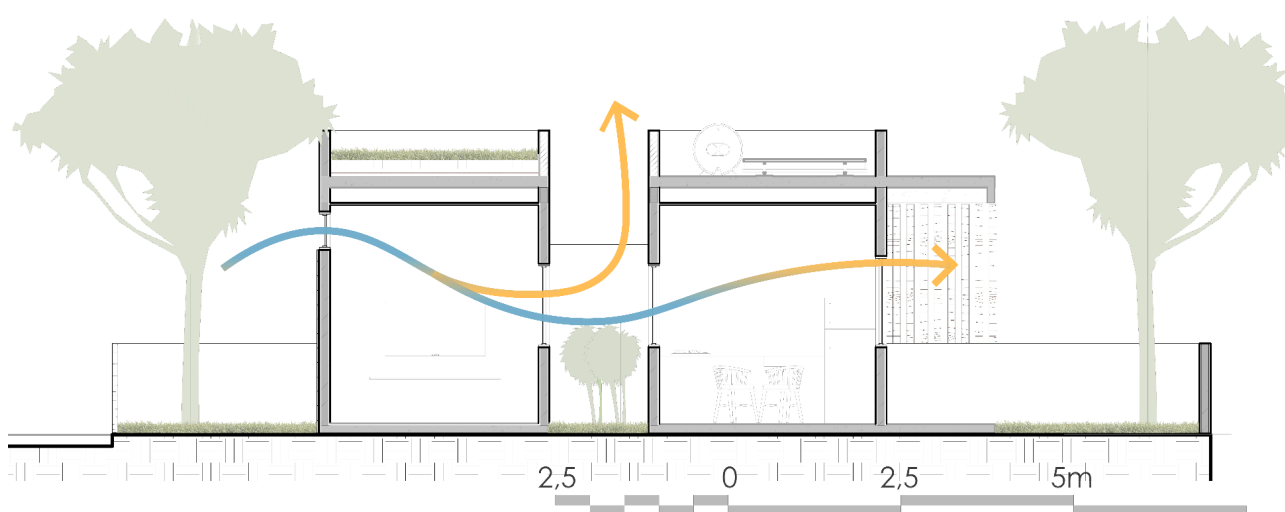
Figura 44 - Detalhamento de cobertura verde Residência Piloto.



Fonte: Autor, 2025.

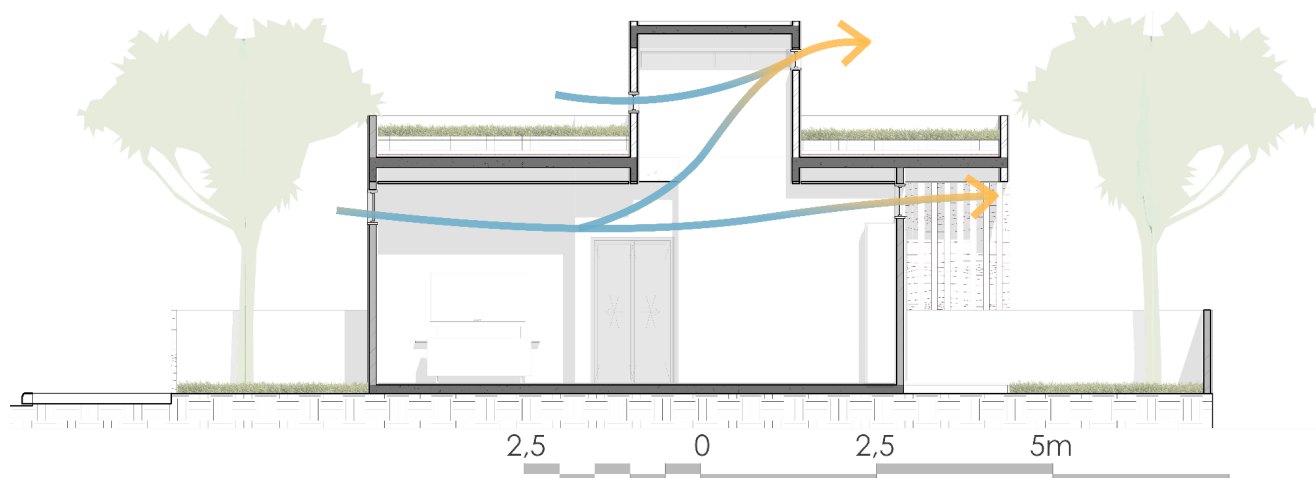
Para garantir uma boa ventilação natural, a planta da casa foi projetada com aberturas que promovem a ventilação cruzada, otimizando o fluxo, proporcionando uma troca constante de ar. Além das aberturas das janelas tradicionais, a proposta incorpora a utilização do pátio de ventilação com jardim interno (Figura 45) que desempenha um papel fundamental na melhoria do microclima interior, ao otimizar a saída do ar quente, reduzindo a sensação de calor, facilitando a circulação do ar, além de permitir a entrada de luz natural, proporcionando um ambiente mais fresco, agradável e saudável.

Figura 45 - Corte Pátio de ventilação.



Fonte: Autor, 2025.

Além do pátio de ventilação, uma torre de ventilação posicionada estrategicamente no centro da edificação traz diversos benefícios, criando um fluxo de ar contínuo, renovando assim o ar interior, quando o ar quente, por ser mais leve, sobe pela torre, enquanto o ar fresco é puxado para dentro da casa, criando um movimento constante de ar que ajuda a resfriar os ambientes de forma natural como mostrado na Figura 46.

Figura 46 - Corte Torre de Ventilação.

Fonte: Autor, 2025.

Para o acabamento externo, optou-se pela tinta acrílica branca, que oferece alta resistência a manchas e durabilidade prolongada. A cor branca, por sua natureza, reflete a maior parte da radiação solar incidente, incluindo o calor, reduzindo significativamente a absorção de calor pela envoltória da casa e, consequentemente, a irradiação para o interior.

Em contraste, algumas paredes de fachada e elementos volumétricos da casa receberão cores personalizadas, formuladas a partir de tinta de argila (Figura 47), conforme especificado no anteprojeto. As tintas de argila destacam-se por sua economia, facilidade de formulação com produtos naturais como óleos e bio géis, e baixa manutenção. Além disso, proporcionam um conforto térmico superior e permitem que os moradores expressem sua identidade através da personalização das cores das fachadas.

Figura 47 - Fachadas com cores variadas.

Fonte: Autor, 2025

5.4 Implantação

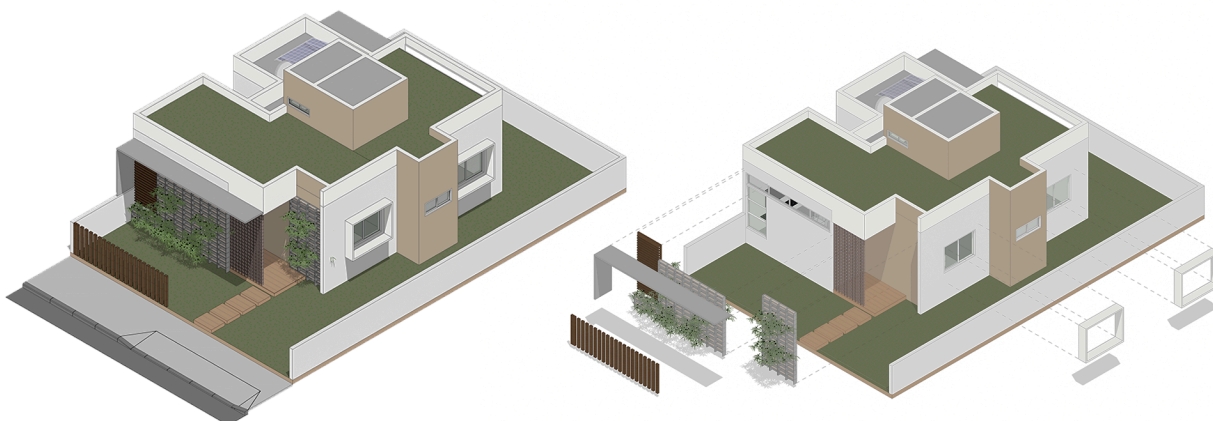
A concepção arquitetônica do projeto prevê quatro variações das estratégias de sombreamento, dos materiais e das envoltórias do modelo padrão permitindo que a proposta possa ser implantada em qualquer terreno dentro do município de Paulo Afonso. As propostas foram desenvolvidas a partir das quatro implantações tradicionais, norte, sul, leste e oeste, onde a influência da insolação e ventilação são mais marcantes.

5.4.1 Implantação com fachada principal voltada para o Oeste.

As implantações com fachadas principais voltadas para o oeste são as que apresentam um maior desafio para se utilizar estratégias de sombreamento passivo. Fachadas com essa orientação, recebem insolação direta e prolongada durante a todo período da tarde, exigindo soluções estratégicas específicas para garantir conforto térmico da edificação.

Para esta orientação, a proposta de projeto sugere a incorporação de alguns elementos arquitetônicos para promover um sombreamento eficiente e permitir ainda assim a entrada de iluminação natural. Para amenizar a incidência direta dos raios solares na envoltória da edificação, e garantir uma eficiência térmica da residência, foram utilizados marquises, painéis de brise, e muros verdes, como mostrados nas Figuras 48 e 49. A utilização dessas estratégias bioclimáticas, que já se mostraram eficazes em vários estudos de casos, podem ser adaptadas e aplicadas em outras fachadas da residência. Trazendo também uma unidade estética para as diversas implantações.

Figura 48 - Perspectiva isométrica da implantação oeste.



Fonte: Autor, 2025

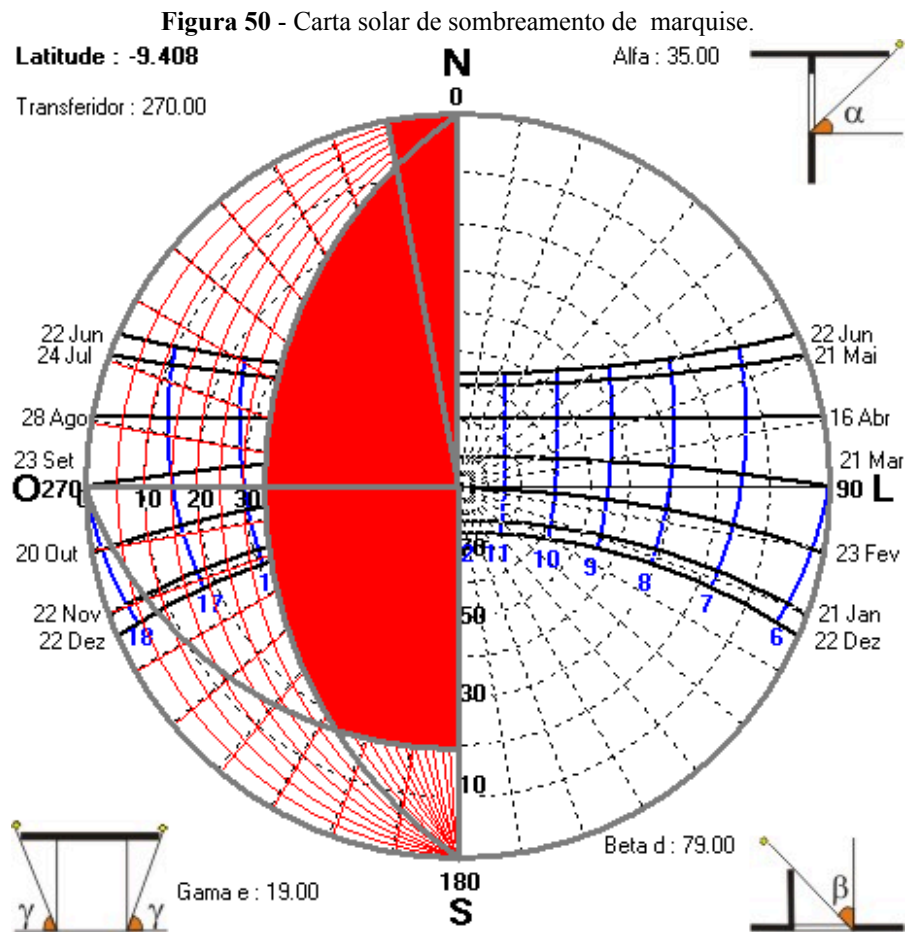
Figura 49 - Perspectiva da orientação Oeste.



Fonte: Autor, 2025

Para validação da eficiência das estratégias de sombreamento propostas, foi utilizado o software Analysis Sol-Ar, onde é possível determinar as cartas solares e os ângulos alfa, beta e gama, fundamentais para a criação de máscaras de sombreamento. O ângulo alfa representa a altura solar, sendo medido a partir de um corte no projeto. O beta é o ângulo de azimute, que indica a posição do sol em relação ao norte, medido em planta-baixa. Já o gama refere-se ao ângulo de orientação da superfície, mostrando a inclinação da fachada em relação ao norte e é medido em fachada para determinar os limites da proteção solar, como uma marquise que se estende até determinado ponto. Esses ângulos são essenciais para determinar as sombras geradas por obstáculos em cada fachada ou intervenção, otimizando a eficiência energética e o conforto térmico do anteprojeto.

Inicialmente, na abertura superior (J02), uma marquise de 80 cm com um anteparo vertical de igual comprimento foi implementada. Essa solução garante sombreamento completo até às 16h. Após esse horário, a posição do sol, quase frontal às aberturas, torna os anteparos ineficazes, exigindo o uso de brises móveis para controle solar. A análise da carta solar, elaborada com o software Sol-ar (Figura 50), revela os seguintes ângulos: alfa de 35°, beta de 79° e gama de 19° à esquerda do observador. Essa convenção considera o observador posicionado no interior da residência, com vista para o exterior.



Fonte: Software Sol-ar, 2025.

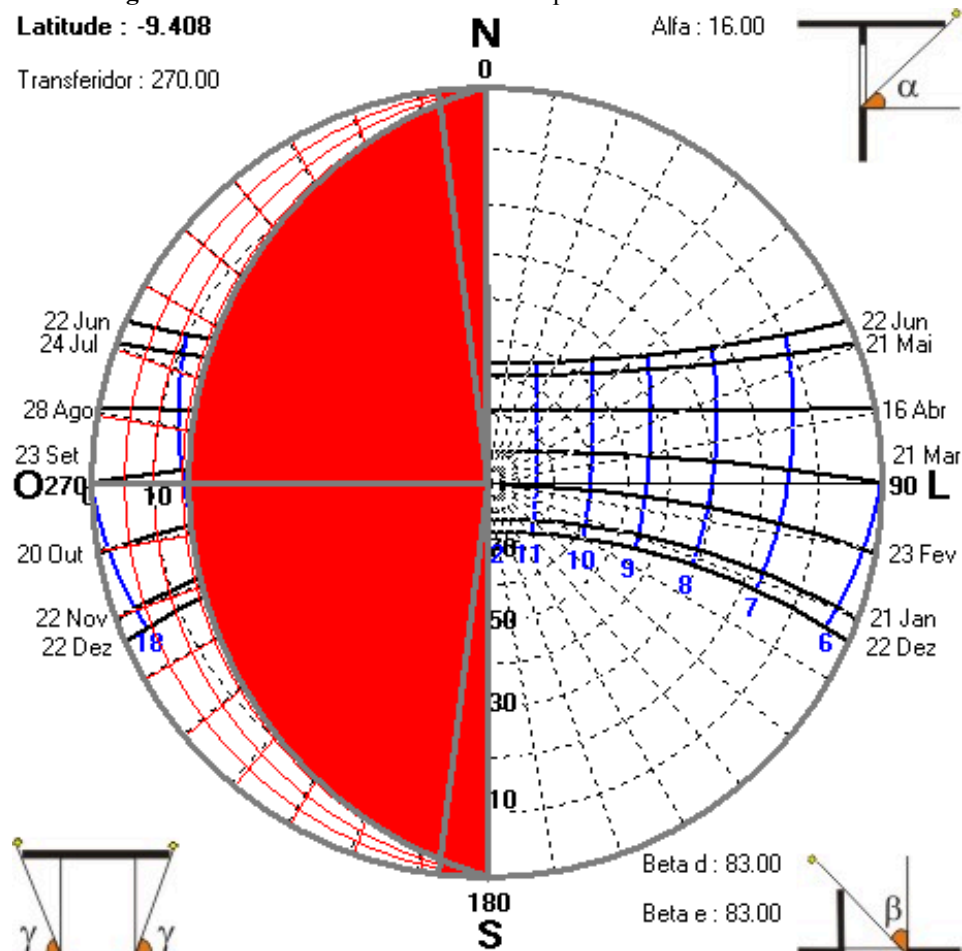
Já o painel de brises que sombreia a janela vertical lateral (J01) é feito de palhetas móveis horizontais que podem ser ajustadas, mudando sua inclinação de acordo com a necessidade. Foi elaborada uma máscara de sombra feita com eles alinhados em 30° apenas para efeitos de cálculos, com ângulos alfa de 16° e betas de esquerda e direita em 83° como mostrados na Figura 51, criando um sombreamento até as 17:00 horas.

Figura 51 - Carta solar de sombreamento painel brise horizontal móvel.

Latitude : -9.408

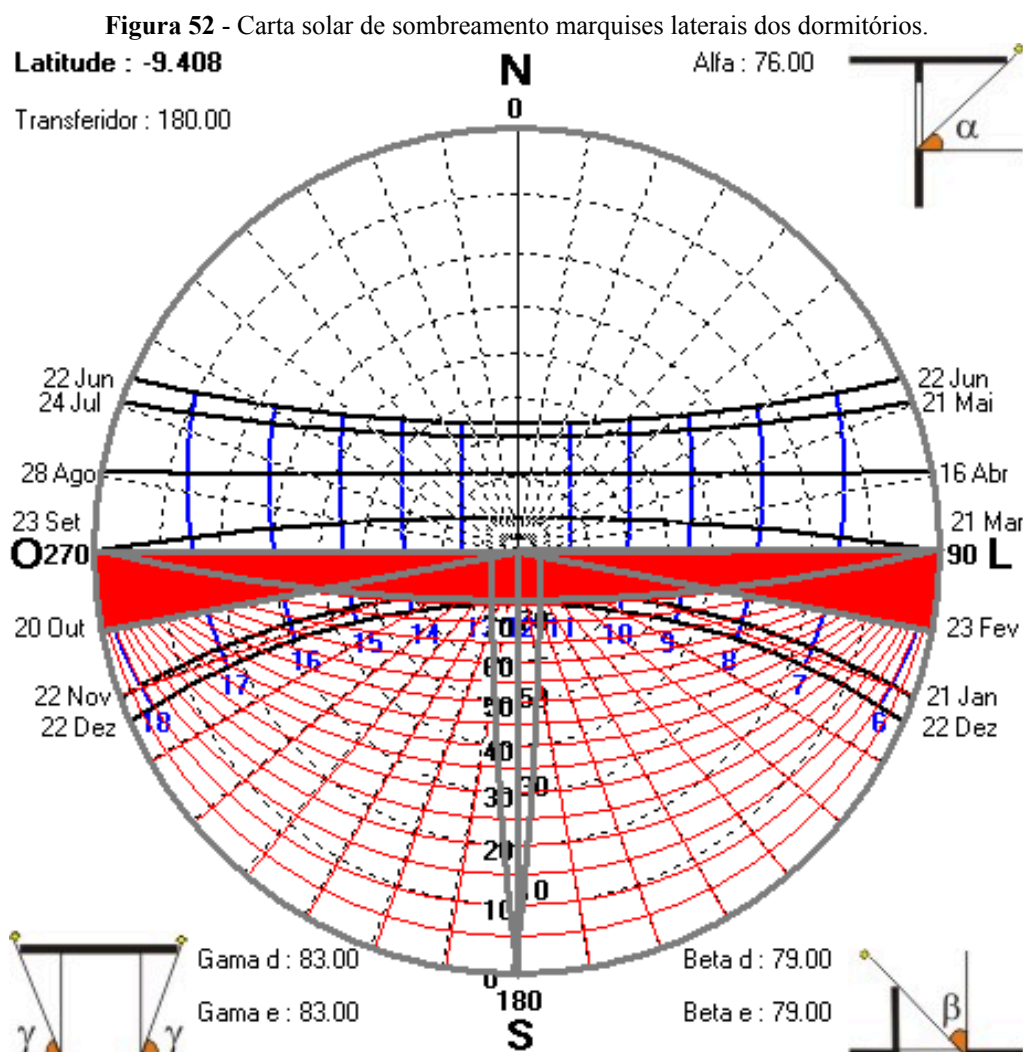
Transferidor : 270.00

Alfa: 16.00



Fonte: Software Sol-ar, 2025.

Como a fachada Sul nessa implantação também recebe uma quantidade considerável de insolação durante o solstício de verão, momento do ano em que um dos hemisférios da Terra está mais inclinado em direção ao Sol, resultando no dia mais longo e na noite mais curta do ano neste hemisfério e consequentemente levando mais sol em direção as fachadas Oeste e Sul, foi adicionado a elas nessa fachada duas molduras em cada janela dos dormitórios, que avançam 35cm e criam um sombreamento durante o solstício de verão que vai a partir das 9 horas até quase 16 horas. Com ângulos alfa em 74° , beta esquerdo e direito em 79° e gamas a direita e esquerda em 83° como demonstrado na figura 52.



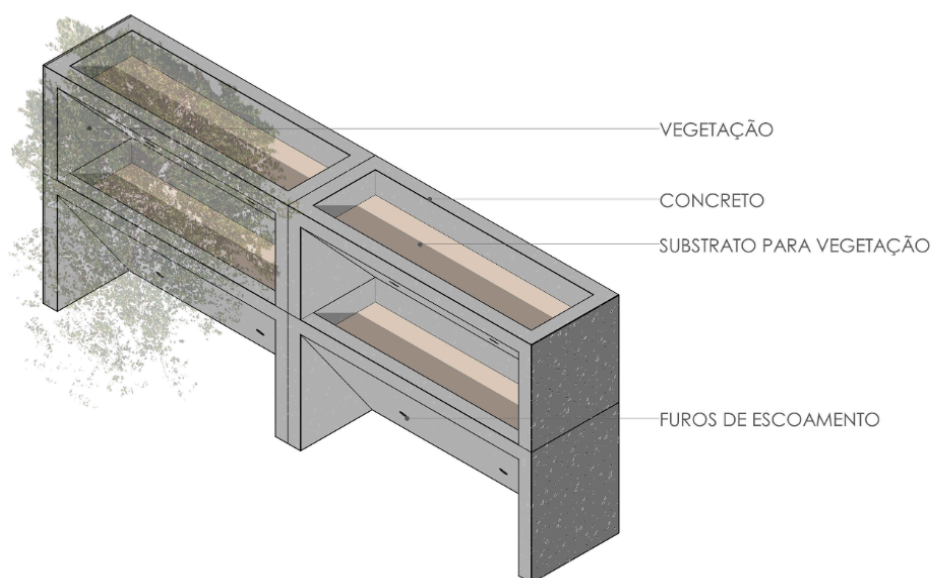
Além das estratégias de sombreamento utilizadas, foi proposto uma parede de cobogós que permite a passagem de ventilação e ao mesmo tempo cria-se um sombreamento no hall de entrada da residência. Nas paredes do quarto 01 que recebe a insolação direta da fachada, foi utilizada uma composição de tijolos jardineira da marca Neo Rex 85, transformando-as em uma exuberante parede verde. Os tijolos possuem nichos que abrigam substrato argiloso e plantas, criando um jardim vertical integrado à estrutura da casa. Essa solução inovadora não apenas embeleza a fachada, mas também contribui para o conforto térmico, reduzindo a incidência de calor nas paredes. Quando preenchidos com substrato argiloso, os tijolos jardineira atingem uma transmitância térmica de $0,846 \text{ W/m}^2\text{K}$, demonstrando sua eficiência como isolante térmico.

A facilidade de manutenção e aplicabilidade dos tijolos Neorex85, como detalhado na Figura 53, tornam essa solução ideal para projetos residenciais que buscam aliar

estética, funcionalidade e sustentabilidade. Eles destacam-se pela sua composição em concreto fundido de alta resistência, que garante durabilidade e reduz a necessidade de manutenção, além de contribuir para a inércia térmica da parede, auxiliando na regulação da temperatura interna.

O sistema de drenagem integrado evita o acúmulo de água e o apodrecimento das raízes, assegurando a saúde das plantas e a longevidade do muro verde. A facilidade de instalação é outro ponto forte, com encaixes precisos e um sistema de fixação simples que reduzem o tempo e o custo da obra, proporcionando um resultado final de alta qualidade.

Figura 53 - Detalhamento bloco Jardineira NeoRex85 para muro verde.



Fonte: Autor, 2025.

5.4.2 Implantação com fachada principal voltada para o Norte.

A orientação da residência, com a fachada principal voltada para o norte, define um percurso solar particular. O sol, ao nascer, ilumina a fachada lateral, onde a casa se encontra com o muro, e ao entardecer, banha a fachada dos dormitórios. Para a entrada, foi estrategicamente projetada uma marquise com anteparo lateral voltado para o oeste, com 40 cm de profundidade. Mantendo a mesma profundidade, e incorpora o painel de brises, já detalhado e calculado para a fachada oeste na abertura J01. Essa solução arquitetônica visa controlar a incidência solar, proporcionando conforto térmico e protegendo a entrada da residência da exposição direta ao sol poente como visto nas Figuras 54 e 55.

Figura 54 - Perspectiva isométrica da implantação Norte.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 55 - Perspectiva de orientação Norte



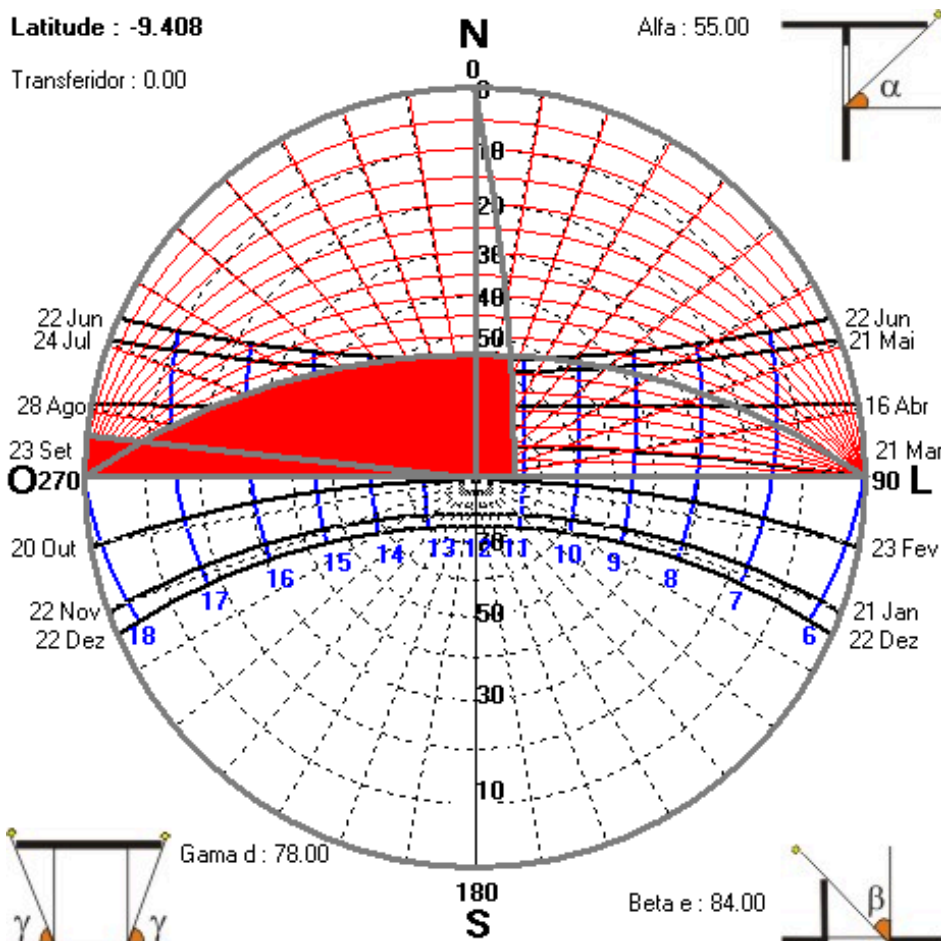
Fonte: Autor, 2025.

A análise detalhada da carta solar da marquise principal, projetada para a face norte, revela uma estratégia de controle de insolação de notável eficácia. Durante o solstício de verão, quando o sol atinge seu ponto mais alto no céu, a marquise desempenha um papel crucial ao projetar uma sombra quase completa sobre a fachada. Essa ação protetora impede que a radiação solar incida diretamente sobre as superfícies envidraçadas e paredes, mitigando significativamente o superaquecimento do ambiente interno.

Nos solstícios de inverno e equinócios, a dinâmica da insolação se transforma. A partir das 11 horas, a marquise inicia seu trabalho de sombreamento, conforme demonstrado

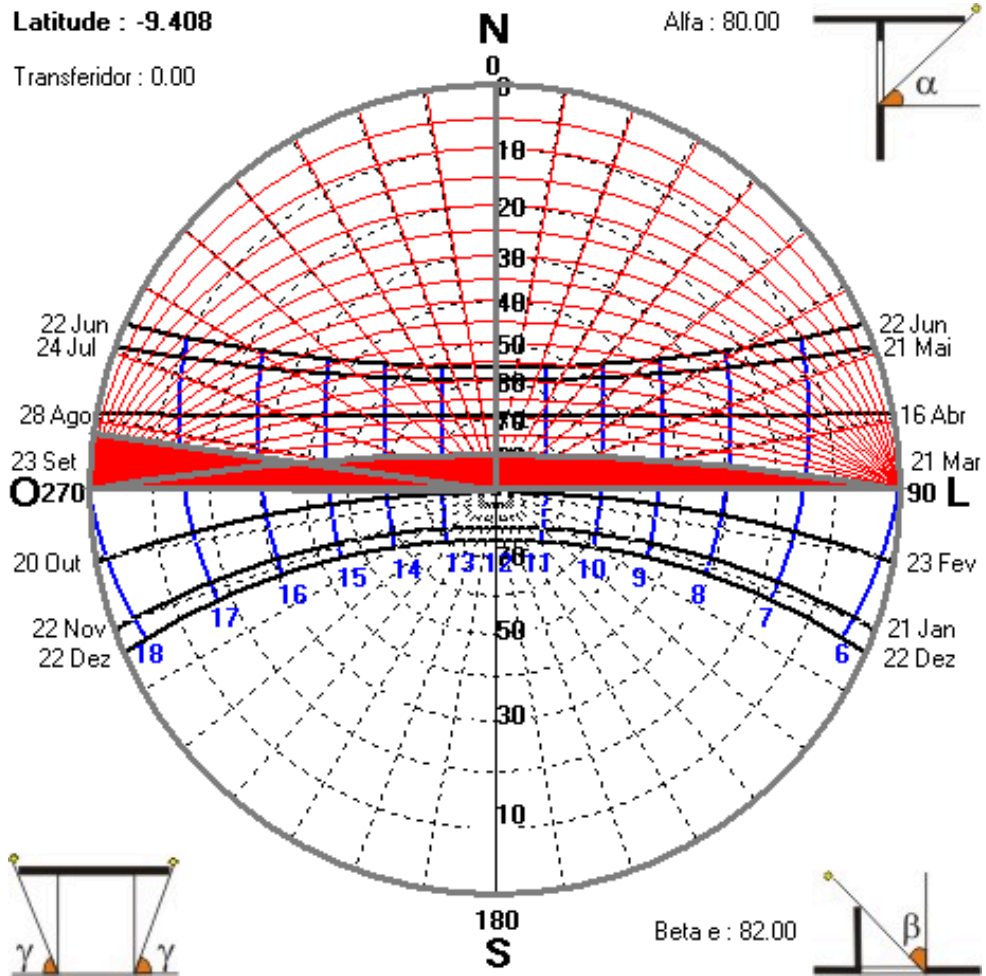
na Figura 56. Essa mudança no padrão de sombreamento permite que a luz solar penetre no ambiente durante as primeiras horas da manhã, aproveitando o calor do sol para aquecer o espaço.

Figura 56 - Carta solar de sombreamento marquise fachada principal (Norte).



A otimização do conforto térmico dos dormitórios foi alcançada através da realocação estratégica das janelas. Originalmente posicionadas na fachada Oeste, onde a incidência solar da tarde gera calor excessivo, as janelas foram transferidas para as fachadas Norte (primeiro dormitório) e Sul (segundo dormitório). Essa mudança aproveita a luz solar mais amena e indireta dessas orientações, reduzindo o superaquecimento interno. Uma marquise menor foi adicionada sob a janela do primeiro dormitório, com 30cm de profundidade criando um sombreamento total durante o solstício de verão e o equinócio no Brasil, permitindo entrada de insolação e luz natural no solstício de inverno, como demonstrado na carta solar da Figura 57.

Figura 57 - Carta solar de sombreamento marquise sobre janela dormitório (Norte).

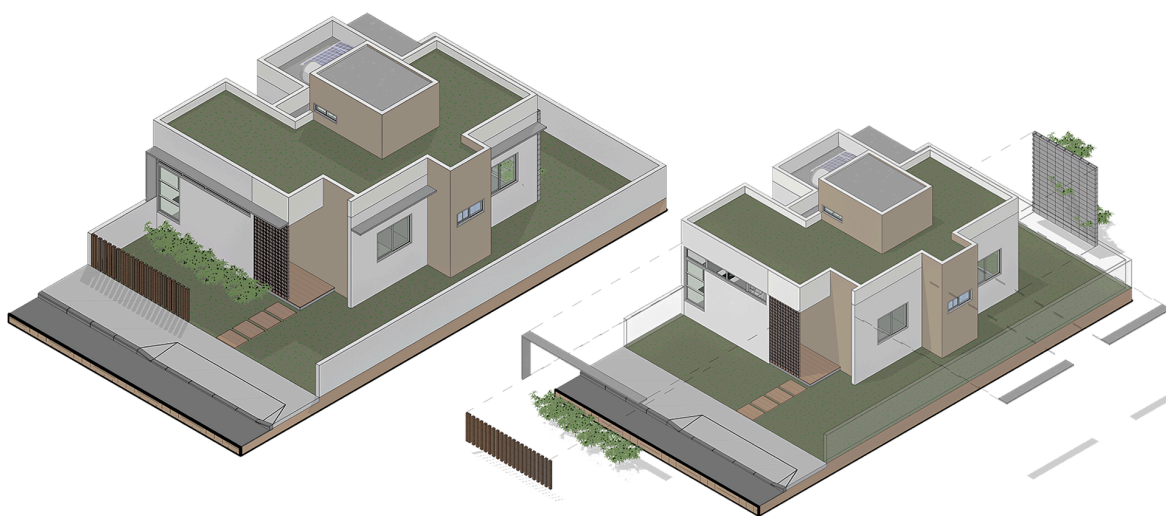


Para compensar a perda de iluminação e ventilação nas fachadas Oeste, e simultaneamente mitigar a forte insolação direta, foram implementados dois muros verdes feitos do bloco NeoRex novamente, mantendo a linearidade da estética das residências. Estes não apenas fornecem um isolamento térmico adicional, mas também melhoram a qualidade do ar e proporcionam um apelo estético agradável.

5.4.3 Implantação com fachada principal voltada para o Sul.

A fachada sul, assumindo o papel principal da residência, recebe intervenções para otimizar o conforto térmico e a qualidade do ar. As soluções incluem marquises de sombreamento na fachada principal, vegetação frontal para higienização do ar e conforto visual, como também marquises laterais nas janelas dos dormitórios. Dada a orientação, o sol nasce na fachada leste, nos quartos, e se põe na fachada oposta, como nas Figuras 58 e 59.

Figura 58 - Perspectiva isométrica da implantação Sul.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 59 - Perspectiva isométrica da orientação Sul.



Fonte: Autor, 2025.

Para mitigar a incidência solar na fachada oeste, foi projetada uma parede com isolamento térmico maior. A camada externa é composta por placas cimentícias, com preenchimento opcional de lã de rocha ou lã de vidro em manta fina, visando otimizar o isolamento térmico. Em seguida, placas de Poliestireno Extrudado (XPS) de 3 a 5 cm de espessura são utilizadas, conferindo resistência à umidade e bom desempenho térmico. A camada interna é finalizada com placas de gesso acartonado (drywall), proporcionando uma superfície lisa e pronta para pintura.

A marquise de 40 cm, projetada para proteger as aberturas J01 e J02 da insolação direta, permite a entrada de luz e ventilação, proporcionando sombra desde aproximadamente às 8 horas até o pôr do sol. O anteparo lateral, também com 40 cm, complementa a proteção, conforme demonstrado na carta solar da Figura 60.

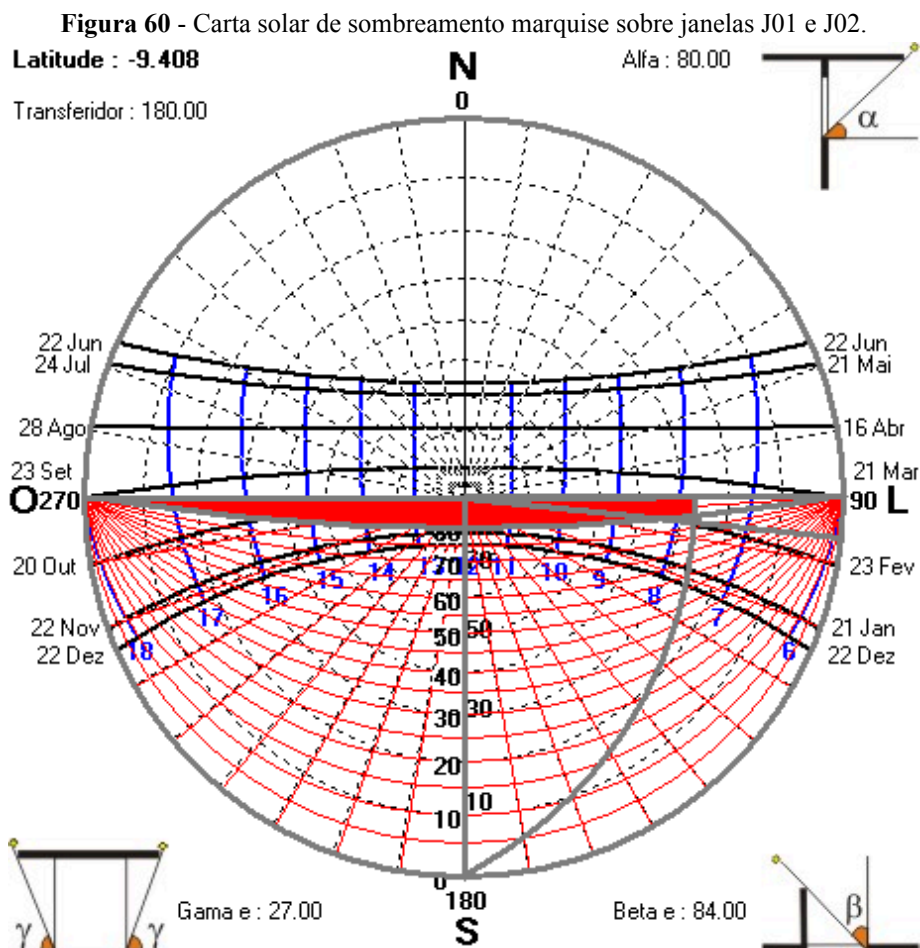
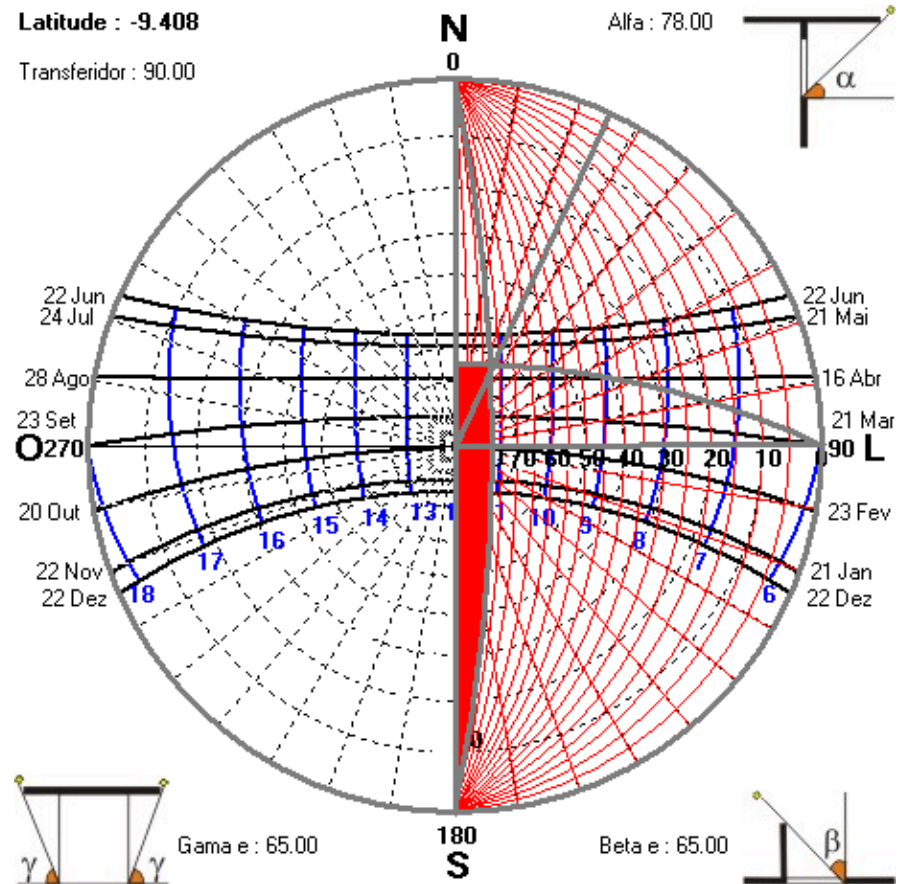


Figura 62 - Carta solar de sombreamento marquise sobre janela do 2º dormitório.



Fonte: Software Sol-ar, 2025.

Para otimizar o conforto térmico no segundo dormitório, que recebe insolação considerável durante os Equinócios e Solstício de inverno, foi implementada uma parede verde na fachada norte (Figura 63). Esta solução sustentável atua como isolante térmico, reduzindo a absorção de calor e promovendo um ambiente mais agradável. A vegetação da parede verde cria um microclima favorável ao redor do dormitório, liberando umidade por meio da transpiração, o que ajuda a resfriar o ar e aumentar a umidade relativa, proporcionando uma sensação de frescor e bem-estar. Além do controle térmico, a parede verde contribui para a melhoria da qualidade do ar.

Figura 63 - Perspectiva de orientação Norte (Fundos).

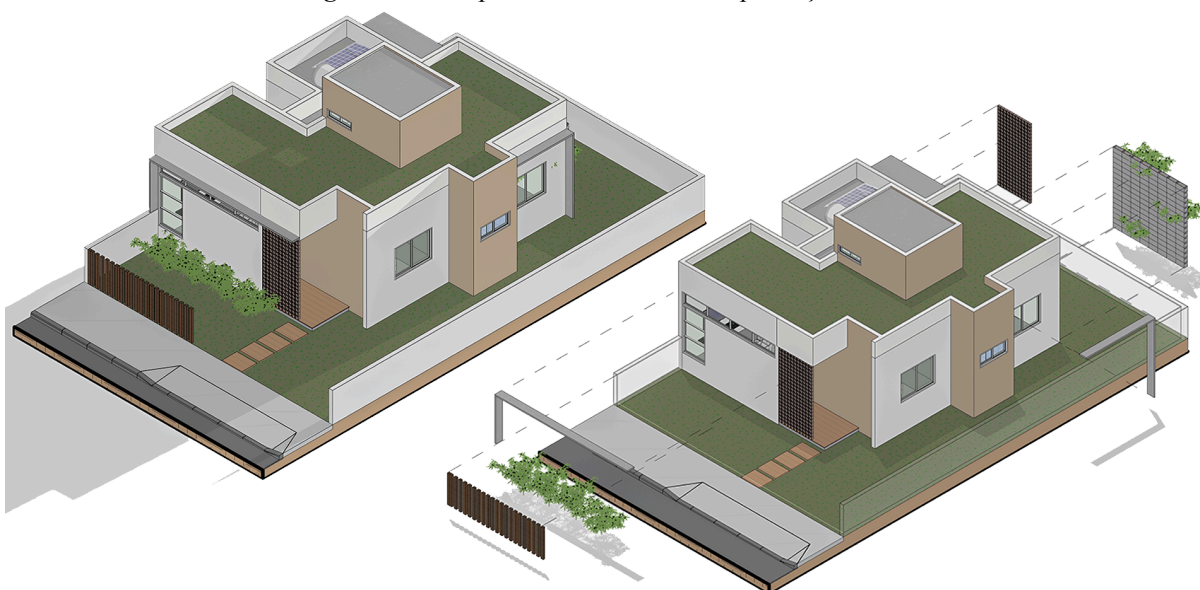


Fonte: Autor, 2025.

5.4.4 Implantação com fachada principal voltada para o Leste.

A fachada principal, orientada para leste, aproveitou a incidência do sol nascente e a ventilação predominante da orientação, possibilitando aberturas mais amplas. Em contrapartida, a fachada posterior da residência recebe maior insolação do oeste. Para mitigar o calor, a marquise frontal de 30 cm é utilizada, otimizando a ventilação e a luminosidade das aberturas frontais J01 e J02. Como apresentado nas Figuras 64 e 65.

Figura 64 - Perspectiva isométrica da implantação Leste.



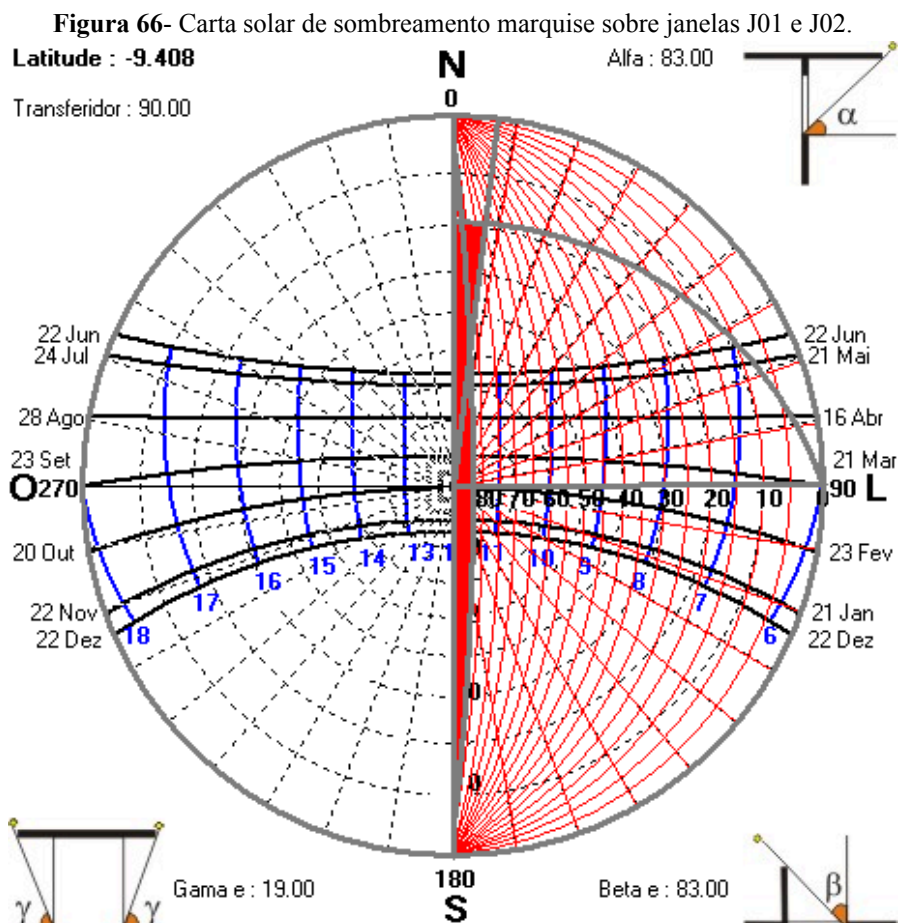
Fonte: Autor, 2025.

Figura 65 - Perspectiva isométrica orientação Leste.



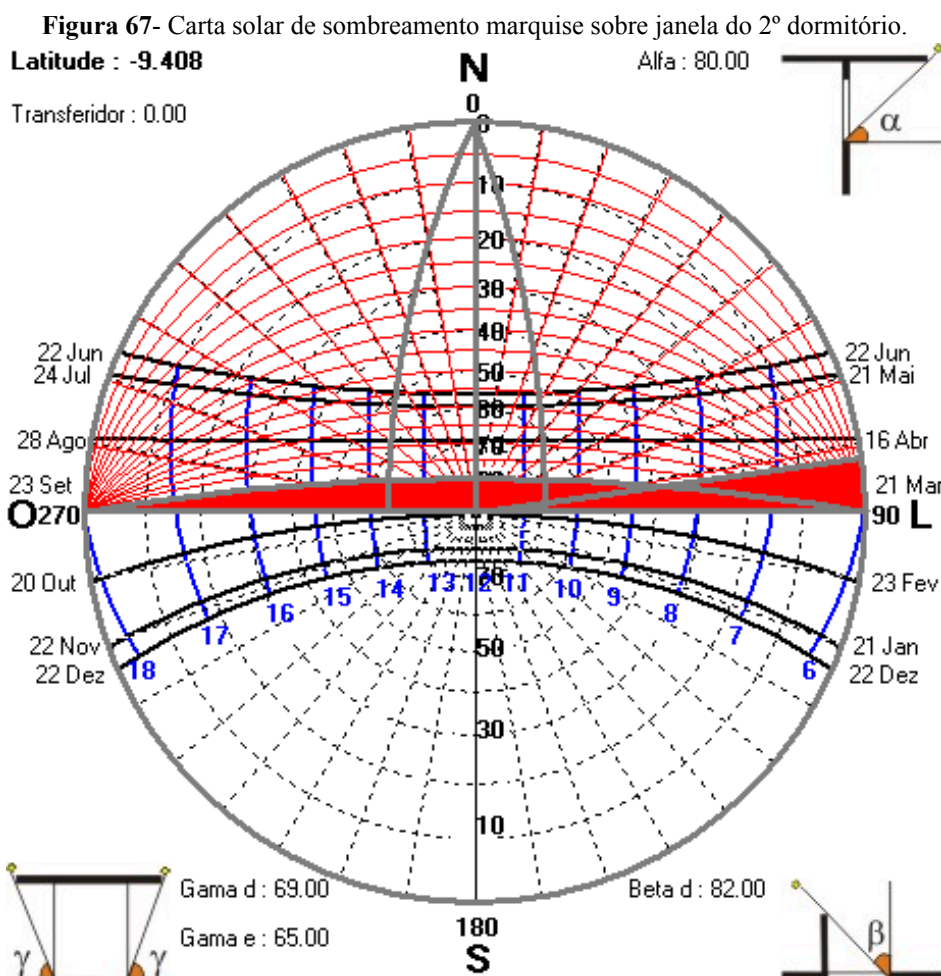
Fonte: Autor, 2025.

A marquise foi projetada para oferecer sombreamento eficaz, especialmente durante o solstício de verão, a partir das 11h50. No inverno, permite que a luz solar alcance o interior durante a manhã, aproveitando o calor do sol. Em todas as estações, a marquise protege contra a insolação direta do sol vespertino, com temperaturas mais altas. Conforme demonstrado na carta solar da Figura 66.



Fonte: Software Sol-ar, 2025.

Nas fachadas laterais a única janela de sombreamento é a do dormitório dos fundos, por ainda receber calor do sol da tarde. A carta solar (Figura 67) dessa proteção mostra que a abertura não recebe insolação direta durante nenhum horário do dia nos solstício de verão e equinócio, apenas durante o solstício de inverno, enquanto a janela do primeiro dormitório não necessita de anteparo específico pois as marquises seriam insuficientes e os brises e outros materiais trariam pouca entrada de iluminação e ventilação, tornando a abertura inútil. Assim, a mesma recebe o sol apenas durante a manhã nos solstício de inverno e é sombreada durante o de verão.



Fonte: Software Sol-ar, 2025.

A análise da carta solar, apresentada na Figura 68, revela o padrão de insolação na fachada oeste, localizada nos fundos da residência. A viga de borda existente desempenha um papel crucial no sombreamento da abertura da cozinha, a mais próxima do exterior. A incidência solar direta nessa área é limitada, ocorrendo principalmente após as 15 horas. Essa estratégia de sombreamento passivo contribui para o conforto térmico da cozinha, reduzindo a necessidade de resfriamento artificial durante as horas mais quentes do dia.

Figura 69 - Perspectiva de orientação Leste(Fundos).



Fonte: Autor, 2025.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração da arquitetura sustentável em projetos de habitação de interesse social apresenta inúmeros benefícios, incluindo a redução do impacto ambiental, a melhoria da qualidade de vida dos moradores e a promoção de práticas construtivas mais eficientes. No entanto, para que esses benefícios sejam plenamente realizados, é essencial superar desafios como os custos iniciais elevados e a falta de conhecimento técnico. Políticas públicas e incentivos governamentais desempenham um papel crucial nesse processo, garantindo que a sustentabilidade seja uma prioridade em projetos de HIS.

A adoção de práticas de arquitetura sustentável pode não apenas melhorar a qualidade das habitações, mas também reduzir os custos operacionais e de manutenção a longo prazo. Além disso, políticas públicas mais eficazes e um maior envolvimento da iniciativa privada são essenciais para escalar e melhorar os programas de HIS.

O desenvolvimento do anteprojeto piloto de tipologia residencial sustentável para habitação de interesse social em Paulo Afonso almeja contribuir para a discussão acerca de um modelo arquitetônico que não apenas atenda às necessidades habitacionais da população, mas também responda de forma eficaz às condições climáticas da região semiárida. O anteprojeto proposto resultou na elaboração de uma tipologia residencial que integrou soluções sustentáveis adaptadas ao clima local, proporcionando conforto térmico e eficiência energética. Isso inclui a utilização de materiais e técnicas construtivas sustentáveis que minimizem o impacto ambiental e promovam a durabilidade das construções.

A análise do impacto do modelo arquitetônico proposto é crucial para avaliar a melhoria na qualidade de vida dos residentes, como também no debate sobre as políticas públicas relacionadas ao tema e suas diretrizes. Isso abrange o conforto térmico, acústico e a eficiência energética das moradias, além da eficácia das estratégias sustentáveis adotadas. A mensuração desses indicadores ajudará a determinar a eficácia da residência em reduzir o consumo de energia, o uso de recursos naturais e as emissões de carbono. Com isso, espera-se fornecer dados concretos sobre os benefícios das soluções sustentáveis na habitação de interesse social.

As condições climáticas e socioeconômicas específicas de Paulo Afonso exigem uma adaptação das práticas de construção, o que demonstra a relevância de soluções habitacionais sustentáveis. A adoção dessas estratégias sustentáveis não só reduz os custos operacionais a longo prazo, mas também melhora as condições de vida dos residentes.

A discussão sobre as contribuições do projeto para o desenvolvimento urbano sustentável destaca como a implementação de práticas de construção sustentável pode influenciar positivamente as políticas públicas de habitação e urbanismo. O projeto não só promove um desenvolvimento urbano equilibrado, mas também contribui para a criação de comunidades mais resilientes e coesas. Essas questões permitirão a formulação de recomendações para futuras pesquisas e projetos, visando superar os obstáculos identificados e aprimorar a eficácia das iniciativas de habitação de interesse social sustentável.

Em conclusão, a habitação de interesse social é um componente crucial para a construção de cidades mais inclusivas e sustentáveis. Superar os desafios de clima, localização e qualidade exige uma abordagem integrada que combine políticas públicas robustas, participação comunitária e práticas de construção sustentáveis. O sucesso do HIS depende da colaboração entre governos, setor privado e sociedade civil, garantindo que as moradias não apenas atendam às necessidades imediatas de abrigo, mas também contribuam para o bem-estar, manutenção e desenvolvimento a longo prazo das comunidades.

REFERÊNCIAS

COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO (CHESF). **Paulo Afonso. CHESF**. Disponível em:
<<https://www.chesf.com.br/SistemaChesf/Pages/SistemaGeracao/PauloAfonsoI.aspx>>.
Acesso em: 03.08.2024.

CABREIRA, Pamela Peres (Org.). **Congresso História do Trabalho, do Movimento Operário e dos Movimentos Sociais em Portugal**. Lisboa: Instituto de História Contemporânea, 2020. Cap. 26, p.655-670. Trabalhadores, conflitos e sociabilidades: a Companhia Hidroelétrica do São Francisco, em Paulo Afonso (Bahia, Brasil, 1945-1983).

MEMÓRIA DA ELETRICIDADE. **Complexo Hidrelétrico de Paulo Afonso**. Disponível em:<<https://memoriadaeletricidade.com.br/acervo/4439/complexo-hidreletrico-de-paulo-afonso>> Acesso em: 08.08.2024.

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

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

ABBUD, Benedito. Criando paisagens: **guia de trabalho em arquitetura paisagística**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2006.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3ª ed. Eletrobrás/PROCEL, 2014. Disponível em: ,
<http://labeee.ufsc.br/publicacoes/livros>. Acesso em: 02.08.2024.

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

ESPECIFICAÇÃO DA TIPOLOGIA DE CASA TÉRREA DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA. Disponível em:
<http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/habita/mcmv/CARTILHACOMPLETA.PDF>.
Acesso em: 15.08.2024.

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

BONDUKI, Nabil. **Os pioneiros da habitação social**. São Paulo: Editora Unesp, 2014.

CARDOSO, Adauto Lúcio. **Políticas habitacionais e inclusão social**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2016.

ROAF, Sue. Echohouse: a casa ambientalmente sustentável. 3.ed.: Bookman. Porto Alegre, 2009.

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

PROJETEEE – PROJETANDO EDIFICAÇÕES ENERGETICAMENTE EFICIENTES. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/projeteee>. Acesso em: 11.08.2024.

MARICATO, Ermínia. **O impasse da política urbana no Brasil**. Petrópolis: Vozes, 2017.

PASERNAK TASCHNER, Suzana; ROLNIK, Raquel (Org.). **Habitação social nas metrópoles brasileiras: desafios contemporâneos**. São Paulo: Perspectiva, 2018.

ROLNIK, Raquel. **A cidade e a lei: legislação, política urbana e territórios na cidade de São Paulo**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2018.

RIBEIRO, Luiz César de Queiroz; PEQUENO, Rafael Soares. **Urbanização e habitação: políticas públicas e participação social no Brasil**. Rio de Janeiro: FAPERJ, 2019.

VALENÇA, Márcio Moraes. **Política de habitação social no Brasil: uma avaliação dos últimos 50 anos**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2020.

KARA-JOSÉ, Beatriz M. **Habitação social no Brasil: da reforma urbana ao Minha Casa Minha Vida**. Brasília: Ed. da UnB, 2021.

CORREIA, Wevila Fontes Brandão. **Arquitetura e Clima no Contexto do Sertanejo Semiárido: Estratégias Bioclimáticas para Cidade de Mata Grande – AL**. Orientador: Dr^a Gianna Melo Barbirato. Dissertação (Mestrado). Curso de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/5508>. Acesso em: 08.07.2024

Habitação de interesse social sustentável / 24.7 Arquitetura Design. ArchDaily, 10 mar. 2013. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/01-141035/habitacao-de-interesse-social-sustentavel-slash-24-dot-7-arquitetura-design?ad_medium=gallery. Acesso em: 03.09. 2024.

Taller ADG. **Habitação de Interesse Social Do território ao habitante**. ArchDaily Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/944542/habitacao-de-interesse-social-do-territorio-ao-habitante-taller-adg>. Acesso em: 11 set. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Paulo Afonso - Panorama. Cidades IBGE**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/paulo-afonso/panorama>. Acesso em: 11.08.2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética (LabCon). Cartas Solares - Escola de Arquitetura da UFMG**. Disponível em: <https://sites.arq.ufmg.br/tau/labcon/cs/>. Acesso em: 03 set. 2024.

CACCIA, Lara Schmitt; EVERS, Henrique; FERNANDES, Camila Schlatter; BETTI, Luana Priscila. **Sustentabilidade em habitação de interesse social: benefícios e custos de medidas para eficiência no consumo de água e energia**. 1. ed. São Paulo: WRI Brasil, 2017.

História da cidade. Prefeitura de Paulo Afonso. 2014. Disponível em: [.<http://www.pauloafonso.ba.gov.br/novo/cp=noticias&i=4004>](http://www.pauloafonso.ba.gov.br/novo/cp=noticias&i=4004) Acesso em: 04.08/2024

BONDUKI, Nabil Georges. **Origens da habitação social no Brasil**. Análise Social, vol. 29, 1994.

Aligleri, Lilian Mara. (2011). **A adoção de ferramentas de gestão para a sustentabilidade e a sua relação com os princípios ecológicos nas empresas**. Tese (Doutorado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

González, R. (2020). "Economic Viability and Maintenance of Sustainable Buildings." *Journal of Environmental Architecture*.

Smith, P. (2018). "Sustainable Building Maintenance: Addressing Longevity and Efficiency." *Green Building Magazine*.

Bendixen, M., *et al.* (2015). "Durability of Earth Construction: BTC and Sustainable Building Practices." *Sustainable Construction Journal*.

Rattes, C. A. (2019). *Cultura, Clima e Arquitetura no Brasil: Diálogos sobre Sustentabilidade e Identidade*. Blucher.

Andrade Júnior, N. V. (2015). *Arquitetura, Cidade e Cultura: Ensaio sobre a Produção do Espaço no Brasil*. EDUFBA.

MOURÃO, Joana; BRANCO PEDRO, João. ITA 11 - **Princípios de edificação sustentável**. Lisboa: LNEC, 2012. 226 p.

CORBELLA, Oscar; CORNER, Viviane Nayala. **Arquitetura bioclimática: princípios e projetos**. São Paulo: Revan, 2011. 112 p.

MATEUS, Ricardo (2009). Avaliação da sustentabilidade da construção - Propostas para o desenvolvimento de edifícios mais sustentáveis. Tese de doutorado em engenharia civil. Universidade do Minho. [Consult. 12 Jun. 2016].

REAES PINTO, Alberto (2008) - A indústria da construção e a construção sustentável: A escolha dos materiais e tecnologias para a construção sustentável. Lisboa: E-Nova Agência Municipal de Energia e Ambiente.

Fundação João Pinheiro. **Metodologia do déficit habitacional e da inadequação de domicílios no Brasil – 2016-2019** / Fundação João Pinheiro. – Belo Horizonte: FJP, 2021.

GIAMBIAGI, Fábio; MOREIRA, Maurício Mesquita (Org.). *A economia brasileira nos anos 90*. 1. ed. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, ¹ 1999.

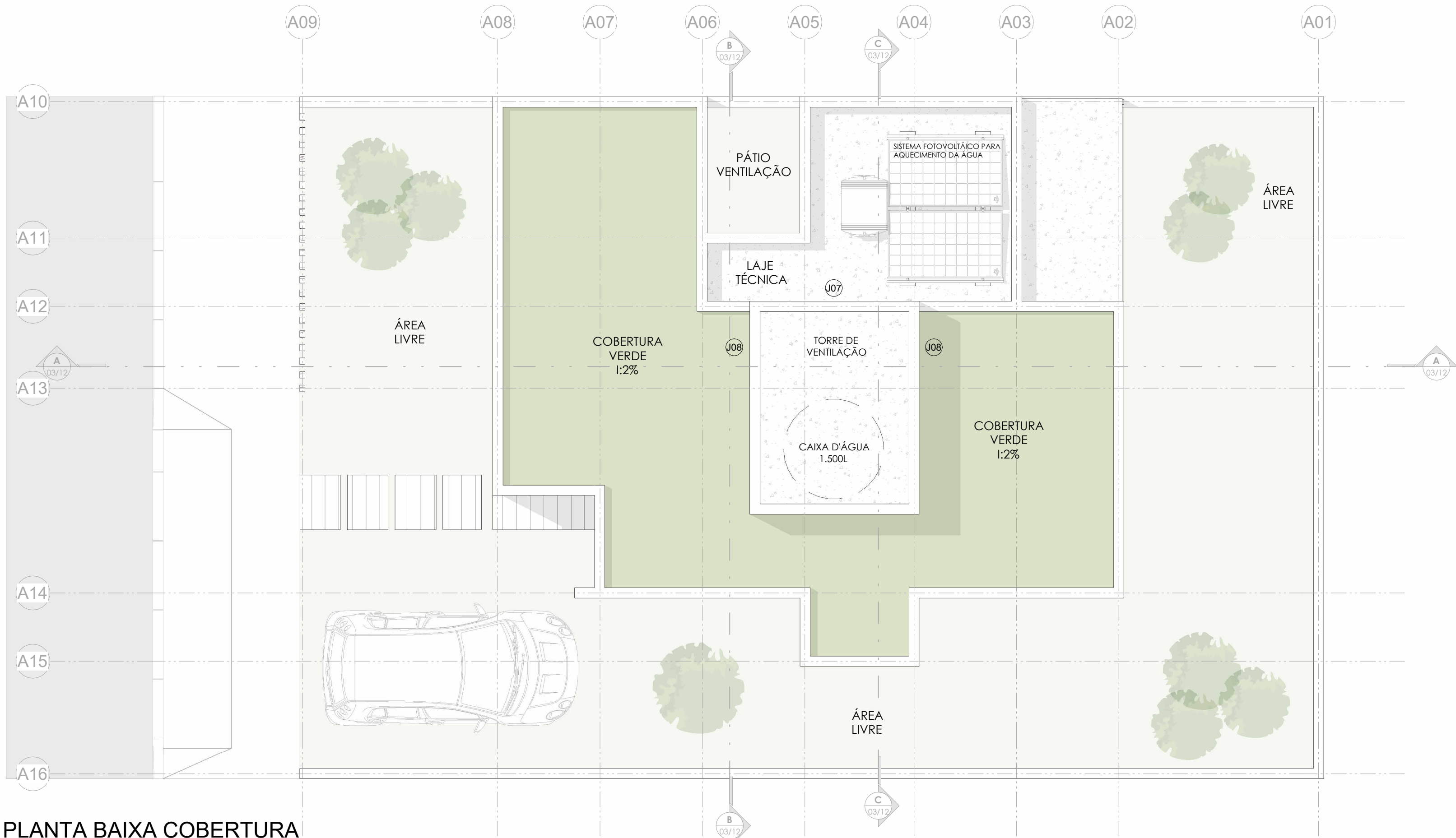
BOTEGA, Leonardo. **De Vargas a Collor: urbanização e política habitacional no Brasil**. *Espaço Plural*, Paraná, v. 8, n. 17, p. 66-72, jul./dez. 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4459/445944359008.pdf>.

PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente). **Construindo um futuro melhor com eficiência de materiais**. Disponível em:

<https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/discurso/construindo-um-futuro-melhor-com-eficiencia-de-materiais>. Acesso em: 03 set. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs> . Acesso em: 14 Março 2025.

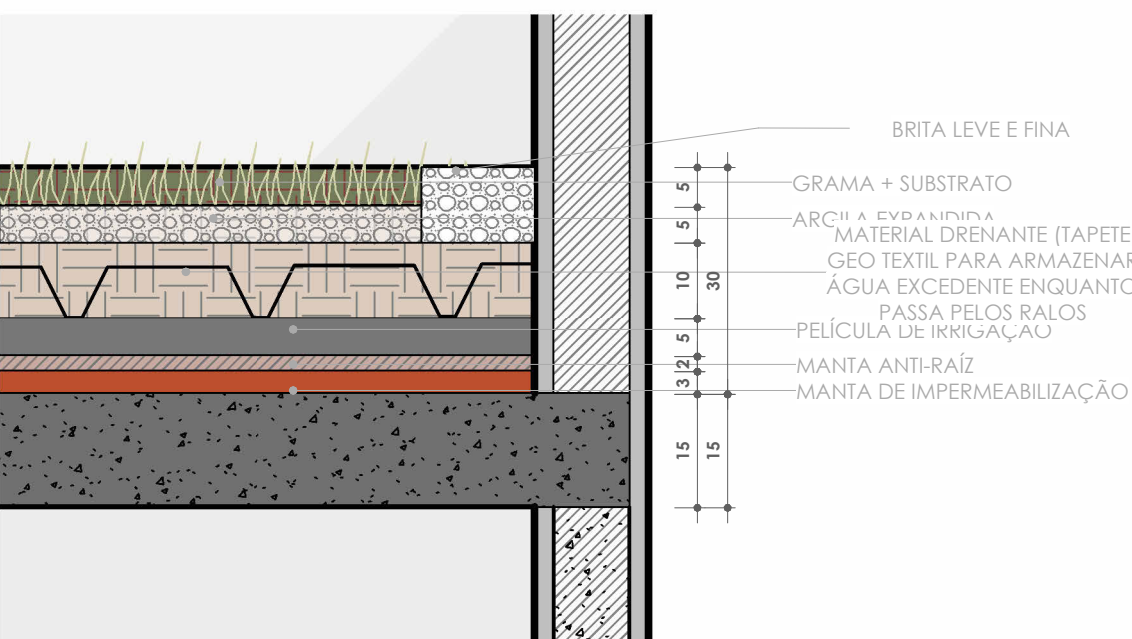
APÊNDICE A - ANTEPROJETO ARQUITETÔNICO



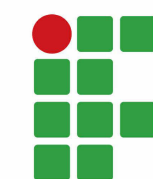
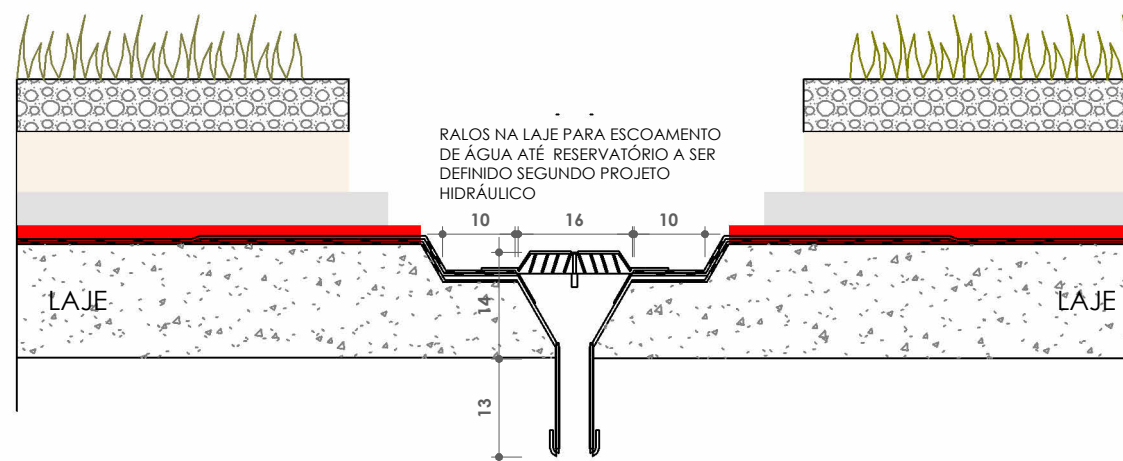
QUADRO DE ÁREAS	
Área do Terreno	150,00 m²
PAV TERREO	61,20 m²
Área	Não colocado
Área Construída Total	61,20 m²
Área de Projeção Horizontal	Não colocado
ÁREA DE PROJEÇÃO HORIZ	70,76 m²
Área Permeável	79,34 m²

ÍNDICES URBANÍSTICOS			
Coefficiente de Aproveitamento	Taxa de Ocupação	Taxa de Permeabilidade	Gabanto de Altura
0,41	47,17%	52,89%	5,71 m

1 PLANTA BAIXA COBERTURA
ESCALA 1:50



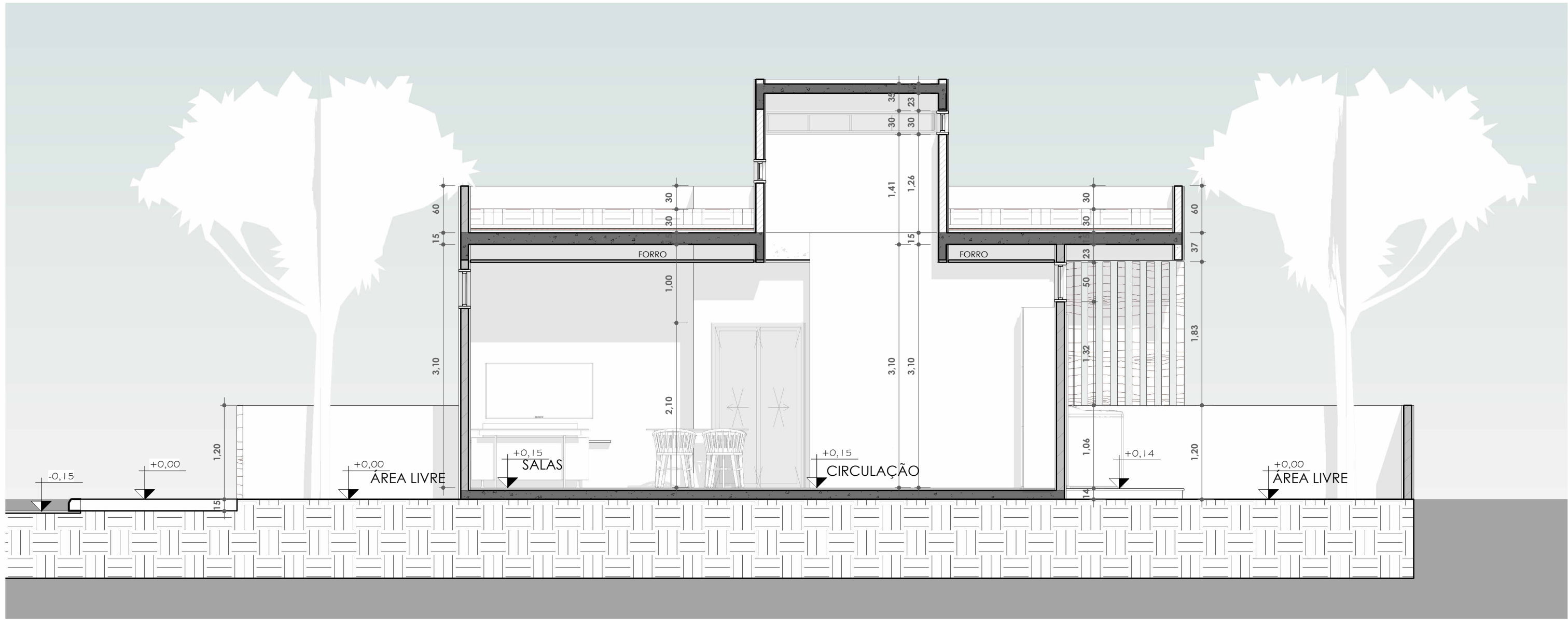
2 DET 01 - TELHADO VERDE
ESCALA 1:10



INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS LAGARTO



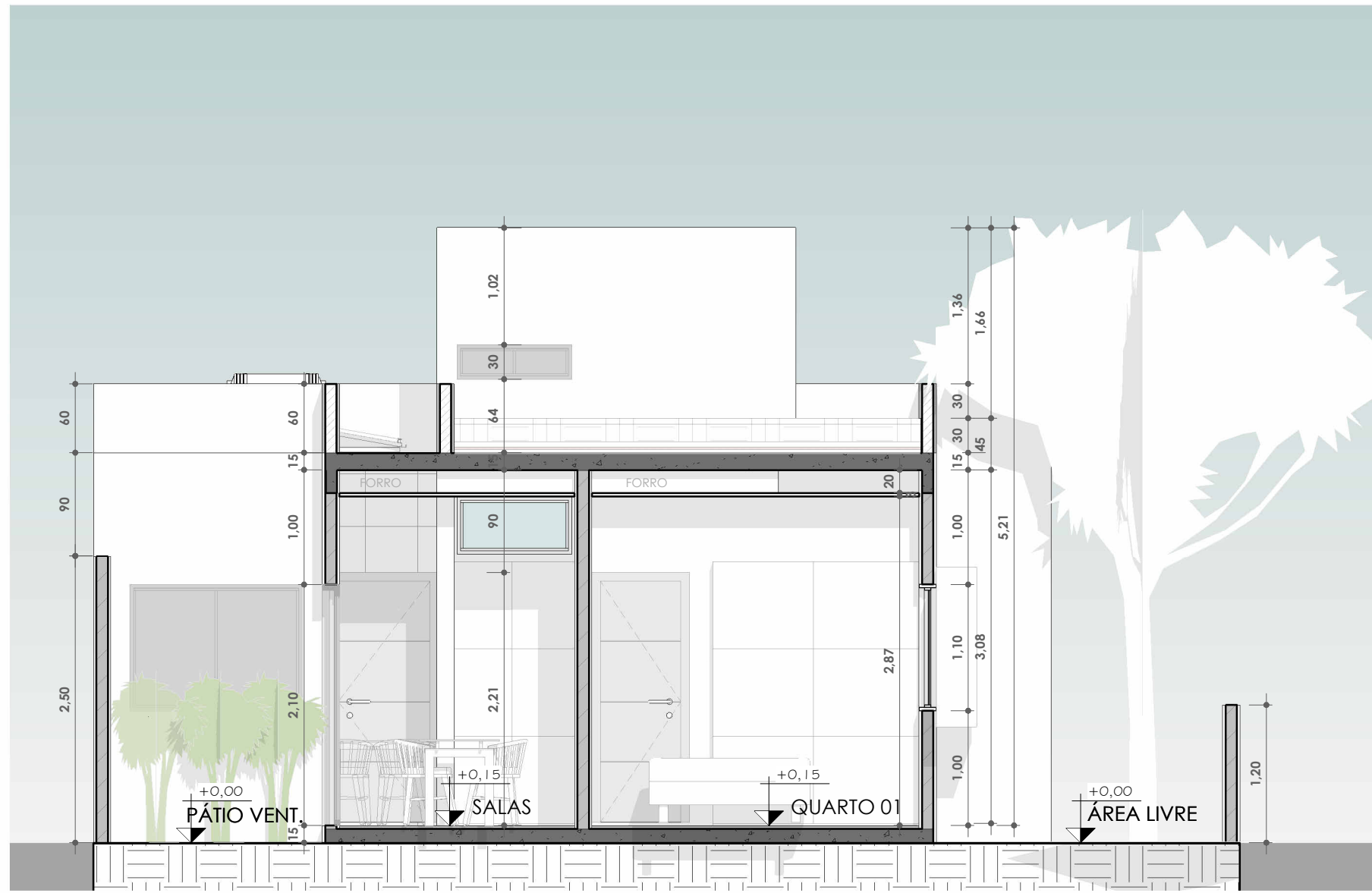
PROJETO: PROJETO HABITAÇÃO POPULAR SUSTENTÁVEL - PAULO AFONSO BA	
CURSO: BACHARELADO EM ARQUITETURA E URBANISMO	
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	DATA: MAR/2025
ALUNO: BRENO WALLACE PEREIRA LIMA	PERÍODO: 2023-2
ORIENTADOR: PROF. ME. MARCOS VINÍCIUS SANTANA PRUDENTE	ESCALA: Como indicado
ASSUNTO: PLANTA DE COBERTURA E SITUAÇÃO	FOLHA: 02/12



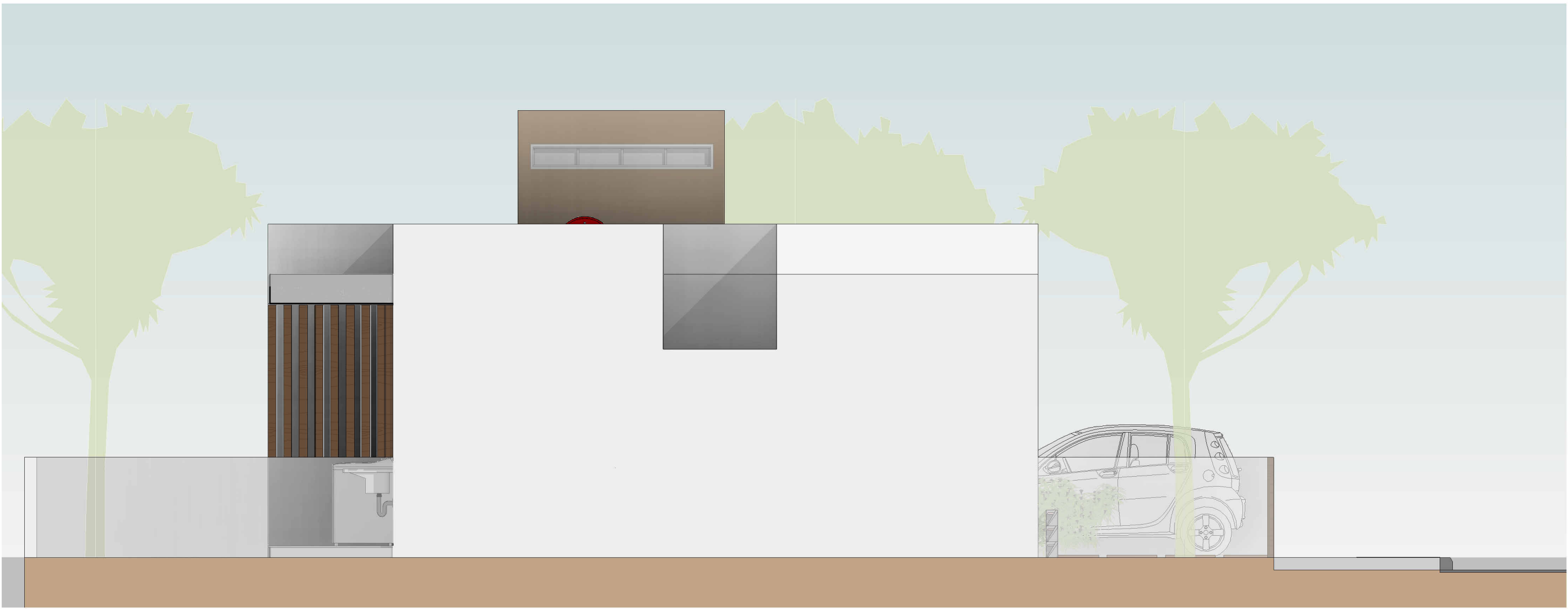
1 Corte A
ESCALA 1:50



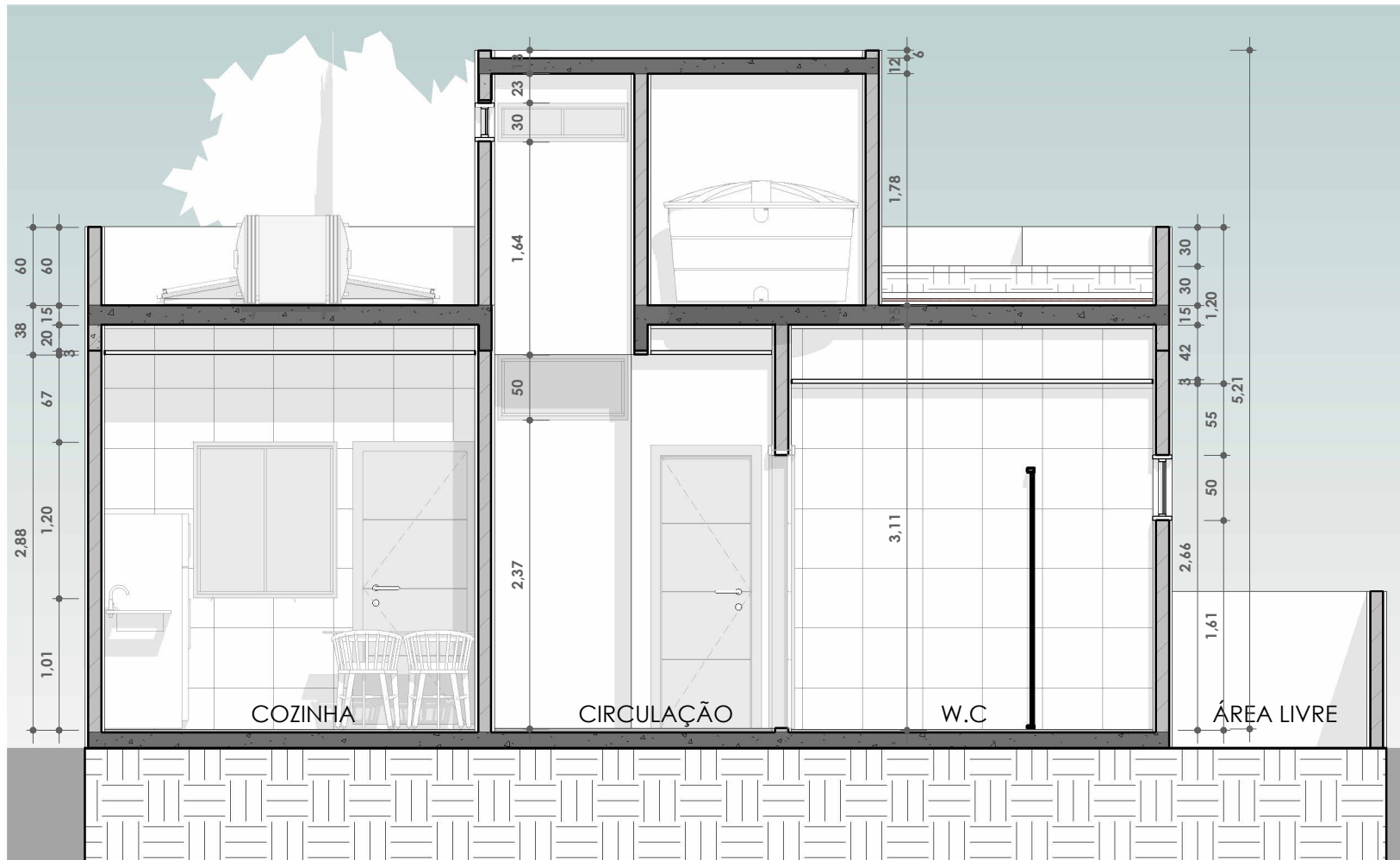
7 FACHADA PILOTO LATERAL
ESCALA 1:50



2 Corte B
ESCALA 1:50



5 FACHADA LATERAL 02
ESCALA 1:50



3 Corte C
ESCALA 1:50

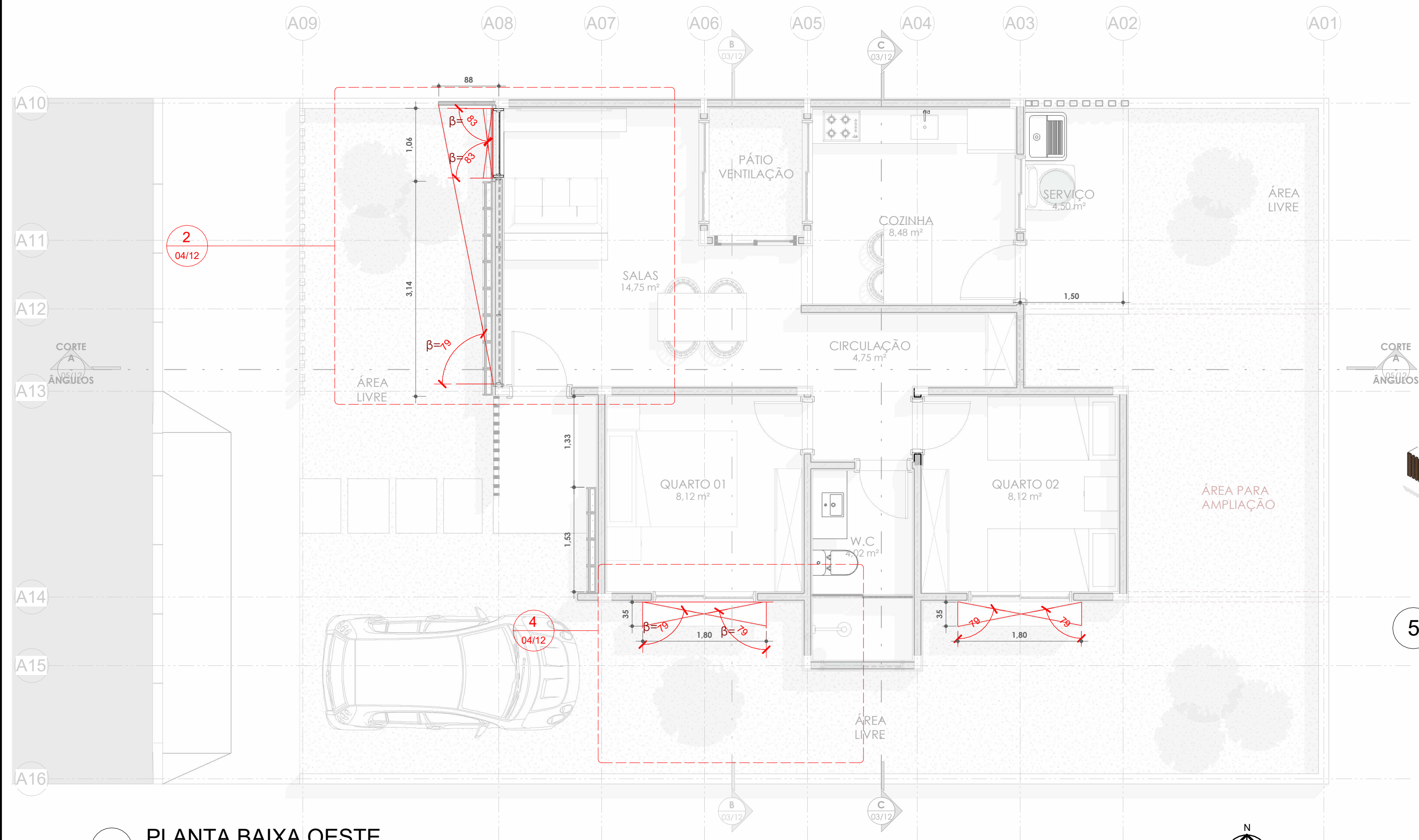


4 FACHADA FUNDOS
ESCALA 1:50

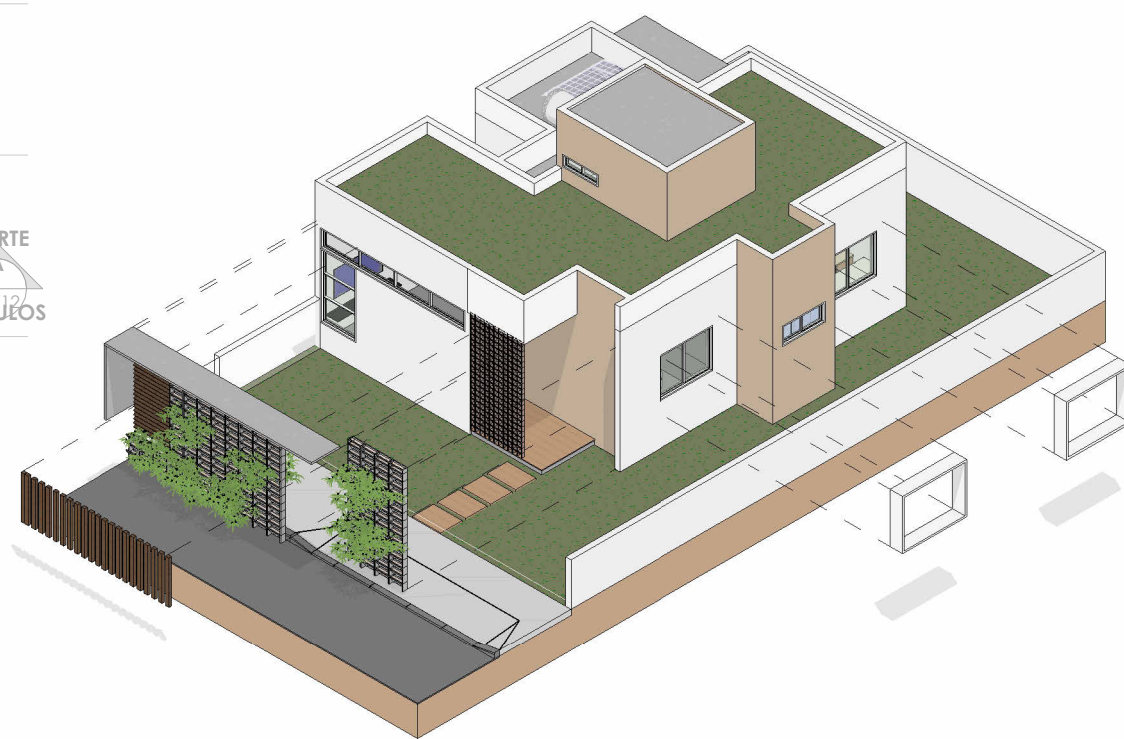


6 FACHADA PILOTO
ESCALA 1:50

PROJETO(S): Residência Unifamiliar	
ENDEREÇO: RUA F, LOTE 02, QUADRA Q, LOTEAMENTO ARUANA - ARACAJU-SE	
PROJETO: LARA NATHALIE OLIVEIRA CREA:2706322110	PROPRIETÁRIO: PROF. ME. MARCOS VINÍCIUS SANTANA PRUDENTE RESP. TÉCNICO(S): LARA NATHALIE OLIVEIRA CREA:2706322110
ASSUNTO: CORTES AA - BB - CC E FACHADAS RESIDÊNCIA PILOTO	DATA: MAR/2025 ESCALA: 1:50 DESENHO: Autor
FOLHA: 03/12	



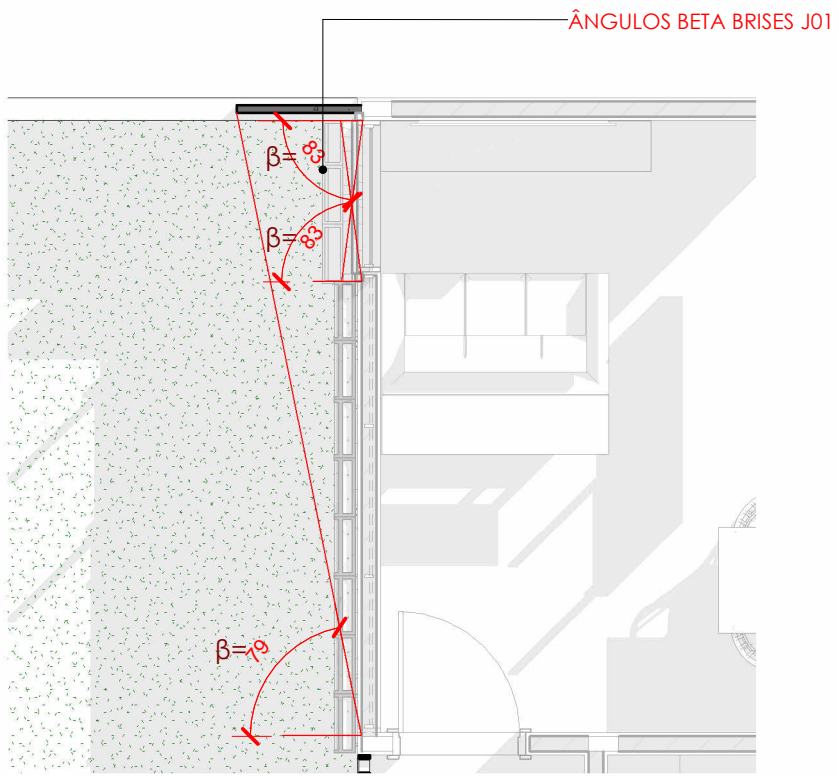
1 PLANTA BAIXA OESTE
ESCALA 1 : 50



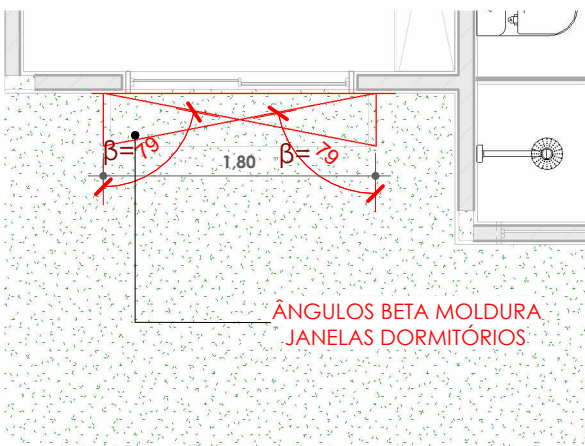
5 3D EXPLODIDO
ESCALA



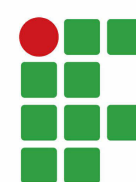
3 3D OESTE
ESCALA



2 DET. ÂNGULOS BETA MARQUISE E BRISE
ESCALA 1 : 50



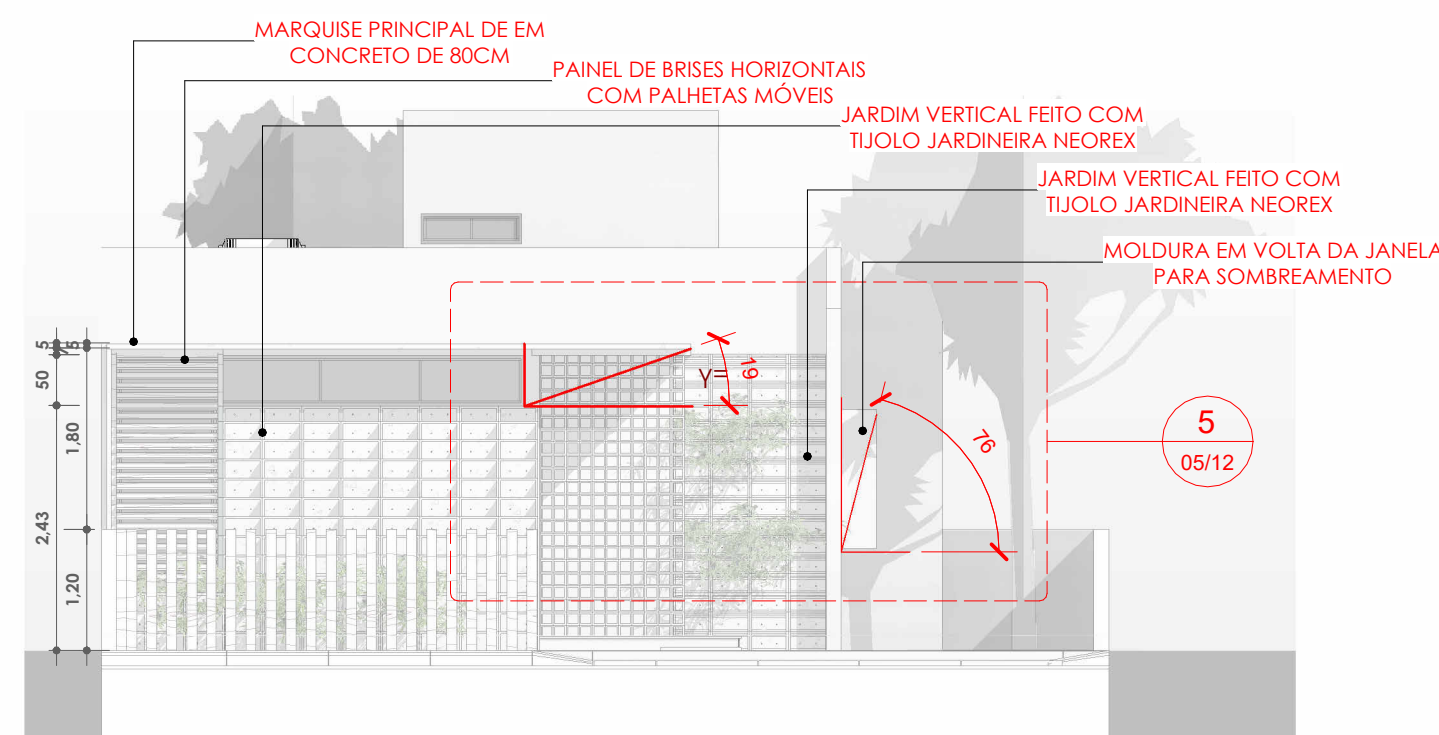
4 DET. ÂNGULOS BETA MOLDURA DORMITÓRIOS
ESCALA 1 : 50



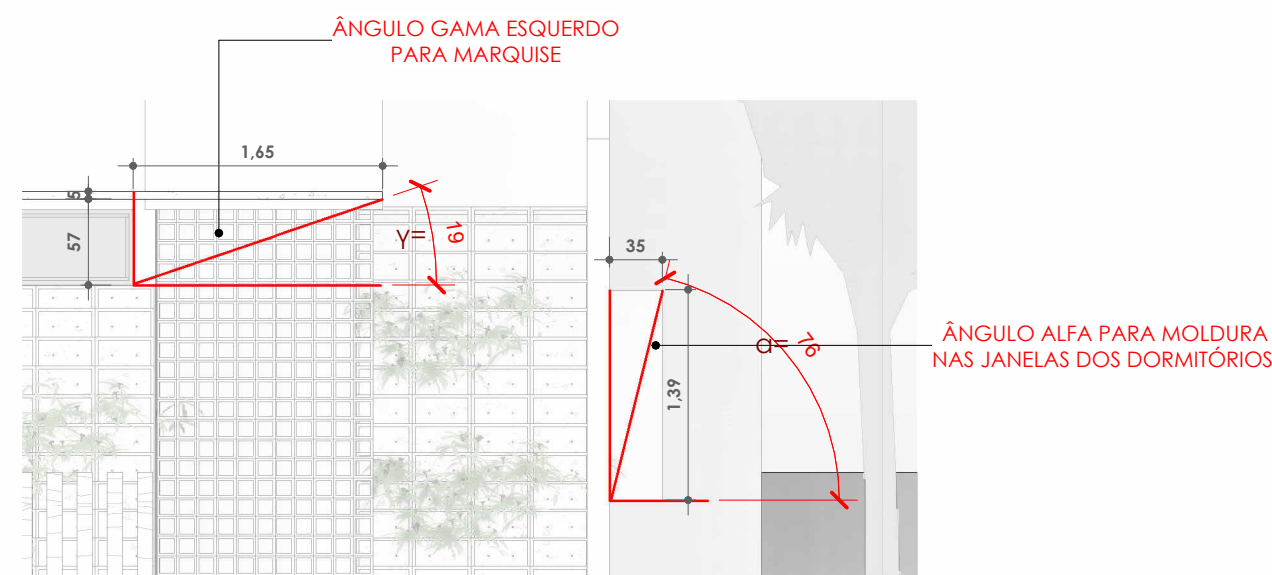
INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS LAGARTO



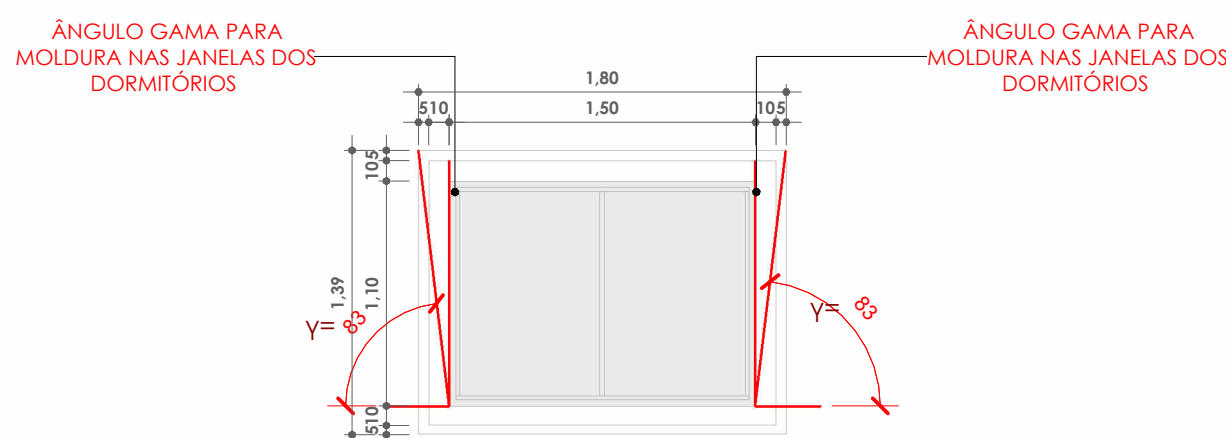
PROJETO: PROJETO HABITAÇÃO POPULAR SUSTENTÁVEL - PAULO AFONSO BA	
CURSO: BACHARELADO EM ARQUITETURA E URBANISMO	
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	DATA: MAR/2025
ALUNO: BRENO WALLACE PEREIRA LIMA	PERÍODO: 2023-2
ORIENTADOR: PROF. ME. MARCOS VINÍCIUS SANTANA PRUDENTE	ESCALA: 1 : 50
ASSUNTO: PLANTA BAIXA OESTE - ÂNGULOS	FOLHA: 04/12



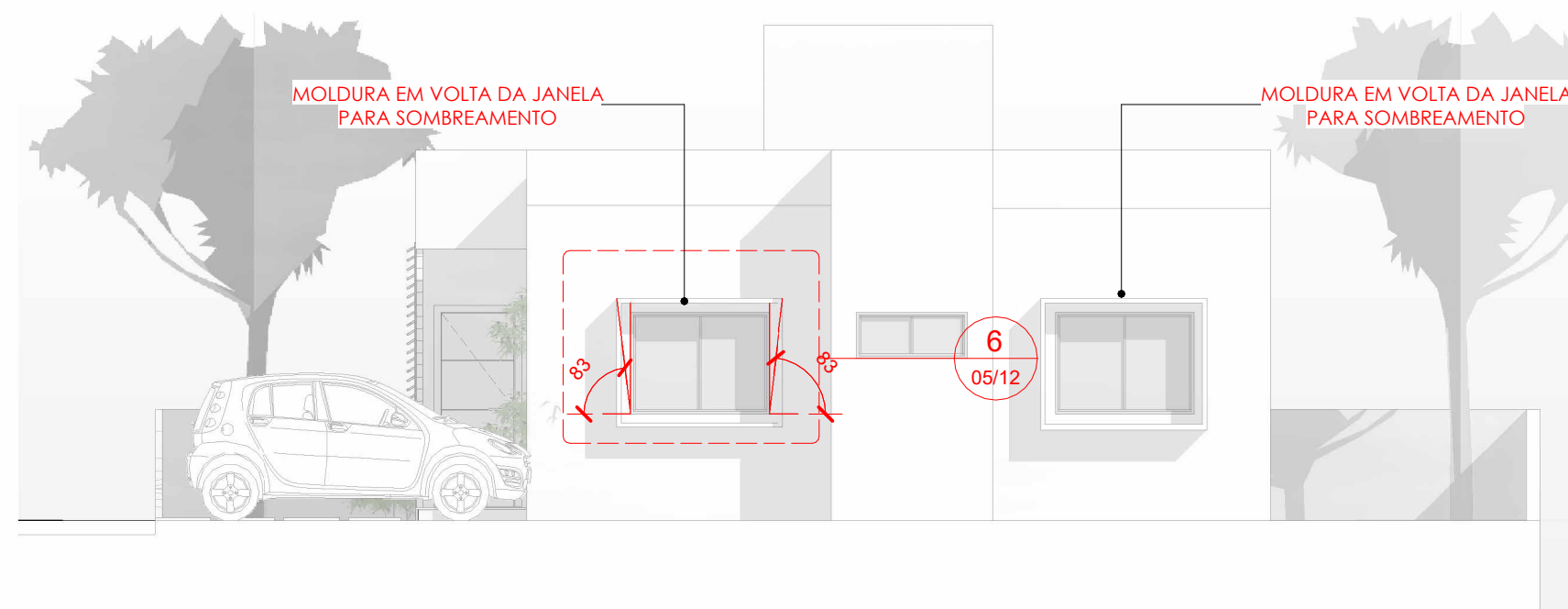
2 FACHADA OESTE
ESCALA 1 : 75



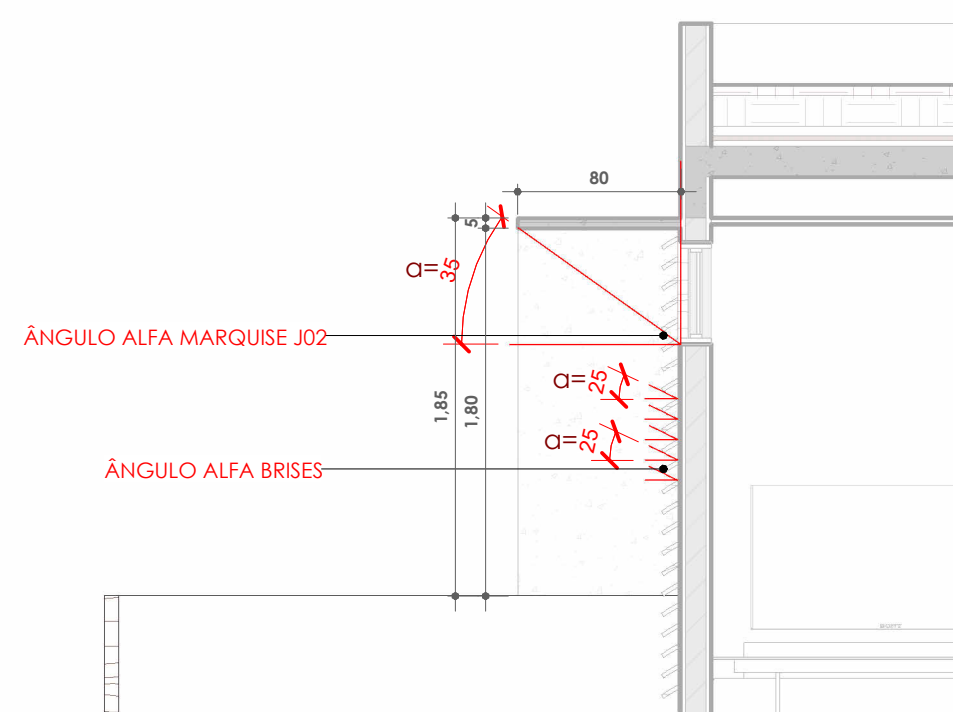
5 DET. ÂNGULOS MARQUISES
ESCALA 1 : 50



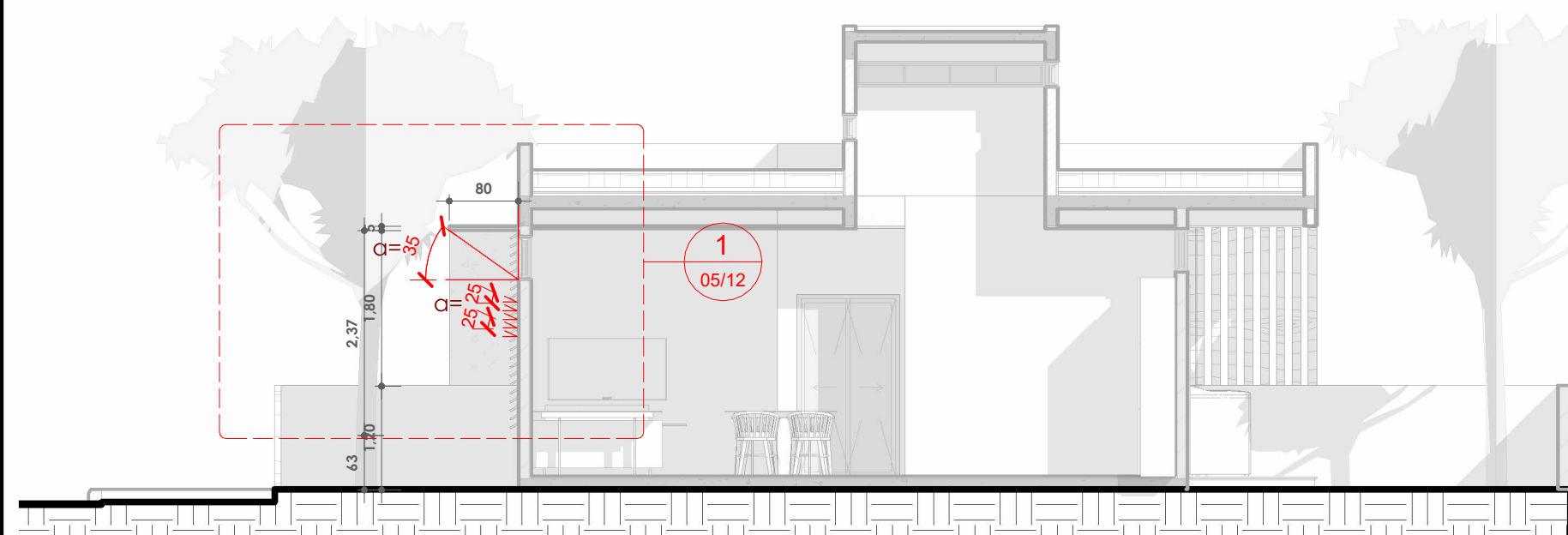
6 DET. ÂNGULOS MOLDURA DORMITÓRIOS
ESCALA 1 : 37



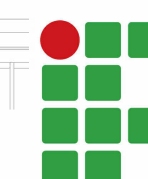
3 FACHADA OESTE LATERAL
ESCALA 1 : 75



1 DET. ÂNGULOS MARQUISE E BRISE
ESCALA 1 : 37



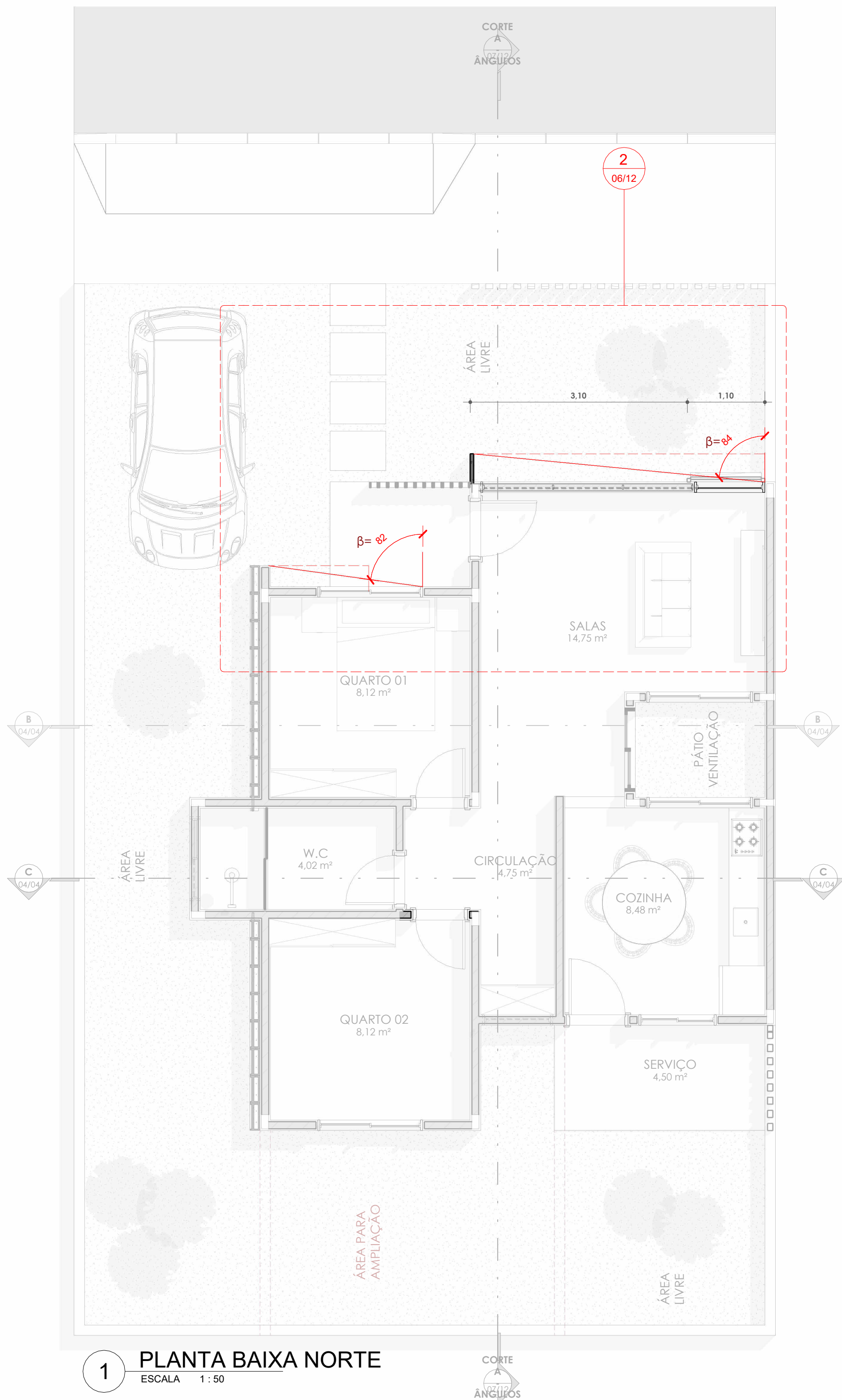
4 CORTE A - ÂNGULOS
ESCALA 1 : 75



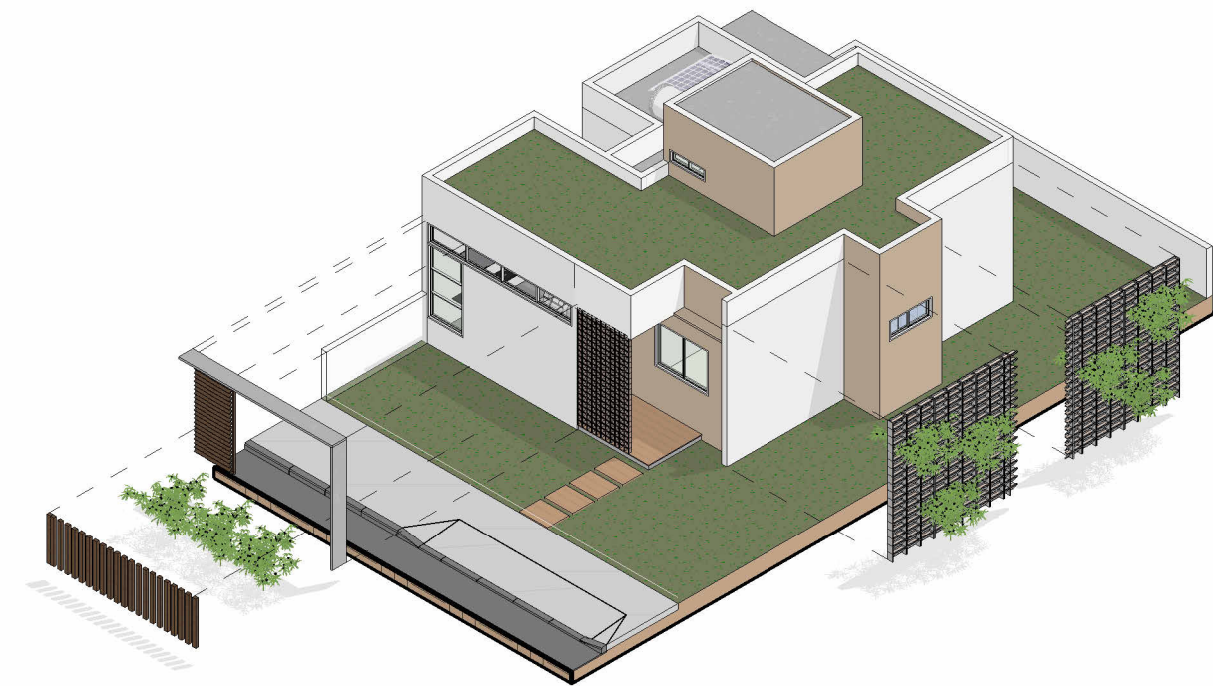
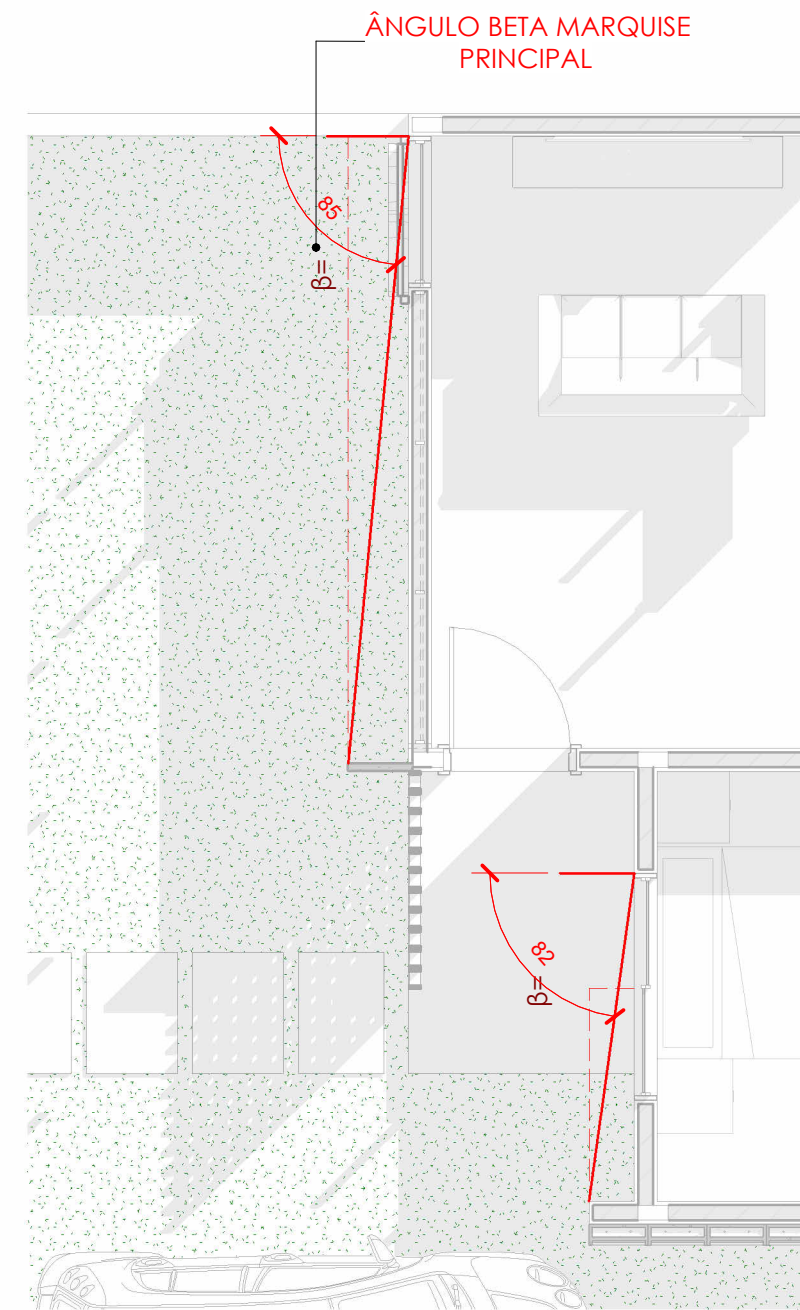
INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS LAGARTO



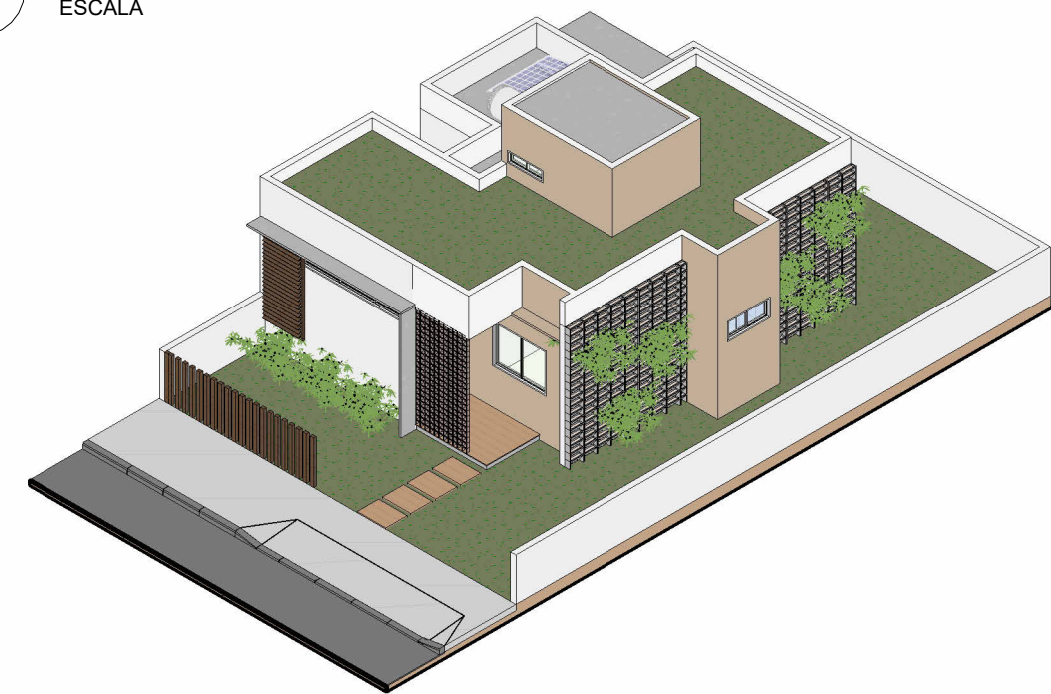
PROJETO: PROJETO HABITAÇÃO POPULAR SUSTENTÁVEL - PAULO AFONSO BA	
CURSO: BACHARELADO EM ARQUITETURA E URBANISMO	
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	DATA: MAR/2025
ALUNO: BRENO WALLACE PEREIRA LIMA	PERÍODO: 2023-2
ORIENTADOR: PROF. ME. MARCOS VINÍCIUS SANTANA PRUDENTE	ESCALA: Como indicado
ASSUNTO: CORTES E FACHADAS OESTE - ÂNGULOS	FOLHA: 05/12



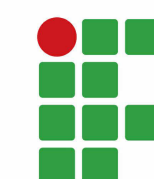
2 DET. ÂNGULOS MARQUISE E BRISE
ESCALA 1 : 50



5 3D EXPLODIDO
ESCALA



3 3D NORTE
ESCALA

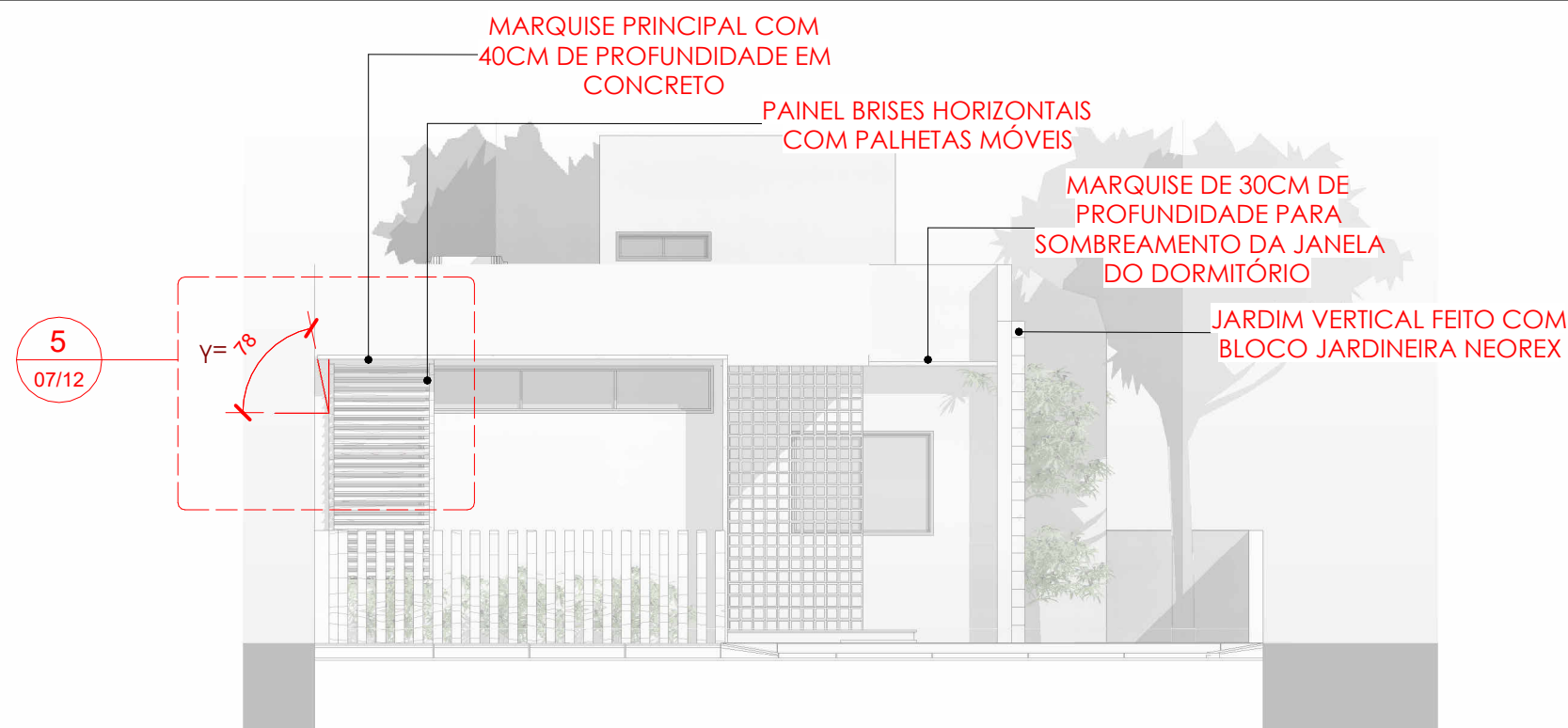


INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS LAGARTO

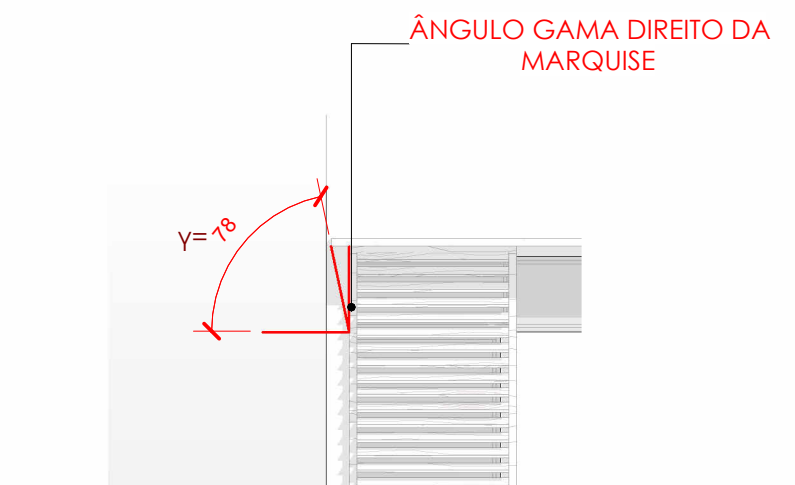


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

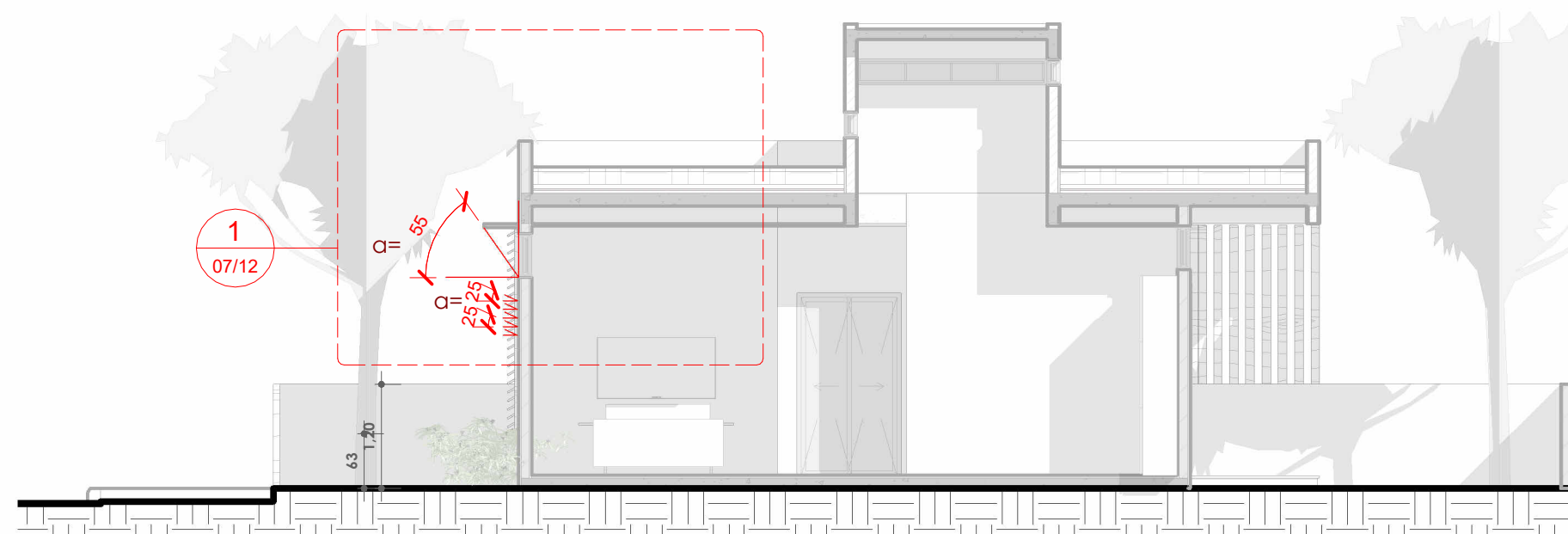
PROJETO: PROJETO HABITAÇÃO POPULAR SUSTENTÁVEL - PAULO AFONSO BA	
CURSO: BACHARELADO EM ARQUITETURA E URBANISMO	
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	DATA: MAR/2025
ALUNO: BRENO WALLACE PEREIRA LIMA	PERÍODO: 2023-2
ORIENTADOR: MARCOS PRUDENTE	ESCALA: 1 : 50
ASSUNTO: PLANTA BAIXA NORTE (ÂNGULOS)	FOLHA: 06/12



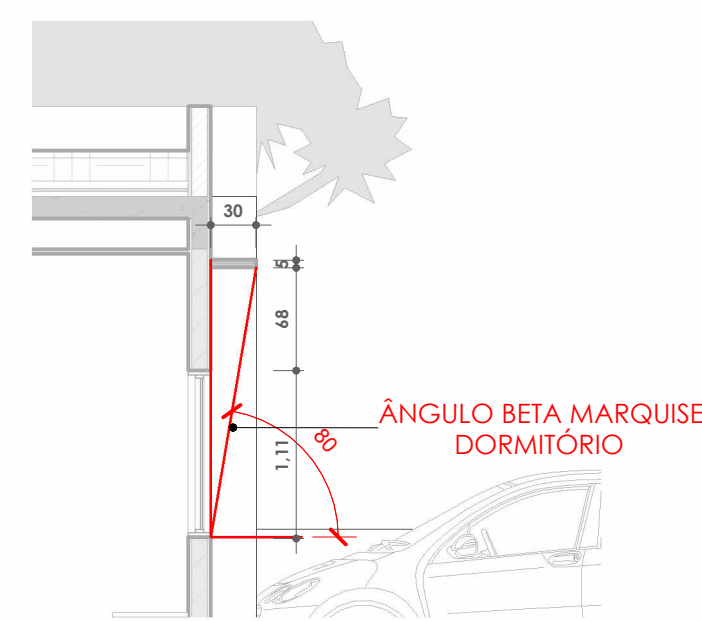
2 FACHADA NORTE ÂNGULOS
ESCALA 1:75



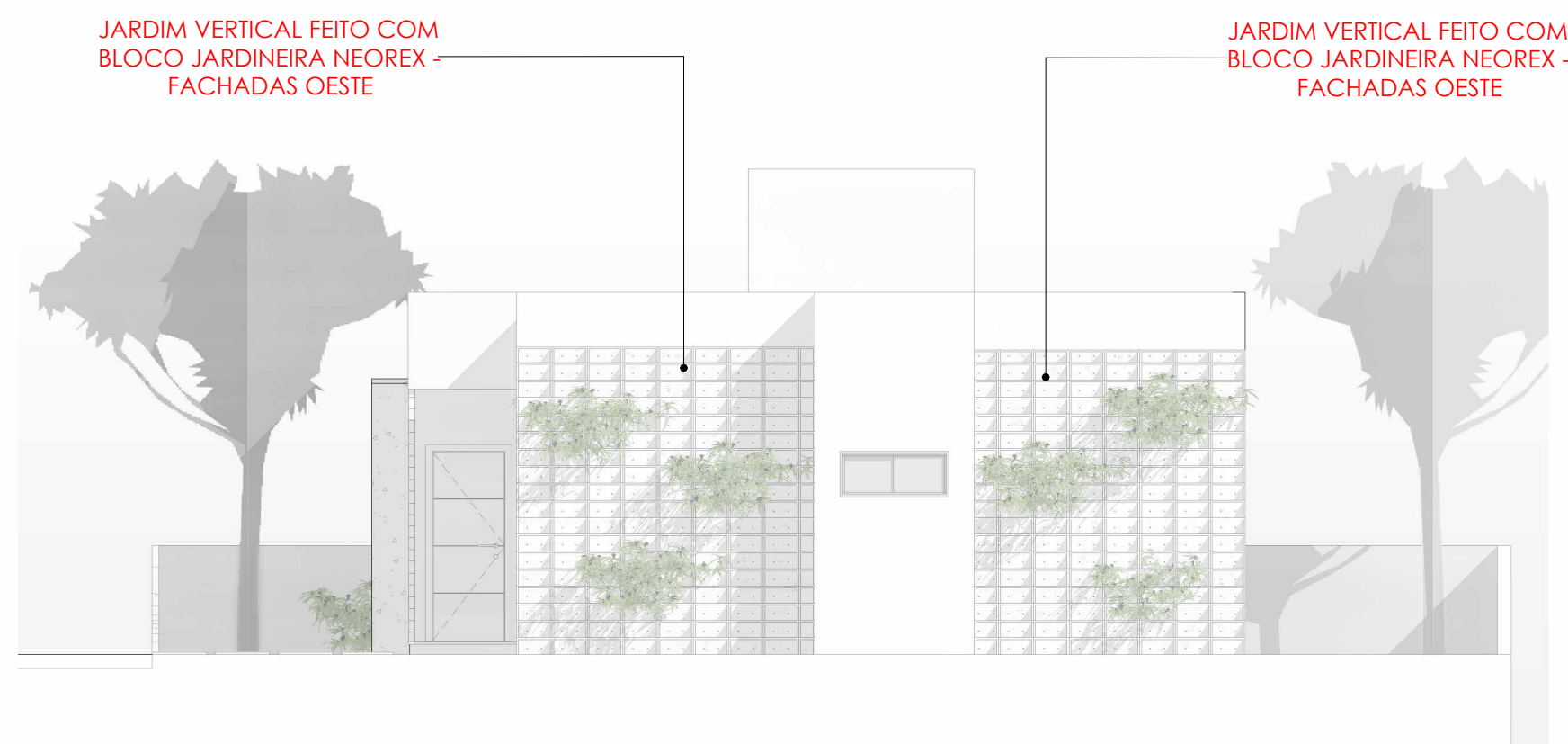
5 DET. ÂNGULOS MARQUISES
ESCALA 1:50



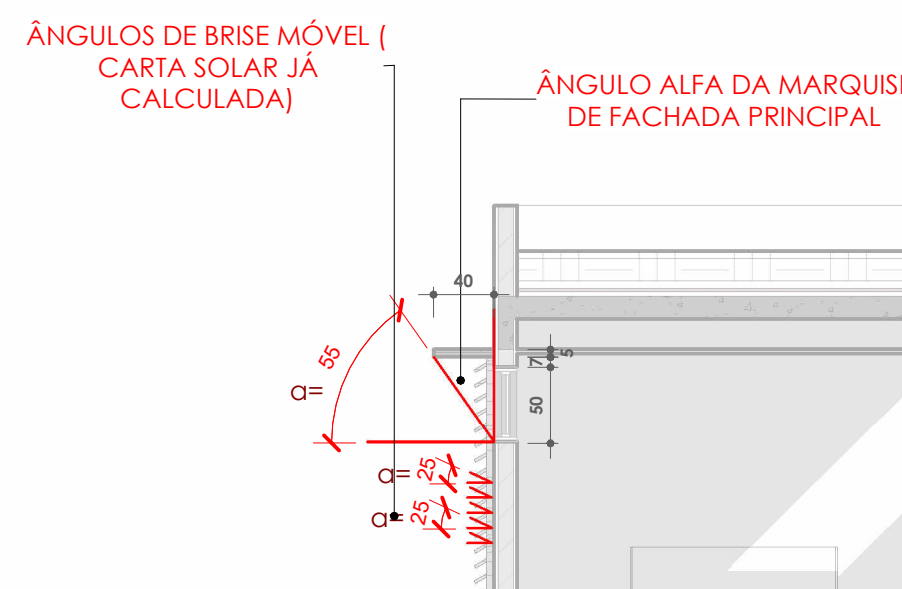
4 CORTE A - ÂNGULOS
ESCALA 1:75



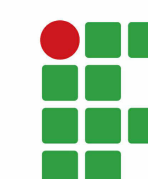
6 DET. ÂNGULOS MARQUISE DORMIT.
ESCALA 1:50



3 FACHADA NORTE LATERAL
ESCALA 1:75



1 DET. ÂNGULOS MARQUISE E BRISE
ESCALA 1:50

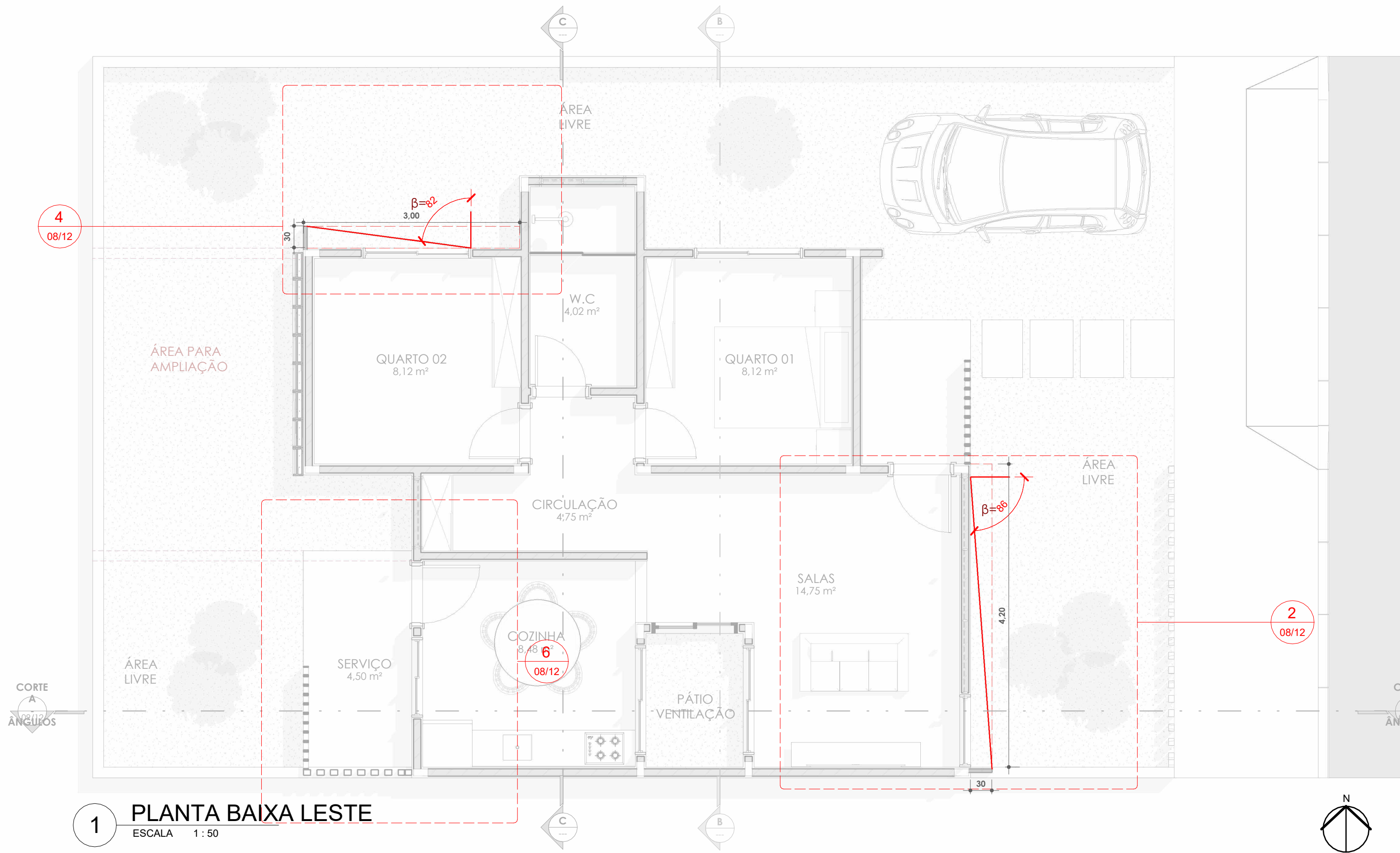


INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS LAGARTO



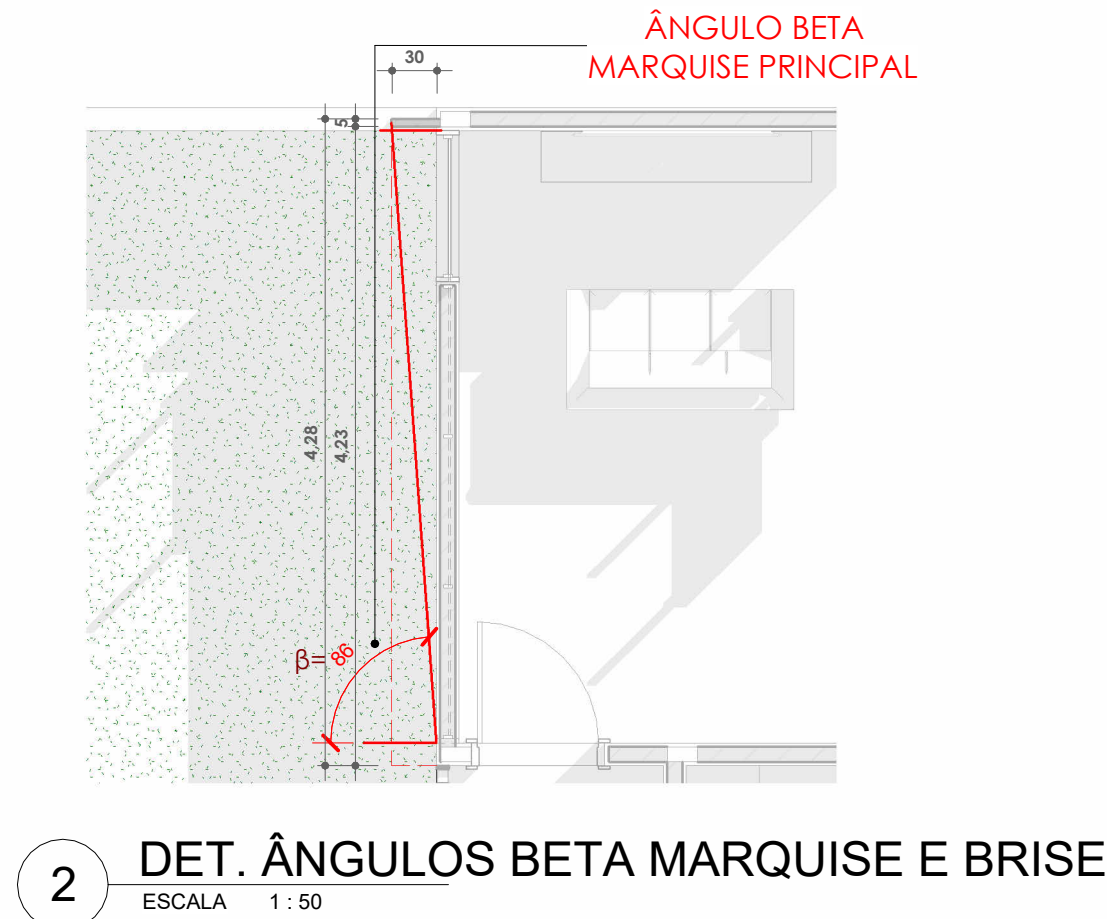
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

PROJETO: PROJETO HABITAÇÃO POPULAR SUSTENTÁVEL - PAULO AFONSO BA	
CURSO: BACHARELADO EM ARQUITETURA E URBANISMO	
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	DATA: MAR/2025
ALUNO: BRENO WALLACE PEREIRA LIMA	PERÍODO: 2023-2
ORIENTADOR: MARCOS PRUDENTE	ESCALA: Como indicado
ASSUNTO: CORTES E FACHADAS NORTE (ÂNGULOS)	FOLHA: 07/12

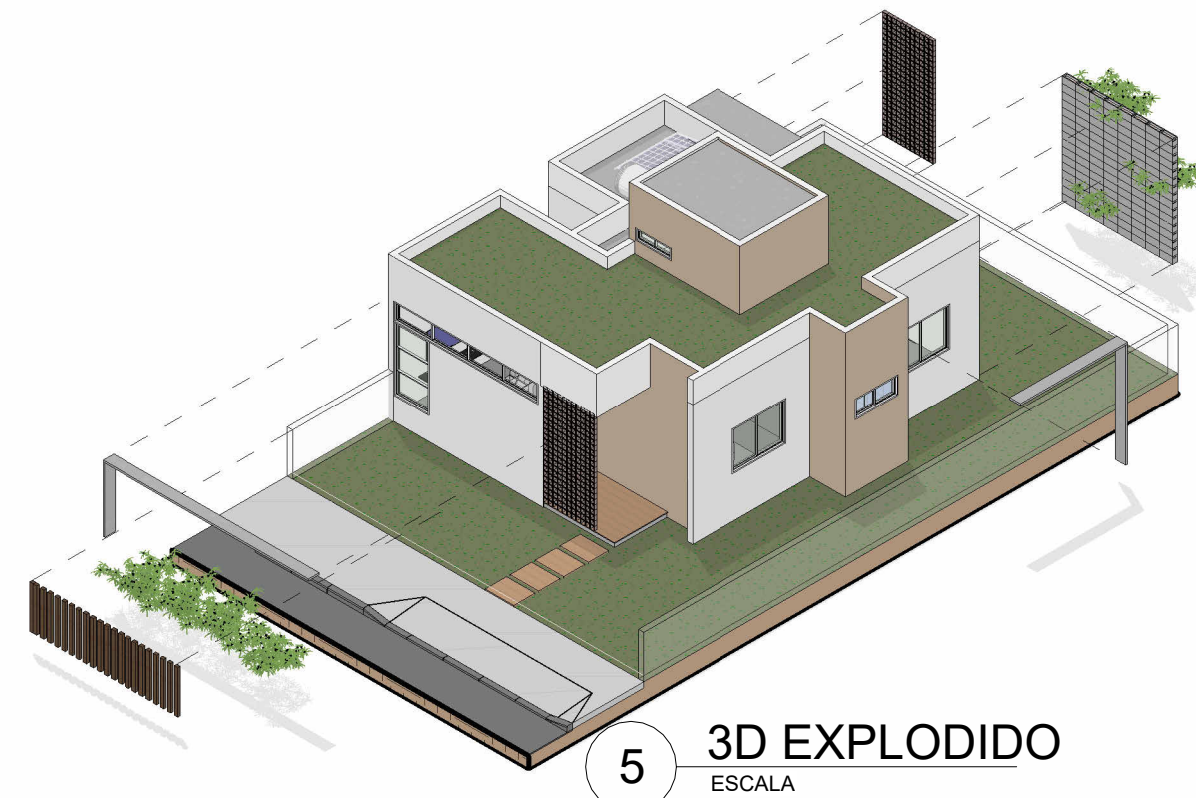


1 PLANTA BAIXA LESTE
ESCALA 1:50

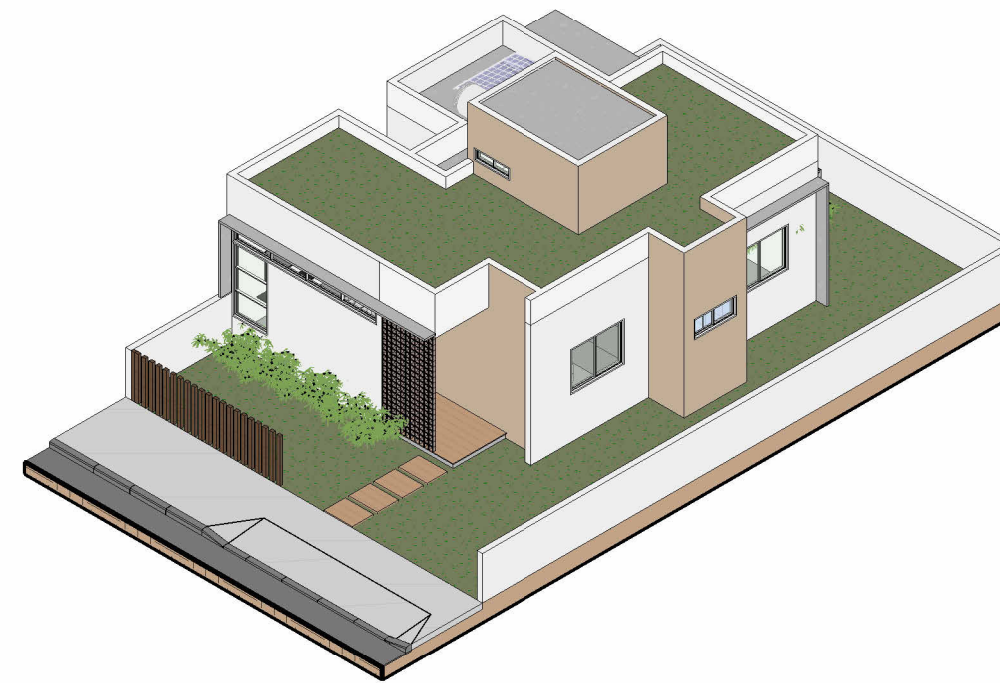
4 DET. ÂNGULOS BETA MOLDURA DORMITÓRIOS
ESCALA 1:50



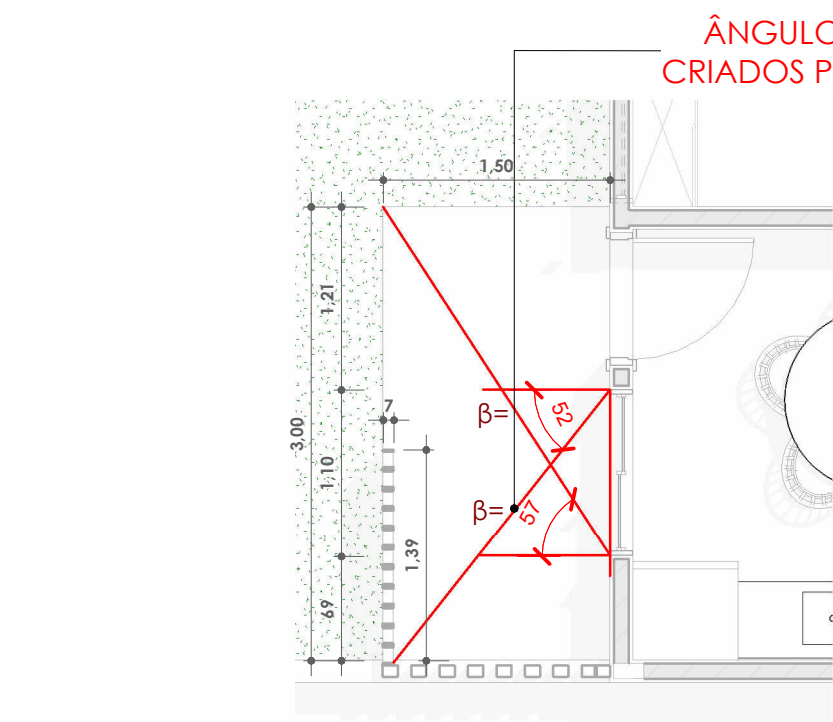
2 DET. ÂNGULOS BETA MARQUISE E BRISE
ESCALA 1:50



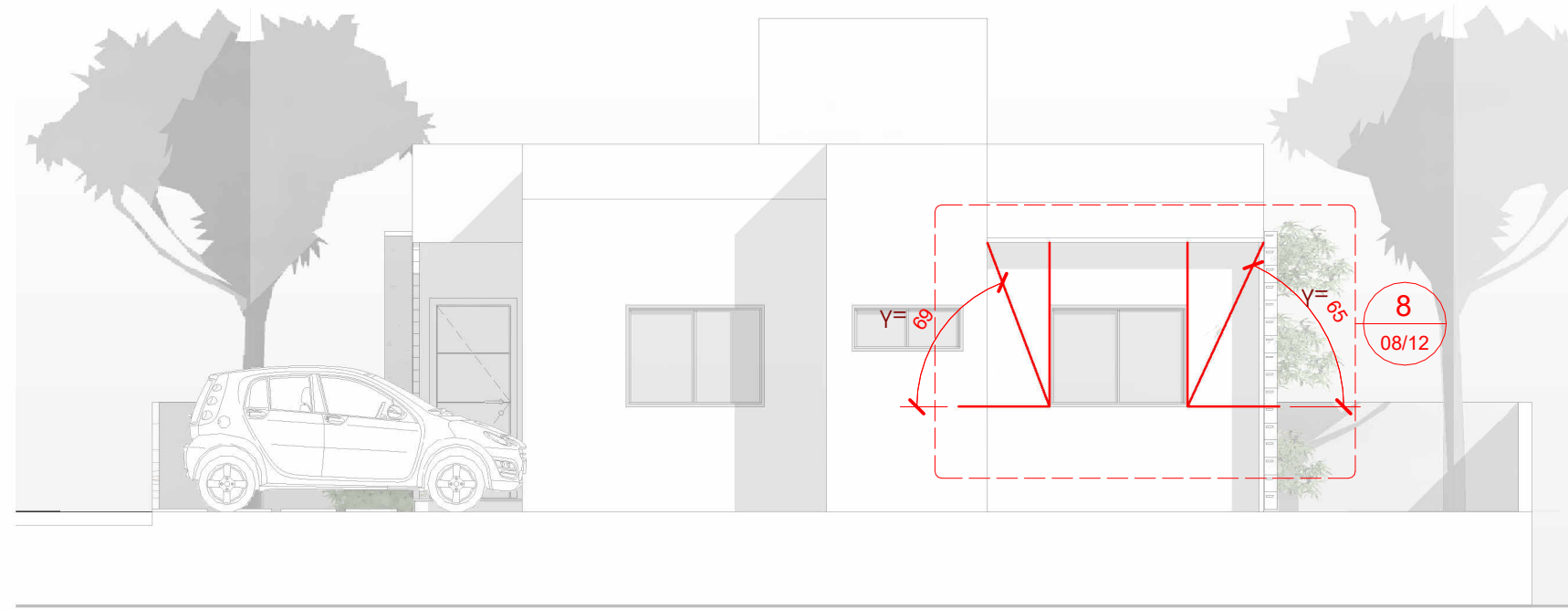
5 3D EXPLODIDO
ESCALA



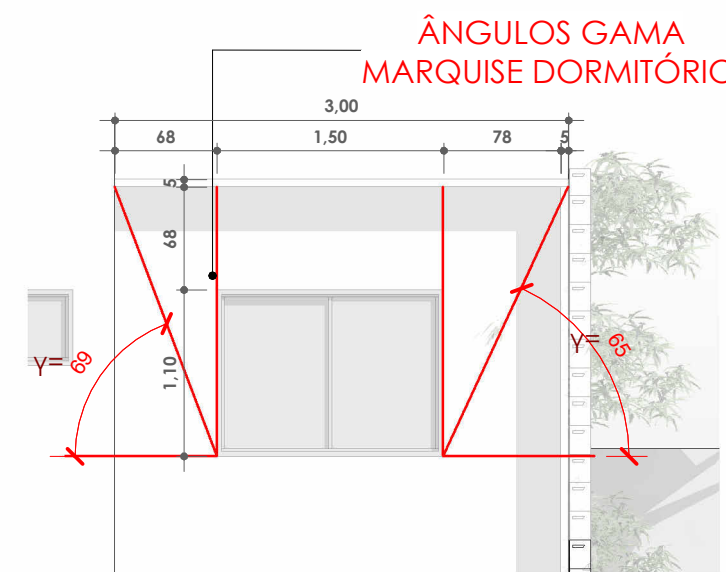
3 3D LESTE
ESCALA



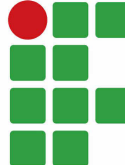
6 DET. MARQUISE VIGA
ESCALA 1:50

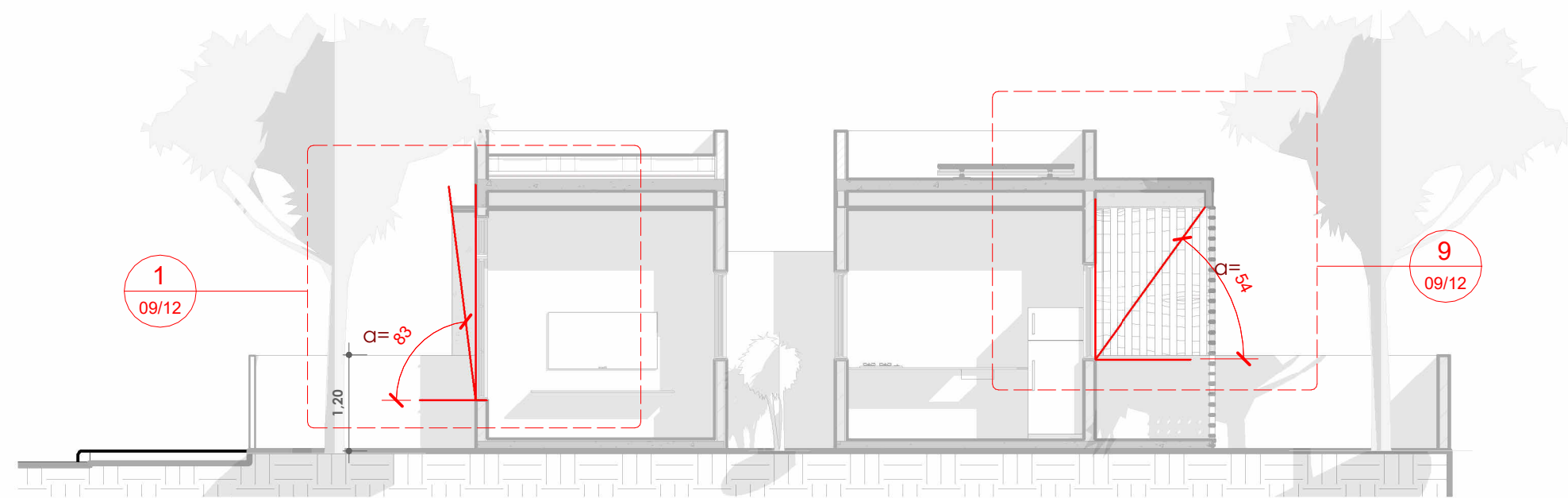


7 FACHADA LATERAL ANGULOS
ESCALA 1:75

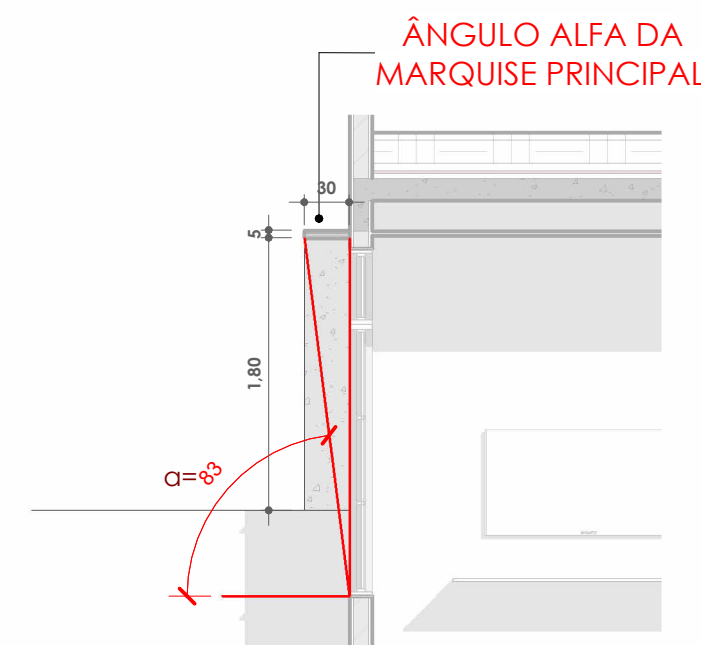


8 DET. ÂNGULOS MOLDURA DORMITÓRIOS
ESCALA 1:50

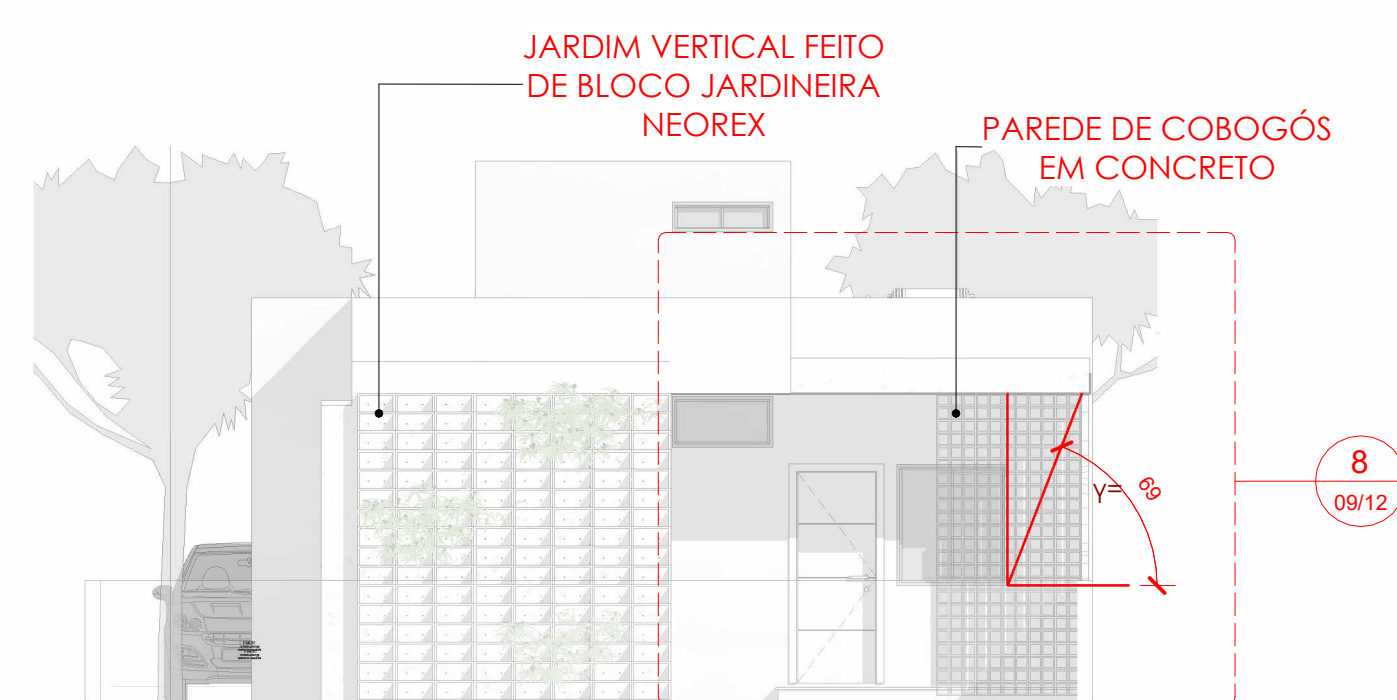
		INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE CAMPUS LAGARTO		 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO	
PROJETO: PROJETO HABITAÇÃO POPULAR SUSTENTÁVEL - PAULO AFONSO BA					
CURSO: BACHARELADO EM ARQUITETURA E URBANISMO					
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO				DATA:	MAR/2025
ALUNO: BRENO WALLACE PEREIRA LIMA				PERÍODO:	2023-2
ORIENTADOR: MARCOS PRUDENTE				ESCALA:	Como indicado
ASSUNTO: PLANTA BAIXA LESTE (ÂNGULOS)				FOLHA:	08/12



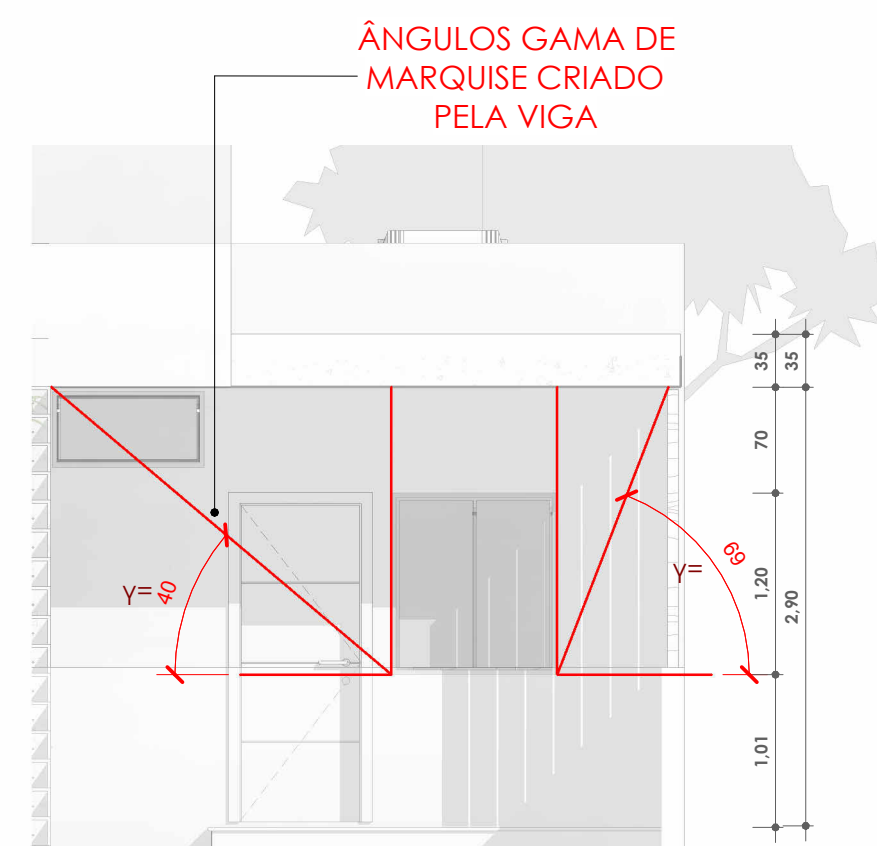
4 **CORTE A - ÂNGULOS**
ESCALA 1 : 75



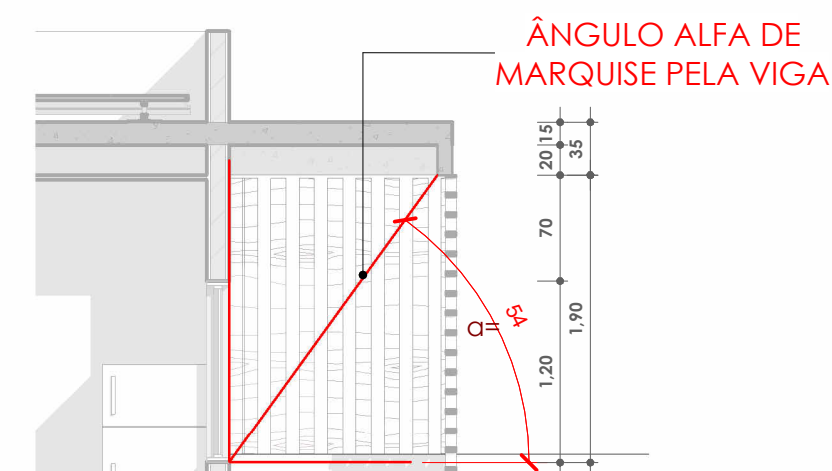
1 **DET. ÂNGULOS MARQUISE E BRISE**
ESCALA 1 : 50



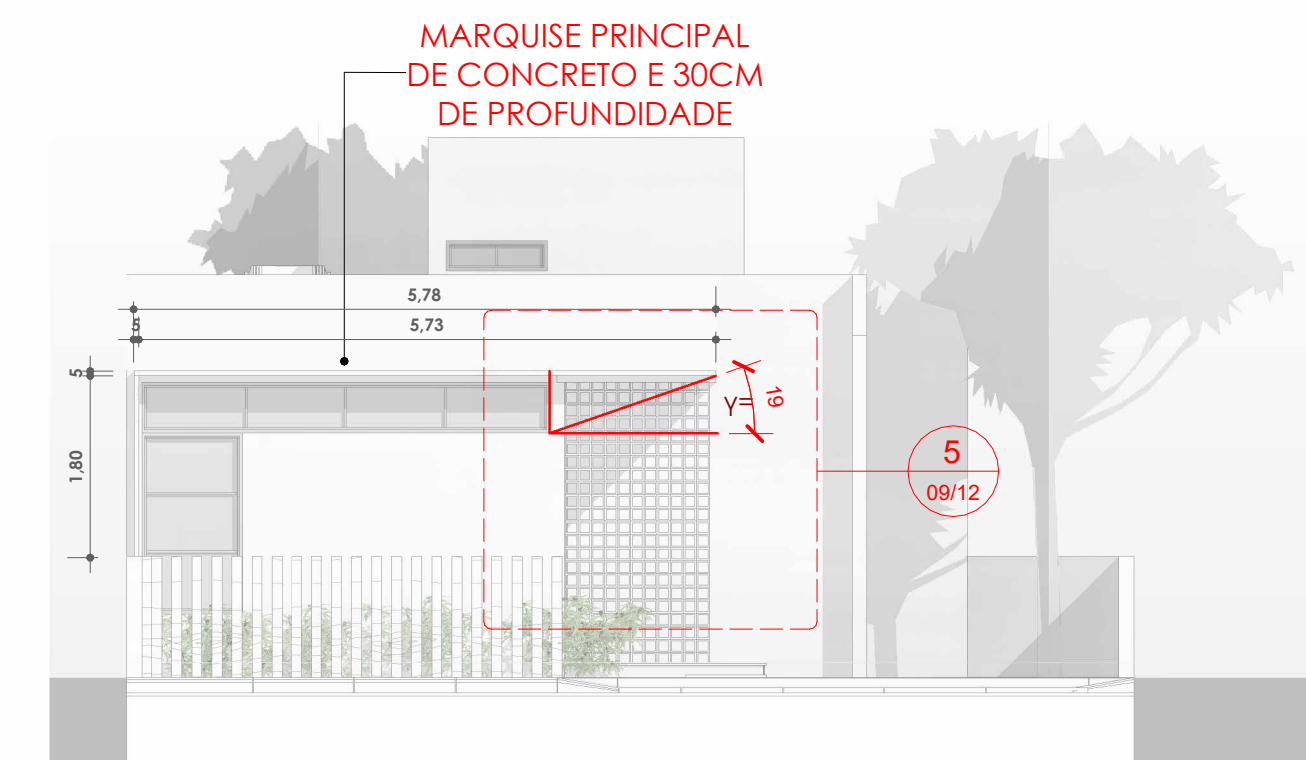
7 **FACHADA FUNDOS ANGULOS**
ESCALA 1 : 75



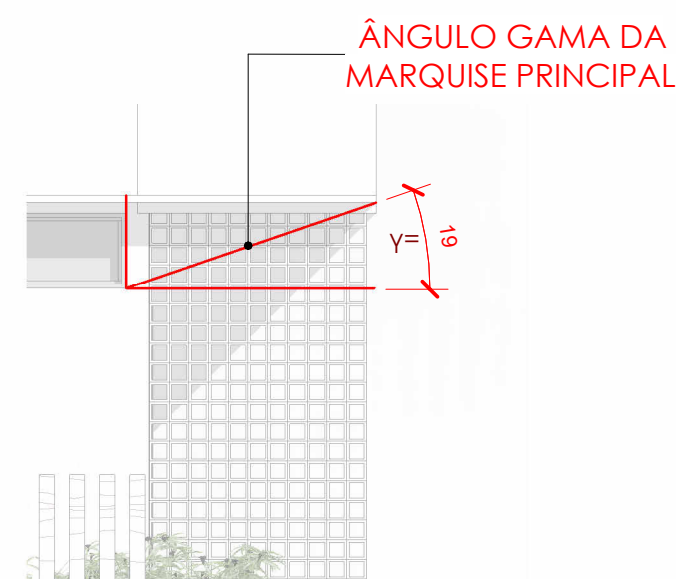
8 **FACHADA FUNDOS ÂNGULOS**
ESCALA 1 : 50



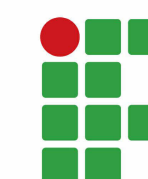
9 **CORTE A - ÂNGULOS BEIRAL**
ESCALA 1 : 50



2 **FACHADA LESTE ANGULOS**
ESCALA 1 : 75



5 **DET. ÂNGULOS MARQUISES**
ESCALA 1 : 50

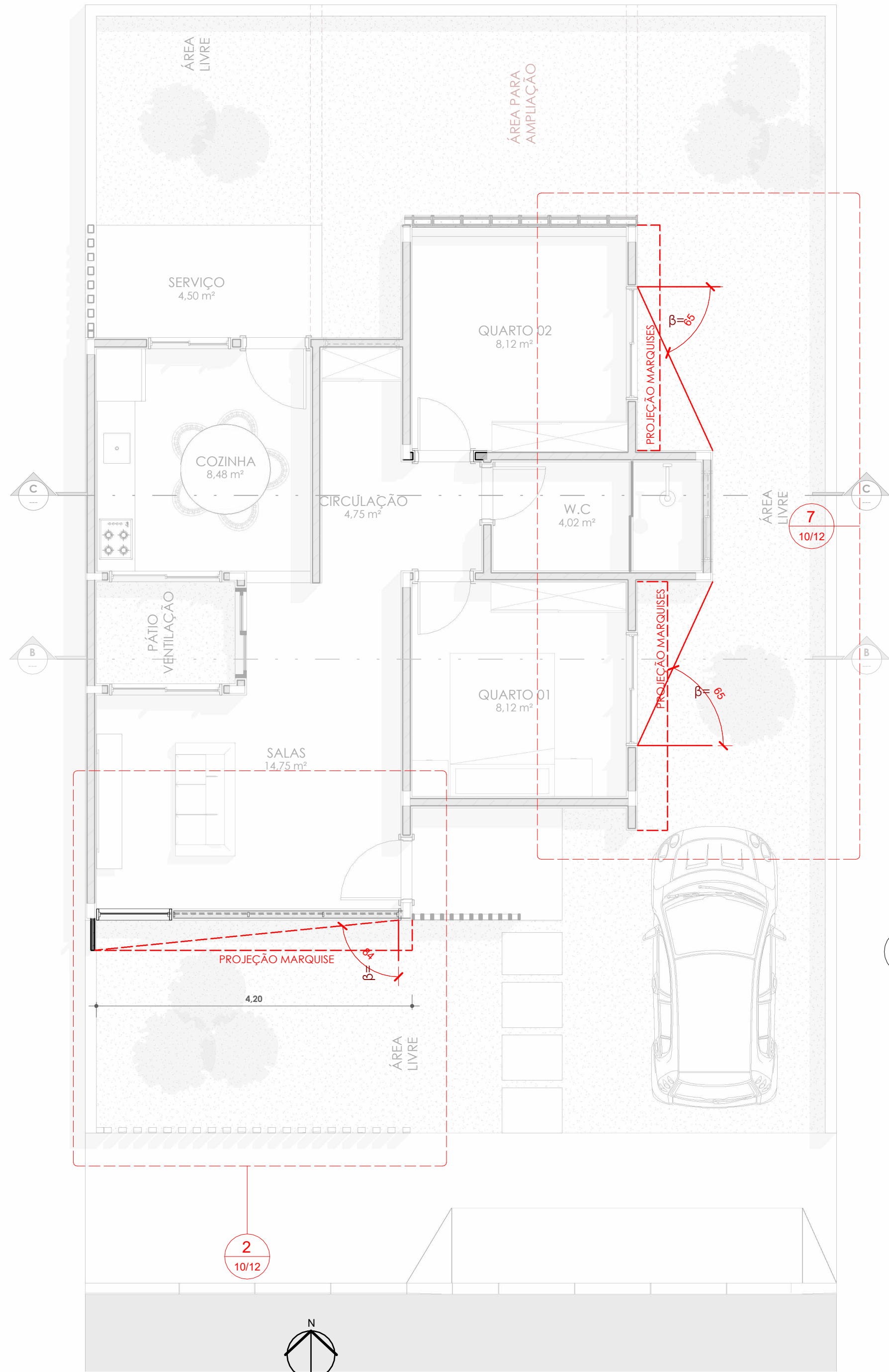


INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS LAGARTO

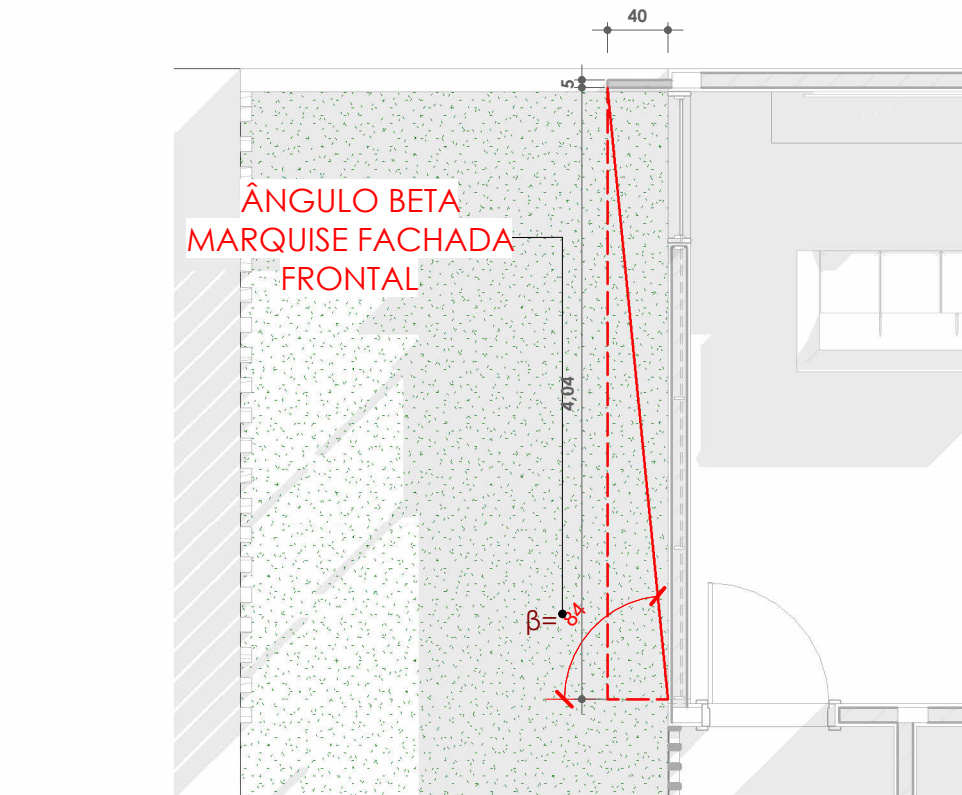


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

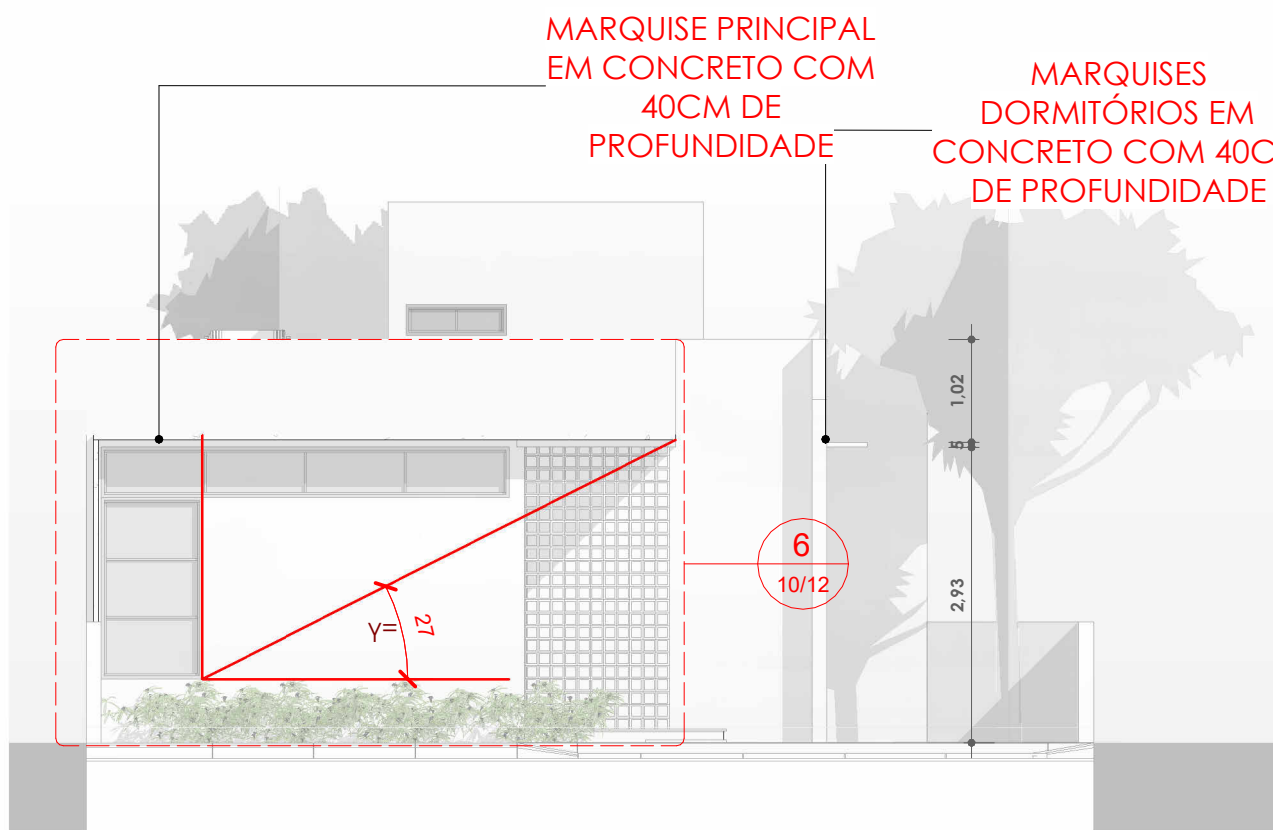
PROJETO: PROJETO HABITAÇÃO POPULAR SUSTENTÁVEL - PAULO AFONSO BA	
CURSO: BACHARELADO EM ARQUITETURA E URBANISMO	
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	DATA: MAR/2025
ALUNO: BRENO WALLACE PEREIRA LIMA	PERÍODO: 2023-2
ORIENTADOR: MARCOS PRUDENTE	ESCALA: Como indicado
ASSUNTO: CORTES E FACHADAS LESTE (ÂNGULOS)	FOLHA: 09/12



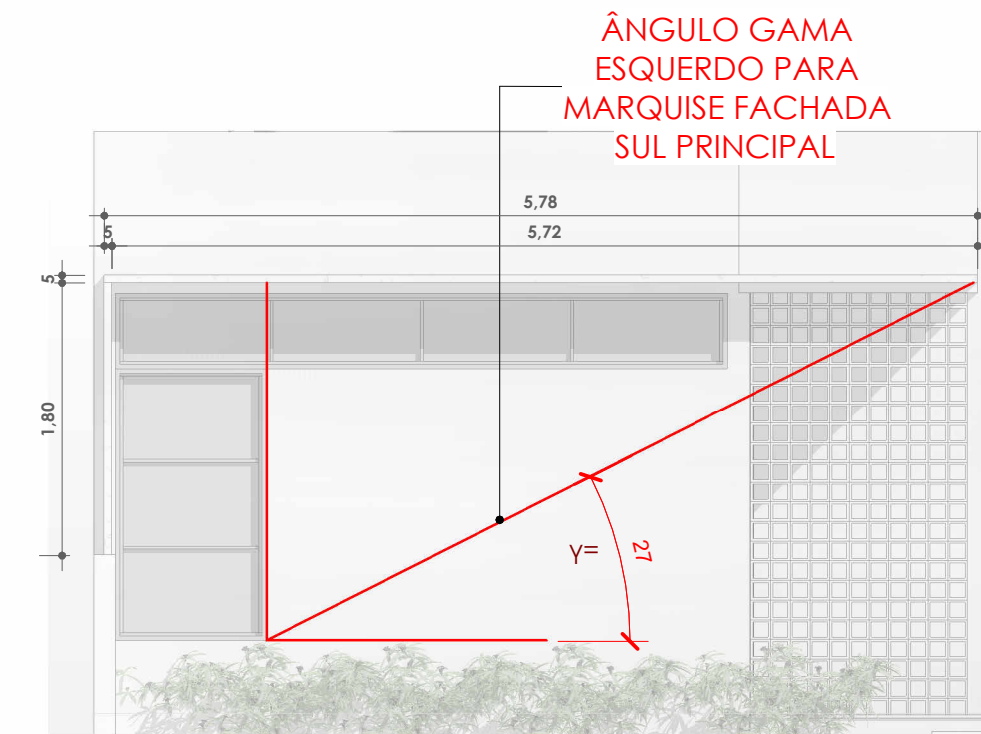
1 PLANTA BAIXA SUL
ESCALA 1 : 50



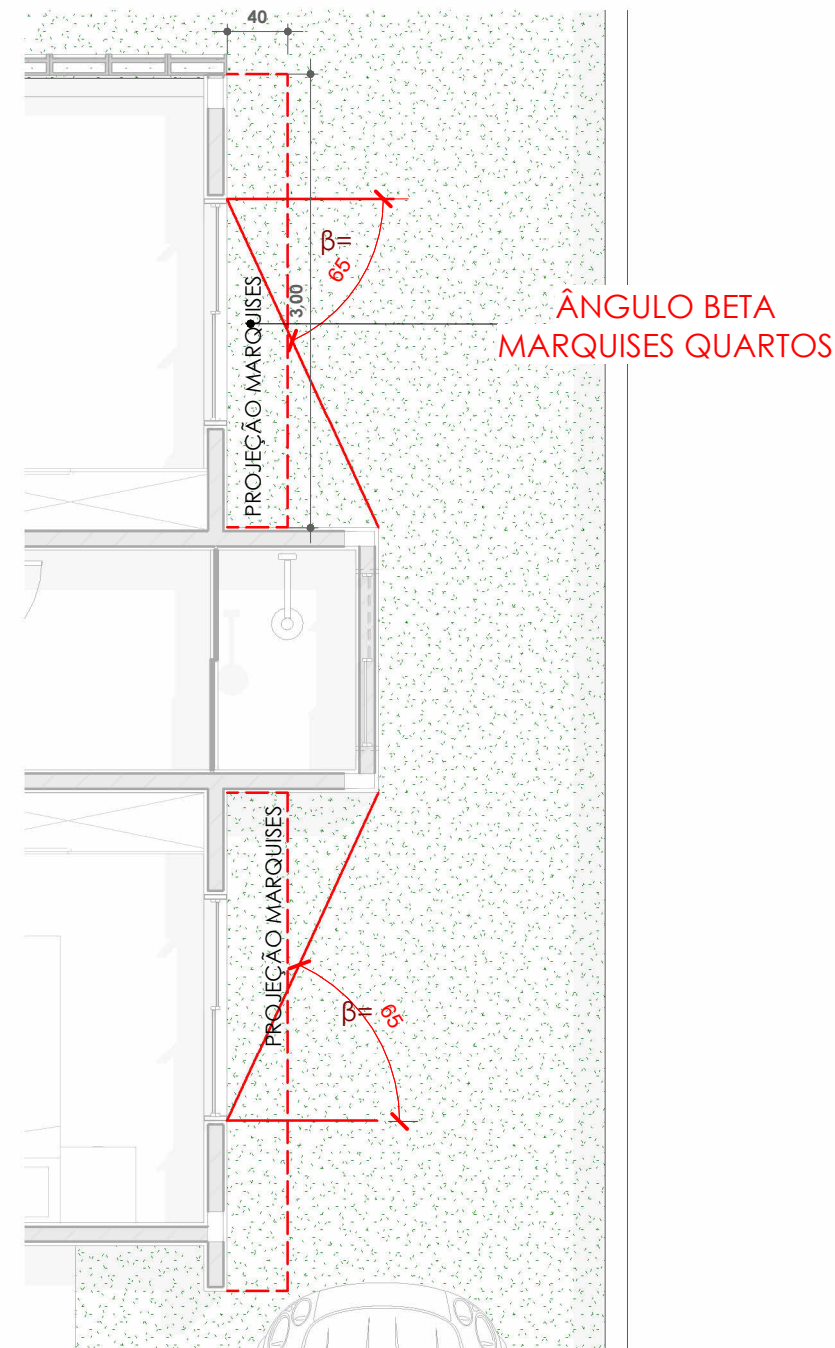
2 DET. ÂNGULOS BETA MARQUISE E BRISE
ESCALA 1 : 50



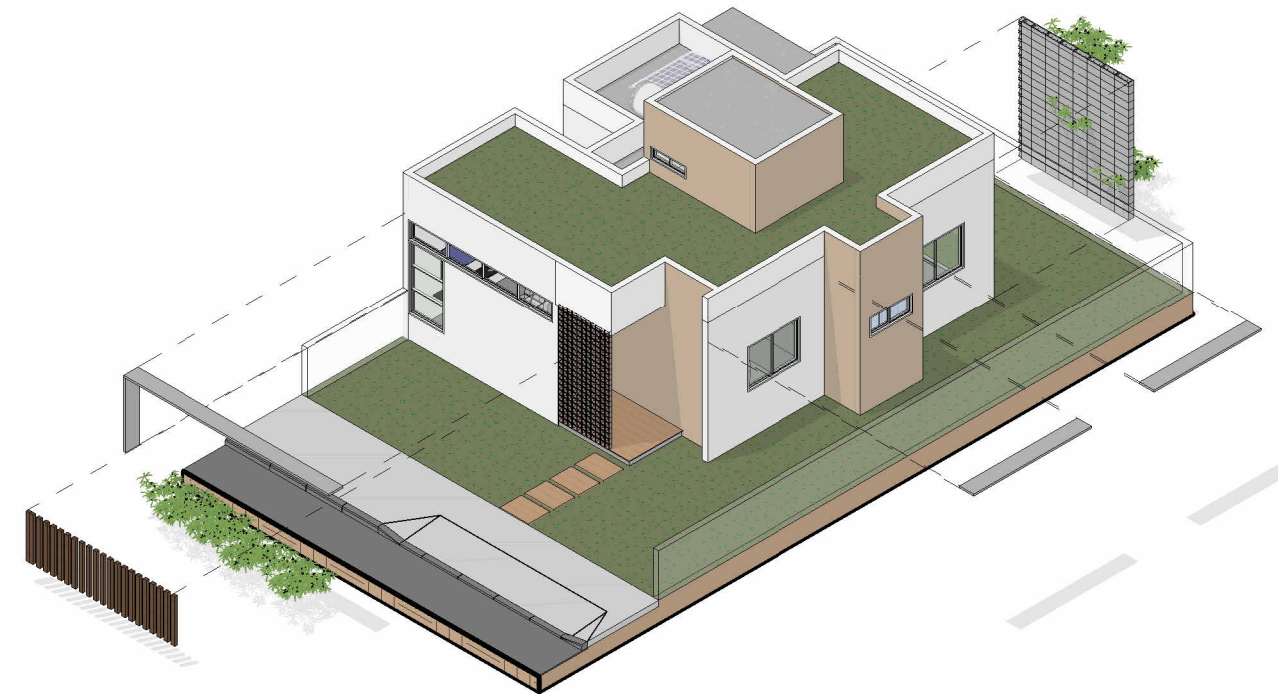
4 FACHADA SUL
ESCALA 1 : 75



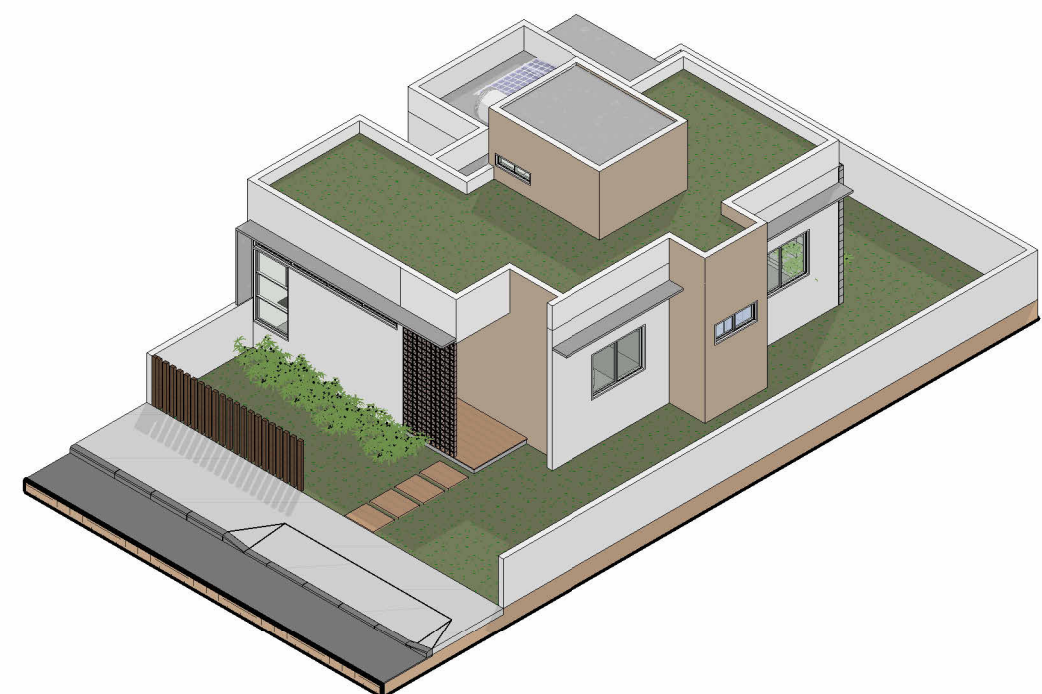
6 DET. ÂNGULOS MARQUISE PRINCIPAL
ESCALA 1 : 50



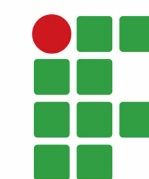
7 DET. ÂNGULO BETA MARQUISES QUARTOS
ESCALA 1 : 50



5 3D EXPLODIDO
ESCALA



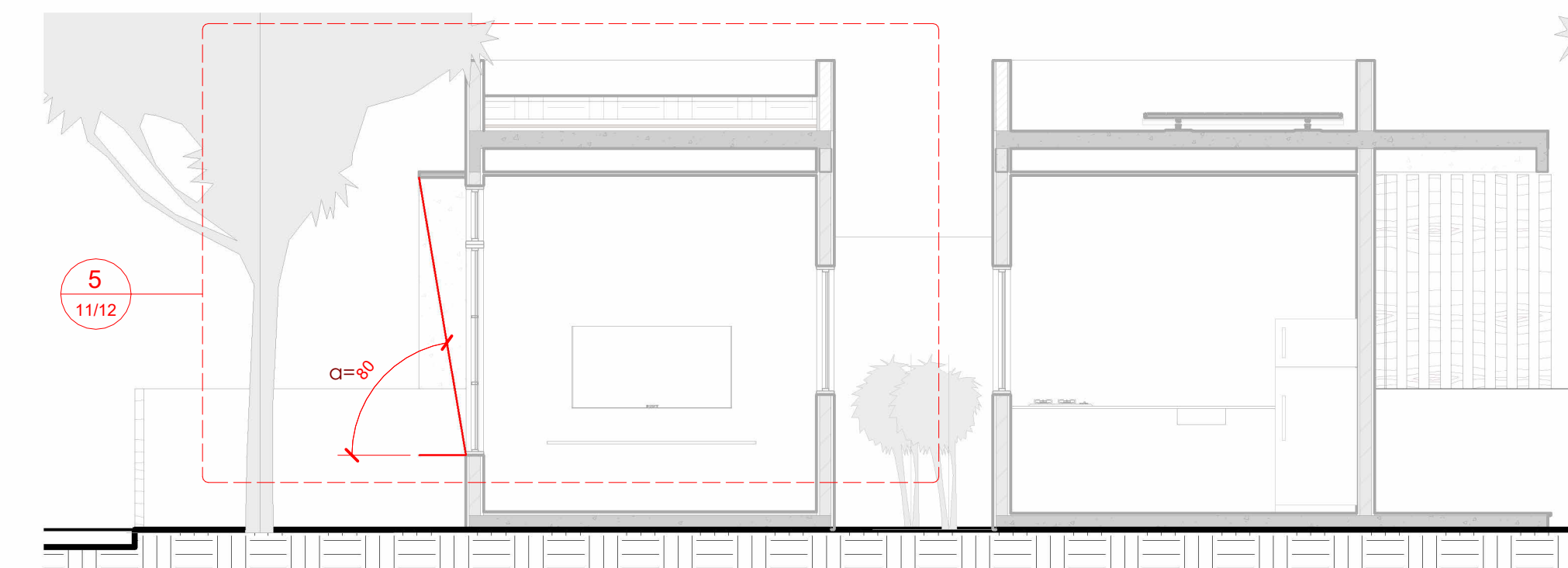
3 3D SUL
ESCALA



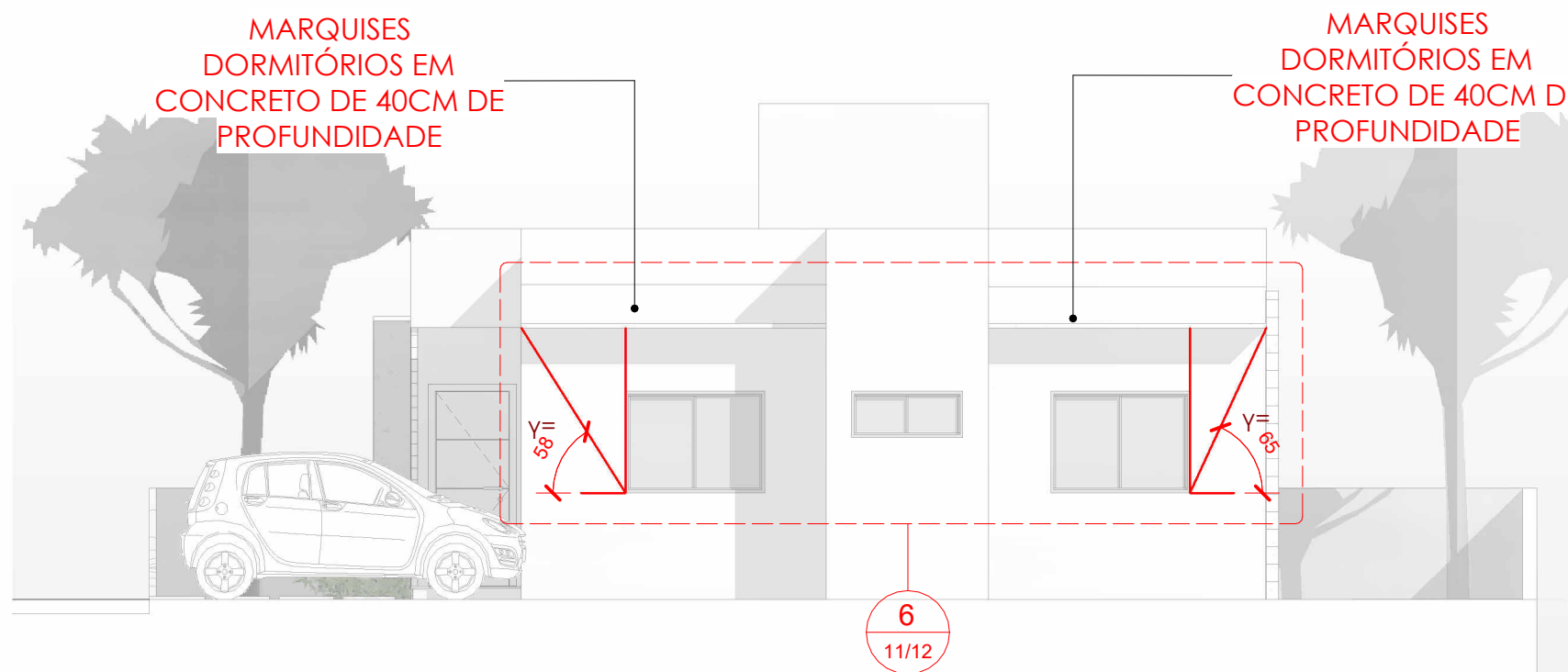
INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS LAGARTO



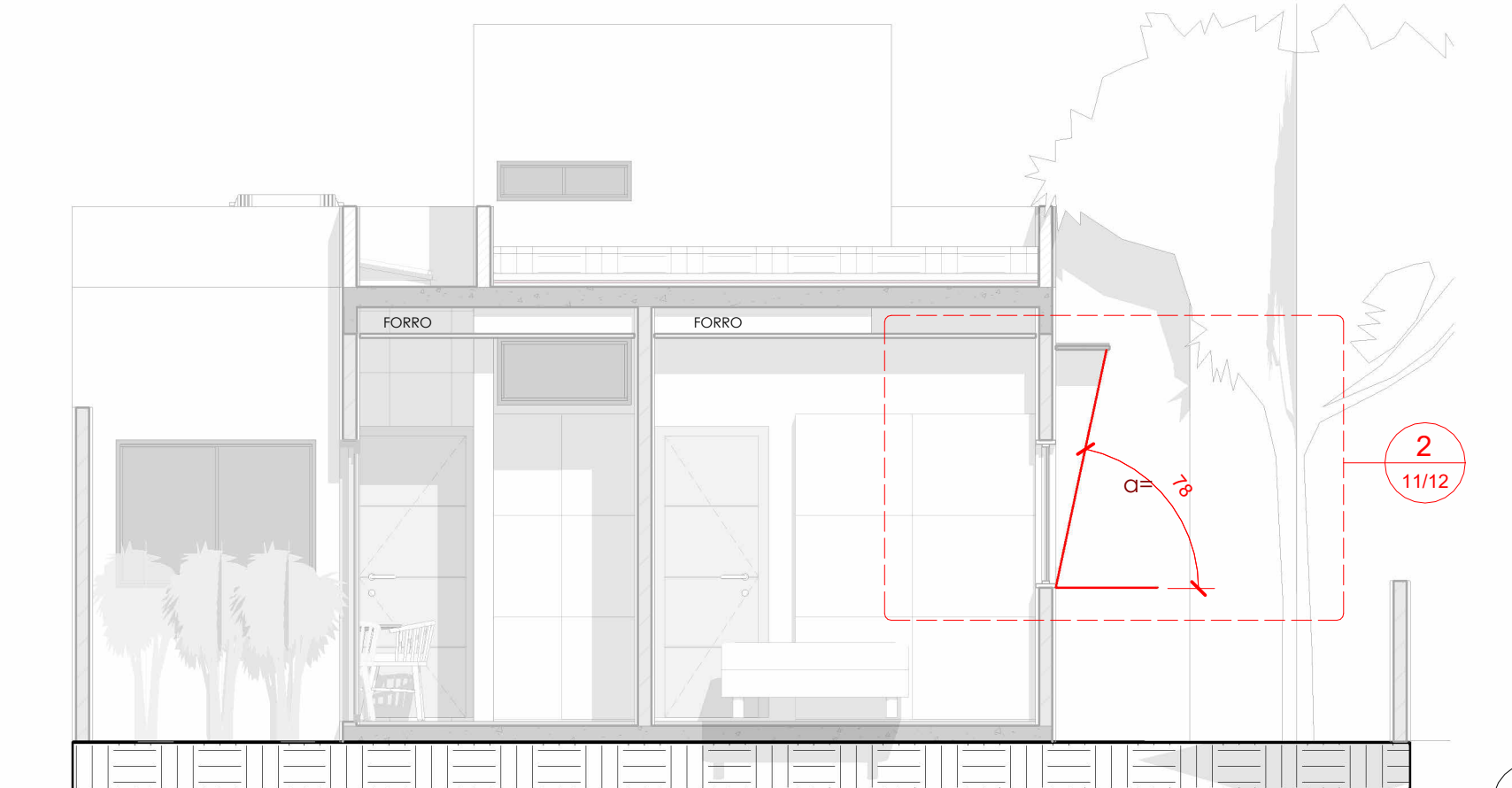
PROJETO: PROJETO HABITAÇÃO POPULAR SUSTENTÁVEL - PAULO AFONSO BA	
CURSO: BACHARELADO EM ARQUITETURA E URBANISMO	
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	DATA: MAR/2025
ALUNO: BRENO WALLACE PEREIRA LIMA	PERÍODO: 2023-2
ORIENTADOR: MARCOS PRUDENTE	ESCALA: Como indicado
ASSUNTO: PLANTA BAIXA SUL (ÂNGULOS)	FOLHA: 10/12



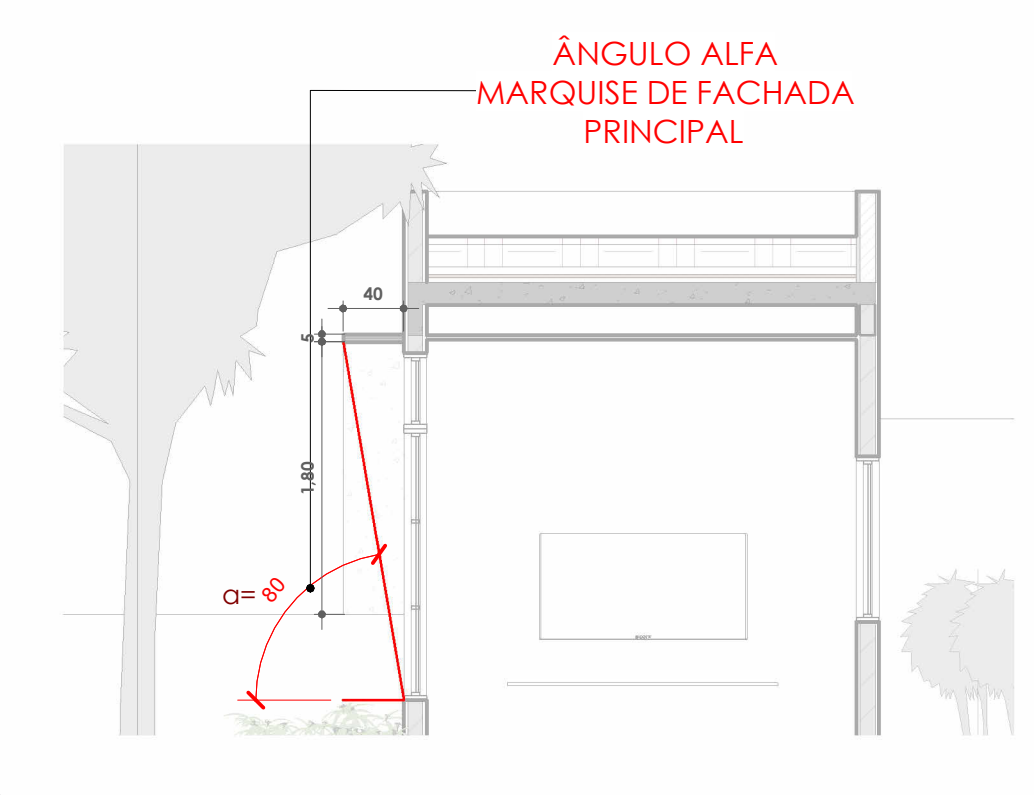
4 CORTE DETALHE ANGULO MARQUISE
ESCALA 1 : 50



3 FACHADA SUL LATERAL
ESCALA 1 : 75



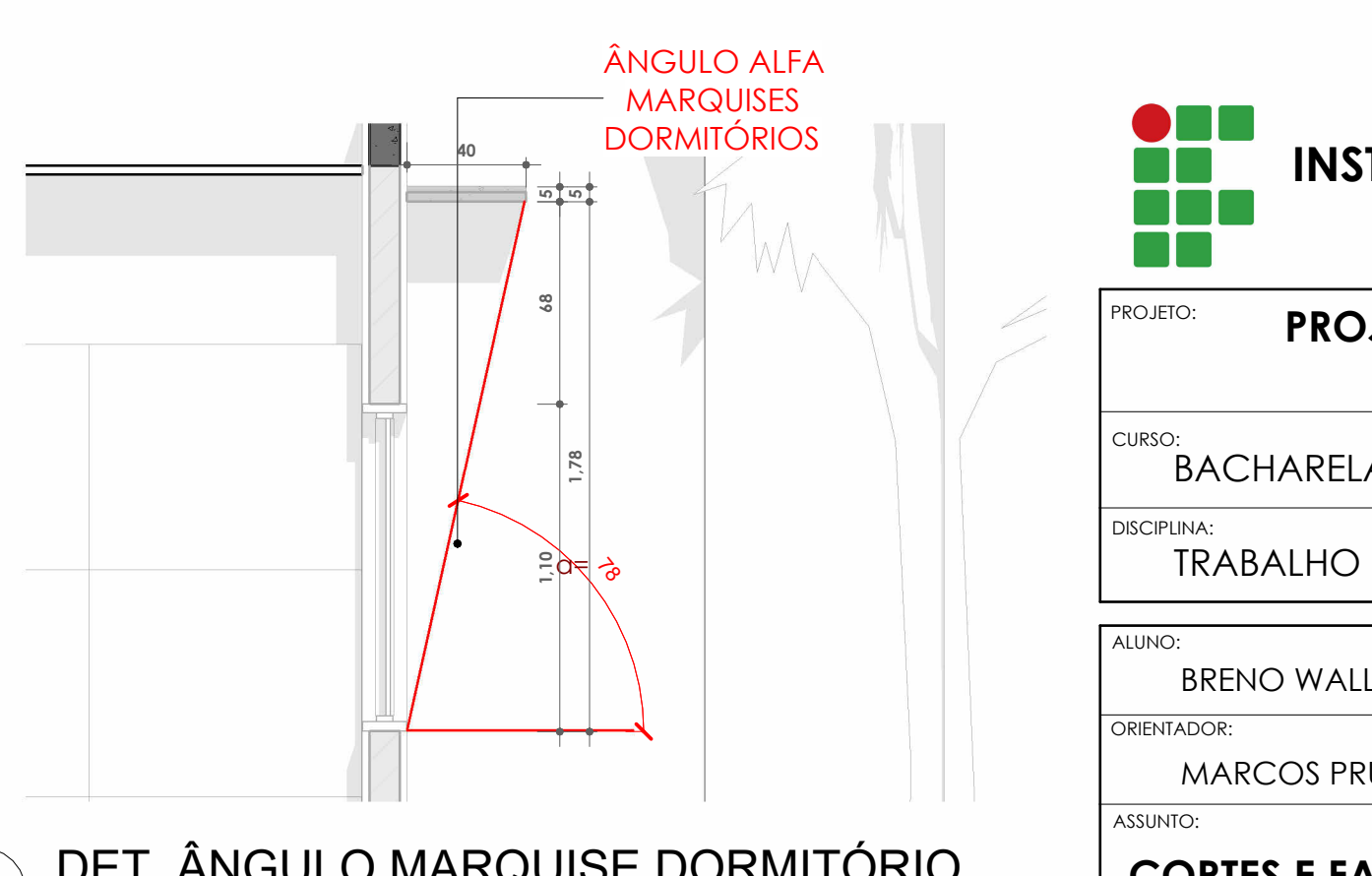
1 CORTE B ÂNGULO MARQUISE
ESCALA 1 : 50



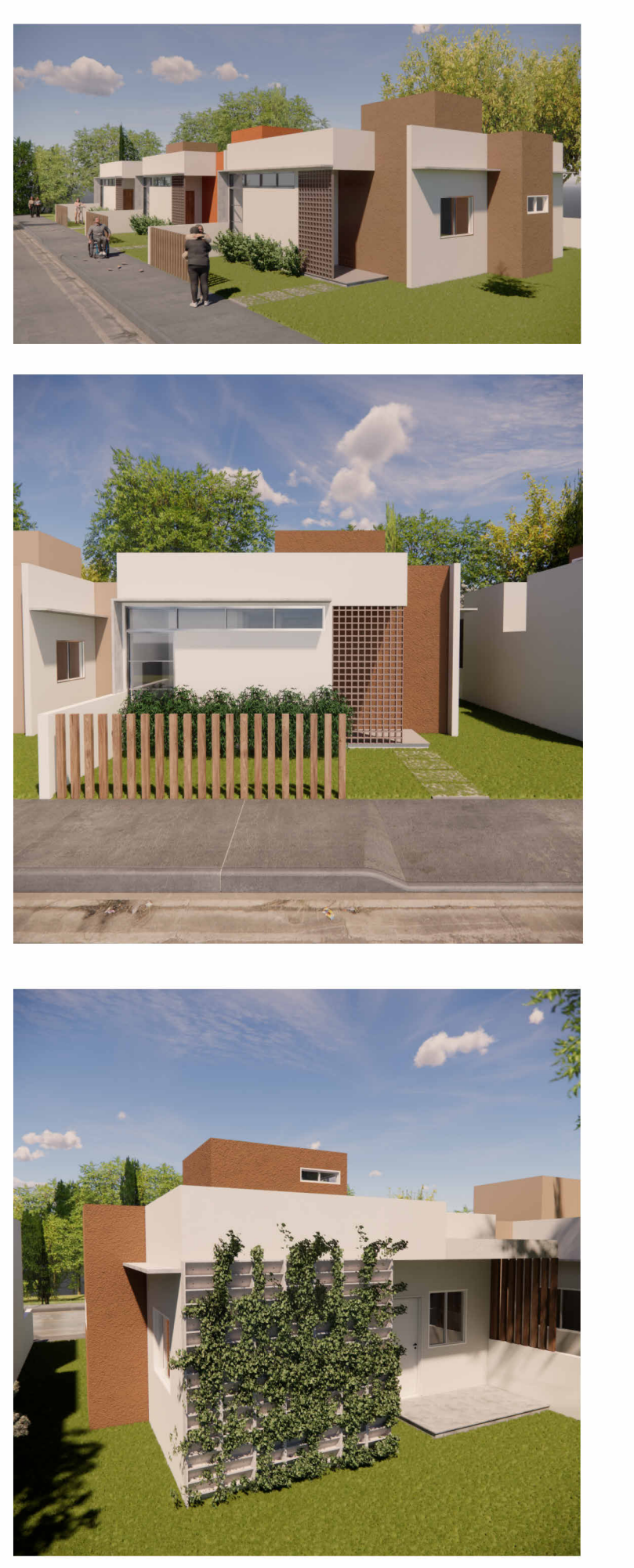
5 DET CORTE B ANGULO MARQUISE
ESCALA 1 : 50

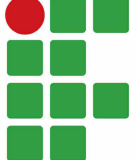


6 DET. ÂNGULOS MOLDURA DORMITÓRIOS
ESCALA 1 : 50



2 DET. ÂNGULO MARQUISE DORMITÓRIO
ESCALA 1 : 25



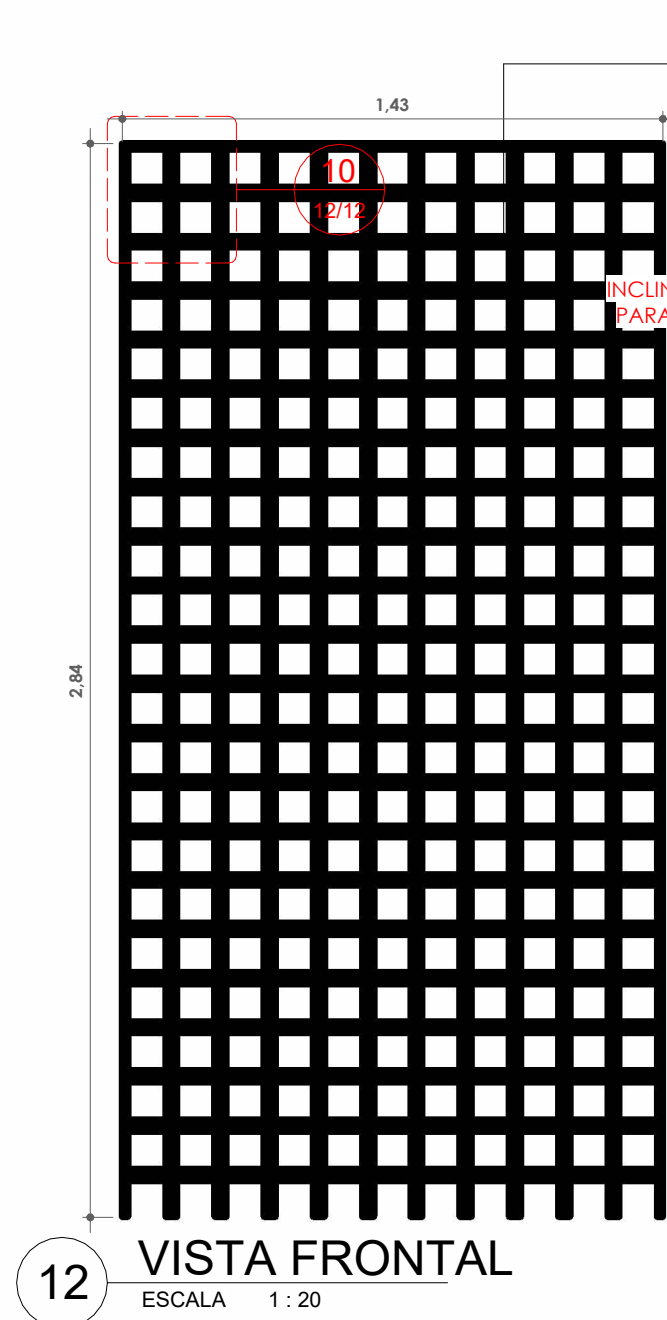
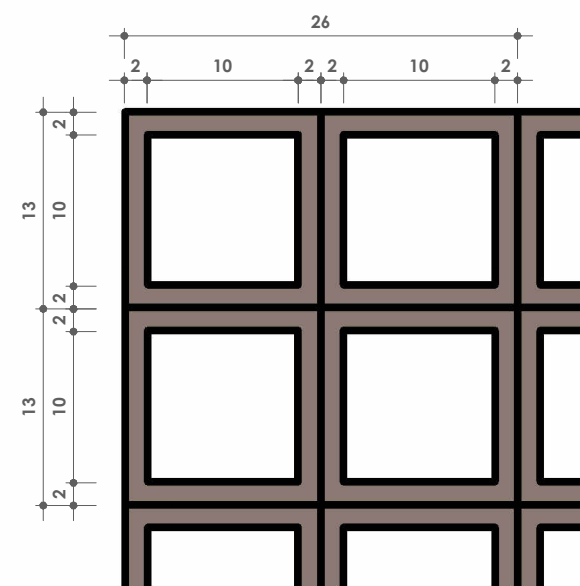
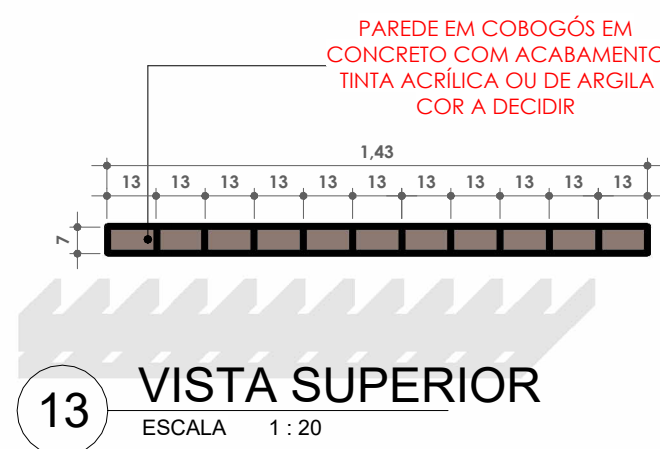
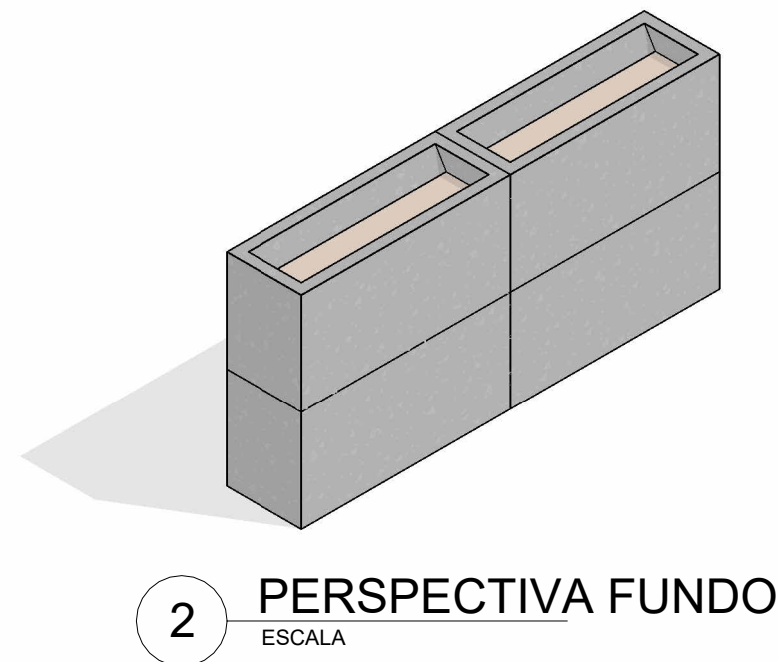
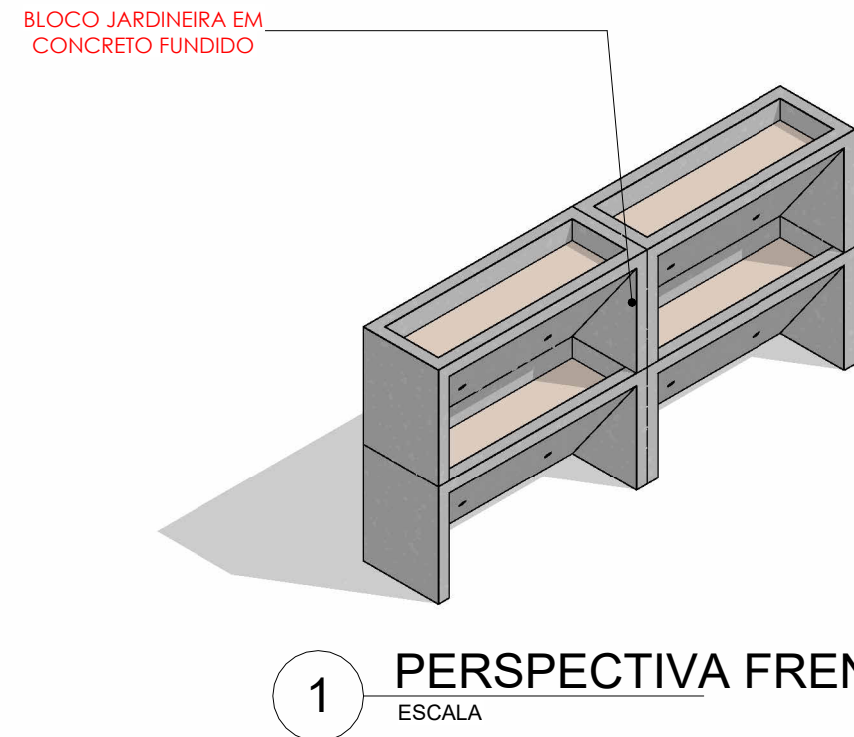
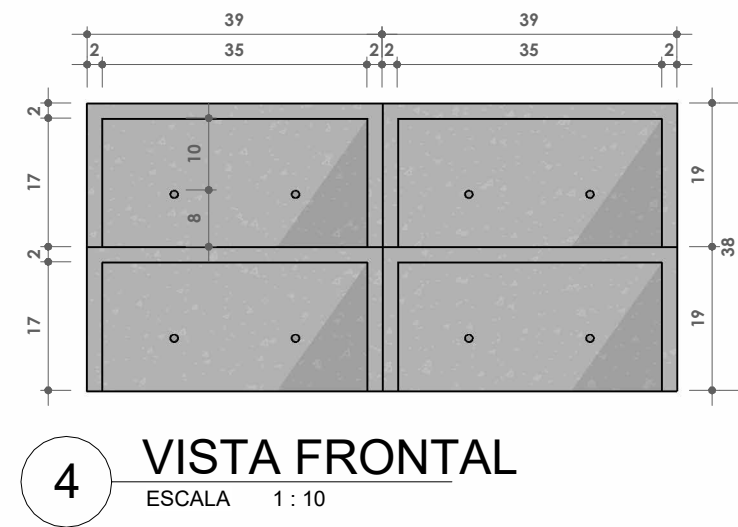
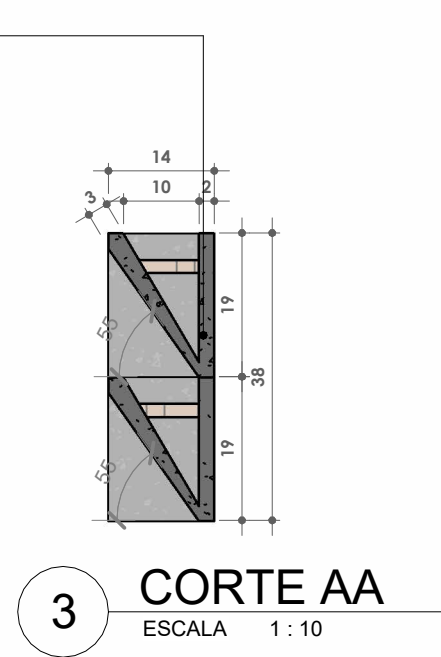
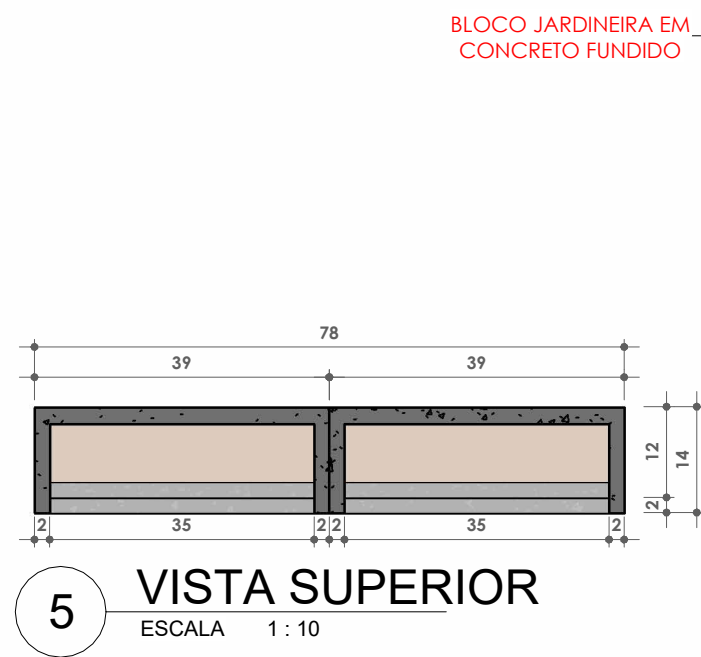


INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS LAGARTO

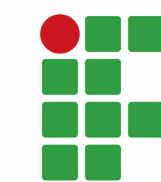
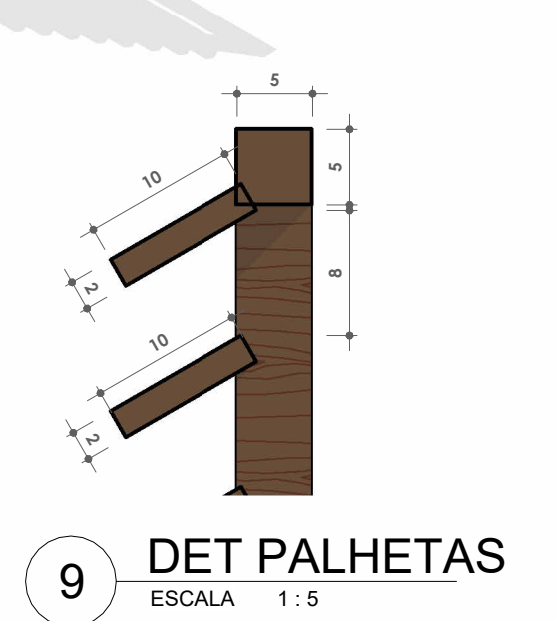
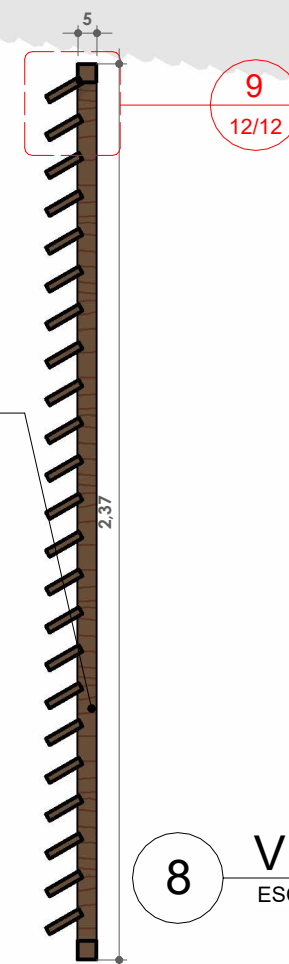
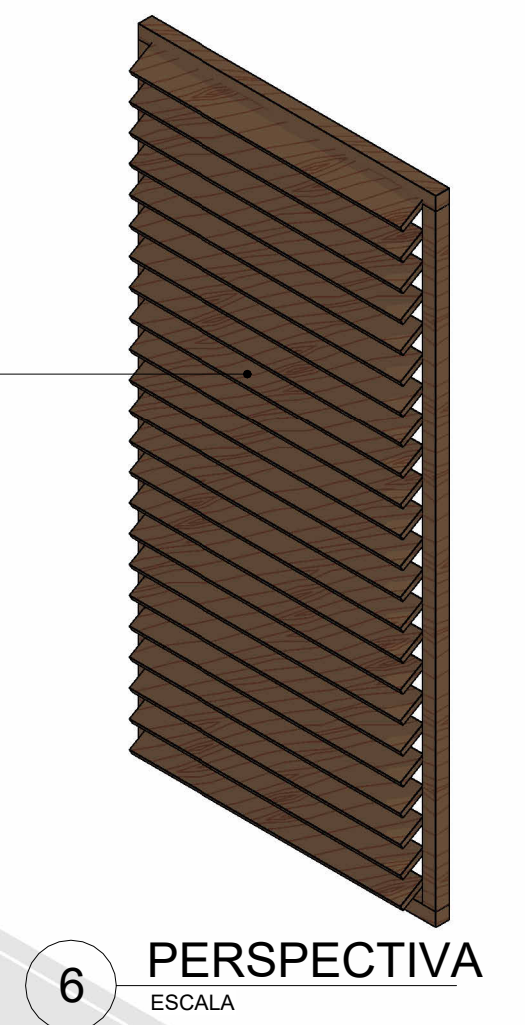
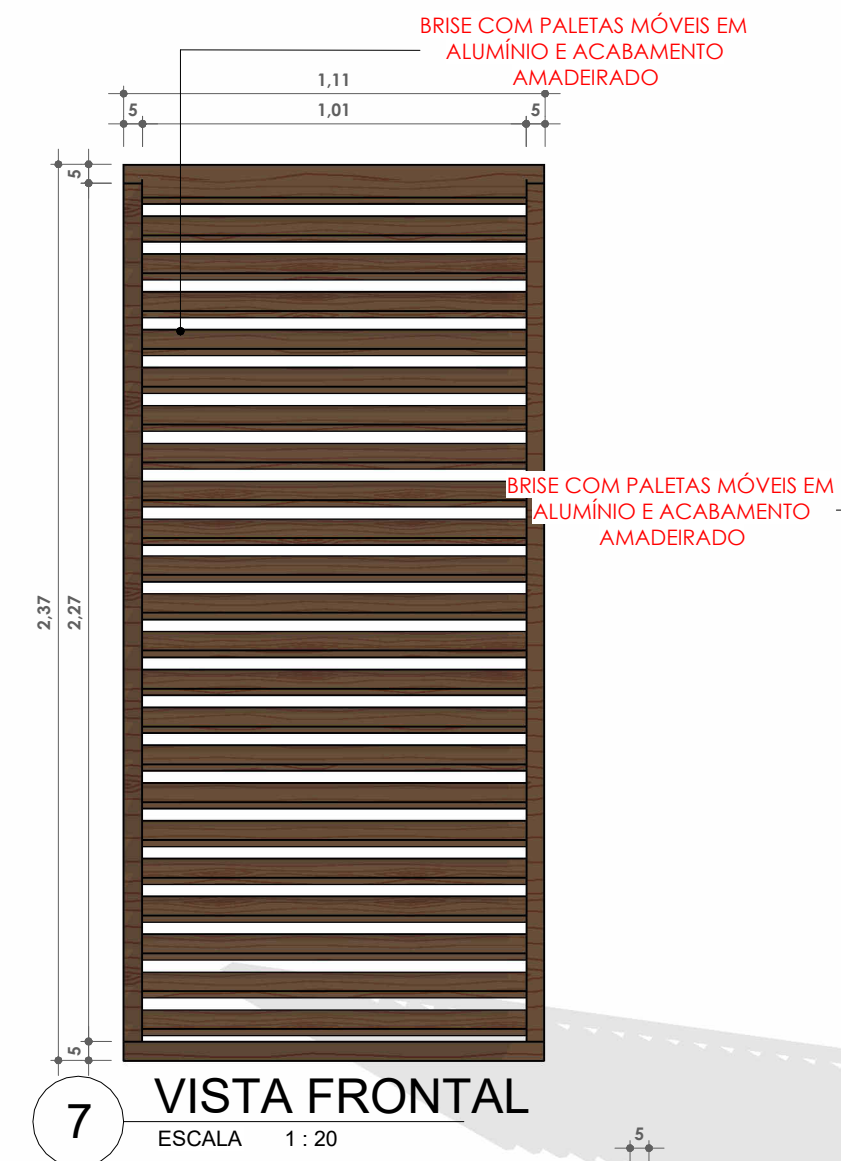
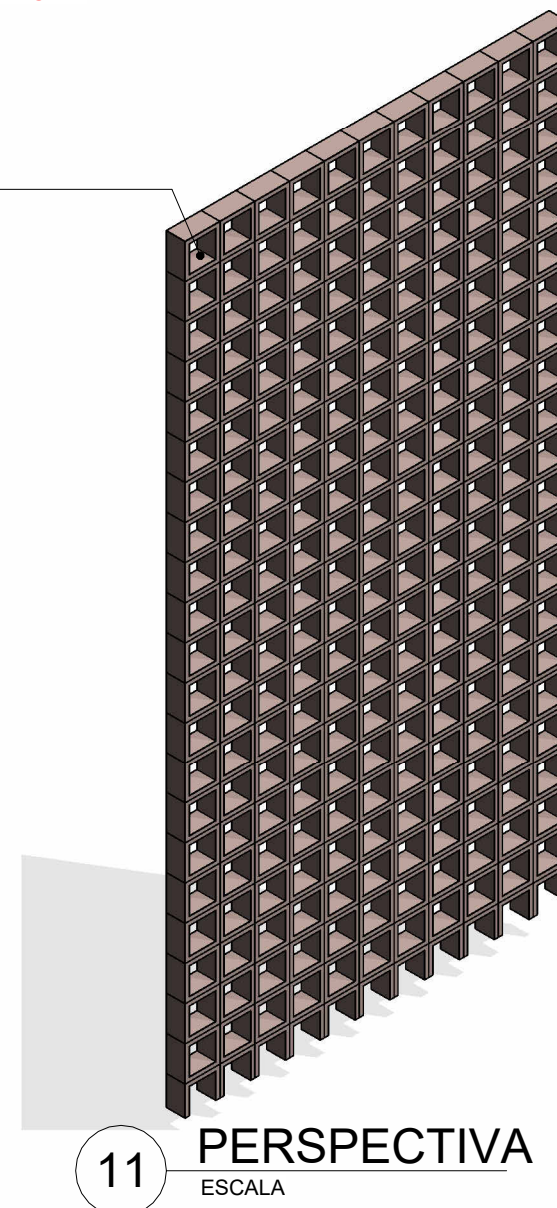


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

PROJETO: PROJETO HABITAÇÃO POPULAR SUSTENTÁVEL - PAULO AFONSO BA	
CURSO: BACHARELADO EM ARQUITETURA E URBANISMO	
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	DATA: MAR/2025
ALUNO: BRENO WALLACE PEREIRA LIMA	PERÍODO: 2023-2
ORIENTADOR: MARCOS PRUDENTE	ESCALA: Como indicado
ASSUNTO: CORTES E FACHADAS SUL (ÂNGULOS)	FOLHA: 11/12



INCLINAÇÃO INTERNA DE 1% PARA CAIMENTO DA ÁGUA



INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS LAGARTO



PROJETO: PROJETO HABITAÇÃO POPULAR SUSTENTÁVEL - PAULO AFONSO BA	
CURSO: BACHARELADO EM ARQUITETURA E URBANISMO	
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	DATA: MAR/2025
ALUNO: BRENO WALLACE PEREIRA LIMA	PERÍODO: 2023-2
ORIENTADOR: PROF. ME. MARCOS VINÍCIUS SANTANA PRUDENTE	ESCALA: Como indicado
ASSUNTO: DETALHAMENTOS	FOLHA: 12/12