



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS E HUMANAS
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

Maria Jamily de Castro Sousa

Arquitetura Bioclimática no semiárido potiguar: Projeto residencial em São Francisco do Oeste/RN.

PAU DOS FERROS

2024

Maria Jamily de Castro Sousa

Arquitetura Bioclimática no semiárido potiguar: Projeto residencial em São Francisco do Oeste/RN.

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Eduardo Raimundo Dias Nunes,
Prof. Dr.

PAU DOS FERROS

2024

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

S SOUSA, MARIA JAMILY DE CASTRO.

725 a Arquitetura Bioclimática no semiárido
potiguar: Projeto residencial em São Francisco do
Oeste/RN / MARIA JAMILY DE CASTRO SOUSA. - 2024.
73 f. : il.

Orientador: Eduardo Raimundo Dias Nunes.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Arquitetura e
Urbanismo, 2024.

1. Arquitetura bioclimática. 2. Conforto
térmico. 3. Semiárido. I. Nunes, Eduardo Raimundo
Dias, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Maria Jamily de Castro Sousa

Arquitetura Bioclimática no semiárido potiguar: Projeto residencial em São Francisco do Oeste/RN.

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Defendida em: ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Eduardo Raimundo Dias Nunes, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Lorena Petrovich Pereira de Carvalho (UFERSA)
Membro Examinador

Prof. Me. Yuri de Souza Duarte
Membro Examinador

DEDICATÓRIA

Que este trabalho possa ser dedicado a Ti, Senhor, como um reflexo da gratidão que sinto em meu coração. Que a glória seja sempre Tua, pois reconheço que todas as conquistas vêm de Ti.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por conceder-me força nos momentos de desafio e proporcionar clareza nos momentos de dúvida. Sua graça e misericórdia foram a fonte da minha perseverança. Ao enfrentar as dificuldades, encontrei conforto em Sua palavra e inspiração em Sua promessa. O Senhor é minha rocha, meu refúgio, e por isso, expresso minha gratidão de todo coração. Agradeço por abençoar meus estudos, guiar minha mente e por me capacitar para alcançar esta conquista.

Agradeço a minha família, em especial a minha mãe, pela paciência, encorajamento e compreensão nos momentos de desafio. Seu apoio emocional e palavras de estímulo foram fundamentais. Não há palavras suficientes para expressar o quanto sou grata por ter você em minha vida. A conclusão deste projeto representa não apenas um marco acadêmico, mas também um testemunho do amor e suporte que recebi de cada um de vocês.

Agradeço a Diogo Queiroz, sua presença, apoio e amor, foram a luz que iluminou os caminhos desafiadores desta etapa acadêmica. Agradeço por celebrar cada pequena vitória comigo e por me incentivar nos momentos difíceis. Que este trabalho não represente apenas o fim de uma etapa, mas também simbolize o início de muitos capítulos que iremos compartilhar. Obrigada por ser meu companheiro incondicional e por tornar esta jornada significativa e memorável.

Agradeço ao corpo docente do curso de Arquitetura e Urbanismo, em especial ao meu Orientador Prof. Dr. Eduardo Raimundo Dias Nunes pela dedicada e valiosa orientação que me proporcionou ao longo do meu trabalho. Sua orientação desempenhou um papel crucial no desenvolvimento deste projeto, sou grata por todo o suporte.

Meus sinceros agradecimentos a Banca Examinadora pela honra de tê-los como avaliadores. Agradeço pela disponibilidade, atenção e contribuições que enriqueceram meu trabalho.

Gostaria de expressar ainda, meu agradecimento a Jayne, Marília e Luiza, que tive o privilégio de conhecer durante minha trajetória na Ufersa. Sou muito grata por todo o apoio e companheirismo que fizeram parte dessa jornada.

RESUMO

A arquitetura bioclimática busca equilibrar a eficiência energética com o conforto dos usuários, considerando as condições climáticas locais e aproveitando os recursos naturais de maneira inteligente. Diante disso, devido às especificidades climáticas, como um projeto residencial poderia contribuir para construções eficientes no semiárido Potiguar? A utilização de materiais locais e técnicas construtivas tradicionais podem reduzir o consumo de energia em edificações residenciais no semiárido potiguar? De modo complementar, as construções eficientes desempenham um papel na melhoria da qualidade de vida da comunidade local? O objetivo principal é desenvolver soluções construtivas que melhorem o conforto térmico das edificações nessa região, utilizando técnicas adaptadas ao clima local. A pesquisa se justifica pela necessidade de criar habitações mais sustentáveis e eficientes, uma vez que construções convencionais não são adequadas para a zona bioclimática 7, segundo a NBR 15220. O método adotado envolve a análise de estratégias bioclimáticas e conclui-se que a utilização de componentes construtivos adequados e a adoção de estratégias como sombreamento, ventilação natural e uso de vegetação, aplicadas ao projeto arquitetônico contribui significativamente para a melhoria do conforto térmico, destacando a importância da adaptação arquitetônica ao clima do semiárido. Com base nos objetivos propostos, foi possível atingir os resultados esperados ao longo da pesquisa. Ao compreender o impacto da aplicação de estratégias de conforto térmico, verificou-se que, embora os componentes construtivos tradicionalmente utilizados na região do semiárido potiguar não sejam viáveis para uma arquitetura eficiente, quando empregados de maneira adequada, podem contribuir significativamente para o conforto térmico das edificações. Através do estudo preliminar de uma residência unifamiliar, utilizando esses materiais e estratégias bioclimáticas, foi possível sugerir soluções arquitetônicas adaptadas ao clima local. Assim, a pesquisa colabora diretamente com a prática arquitetônica no semiárido e, consequentemente, com a melhoria da qualidade de vida dos moradores, ao promover habitações mais sustentáveis e eficientes energeticamente.

Palavras-chave: Arquitetura bioclimática; conforto térmico; semiárido.

ABSTRACT

Bioclimatic architecture seeks to balance energy efficiency with user comfort, considering local climate conditions and making intelligent use of natural resources. Given the specific climate conditions, how could a residential project contribute to efficient construction in the semi-arid region of Rio Grande do Norte? Can the use of local materials and traditional construction techniques reduce energy consumption in residential buildings in the semi-arid region of Rio Grande do Norte? In addition, do efficient constructions play a role in improving the quality of life of the local community? The main objective is to develop construction solutions that improve the thermal comfort of buildings in this region, using techniques adapted to the local climate. The research is justified by the need to create more sustainable and efficient housing, since conventional constructions are not suitable for bioclimatic zone 7, according to NBR 15220. The method adopted involves the analysis of bioclimatic strategies and it is concluded that the use of appropriate construction components and the adoption of strategies such as shading, natural ventilation and use of vegetation, applied to the architectural project, contribute significantly to the improvement of thermal comfort, highlighting the importance of architectural adaptation to the semi-arid climate. Based on the proposed objectives, it was possible to achieve the expected results throughout the research. By understanding the impact of the application of thermal comfort strategies, it was found that, although the construction components traditionally used in the semi-arid region of Rio Grande do Norte are not viable for efficient architecture, when used appropriately, they can contribute significantly to the thermal comfort of buildings. Through the preliminary study of a single-family residence, using these materials and bioclimatic strategies, it was possible to suggest architectural solutions adapted to the local climate. Thus, the research directly contributes to architectural practice in the semi-arid region and, consequently, to improving the quality of life of residents, by promoting more sustainable and energy-efficient housing.

Keywords: bioclimatic architecture; thermal confort; semiarid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração estratégias bioclimáticas	25
Figura 2 - Mapa do Brasil com destaque para o Rio Grande do Norte	28
Figura 3 - Gráfico de variação anual de temperatura	29
Figura 4 - Gráfico de mudança anual de precipitação	30
Figura 5 - Dados climáticos ano de 2023	31
Figura 6 - Zoneamento bioclimático brasileiro	32
Figura 7 – Carta solar.....	34
Figura 8 – ângulos de proteções solares.....	34
Figura 9 - Diagrama solar para São Francisco do Oeste	35
Figura 10 - Modelo de planta baixa térreo	36
Figura 11 - Modelo de planta baixa pavimento superior.....	36
Figura 12 – Parede tijolo semi prensado	37
Figura 13 – uso da madeira	37
Figura 14 – Corte longitudinal	38
Figura 15 – Planta baixa térreo	38
Figura 16 – Planta pavimento superior	39
Figura 17 - Perspectiva da residência.....	39
Figura 18 – Vistas casa Planos.....	40
Figura 19 - Planta baixa térreo	41
Figura 20 - Planta baixa pavimento superior.....	41
Figura 21 - Fachada.....	42
Figura 22 - Interior da residência térreo	42
Figura 23 – Área integrada.....	43
Figura 24 - Zoneamento urbano	44
Figura 25 - Localização do terreno	40
Figura 26 - Topografia do terreno	40
Figura 27 - Mapa de uso do solo	41
Figura 28 - Mapa gabarito	42
Figura 29 - Imagens do terreno	42
Figura 30 - Programa de necessidades	43
Figura 31 - Ilustração condicionantes naturais.....	44
Figura 32 - Ilustração afastamentos mínimos.....	45
Figura 33 - Planta baixa térreo	46
Figura 34 - Planta baixa superior	47
Figura 35 - Ilustração parede convencional x parede proposta	48
Figura 36 - Ilustração cobertura convencional x cobertura proposta	48
Figura 37 – Gráfico vedações externas	49
Figura 38 – Estratégias bioclimáticas.....	51
Figura 39 – Perspectivas da residência modelo.....	51
Figura 40 – Fachada residência modelo	52
Figura 41 – Imagens residência modelo.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quadro resumo das estratégias e seus princípios correspondentes	24
Tabela 2 - Diretrizes construtivas para vedações externas	32
Tabela 3 - Condicionantes legais	45
Tabela 4 - Aberturas para ventilação	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEMA	Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
1.1 Arquitetura bioclimática	19
1.2 Importância das estratégias bioclimáticas e das diretrizes construtivas adaptadas ao clima local.....	22
1.3 Estratégias de design passivo.....	23
1.3.1 Estratégias para construir no Nordeste.....	25
1.4 Contexto urbano e ambiental de São Francisco do Oeste/RN	27
1.5 NBR 15220-3:2005	31
1.6 Carta solar	33
2.0 REFERÊNCIAS PROJETUAIS	35
2.1 Casa ME.....	35
2.3 Casa Planos	38
2.4 Casa M+S.....	40
3 PROJETO – CONTEXTUALIZAÇÃO, CONCEPÇÃO E PEÇAS GRÁFICAS.....	44
3.1 Análise do local	44
3.2 Análise do terreno	44
3.3 Análise do entorno	41
3.4 Programa de necessidades.....	43
3.5 Partido arquitetônico e urbanístico	43
3.6 Condicionantes projetuais e condicionantes legais	44
3.7 Soluções técnicas e construtivas	46
3.7.1 Paredes e cobertura	46
3.7.2 Aberturas para ventilação	50
3.8 Soluções bioclimáticas.....	50
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS	42

INTRODUÇÃO

A arquitetura bioclimática visa maximizar a eficiência energética ao mesmo tempo em que prioriza o conforto e o bem-estar, considerando as condições climáticas locais e o aproveitamento dos recursos naturais. Segundo Romero (2015), a concepção bioclimática na arquitetura pode ser entendida como aquela que incorpora os princípios de *design* que consideram a adaptação ao ambiente e à cultura local como critério essencial. A adaptação ao ambiente inserido é crucial para integrar os materiais e técnicas construtivas às condições climáticas e topográficas específicas. Diante disso, estudar as construções mais antigas da região pode ajudar a identificar os materiais mais usados empiricamente e entender os desafios relacionados à arquitetura bioclimática.

O semiárido Potiguar abrange uma região específica no estado do Rio Grande do Norte, Brasil, e contempla 167 municípios, dentre eles, São Francisco do Oeste. Possui características próprias quanto à temperatura, umidade, pluviosidade, padrões climáticos e variações sazonais, que requerem atenção durante a elaboração de projetos arquitetônicos.

Diante das condições climáticas específicas, com altas temperaturas e escassez de recursos hídricos, a aplicação de práticas de arquitetura bioclimática torna-se indispensável para criar soluções que se adaptem às necessidades locais, visando o conforto ambiental e a eficiência energética. A compreensão das características climáticas locais e aplicação dessas estratégias são essenciais para melhorar a qualidade de vida da população. Desta forma, a abordagem contribui para a promoção do bem-estar e saúde nas comunidades do Semiárido Potiguar. Além do impacto social e cultural, que contribui para o entendimento das tradições construtivas locais e fortalecer a identidade cultural.

Explorar as lacunas existentes na literatura sobre projetos bioclimáticos e as dificuldades da implementação para região do semiárido Potiguar é essencial para compreender como um projeto modelo pode contribuir para construções mais eficientes. Embora existam estudos sobre arquitetura bioclimática, poucos são específicos para climas semiáridos, sobretudo sobre o semiárido Potiguar, além da necessidade de adaptação de técnicas construtivas às condições socioeconômicas e da cultura local, considerando a disponibilidade de materiais e mão-de-obra especializada na região visto que algumas soluções bioclimáticas necessitam de materiais específicos e tecnologias avançadas para uma região com recursos limitados.

Esta pesquisa sugere como problema as seguintes questões: devido às especificidades climáticas, como um projeto modelo poderia contribuir para construções eficientes no semiárido Potiguar? A utilização de materiais locais e técnicas construtivas tradicionais

podem reduzir o consumo de energia em edificações residenciais no semiárido potiguar? Como parte do sertão nordestino brasileiro, que enfrenta desafios significativos relacionados à escassez de água, altas temperaturas e condições climáticas adversas, o estudo pressupõe que o emprego de técnicas construtivas tradicionais adaptadas ao clima, bem como a utilização de materiais locais como adobe, pedra e madeira, podem melhorar a eficiência térmica dos edifícios. Essas estratégias, quando aplicadas de maneira integrada, como a orientação adequada dos edifícios para maximizar a ventilação natural, design de espaços sombreados para reduzir o impacto do calor, podem contribuir para construções eficientes no semiárido nordestino.

De modo complementar, as construções eficientes desempenham um papel na melhoria da qualidade de vida da comunidade local? Essa abordagem se concentra em projetar edifícios de maneira a criar ambientes que contribuam positivamente para saúde e o conforto das pessoas através da eficiência energética, conforto térmico, garantindo que os ambientes internos sejam agradáveis durante todo o ano e a implementação de sistemas de ventilação eficientes que ajudem a manter uma boa qualidade do ar, trazendo melhorias para saúde respiratória e o bem-estar geral dos ocupantes.

A escolha do tema é motivada por uma série de razões que vão desde as características específicas da região semiárida à necessidade de abordagens sustentáveis na arquitetura. A arquitetura bioclimática visa atender à necessidade de práticas sustentáveis integradas a soluções que promovam eficiência energética, impactando na qualidade de vida que está diretamente relacionada ao ambiente construído e a valorização da identidade local, de forma a promover sensação de pertencimento. Além disso, a aplicação de estratégias bioclimáticas como aproveitamento da iluminação e ventilação natural, ventilação cruzada, isolamento térmico, são estratégias que reduzem custos aos moradores e ao meio ambiente.

A cidade de São Francisco do Oeste/RN como local específico para proposta residencial teve como base a relação cotidiana com a autora e pela proximidade com a cidade de Pau dos Ferros/RN que é polo para diversos municípios ao redor e considera as condições locais como relevantes na tomada de decisões projetuais na arquitetura, que servirá como exemplo prático para outros projetos na região pelas especificidades climáticas e socioeconômicas. Respalando a necessidade de abordar os desafios específicos de construir no Semiárido Potiguar. Da mesma forma, a autoconstrução pode motivar os estudos nesta área, demonstrando a necessidade do desenvolvimento de soluções mais eficientes e inclusivas no campo da arquitetura e construção civil.

Diante do exposto, tem-se como objetivo geral **propor**, a nível de estudo preliminar, uma residência unifamiliar no município de São Francisco do Oeste/RN, utilizando estratégias integradas de conforto térmico. Para tanto, tem-se como objetivos específicos: 1) **Compreender** o impacto da aplicação de estratégias de conforto na eficiência térmica e sustentabilidade; 2) **Identificar** materiais de construção disponíveis na região e sua viabilidade para arquitetura bioclimática; 3) **Desenvolver** estudo preliminar de uma residência unifamiliar utilizando materiais disponíveis no local e estratégias de conforto térmico a fim de sugerir uma edificação que se adapte ao clima; 4) **Colaborar** para a prática arquitetônica no semiárido Potiguar e no bem-estar dos moradores.

De modo a atingir os objetivos propostos, seguiu-se três etapas. Inicialmente, foram selecionados três estudos de referências em que foram observados o programa de necessidades, materiais e técnicas construtivas utilizadas, e sobretudo, as estratégias bioclimáticas utilizadas nos projetos a fim de nortear a escolha das estratégias adequadas para o projeto modelo. Já na segunda parte, desenvolveu-se a Etapa Pré-projetual, onde são apresentados o diagnóstico do terreno escolhido, condicionantes legais, Plano Diretor, além do desenvolvimento do zoneamento e programa de necessidades da residência. Por fim, a última etapa corresponde ao desenvolvimento do estudo preliminar da residência unifamiliar modelo, que servirá de base projetual para construções no semiárido nordestino.

Foi realizado o diagnóstico da área de estudo seguindo as etapas: 1) Visita ao local do terreno para levantamento fotográfico e estudo do entorno; 2) Análise de condicionantes climáticas da cidade de São Francisco do Oeste por meio de dados extraídos da plataforma Meteoblue; 3) Análise das condicionantes legais e restrições do terreno, através do Plano Diretor de Pau dos Ferros e das recomendações da NBR 15575: 2021; 4) Desenvolvimento das ideias iniciais do estudo preliminar. Através de uma imagem extraída do Google Earth foi realizada a vetorização do terreno no software AutoCAD de forma a possibilitar o desenvolvimento do zoneamento e estudos volumétricos da edificação, a partir do programa de necessidades e das estratégias bioclimáticas necessárias.

A natureza desta pesquisa tem caráter exploratório pois visa propor uma residência unifamiliar modelo e é embasada na norma técnica NBR 15220-3 (ABNT, 2005) que trata do desempenho térmico de edificações a partir das zonas bioclimáticas brasileiras. A fim de auxiliar a etapa projetual, a escolha dos materiais e estratégias bioclimáticas está fundamentada tanto na Norma referida, quanto nas produções de autores com temas relacionados ao conforto ambiental, como o “Roteiro para construir no Nordeste” do arquiteto Holanda (1976). No entanto, não serão utilizadas todas as estratégias abordadas por

ele, visto que o guia apresenta soluções para o clima quente e úmido, predominante na região litorânea do estado, diferente do semiárido que apresenta clima quente e seco.

No decorrer deste estudo, será abordada no referencial teórico uma análise detalhada da compreensão da arquitetura bioclimática, examinando conceitos fundamentais, princípios de design passivo e exemplos práticos. Ainda, será apresentado o contexto urbano e ambiental de São Francisco do Oeste/RN. Mais adiante, serão abordados estudos de caso, em que foram analisados os projetos Casa ME, Casa Planos e Casa M+S, a fim de elencar soluções projetuais adequadas para construções no semiárido. Em seguida, a metodologia adotada será delineada, destacando os métodos e instrumentos de pesquisa e as abordagens utilizadas para investigar e avaliar a eficácia da arquitetura bioclimática na criação de espaços residenciais sustentáveis e, sobretudo, confortáveis. Posteriormente, será apresentada uma proposta residencial que incorpora os princípios apresentados, demonstrando a aplicação na prática e os benefícios alcançados. Por fim, serão apresentadas considerações finais que sintetizam os principais produtos do estudo, destacando as implicações práticas e possíveis direções para pesquisas futuras neste campo da arquitetura.

É fundamental reconhecer as limitações do estudo, como o caráter preliminar da proposta e a abrangência da pesquisa. A demonstração prática de um projeto modelo é capaz de gerar dados empíricos que enriquecem a literatura e fornecem base para estudos futuros, permitindo uma adaptação mais precisa das técnicas bioclimáticas à realidade local. Além disso, pode ser utilizado como ferramenta educativa, oferecendo um espaço para capacitação prática de profissionais locais e tem potencial de influenciar políticas públicas, levando a uma maior normatização e incentivo para a adoção de práticas bioclimáticas na região.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Arquitetura bioclimática

Atualmente, arquitetos e urbanistas têm como princípio de trabalho conceber projetos que proporcionem conforto aos usuários com o mínimo de impactos ambientais e de consumo energético possíveis. Nesse sentido, a adoção de estratégias bioclimáticas é o meio primordial para atingir as condições de conforto necessárias (SANCHO E TEIXEIRA, 2021). Diante disso, este capítulo aborda conceitos de conforto ambiental, térmico, visual, e conceitos fundamentais da arquitetura bioclimática.

Para LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA (1997), o conforto ambiental abrange um conjunto de condições que visam proporcionar bem-estar ao ser humano, considerando aspectos

térmicos, visuais, acústicos e antropométricos, além do conforto olfativo garantindo a qualidade do ar. Apesar das variações climáticas nas diferentes regiões do mundo, a capacidade de adaptação do ser humano é facilitada com o emprego de práticas culturais como vestimenta, arquitetura e a tecnologia.

Segundo Ruas (2002), o conforto térmico, considerado como uma sensação humana, é influenciado por fatores físicos, fisiológicos e psicológicos. Os fatores físicos regem as trocas de calor entre o corpo e o ambiente, enquanto os fisiológicos, como a aclimatização, se referem às adaptações do organismo a condições térmicas específicas ao longo do tempo. Já os fatores psicológicos estão relacionados à percepção e resposta do indivíduo a estímulos sensoriais, influenciados por experiências anteriores e expectativas pessoais.

Conforto térmico é um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa. Se o balanço de todas as trocas de calor a que está submetido o corpo for nulo e a temperatura da pele e o suor estiverem dentro de certos limites, pode-se dizer que o homem sente conforto térmico (ASHRAE, 1999, apud SANCHO E TEIXEIRA, 2021, p.41).

Já o conforto visual, é compreendido como um conjunto de condições em um ambiente específico, que permite ao ser humano realizar suas tarefas visuais com máxima clareza e precisão, com menor esforço, reduzindo os riscos de danos à visão e acidentes. É, portanto, um elemento crucial a ser avaliado ao determinar a necessidade de iluminação em edifícios. Uma iluminação adequada deve ser direcionada corretamente e ter intensidade suficiente sobre a área de trabalho, além de assegurar uma boa percepção das cores e evitar o ofuscamento. Tanto os espaços internos quanto externos são iluminados para facilitar a realização de atividades visuais, como leitura, visualização, trabalhos manuais ou reparos. É necessário compreender os fatores que afetam a habilidade das pessoas em executar tarefas durante o projeto, pois representa a medida mais eficaz para controlar as qualidades visuais desses espaços (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 1997).

Cada indivíduo tem sua própria percepção de conforto, desconforto e incômodo, o que torna esse conceito subjetivo. Essa definição é influenciada por preferências individuais, cultura e até mesmo pela capacidade auditiva de uma pessoa. O conforto acústico pode ser entendido como a ausência de ruídos indesejados, visando preservar a saúde e o bem-estar dos ocupantes, além de garantir a clareza da comunicação e a privacidade da conversa. Isso contribui para criar um ambiente agradável adequado para descanso, trabalho e/ou lazer (AZEVEDO, 2007).

Para compreender o conceito de conforto antropométrico, é fundamental abordarmos os princípios da antropometria e da ergonomia. A antropometria, se dedica às medidas do corpo humano, especialmente em relação ao tamanho e à forma. Esse ramo das Ciências Sociais

remonta à antiguidade, com registros de egípcios e gregos que observavam e estudavam a relação entre as diferentes partes do corpo. Já a ergonomia, é definida como ciência do trabalho, abrangendo não apenas as pessoas envolvidas, mas também a maneira como realizam suas tarefas, as ferramentas que utilizam, os ambientes onde trabalham e os aspectos psicossociais das situações laborais (PHEASANT *apud* AÑEZ, 2001). Além disso, no contexto da ergonomia, é relevante mencionar a Norma Regulamentadora – NR 17, que objetiva definir diretrizes e requisitos para a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, visando garantir o conforto, a segurança, a saúde e o desempenho eficiente no ambiente laboral (BRASIL, 1978).

Para ROMERO *et al* (2021), considera-se o Bioclimatismo como uma evolução do movimento climático-energético, caracterizando-o como uma abordagem de *design* que valoriza a continuidade do existente, adaptada à cultura e aos materiais locais, e que utiliza a arquitetura como mediadora entre o homem e o meio ambiente. Os métodos e procedimentos para alcançar soluções bioclimáticas devem ser orientados pela integração de aspectos climáticos, históricos e culturais em todas as fases do processo, continuamente. Dessa forma, o modelo tradicional de projetar é substituído por atividades que passam por revisões periódicas e se adaptam às características da realidade. Certamente, a implementação de soluções que visam prevenir e mitigar ganhos de calor, juntamente com estratégias que promovem a dissipação de calor, resultará em uma redução das necessidades de resfriamento e na melhoria das condições de conforto térmico.

As variáveis climáticas fundamentais para o conforto térmico incluem temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação solar incidente. Esses elementos estão intimamente ligados ao regime de chuvas, vegetação, permeabilidade do solo, águas superficiais e subterrâneas, topografia e outras características locais que podem ser influenciadas pela atividade humana. Ao compreender as necessidades humanas de conforto térmico, juntamente com o conhecimento do clima local e das propriedades térmicas dos materiais, é possível projetar edifícios e espaços urbanos que ofereçam uma resposta térmica adequada às demandas de conforto térmico (FROTA E SCHIFFER, 2001).

Givoni, um dos principais pesquisadores nessa área de conhecimento, desenvolveu a Carta Bioclimática como uma ferramenta para facilitar a interpretação das necessidades locais. Esta carta permite anotar dados como temperatura (Bulbo seco – TBS – e Bulbo úmido – TBU), umidade relativa e pressão atmosférica de um local específico ou cidade, verificando se estes estão dentro dos parâmetros estabelecidos para a Zona de Conforto. No Brasil, a NBR 15220-3:2005 é a norma da ABNT que orienta os procedimentos nesse sentido. Esta norma trata do

Zoneamento Bioclimático brasileiro e fornece diretrizes construtivas, bem como detalhes de estratégias de condicionamento térmico passivo, baseadas em parâmetros e condições de contorno estabelecidos. Ela divide o território brasileiro em oito zonas relativamente homogêneas em relação ao clima e, para cada uma delas, apresenta um conjunto de recomendações tecno-construtivas que visam otimizar o desempenho térmico das edificações por meio de sua melhor adequação climática (ROMERO *et al*, 2021).

1.2 Importância das estratégias bioclimáticas e das diretrizes construtivas adaptadas ao clima local

No Brasil, a arquitetura modernista evidenciou características bioclimáticas, com uso de quebra-sóis e cobogós, os quais foram amplamente utilizados pelo arquiteto Lúcio Costa, que se destacou por enfatizar a importância da compreensão das condições climáticas e da geometria solar na concepção de projetos (GONÇALVES E DUARTE 2006).

A arquitetura vernacular, historicamente, tem oferecido exemplos de adaptação inteligente às diversas condições climáticas em todo o mundo. Caracteriza-se por ser uma construção autêntica, com aspectos distintos, expressões genuínas, ao mesmo tempo em que é complexa e conservadora. Essas construções são adaptadas ao ambiente em que estão inseridas, autossuficientes, de baixo consumo energético e estruturas simples, fruto de esforço coletivo e integração de trabalho. As formas mais primitivas da arquitetura, em sua essência, tinham como principal função proporcionar abrigo e proteção contra os efeitos adversos do clima. O reconhecimento e apreciação da cultura popular, manifestada através da arquitetura local, proporcionam a compreensão das técnicas construtivas, a utilização adequada dos materiais locais, o aproveitamento das habilidades da mão de obra local e, por fim, a expressa um vasto patrimônio cultural tangível (LIMA, 2010).

Segundo Fernandes (2020) arquitetura vernácula é a expressão anglo-saxônica usada para referir-se à arquitetura criada pelo povo e para o povo. Contudo, essa expressão não é muito comum nos países latinos, especialmente em Portugal. Em português, os termos mais frequentemente utilizados para descrever arquitetura vernácula são: arquitetura popular, tradicional e regional.

Diferentemente da arquitetura primitiva, que fornece apenas as condições mínimas de refúgio sem envolver tecnologias específicas ou intencionais, a arquitetura vernacular é produzida com uma intenção estética ou precisão funcional, mantendo tradições e costumes dos antepassados e utilizando materiais locais ou naturais da região. A arquitetura brasileira pode ser caracterizada a partir dessas definições, percorrendo por uma série de eventos históricos que

habitualmente introduzem referências portuguesas, como as casas coloniais urbanas e as casas-grandes das fazendas de engenho, exemplares tipicamente nacionais. As construções vernáculas aplicam a sabedoria e habilidade dos povos nativos de uma região específica, como as edificações indígenas brasileiras, que evoluíram desde seu surgimento nas áreas mais remotas do país, refinando-se ao longo dos séculos com base na tradição. Esse desenvolvimento contínuo e experimental criou a figura do construtor, deixando no passado o primitivismo, como principal método construtivo (MELO E RIBEIRO, 2019).

Para Reis e Castro (2020) é evidente que um dos traços distintivos da arquitetura vernacular é sua profunda integração ao ambiente em que está inserida, estando intrinsecamente relacionada às características históricas locais, transmitidas de geração em geração. Sua sustentabilidade emerge da incorporação da tradição que contempla a relação entre materiais e soluções tecnológicas com o clima, topografia e outros fatores físicos e culturais locais.

Segundo Frota e Schiffer (2001), é essencial que a arquitetura seja projetada de forma a reduzir a discrepância entre as temperaturas externas e internas do ar, nas regiões predominantemente quentes do Brasil. Em condições climáticas extremamente severas, pode não ser alcançado um desempenho térmico satisfatório na arquitetura apenas com recursos naturais. No entanto, mesmo nessas circunstâncias, é importante buscar soluções que maximizem o desempenho térmico natural, pois isso pode resultar em uma redução na demanda de energia para sistemas de refrigeração ou aquecimento, devido à diminuição da quantidade de calor necessária para ser retirada ou fornecida ao ambiente.

A Arquitetura deve servir ao homem e ao seu conforto, o que abrange o seu conforto térmico. O homem tem melhores condições de vida e de saúde quando seu organismo pode funcionar sem ser submetido a fadiga ou estresse, inclusive térmico. A Arquitetura, como uma de suas funções, deve oferecer condições térmicas compatíveis ao conforto térmico humano no interior dos edifícios, sejam quais forem as condições climáticas externas (FROTA E SCHIFFER, 2001, p.15).

1.3 Estratégias de design passivo

Ao longo de várias décadas, os edifícios têm sido controlados artificialmente por dispositivos mecânicos e elétricos para regular a temperatura, ventilação e iluminação. Como resultado, a função do invólucro do edifício como regulador primário do clima interno foi negligenciada. Diante do crescente interesse ambiental e energético, surgiu a necessidade de explorar alternativas que reduzam essa dependência, utilizando estratégias passivas para climatização e fontes alternativas de energia. Tais estratégias são adaptadas de acordo com as características climáticas específicas que cada região. No entanto, em linhas gerais, as

estratégias passivas consideram a forma da edificação, a posição das aberturas, bem como o desempenho térmico dos materiais utilizados (VETTORAZZI, RUSSI E SANTOS, 2010).

Segundo Leitão (2015, pág. 23) “estratégias passivas devem ser desenvolvidas tendo em conta a orientação do edifício e a sua envolvente, de forma a promover a melhoria do desempenho energético e das condições de conforto interior.” Destacam-se: orientação e implantação do edifício face ao percurso solar; orientação de fachadas envidraçadas; exposição da habitação aos ventos dominantes; utilização de árvores de folha caduca; forma e localização do edifício; qualidade e características do envolvente exterior (paredes e coberturas); e sombreamento.

Para criar um habitat mais sustentável, são requeridas várias estratégias bioclimáticas. Dentre elas, incluem-se: estratégias de adaptação ao local; estratégias para permitir a ventilação natural; métodos para limitar ganhos solares; abordagens para maximizar a iluminação natural; e iniciativas visando a eficiência energética (ROMERO *et al*, 2021). Na Tabela 1 estão relacionadas as estratégias e ações ou princípios de desenho correspondentes.

Tabela 1 - Quadro resumo das estratégias e seus princípios correspondentes

ESTRATÉGIAS	AÇÕES OU PRINCÍPIOS DE DESENHO
ACONDICIONAMENTO DO LUGAR	- Minimização de cortes e aterros; - Disposição das atividades segundo a orientação (zonas úmidas nas orientações de maior carga térmica); - Captação e reúso das águas de chuva (armazenamento e filtro); - Presença ativa da vegetação (para resfriamento e sombreamento) e de espécies vegetais apropriadas; - Rega controlada; - Solo permeável e drenagem natural, por gravidade.
VENTILAÇÃO NATURAL	- Concepção alongada; - Vedações opacas modulares, leves e permeáveis; - Porosidade da massa construída; - Aberturas que permitem ventilação cruzada; - Aberturas inferiores (entrada de ar frio) e superiores (saída do ar quente); - Camada de ar ventilada nas fachadas; - Resfriamento noturno; - Vedações transparentes modulares com WWR (window wall ratio) calculado, protegidas da radiação. O WWR é o percentual recomendado de área envidraçada e área opaca de fachada que considera a proporção ótima de vidros para garantir iluminação natural e minimizar ganhos e perdas solares, levando em consideração as dimensões do ambiente (largura, profundidade e pé direito);
RESTRINGIR GANHOS SOLARES	- Dispositivos de proteção solar externos; - Coberturas duplas; - Colchão de ar; - Forro ventilado; - Passeios cobertos ou semicobertos;

	- Pele dupla; - Cores claras ou refletantes; - Coberturas vegetais
MAXIMIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL	-Vedações transparentes modulares com WWR calculado, protegidas da radiação; - Prateleiras de luz; - Forros claros e vidros seletivos
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	- Equipamentos de baixo consumo elétrico e de água; - Controle individual dos equipamentos e sistemas de iluminação; - Incorporação da vegetação no isolamento do edifício; - Partido arquitetônico alongado (pouco profundo).

Fonte: ROMERO *et al*, 2021. Adaptado pela autora, 2024.

Ainda no âmbito de estratégias bioclimáticas, o Projeteer – Projetando Edificações Energeticamente Eficientes, é uma plataforma nacional pioneira que reúne soluções para se projetar edifícios energeticamente eficientes. É uma ferramenta que dá sequência ao trabalho do PROCEL/Eletrobrás e da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e que permite que profissionais da construção civil incorporem a eficiência energética em seus projetos, especialmente por meio de estratégias bioclimáticas. Isso garante não só a redução da demanda energética, mas também o conforto dos usuários dentro das edificações. A plataforma oferece dados climáticos de mais de 400 cidades brasileiras e sugere estratégias de projeto adequadas para cada região, incluindo aquecimento solar passivo, inércia térmica, resfriamento evaporativo, sombreamento e ventilação natural (PROJETEE,2024).

O município de São Francisco do Oeste/RN ainda não possui dados bioclimáticos disponíveis no Projeteer. No entanto, a plataforma indica a cidade mais próxima que possui dados coletados e que se enquadra na mesma zona bioclimática, neste caso, Jaguaribe/CE. Assim sendo, as estratégias bioclimáticas elencadas com maior aplicabilidade são: ventilação natural, sombreamento e resfriamento evaporativo, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Ilustração estratégias bioclimáticas



Fonte: PROJETEE,2024.

1.3.1 Estratégias para construir no Nordeste

O arquiteto Armando de Holanda, em sua atuação no Nordeste, observou que os materiais e sistemas construtivos amplamente utilizados não faziam parte do ambiente em que se inseriam, e sim, haviam sido incorporadas de soluções estrangeiras, especialmente da Europa e França, sem considerar o clima. Diante disso, criou um roteiro composto por 9 passos para construir no Nordeste (HOLANDA, 1976).

ESTRATÉGIAS

ILUSTRAÇÃO

CRIAR UMA SOMBRA

Coberturas altas e com desafoço de espaço. As coberturas podem ser ventiladas de diferentes formas, seja pela disposição estratégica de seus elementos, que possibilita a criação de espaços para a circulação de ar renovado, ou através de aberturas protegidas, tais como lanternins, claraboias ou chaminés



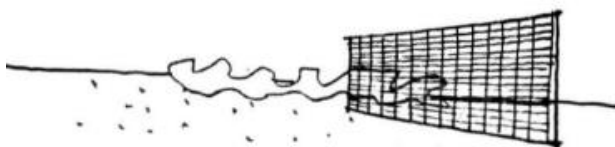
RECUAR AS PAREDES

Áreas sombreadas e espaços abertos como terraços, varandas, pérgolas e jardins sombreados, atuam como filtros, amenizando suas características indesejáveis e proporcionando uma sensação de tranquilidade antes de adentrarem nos ambientes internos.



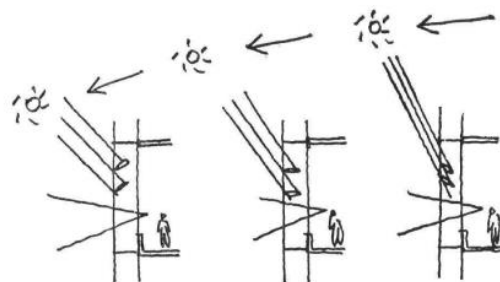
VAZAR OS MUROS

Combinar paredes compactas com painéis vazados, de modo a filtrar a luz enquanto permite a entrada da brisa.



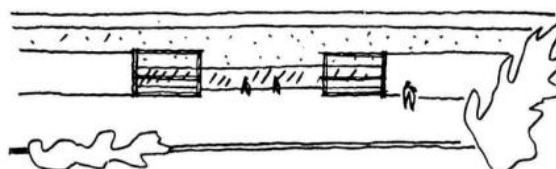
PROTEGER AS JANELAS

Proteger as aberturas externas utilizando projeções e quebra-sóis, de forma a permitir que permaneçam abertas, protegidas e sombreadas. Além disso, é sugerido estudar a incidência solar nas fachadas para desenhar proteções eficazes.



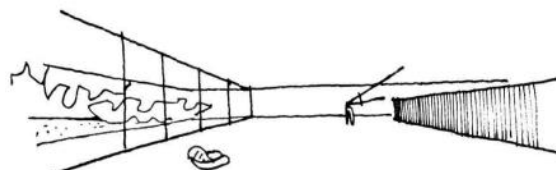
ABRIR AS PORTAS

Recomenda-se o uso de portas protegidas e sombreadas que possam ficar abertas. Além disso, sugere-se o emprego de portas externas vazadas, as quais garantem privacidade enquanto possibilitam a entrada de ar e luz.



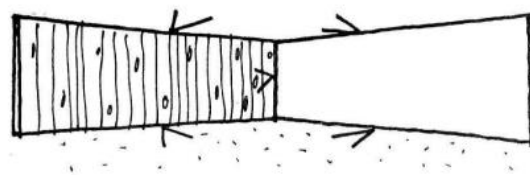
CONTINUAR OS ESPAÇOS

Sugere-se permitir que o espaço flua livremente, mantendo-o contínuo e desobstruído, reservando a separação apenas onde a privacidade for necessária.



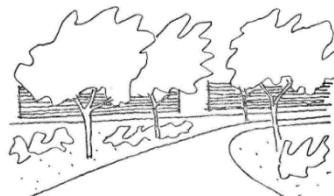
CONSTRUIR COM POUCO

Buscar reduzir a diversidade excessiva de materiais utilizados em uma única construção. Propõe-se o desenvolvimento de componentes padronizados que ofereçam diferentes possibilidades de combinação. Além disso, promove-se a racionalização e a padronização da construção e à redução de custos.



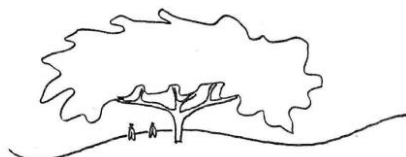
CONVIVER COM A NATUREZA

Propõe-se uma ampla utilização do sombreamento vegetal, incentivando que as árvores presentes em jardins, vias, estacionamentos, praças e parques se interliguem e se estendam até as áreas costeiras e campos. Além disso, sugere-se rejeitar o uso de jardins com vegetação delicada e pequena.



CONSTRUIR FRONDOSO

Desenvolvimento de uma arquitetura que seja livre e espontânea, representando de forma clara a cultura local. Além disso, enfatiza-se a busca por uma arquitetura sombreada, aberta, contínua, vigorosa, acolhedora e envolvente.



Fonte: HOLANDA, 1976. Adaptado pela autora, 2024.

O “Roteiro para construir no Nordeste” (HOLANDA, 1976), sintetiza as principais estratégias que contribuem para a etapa projetual no Nordeste, entretanto, o guia aborda direcionamentos para o litoral, caracterizado pelo clima quente e úmido, diferente do clima semiárido, assim, torna-se necessário escolher estratégias específicas para o local de estudo deste trabalho. Estratégias como abrir as portas, não se aplicam para o contexto de São Francisco do Oeste, visto que a NBR estabelece que as aberturas para ventilação devem ser pequenas. Continuar espaços, se aplica apenas se as vedações externas desses espaços sejam de acordo com as diretrizes construtivas da norma, paredes e coberturas pesadas.

1.4 Contexto urbano e ambiental de São Francisco do Oeste/RN

São Francisco do Oeste situa-se no estado do Rio Grande do Norte, mesorregião Oeste Potiguar e se vincula a Pau dos Ferros RN como região de influência, conexão que resume a relação urbana mais significativa, tanto para o acesso a produtos e serviços quanto para as interações de gestão de empresas e instituições públicas. A cidade está localizada a 384 quilômetros da capital, Natal, e ocupa uma área territorial de 75,588 km² e população residente de 4.161 pessoas (IBGE, 2022).

Figura 2 - Mapa do Brasil com destaque para o Rio Grande do Norte



Fonte: Autora, 2024

A colonização das terras de Salamandra começou em 1942, quando Enéas Filgueira, o proprietário, doou um terreno a Vicente Honorato Barreto para a construção de uma capela em homenagem a São Francisco de Assis. A capela foi inaugurada no mesmo ano com uma missa celebrada pelo padre Carlos Theissen, marcando o início da formação e expansão do povoado de Salamandra. Durante esse período de pioneirismo, Raimundo Nonato Leite, conhecido como Raimundo Marinho, destacou-se ao doar parte de suas terras para consolidar o núcleo populacional. Embora Salamandra seja um anfíbio comum na Europa, no Brasil é pouco conhecido e sua relação com o nome da localidade é desconhecida. Em 22 de outubro de 1963, Salamandra foi desmembrada de Portalegre e tornou-se um município do Rio Grande do Norte pela Lei nº 2.966. Quatro anos depois, em 24 de outubro de 1976, o município foi renomeado para São Francisco do Oeste pela Lei nº 3.522, em homenagem ao seu padroeiro (IDEMA, 2008).

O município possui clima semiárido, caracterizado por altas temperaturas, baixa umidade e baixo índice pluviométrico. A vegetação predominante é a Caatinga Hiperxerófila, com solos Podzólico vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico. O relevo varia de 200 a 400 metros de altitude, incluindo a Serra do Jatobá e a Depressão Sertaneja, que está localizada entre as partes altas do Planalto da Borborema e da Chapada do Apodi. Todo o território do município está inserido na Bacia Hidrográfica do rio Apodi Mossoró, com o rio Apodi sendo o principal curso d'água, acompanhado pelos riachos Logradouro e Caiçara. (IDEMA, 2008).

A expressão "caatinga" tem origem indígena e significa vegetação aberta, clara ou branca, refletindo sua aparência típica acinzentada durante o período seco, que dura de 6 a 8 meses. O bioma é característico do semiárido, onde as chuvas são irregulares e variam entre 400 a 800 mm anuais, enquanto as temperaturas são relativamente estáveis, com médias anuais

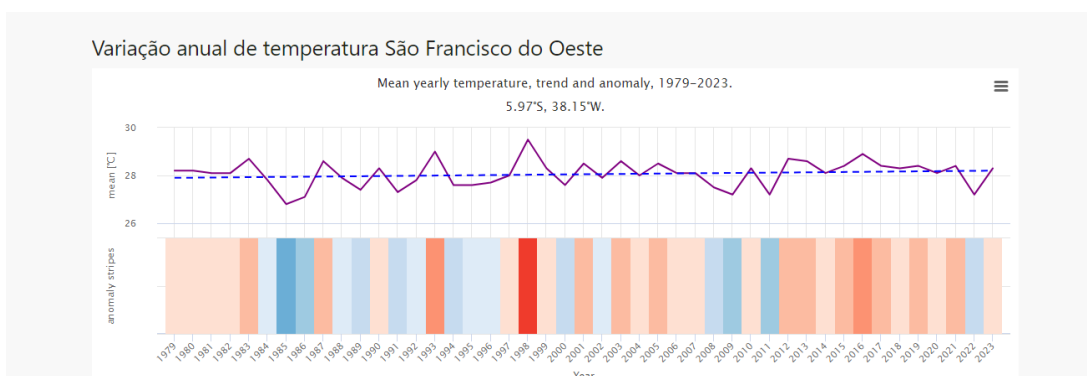
entre 24 e 26 °C, podendo cair para cerca de 22 °C em áreas mais elevadas (ARAÚJO FILHO, 2011).

Para Giulietti *et al*, as definições e delimitações do bioma Caatinga., ao serem analisadas, identificam-se características comuns da vegetação que cobre uma área contínua dominado pelo clima quente e semi-árido, principalmente no Nordeste e no norte de Minas Gerais e cercado por áreas de clima úmido. Possui espécies adaptadas à escassez hídrica como arbustos e árvores de pequeno porte com copas descontínuas; e abriga espécies endêmicas da região semiárida, bem como outras que não ocorrem em áreas mais úmidas adjacentes.

Utilizando a plataforma *online* Meteoblue (2014), que oferece dados meteorológicos foi possível examinar gráficos de temperatura, precipitação e velocidade do vento. A estimativa da temperatura média anual para a região de São Francisco do Oeste/RN está evidenciada na Imagem 3. No gráfico, a linha azul tracejada representa a tendência linear da mudança climática, na qual se a linha se inclinar da esquerda para direita, é indicativo de tendência positiva na temperatura e sugere que, devido às mudanças climáticas, as condições estão se tornando mais quentes. Se a linha for horizontal, não há tendência clara, e por fim, se estiver inclinando para baixo, indica que as condições estão se tornando mais frias ao longo do tempo. Observa-se que, no ano de 2022 houve uma queda de temperatura para 27.2°C, temperaturas equivalentes só foram observadas nos anos 2011, 2009, 2000, 1994, 1991, 1989 e 1986. A menor temperatura registrada foi no ano de 1985, marcando 26.82°C, já a maior temperatura, foi no ano de 1998, 29.52°C.

Já o gráfico inferior da Figura 3, exibe as faixas de aquecimento, no qual as barras coloridas representam a temperatura média durante um ano, a cor azul representa os anos mais frios e vermelho os anos mais quentes. Nota-se que, entre os anos estudados, a presença da cor vermelha, que indica temperaturas médias anuais mais quentes, se sobressai em relação aos tons azuis.

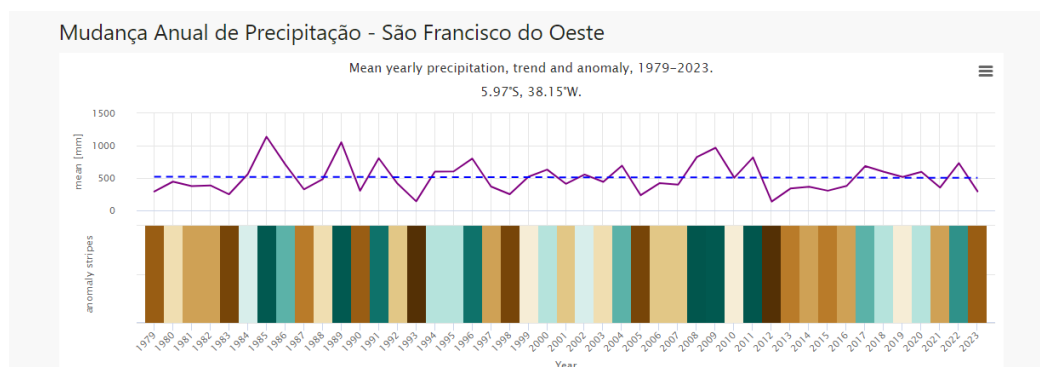
Figura 3 - Gráfico de variação anual de temperatura



Fonte: METEOBLUE

O gráfico abaixo (Figura 4), mostra a estimativa de precipitação média total. Da mesma forma, a linha azul tracejada é tendência linear da mudança climática. Caso a linha esteja inclinada para cima, da esquerda para direita, indica tendência de precipitação positiva e condições mais úmidas devido à mudança climática. Se a linha estiver inclinada para baixo, com o decorrer do tempo as condições estão ficando mais secas. Sendo horizontal, não há tendência clara. Já a parte inferior do gráfico indica as faixas de precipitação. A representação da precipitação total de um ano é indicada nas listras coloridas, nas quais, utiliza-se a cor verde para indicar os anos mais úmidos e a cor marrom para indicar os anos mais secos.

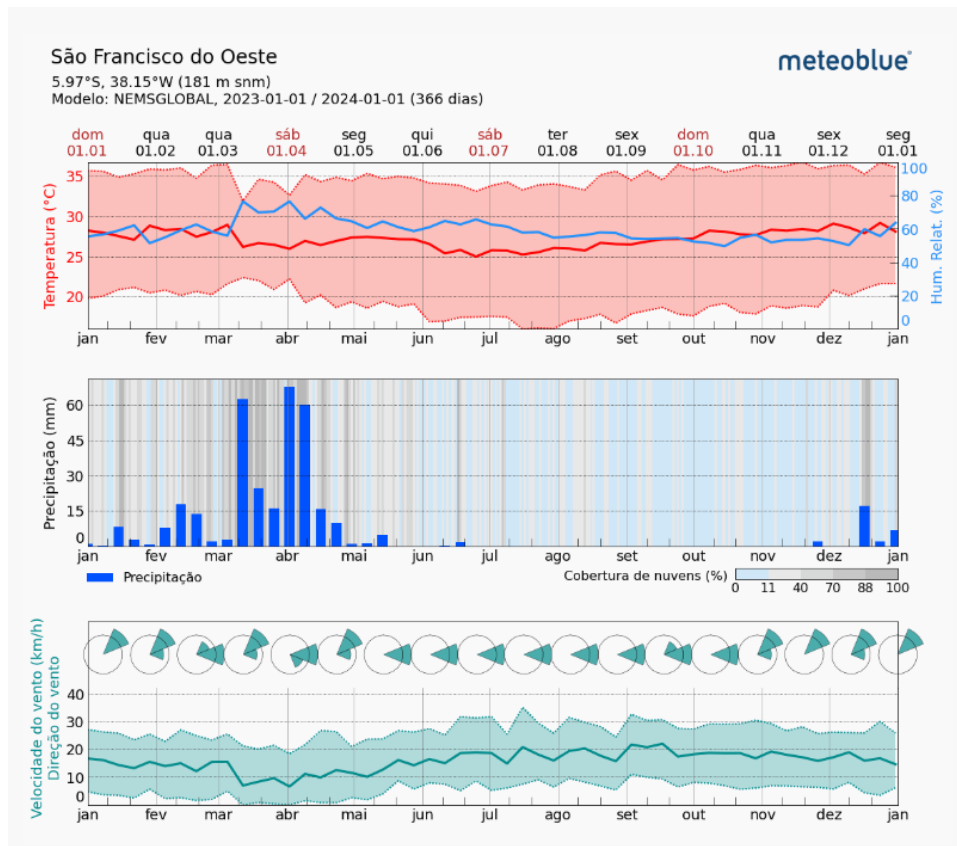
Figura 4 - Gráfico de mudança anual de precipitação



Fonte: METEOBLUE

No cenário atual, observam-se os dados de 2023, em que as temperaturas durante todo o ano mostraram-se acima de 25°C. As precipitações ocorrem entre os meses de dezembro a junho, não ocorrendo nos meses seguintes. Já a velocidade e direção do vento indicada em graus (0° = Norte, 90° = Leste, 180° = Sul e 270° = Oeste). A linha verde indica a velocidade do vento e a rosa dos ventos mostra sua direção, conforme a Figura 5.

Figura 5 - Dados climáticos ano de 2023

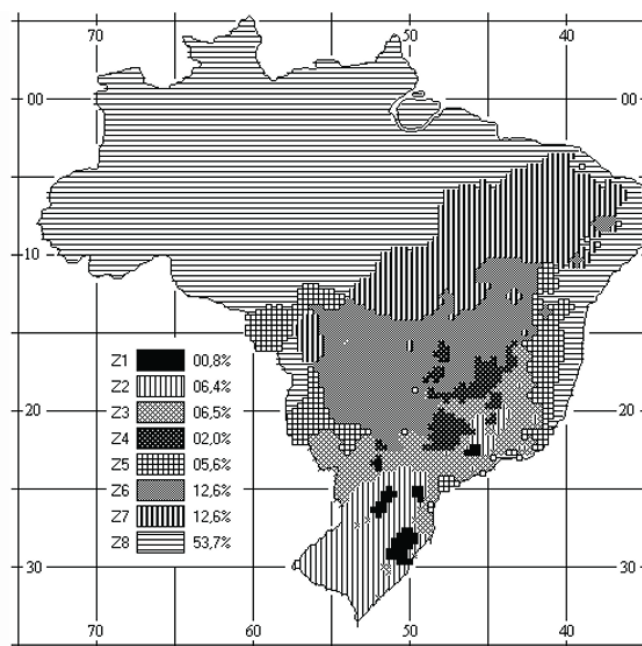


Fonte: METEOBLUE

1.5 NBR 15220-3:2005

Conforme a NBR 15220-3:2005 Desempenho térmico de edificações, São Francisco do Oeste pertence à zona bioclimática 7. Diante disso, a Norma estabelece parâmetros adequados para cada zona e suas diretrizes construtivas com relação a aberturas, paredes e coberturas.

Figura 6 - Zoneamento bioclimático brasileiro



Fonte: ABNT, 2005

Para a zona bioclimática 7, o referido documento estabelece que as aberturas para ventilação devem ser pequenas e sombreadas e as vedações externas, paredes e coberturas, devem ser do tipo pesadas. Já as estratégias de condicionamento térmico passivo para estação verão são: resfriamento evaporativo e massa térmica para resfriamento; Ventilação seletiva (nos períodos quentes em que a temperatura interna seja superior a externa).

Tabela 1 – Diretrizes construtivas para aberturas para ventilação

DIRETRIZES CONSTRUTIVAS	
Aberturas para ventilação	A (em % de área de piso)
Pequenas	$10\% < A < 15\%$

Fonte: ABNT, 2005. Adaptado pela autora, 2024.

No que se refere às aberturas efetivas para ventilação (Tabela 1), tem-se que o tamanho das esquadrias é dado em porcentagem de área de piso e esta deve variar de 10 a 15% da área do piso de ambientes de longa permanência como dormitórios, cozinhas ou sala de estar.

Tabela 2 - Diretrizes construtivas para vedações externas

DIRETRIZES CONSTRUTIVAS				
Vedações externas		Transmitância térmica - U	Atraso térmico - ϕ	Fator solar - FSo
Paredes	Pesada	$U \leq 2,20 \text{ W/m}^2.\text{K}$	$\phi \geq 6,5 \text{ horas}$	$\text{FSo} \leq 3,5\%$
Coberturas	Pesada	$U \leq 2,00 \text{ W/m}^2.\text{K}$	$\phi \geq 6,5 \text{ horas}$	$\text{FSo} \leq 6,5\%$

Fonte: ABNT, 2005. Adaptado pela autora, 2024.

Quanto às vedações externas, as paredes e coberturas devem seguir os valores apresentados na Tabela 2, quanto à transmitância térmica (U), atraso térmico (φ) e fator de calor (FS_o). No caso de coberturas, que compreende o telhado e o forro, além da câmara de ar existente entre os dois, é essencial avaliar a transmitância térmica considerando o fluxo descendente.

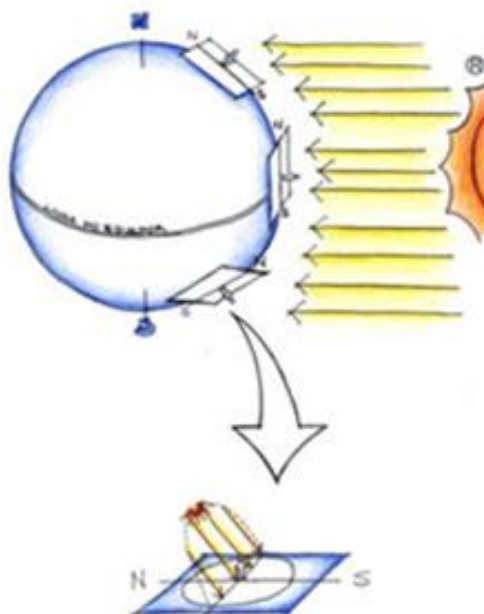
A NBR adota, ainda, para a referida zona bioclimática as seguintes estratégias: I) Resfriamento evaporativo, que pode ser obtido através da vegetação, fontes de água ou outros recursos que permitam a evaporação da água em regiões quentes e secas a fim de amenizar a sensação térmica no período do verão; II) Vedações com maior massa térmica, possibilitando o armazenamento de calor durante o dia e sua liberação para o exterior durante a noite, quando as temperaturas externas diminuem, a fim de permitir temperaturas mais agradáveis no ambiente interno; III) Ventilação seletiva, nos períodos mais quentes, quando as temperaturas no interior do ambiente superam as temperaturas do exterior. A ventilação cruzada é alcançada pela circulação de ar pelos diferentes ambientes da edificação. Isso implica que, caso haja janelas em apenas uma fachada, a porta deve permanecer aberta para possibilitar essa ventilação. É importante também considerar os ventos predominantes da região e as características do entorno, já que este último pode influenciar significativamente a direção dos ventos (ABNT, 2005).

Com base nas informações técnicas obtidas através da NBR 15220-3 é possível desenvolver estratégias bioclimáticas adequadas à realidade do projeto proposto, direcionando, sobretudo, ao conforto térmico.

1.6 Carta solar

A Carta Solar é a representação gráfica que indica a trajetória solar ao longo da abóbada celeste durante o ano e reflete a posição exata do sol em determinado momento. Esses trajetos são identificados pela transposição do azimuth e da altura do sol sobre um plano. Essa ferramenta é extremamente útil para avaliar a incidência solar, as sombras projetadas pelos elementos do entorno e, com isso, determinar a orientação ideal da edificação e as proteções solares adequadas para as aberturas (PROJETEE, 2024).

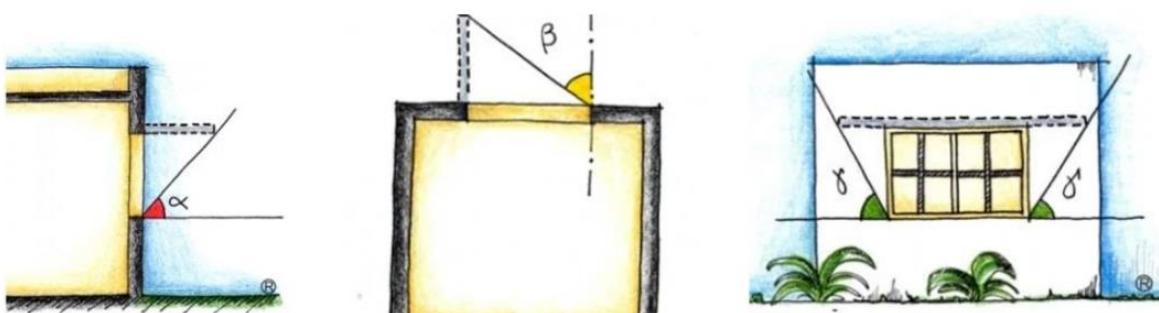
Figura 7 – Carta solar



Fonte: PROJETEE,2024.

De acordo com os ângulos utilizados na análise de proteções solares, o ângulo horizontal (β) é identificado em planta baixa e é definido pelo ângulo formado entre a projeção do raio solar e um plano perpendicular à fachada. Este ângulo é fundamental para a determinação das proteções solares verticais. Já o ângulo vertical frontal (α), visualizado em corte, corresponde à projeção do raio solar sobre um plano perpendicular à fachada, sendo crucial para a definição da máscara de sombra em proteções solares horizontais. Por fim, o ângulo vertical lateral (γ) é a projeção do raio solar, considerando uma determinada hora e período do ano, no plano da fachada, delimitando assim o tamanho da placa horizontal (PROJETEE, 2024).

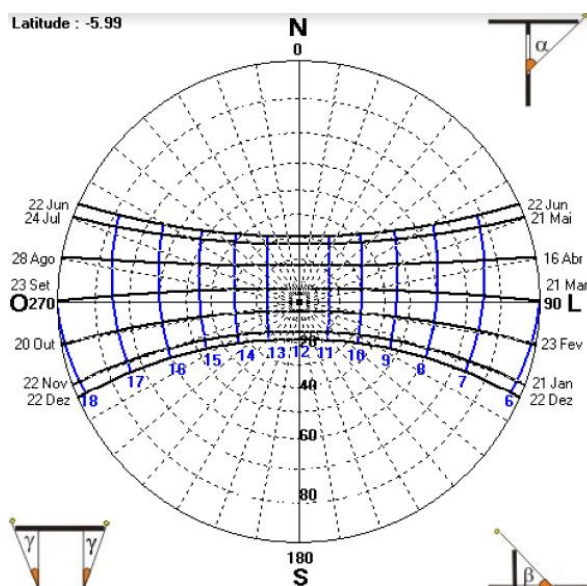
Figura 8 – ângulos de proteções solares



Fonte: PROJETEE

Para auxiliar na aquisição de dados, a ferramenta SOL-AR permite a obtenção da carta solar da latitude especificada e a visualização de intervalos de temperatura anuais que correspondem à trajetória solar ao longo do ano e dia. Conforme observado na Figura 30, apresenta a Carta solar para a cidade de São Francisco do Oeste/RN que será utilizada para indicar as proteções solares adequadas para cada fachada da proposta residencial. Nela são desenhadas as projeções da trajetória do sol que variam em função da data e hora. Podemos verificar a quantidade de horas em que cada ponto estará exposto ao sol, com isso, determinar as sombras projetadas pelo edifício.

Figura 9 - Diagrama solar para São Francisco do Oeste



Fonte: sol-ar

2.0 REFERÊNCIAS PROJETOAIS

2.1 Casa ME

Projeto residencial idealizado pelos arquitetos do escritório Equipo Arquitectura no ano de 2022 em Assunção, Paraguai. Ocupa um terreno de 12x30m e é distribuída em dois pavimentos, sendo o térreo composto por sala de estar e sala de jantar integrados, cozinha, área de serviço, banheiros, escritório e quarto de serviço. Já o pavimento superior comporta a área íntima com três suítes, sala de estar e academia. O projeto se expressa pela utilização de materiais naturais, vegetação, iluminação natural, ventilação cruzada e amplitude nos espaços.

Figura 10 - Modelo de planta baixa térreo



Fonte: Adaptado de site Equipo Arquitectura, 2024.

Figura 11 - Modelo de planta baixa pavimento superior



Fonte: Adaptado de site Equipo Arquitectura, 2024.

As paredes são construídas em tijolo convencional semi prensado e, como o material permite diversas formas de assentamento, também foi utilizado na fachada atuando como uma estratégia de conforto térmico em que permite a ventilação natural e a redução da exposição solar, além de trazer privacidade e guiar as plantas do tipo trepadeiras.

Figura 12 – Parede tijolo semi prensado



Fonte: Archdaily, 2024.

A flexibilidade do uso da madeira traduz o conforto e o acolhimento idealizado no projeto. Foi utilizada em seus diversos formatos (ripas, vigas, placas) nos móveis, escadas, portas e janelas. As vigas utilizadas na escada foram provenientes da demolição de outra residência.

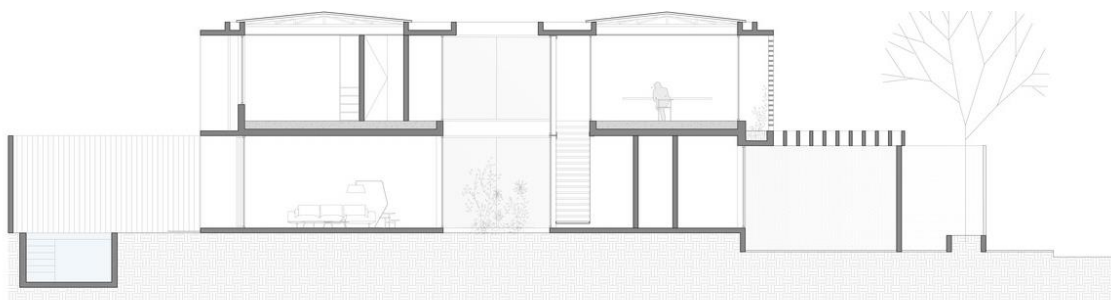
Figura 13 – uso da madeira



Fonte: Archdaily, 2024.

Além disso, foi criado um telhado com duas camadas que estabelecem um espaço de ar entre o forro de madeira e a camada externa de chapa termoacústica, que foi usada com o objetivo de reduzir a radiação solar dentro dos ambientes, no entanto, tal solução não se aplica à região estudada neste projeto, o semiárido potiguar, visto que o material é de difícil acesso e requer mão de obra específica.

Figura 14 – Corte longitudinal



Fonte: Archdaily, 2024

2.3 Casa Planos

Projeto residencial unifamiliar idealizado pelo escritório Rede Arquitetos no ano de 2020 em Sobral, Brasil. A residência foi projetada para um casal de idosos, ocupa uma área de 260m² no semiárido cearense e é distribuída em dois pavimentos. No térreo, situa-se garagem, sala de estar e jantar integradas, cozinha, uma suíte, pátio e área de serviços. Já o pavimento superior, foi contemplado com duas suítes e uma sala de estar com varanda.

Figura 15 – Planta baixa térreo



Fonte: Igor Ribeiro, 2020

Figura 16 – Planta pavimento superior



Fonte: Igor Ribeiro, 2020

A volumetria é constituída por planos fragmentados que contribuem para a organização do espaço interno e proporciona privacidade, ao mesmo tempo em que promove a presença contínua de espaços livres. A criação de áreas abertas como pátios e jardins alternados com os espaços fechados promove um melhor condicionamento ambiental, uma vez que permitem a fluidez da ventilação e iluminação natural. Além disso, direciona as aberturas, permitindo a contemplação da cidade de Sobral na fachada principal e da Serra da Meruoca na fachada posterior.

Figura 17 - Perspectiva da residência



Fonte: Igor Ribeiro, 2020

Os fechamentos perpendiculares aos planos principais se dão com paredes e esquadrias de madeira tipo veneziana e vidro, garantindo que as vistas de internas sejam garantidas. A comunicação entre planos opacos e vedações é reforçado pela textura avermelhada dos planos, em contraponto à pintura branca, madeira e vidro presentes nas vedações das fachadas norte e sul.

Figura 18 – Vistas casa Planos



Fonte: Igor Ribeiro, 2020

2.4 Casa M+S

Projeto residencial concebido pelo escritório Solange Cálío Arquitetos no ano de 2019 em Araçatuba, Brasil. Ocupa uma área de 653m² e é distribuída em dois pavimentos nos quais foram concentrados os ambientes sociais no térreo, gerando uma integração total entre sala de estar, sala de jantar, varanda gourmet, deck, piscina, cozinha, lavanderia e garagem, além da suíte principal, para atender as necessidades dos clientes. No pavimento superior, foi centralizada a área íntima com duas suítes e um escritório, sendo este reversível para quarto de hóspedes.

Figura 19 - Planta baixa térreo



Fonte: Adaptado de Solange Cálio, 2024

Figura 20 - Planta baixa pavimento superior



Fonte: Adaptado de Solange Cálio, 2024

A residência é caracterizada pela arquitetura contemporânea, possui linhas retas e grandes vãos integrados. Foi inspirada em uma casa funcional e que pudesse oferecer espaços confortáveis para convívio e em maior aproveitamento de espaços internos e externos, bem como da iluminação e ventilação naturais.

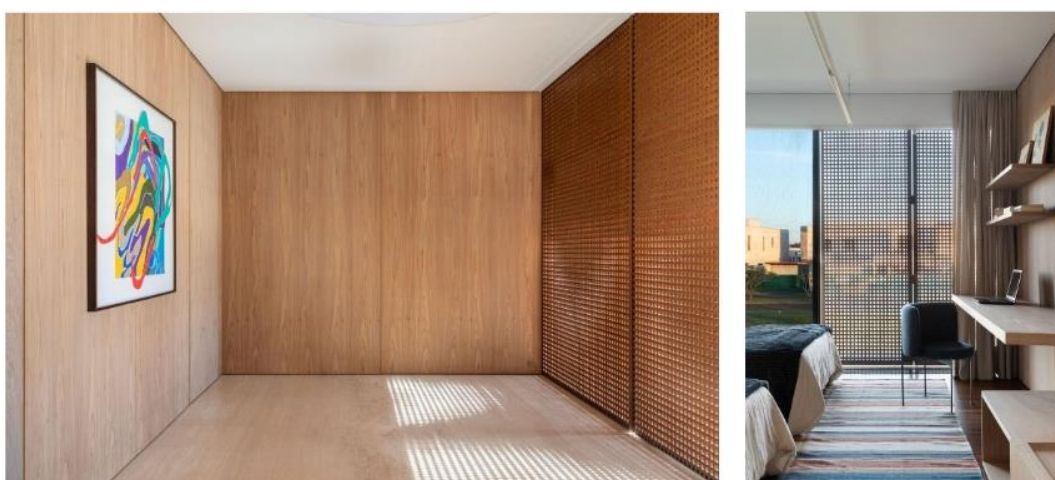
Figura 21 - Fachada



Fonte: Solange Cálio, 2024

Foram adicionados muxarabis a fim de regular a entrada de iluminação natural e permitir a integração com a área externa (jardim e piscina), transformando-se em uma estratégia funcional e aconchegante. Além disso, a ventilação natural cruzada também foi utilizada como estratégia sustentável, o que propicia conforto térmico e redução no consumo de energia.

Figura 22 - Interior da residência térreo



Fonte: Solange Cálio, 2024

Para conectar as áreas externas e internas, permitindo a criação de uma grande área de convivência integrada, foram utilizadas esquadrias piso/teto que se recolhem completamente.

Além disso, todos os ambientes visam criar uma atmosfera coesa, apresentando uma linguagem uniforme em toda a residência.

Figura 23 – Área integrada



Fonte: Solange Cálio, 2024

As casas ME, Planos e M+S revelam uma diversidade de abordagens projetuais focadas no conforto térmico, na ventilação natural e na integração de materiais locais. A Casa ME utiliza tijolos convencionais semi prensados na fachada para proporcionar ventilação natural e reduzir a exposição solar, além do emprego da madeira reciclada nas vigas da escada e um telhado com duas camadas para isolar a radiação solar, embora essa solução não seja ideal para o semiárido potiguar devido à dificuldade de acesso aos materiais e à necessidade de mão de obra especializada. A Casa Planos destaca-se pela volumetria fragmentada que organiza o espaço interno e cria áreas abertas alternadas com espaços fechados, promovendo a ventilação e iluminação natural. As fachadas com esquadrias de madeira tipo veneziana e vidro garantem vistas e privacidade, enquanto a interação entre planos opacos e vedações é visualmente reforçada pela textura e cor dos materiais. A Casa MS se destaca pelas linhas retas e grandes vãos integrados, utilizando muxarabis para regular a entrada de luz natural e promover a ventilação cruzada, resultando em conforto térmico e eficiência energética. A conexão entre áreas internas e externas é maximizada por esquadrias piso/teto que se recolhem completamente, criando uma ampla área de convivência integrada e uma linguagem uniforme em toda a residência. Cada uma das referências projetuais exemplifica estratégias específicas

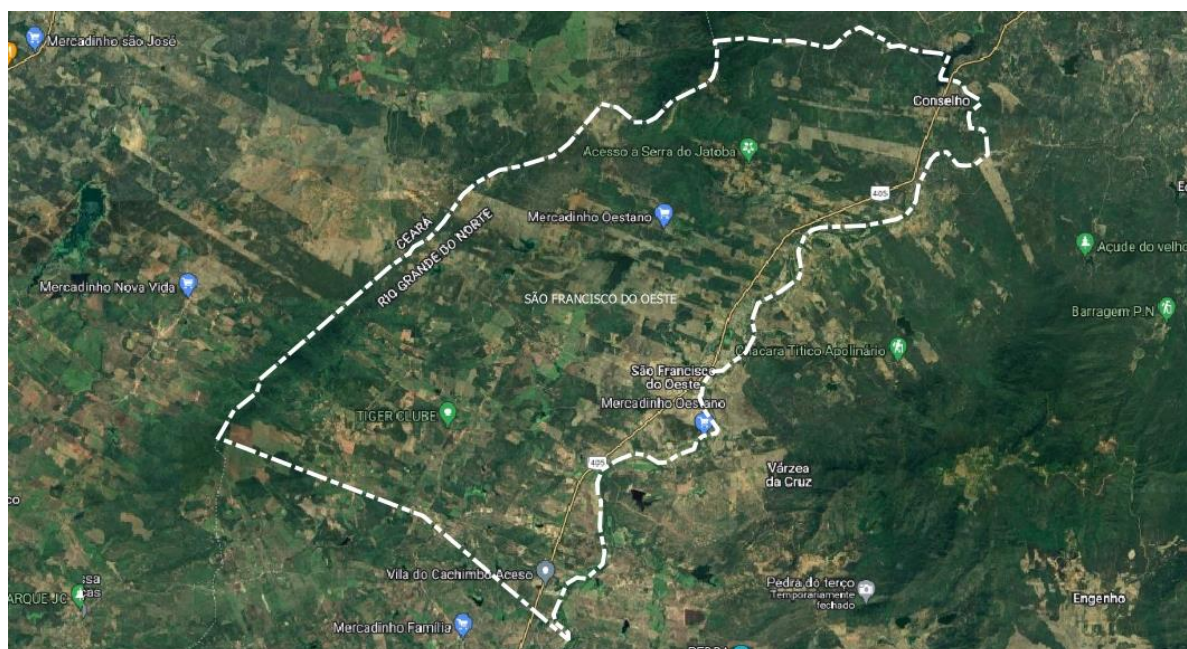
de design que buscam equilibrar funcionalidade, sustentabilidade e conforto, adaptando-se às particularidades do contexto em que estão inseridas.

3 PROJETO – CONTEXTUALIZAÇÃO, CONCEPÇÃO E PEÇAS GRÁFICAS

3.1 Análise do local

O local escolhido para a proposta residencial é a cidade de São Francisco do Oeste – RN, Brasil. O município ocupa uma área territorial de 75,588 km², como mostra a Figura 24, que indica o zoneamento urbano e suas limitações.

Figura 24 - Zoneamento urbano



Fonte: Autora, 2024.

3.2 Análise do terreno

O terreno ocupa uma área de 200 m² e está localizado na rua Maria Selma da Silva, bairro 7 de setembro. Coordenadas da localização: 5°59'43"S 38°09'48"W. Tem sua orientação com testada norte e sul com 10 metros e leste e oeste 20 metros e possui área total de 200 m².

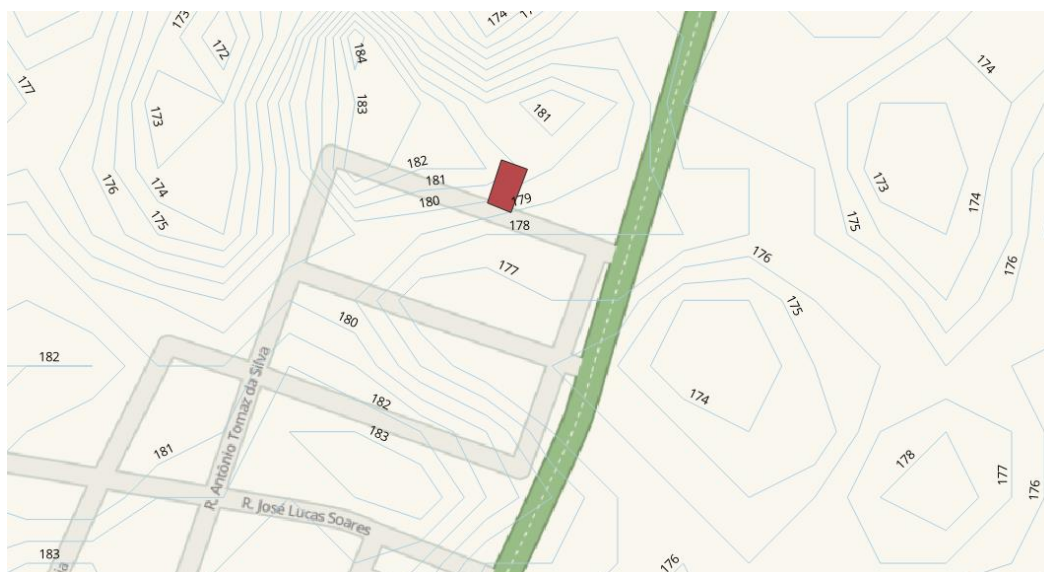
Figura 25 - Localização do terreno



Fonte: GOOGLE EARTH

As curvas de níveis do entorno revelam uma topografia predominantemente plana, com pequenas variações de altitude, o que é evidenciado pela proximidade entre as curvas de nível, que apresentam uma diferença de apenas 1 a 2 metros entre si. O ponto mais alto do bairro está na cota de 183 metros, representando a curva de nível com a maior altitude. Ao comparar com a BR 405, nota-se que a rodovia está praticamente no mesmo nível do terreno, reforçando a característica plana da área, com pouca necessidade de grandes movimentos de terra para adequação do projeto.

Figura 26 - Topografia do terreno

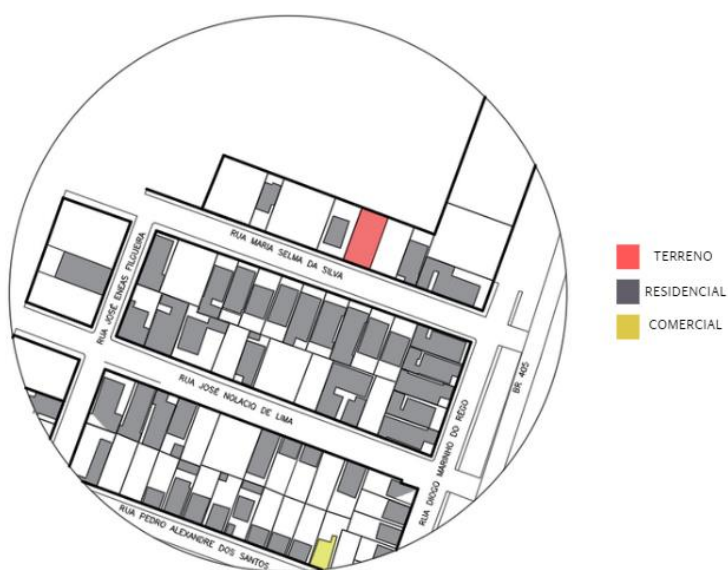


Fonte: Autora, 2024.

3.3 Análise do entorno

Como já mencionado, o terreno está localizado no Bairro 7 de Setembro, a região é marcada pela ocupação predominantemente residencial, como pode se observar no mapa de Uso do solo.

Figura 27 - Mapa de uso do solo



Fonte: Autora, 2024

Conforme observado no Mapa de gabarito, as residências são de apenas um (1) pavimento e o padrão das edificações que fazem parte do entorno imediato do terreno possui características semelhantes, as residências localizadas em frente ao terreno seguem o mesmo padrão de recuo frontal.

Figura 28 - Mapa gabarito



Fonte: Autora, 2024

Há apenas uma edificação que faz divisa com o terreno, na lateral esquerda, na lateral direita é um terreno sem construção. Já nos fundos não há edificações pois ainda não há rua edificada.

Figura 29 - Imagens do terreno



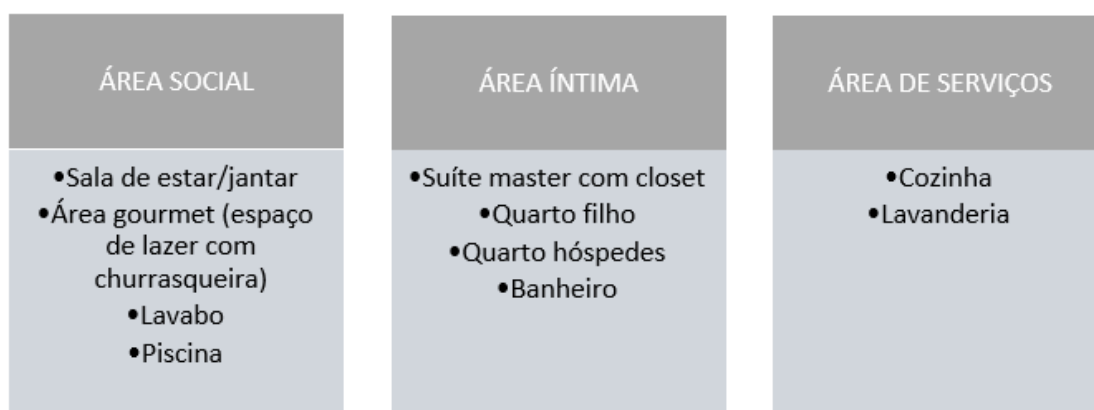
Fonte: Autora, 2024

3.4 Programa de necessidades

O projeto de residência foi desenvolvido com o objetivo de ser versátil e atender a diferentes tipos de famílias. Para ilustrar essa flexibilidade, tomou-se como exemplo uma família composta por um casal, com idades de 32 e 35 anos, e um filho de 5 anos que valoriza a integração com a área externa da casa, apreciando atividades ao ar livre e buscando um lar que ofereça conforto térmico e funcionalidade. Para atender a essas necessidades, o projeto inclui uma área externa pensada como um espaço de convivência e lazer onde a família pode desfrutar de momentos de descontração e interação em um ambiente agradável e acolhedor.

Além disso, o projeto incorpora um quarto de hóspedes que pode ser adaptado para acomodar famílias maiores. Esse espaço adicional oferece flexibilidade, permitindo que a casa seja funcional e confortável tanto para famílias pequenas quanto para aquelas que podem crescer ao longo do tempo. A parte íntima da casa, onde estão localizados os quartos principais, fica no pavimento superior, garantindo maior privacidade. No entanto, a presença de um quarto no térreo também proporciona acessibilidade e conveniência, assegurando a ideia central de que o projeto se adapte às necessidades de diferentes perfis familiares e garantindo que todos os moradores se sintam acolhidos e confortáveis em seu lar.

Figura 30 - Programa de necessidades



Fonte: Autora, 2024

3.5 Partido arquitetônico e urbanístico

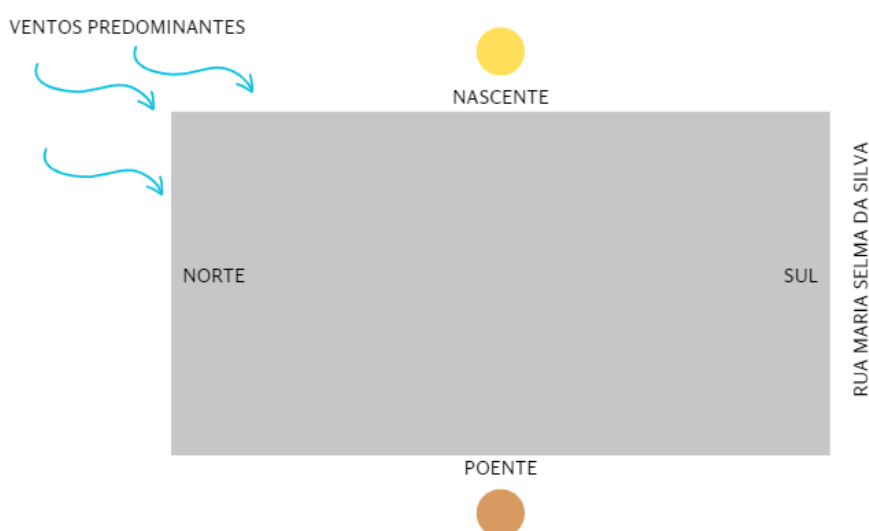
A concepção do projeto arquitetônico da residência unifamiliar se deu pelo contexto e localização do terreno, priorizando o conforto térmico e a funcionalidade. Inicialmente, buscou-se soluções que garantissem uma temperatura interna agradável, minimizando o uso de sistemas

artificiais de climatização. Para isso, foi considerado cuidadosamente a orientação solar, a ventilação natural, de forma a aproveitar os ventos predominantes e permitir a ventilação cruzada e o uso de materiais com alta capacidade de isolamento térmico. E a funcionalidade, com a distribuição dos ambientes priorizando integração na área social que permite flexibilidade de uso dos espaços e privacidade nas áreas íntimas. Estas estratégias permitiram criar um ambiente residencial que não só proporciona bem-estar aos seus habitantes, mas também promove a sustentabilidade e a eficiência energética.

3.6 Condicionantes projetuais e condicionantes legais

A imagem ilustrativa (Figura 32) destaca as principais condicionantes naturais do terreno, com ênfase na direção dos ventos e na orientação solar. Os ventos predominantes, vindos do Nordeste, favorecem a ventilação natural. A fachada frontal é voltada para o Sul, a posterior para o Norte, enquanto a lateral esquerda, orientada para o Leste, que recebe apenas o sol da manhã. Já a lateral direita, voltada para o Oeste, está exposta ao sol poente, esta disposição requer estratégias adequadas de sombreamento e isolamento térmico para garantir o conforto dos ocupantes.

Figura 31 - Ilustração condicionantes naturais



Fonte: Autora, 2024

As condicionantes legais do terreno estão em conformidade com o Plano Diretor do município de Pau dos Ferros/RN, uma vez que a cidade de São Francisco do Oeste/RN, onde o

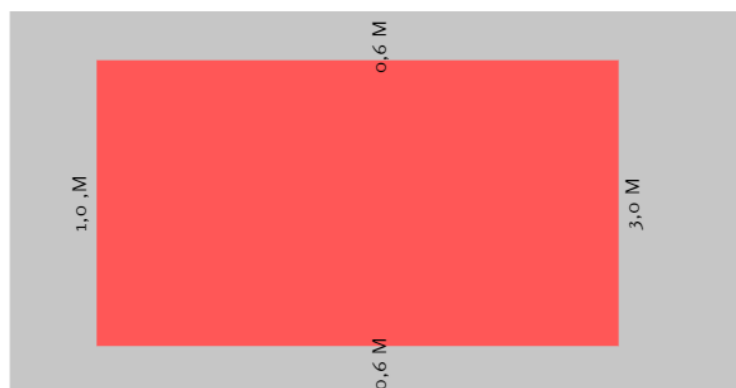
terreno da proposta residencial está localizado, não possui Plano Diretor, tampouco Código de Obras específico. Dessa forma, as diretrizes urbanísticas aplicáveis ao projeto seguem as normativas de Pau dos Ferros, garantindo que o desenvolvimento do terreno esteja alinhado com as regulamentações vigentes da cidade mais próxima.

Tabela 3 - Condicionantes legais

ÍTEM	LEGISLAÇÃO
Taxa de ocupação	80% (máximo) OBS.: Não serão computados, para efeito da taxa de ocupação, pergolados, beirais, marquises e caramanchões.
Taxa de área permeável	20% (mínimo)
Gabarito	21 pavimentos área adensável 7 pavimentos área de adensamento básico
Afastamentos	Frontal: 3,0 Lateral: 0,6 Fundos: 1,0
Testada	O espaço disponível na frente do imóvel ou lote a ser utilizado para construções de calçadas em lotes residenciais e comerciais será de 1,5 (um metro e meio).

Fonte: Plano Diretor de Pau dos Ferros. Adaptado pela autora, 2024.

Figura 32 - Ilustração afastamentos mínimos



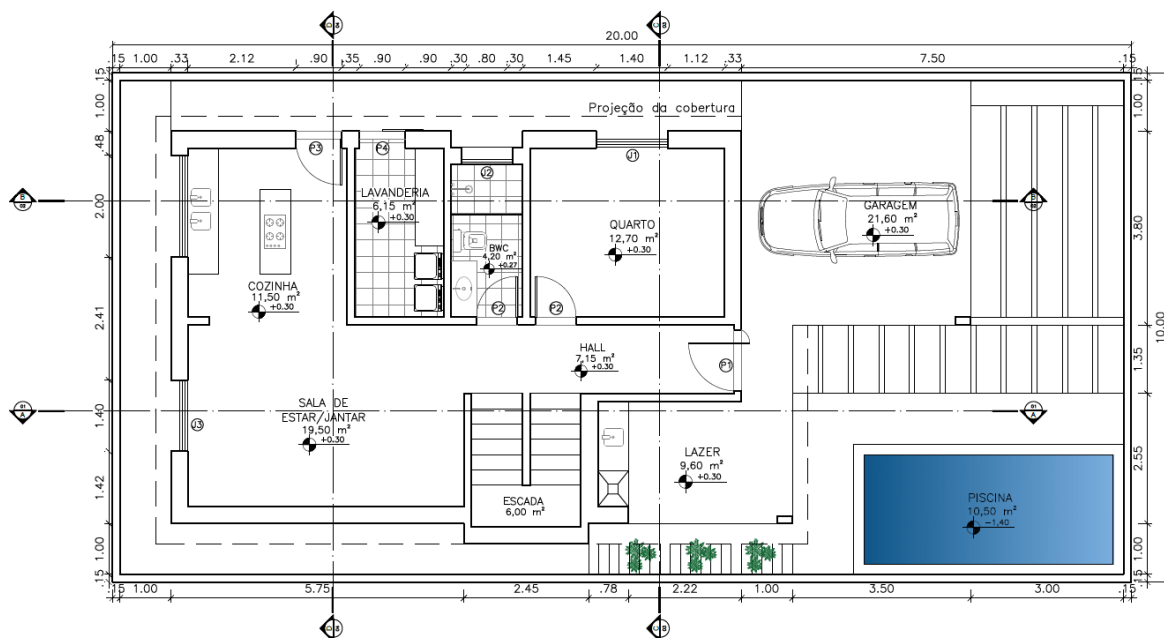
Fonte: Autora, 2024

3.7 Soluções técnicas e construtivas

3.7.1 Paredes e cobertura

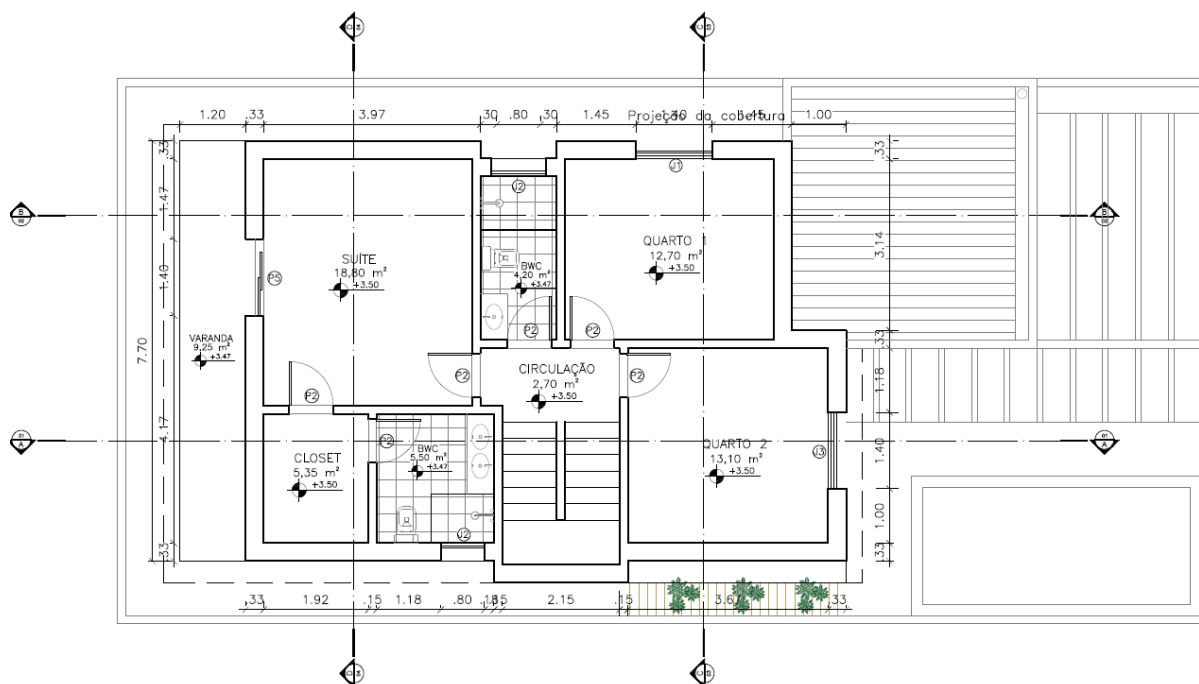
Em termos de disposição dos ambientes, o pavimento térreo abriga a garagem, área de lazer com piscina, sala de estar e jantar integradas, cozinha, lavanderia, banheiro e um quarto. No pavimento superior, encontram-se dois quartos, um banheiro e uma suíte máster com closet, oferecendo um layout funcional e otimizado para o conforto e o bem-estar dos moradores. A escolha das áreas e suas relações contribui para um fluxo eficiente e proporciona um ambiente equilibrado e adaptado ao clima local.

Figura 33 - Planta baixa térreo



Fonte: Autora, 2024

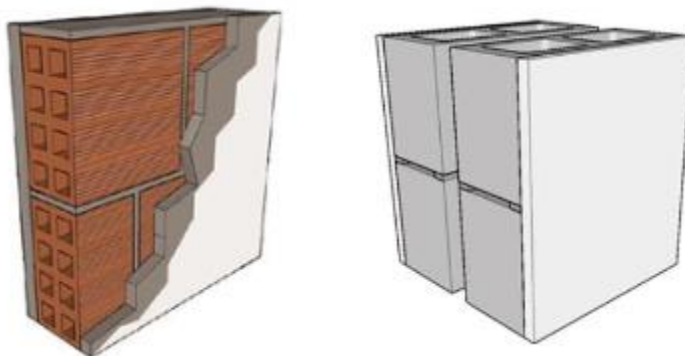
Figura 34 - Planta baixa superior



Fonte: Autora, 2024

A projeto da residência destaca-se por integrar estratégias bioclimáticas com conformidade à NBR 15220, que define parâmetros técnicos e construtivos para a Zona Bioclimática 7. O que é perceptível nas paredes externas de 33 cm, uma escolha que supera o padrão de paredes convencionais de 15 cm amplamente utilizadas na região. Essas paredes mais espessas, compostas por argamassa interna de 2,5cm, bloco de concreto 14x19x39, câmara de ar de 4cm, outro bloco de concreto 14x19x39 e argamassa externa de 2,5cm garantem maior isolamento térmico, atendendo aos requisitos de atraso térmico e transmitância térmica estabelecidos pela norma, nos quais as paredes convencionais não estão em conformidade, resultando em menor eficiência térmica. Quanto maior o atraso térmico, mais tempo o calor leva para penetrar no ambiente interno e a transmitância térmica mede a quantidade de calor que atravessa o material; quanto menor a transmitância, maior é o isolamento térmico do material.

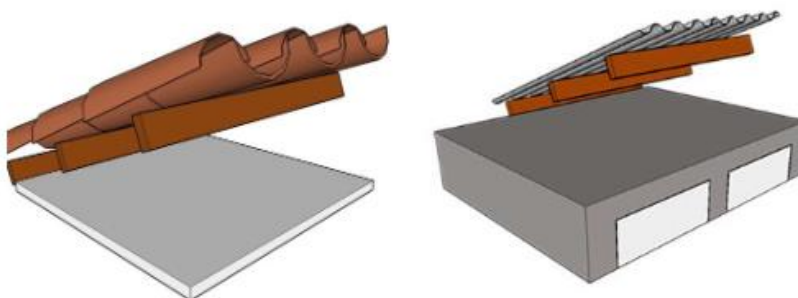
Figura 35 - Ilustração parede convencional x parede proposta



Fonte: PROJETEE

Já a cobertura convencional utilizada na região, composta por telha cerâmica de 1 cm, câmara de ar com mais de 5 cm e forro de gesso de 3 cm, foi substituída para garantir conformidade com a NBR 15220 e melhor eficiência térmica. A solução proposta utiliza uma laje nervurada preenchida com poliestireno expandido de 22,5 cm, uma câmara de ar com espessura superior a 5 cm e cobertura de telhas de fibrocimento de 0,8 cm. Essa combinação oferece excelente isolamento térmico e resistência ao calor, proporcionando uma maior estabilidade térmica ao longo do dia. As propriedades térmicas desse sistema são resistência térmica $0,99 \text{ m}^2\text{K/W}$, transmitância térmica é de $1,01 \text{ W/m}^2\text{K}$ e atraso térmico de 8,7 horas que garante que o calor demore a penetrar no ambiente interno, resultando em maior estabilidade térmica ao longo do dia. A capacidade térmica de $238 \text{ kJ/m}^2\text{K}$ permite que a cobertura armazene uma quantidade moderada de calor, ajudando a suavizar variações de temperatura ao longo do tempo. Com essas características, a cobertura contribui significativamente para o conforto térmico da residência, auxiliando na manutenção de uma temperatura interna agradável.

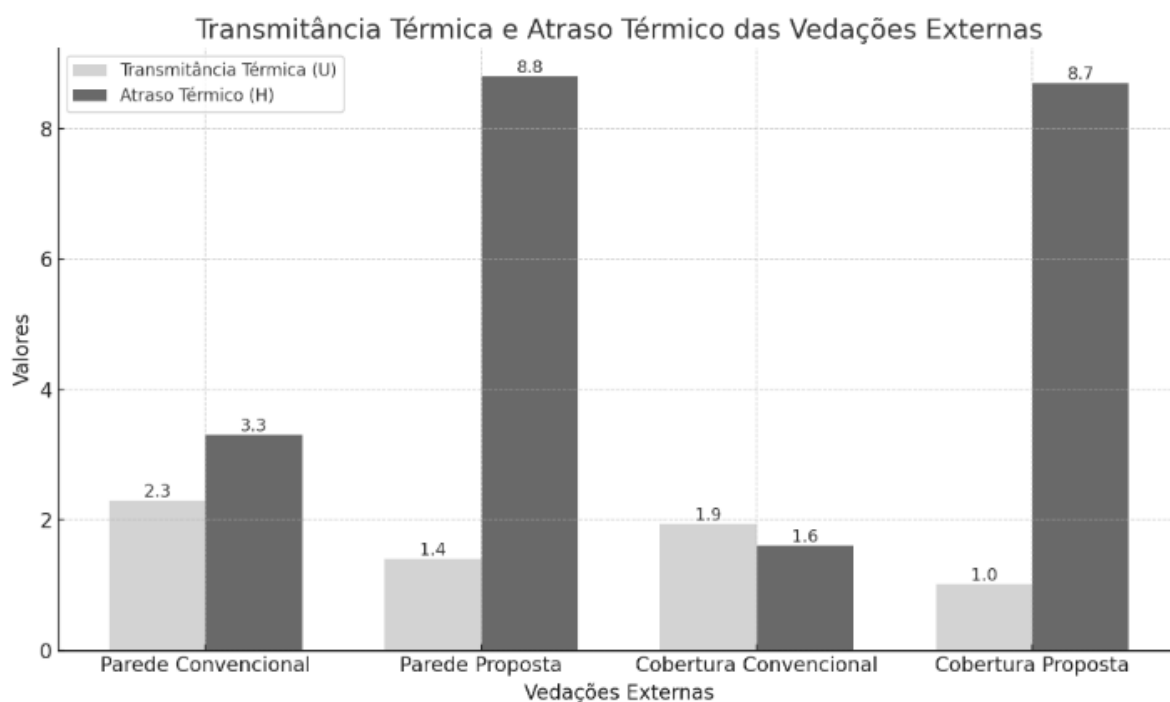
Figura 36 - Ilustração cobertura convencional x cobertura proposta



Fonte: PROJETEE

O gráfico abaixo compara os valores de *Transmitância Térmica (U)* e *Atraso Térmico (H)* entre as soluções convencionais e propostas para as vedações externas da residência. De acordo com a norma, as vedações externas devem ser pesadas, com valores de transmitância térmica (U) e atraso térmico (H) específicos para paredes e coberturas. Para as paredes, a NBR 15220 estabelece que o valor de U deve ser menor ou igual a 2,20 e o atraso térmico maior ou igual a 6,5 horas. No caso das coberturas, a transmitância térmica deve ser menor ou igual a 2,00 e o atraso térmico maior ou igual a 6,5 horas. Observa-se que as paredes e coberturas propostas apresentam melhor desempenho térmico em relação às opções convencionais. A transmitância térmica das vedações propostas é menor, indicando um isolamento térmico superior, que reduz a passagem de calor para o interior da residência. Além disso, o atraso térmico é significativamente maior nas soluções propostas, especialmente na parede, o que significa que o calor demora mais para penetrar no ambiente interno. Esse conjunto de características contribui para um maior conforto térmico, com menor variação de temperatura ao longo do dia.

Figura 37 – Gráfico vedações externas



Fonte: Autora, 2024

3.7.2 Aberturas para ventilação

Tabela 4 - Aberturas para ventilação

NOME DO AMBIENTE	ÁREA DO AMBIENTE	% DE ABERTURA PARA VENTILAÇÃO REAL	% DE ABERTURA PARA VENTILAÇÃO RECOMENDADA
SALA DE ESTAR/JANTAR	19,50 m ²	10,05%	10% < A < 15%
COZINHA	11,50 m ²	10,43%	10% < A < 15%
QUARTO TÉRREO	12,70 m ²	11,02%	10% < A < 15%
QUARTO 1	12,70m ²	11,02%	10% < A < 15%
QUARTO 2	13,10m ²	14,96%	10% < A < 15%
SUÍTE	18,80m ²	15,63%	10% < A < 15%

Fonte: Autora, 2024

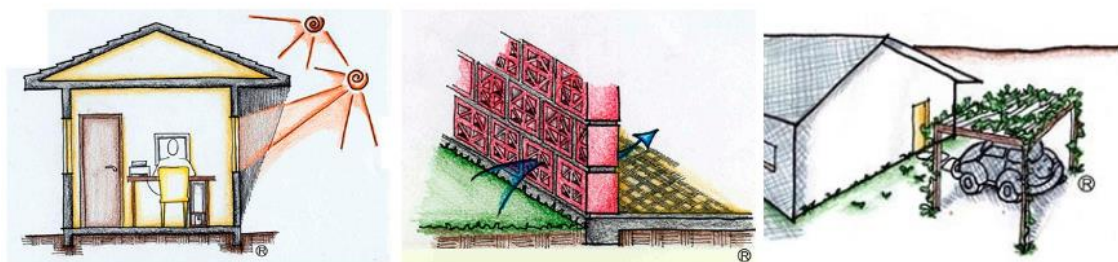
Em conformidade com a NBR 15220, as aberturas para ventilação devem ser dimensionadas de forma que sua área esteja entre 10% e 15% da área do piso (A, em % da área de piso). No projeto residencial modelo, todas as aberturas seguem esse critério, conforme indica a Tabela 4. No entanto, a única exceção é a abertura da suíte, cuja área de ventilação corresponde a 15,63% da área do piso, um valor ligeiramente superior ao limite recomendado. Isso ocorre porque, ao invés de uma janela, foi projetada uma porta que proporciona uma abertura maior. Para compensar, a suíte conta com uma varanda, que gera sombreamento adequado sobre essa abertura, minimizando a incidência solar direta.

3.8 Soluções bioclimáticas

As estratégias bioclimáticas adotadas no projeto residencial modelo foram escolhidas com base na sua aplicabilidade para a região, priorizando o conforto térmico e a eficiência energética. As principais estratégias implementadas incluem sombreamento e ventilação natural e a disposição das aberturas do projeto foi configurada de forma a contribuir para o conforto térmico, otimizar a ventilação natural e a iluminação em todos os ambientes. Na fachada leste, estão localizadas as janelas do quarto térreo, quarto 1 do pavimento superior e

dos banheiros sociais, permitindo a entrada de luz da manhã e promovendo uma ventilação cruzada eficiente. Na fachada norte, as janelas da cozinha e da sala de estar/jantar, além da porta da suíte que dá acesso à varanda, favorecem a entrada de luz natural durante a maior parte do dia e garantem uma boa ventilação. A fachada sul abriga a porta de entrada da residência, a área de lazer e a janela do quarto 2 do pavimento superior.

Figura 38 – Estratégias bioclimáticas



Fonte: PROJETEE

O sombreamento das janelas foi realizado através da platibanda do telhado, que atua como um elemento de proteção solar horizontal. O beiral da cobertura é o elemento de sombreamento mais comum, crucial para a prevenção da intensa radiação solar direta, especialmente nas fachadas voltadas para o norte e sul, onde o sol está mais alto. Essa estratégia foi aplicada em todas as fachadas.

Figura 39 – Perspectivas da residência modelo



Fonte: Autora, 2024

Como elemento de proteção da janela do quarto 2, na fachada frontal, que está orientada para o sul, foi utilizada a estratégia dos cobogós. Esse recurso arquitetônico oferece sombreamento eficiente, ao mesmo tempo em que permite a entrada de iluminação e ventilação natural, que é um dos principais recursos para promover o resfriamento e a renovação do ar,

essencial em climas secos e quentes. Além de proporcionar essas vantagens, os cobogós contribuem para a privacidade do ambiente, sem comprometer o conforto térmico e visual dos ocupantes. Essa solução bioclimática é especialmente eficaz, pois, além de proteger contra a radiação solar direta, ainda cria uma atmosfera leve e arejada, mantendo o ambiente iluminado de maneira controlada.

Figura 40 – Fachada residência modelo



Fonte: Autora, 2024

Como elemento de proteção na lateral da área de lazer, situada na fachada oeste, foi utilizado um pergolado de madeira com vegetação. Esse sistema combina a eficiência de um sombreamento natural com a ventilação, tornando-o uma solução bioclimática altamente eficaz. O uso de pérgulas é uma estratégia que oferece sombreamento de forma eficiente, ao mesmo tempo em que permite a circulação de ar por entre suas estruturas. Isso ajuda a reduzir as transferências térmicas, mantendo a área de lazer mais fresca e agradável durante o dia, especialmente nas tardes, quando a radiação solar na fachada oeste é mais intensa. A vegetação sobre a pérgula atua como um elemento de proteção solar adicional, criando um sombreamento natural e ajudando a diminuir a absorção de calor. Além de melhorar o conforto térmico, a vegetação traz benefícios estéticos e ambientais, contribuindo para o resfriamento evaporativo e a qualidade do ar, enquanto cria um ambiente externo mais harmonioso e acolhedor.

Figura 41 – Imagens residência modelo



Fonte: Autora, 2024

Além do lazer, a piscina também foi considerada como uma estratégia bioclimática por meio do resfriamento evaporativo e da criação de um microclima local. Quando a água evapora, ela retira calor do ambiente ao redor, contribuindo para a redução da temperatura. Esse fenômeno gera uma sensação de frescor nos arredores da piscina, ajudando a manter o entorno mais agradável e ameno, especialmente em dias quentes. Além disso, a presença de um corpo d'água pode modificar as condições microclimáticas, mantendo a umidade local mais elevada e reduzindo o impacto do calor no ambiente.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresenta um exemplo prático de como técnicas construtivas e estratégias bioclimáticas podem ser adaptadas ao clima desafiador da região semiárida, visando melhorar o conforto térmico e a eficiência energética da residência. Um dos principais diferenciais do projeto foi o uso de técnicas construtivas adequadas, como a adoção de paredes e cobertura pesadas. Essas soluções superam as limitações das construções convencionais na região, que, de acordo com a NBR 15220, não são adequadas para a zona bioclimática 7, devido à falta de capacidade de isolar termicamente os ambientes de forma eficaz.

Para otimizar ainda mais o desempenho térmico da residência, foram incorporadas estratégias bioclimáticas, como o sombreamento e a ventilação natural, por meio do sombreamento das janelas, uso de cobogós, pérgolas e vegetação. Essas soluções visam reduzir a radiação solar direta, promover a circulação de ar e, conseqüentemente, manter a temperatura interna mais estável e agradável.

O projeto demonstrou uma adaptação eficaz ao clima semiárido do Potiguar, onde as altas temperaturas e a radiação solar intensa exigem soluções específicas para a mitigação de desconfortos térmicos. Em comparação com abordagens convencionais, que muitas vezes utilizam materiais inadequados e dependem excessivamente de ventiladores e condicionadores de ar, o modelo proposto oferece uma solução sustentável, utilizando ao máximo os recursos naturais para ventilação e sombreamento.

Este trabalho contribui para a prática arquitetônica ao demonstrar como o design bioclimático pode ser eficaz ao ser integrado em projetos residenciais no semiárido. Através de uma análise criteriosa das características climáticas locais, foi possível criar um ambiente residencial mais confortável e adaptado, mostrando que a arquitetura bioclimática é uma alternativa viável e sustentável para a região. O projeto também serve como referência para profissionais e estudantes da área, destacando a importância de considerar fatores climáticos desde as fases iniciais do projeto.

Embora o projeto tenha demonstrado resultados promissores, ele apresenta algumas limitações. Uma delas é a dependência de materiais específicos, cuja disponibilidade e custo podem ser um obstáculo em áreas mais remotas do semiárido. Além disso, a pesquisa focou em uma única residência, sendo recomendada a análise de projetos em escalas maiores e com

diferentes perfis socioeconômicos, para avaliar a aplicabilidade em outros contextos regionais. Sugere-se que futuras pesquisas explorem o impacto de novas tecnologias construtivas e a integração de energias renováveis no semiárido, a fim de expandir as soluções bioclimáticas e garantir um desempenho térmico ainda mais eficiente para as construções da região.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 15220: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005.

BARBOSA, E. V. S.; VIRGÍNIO, J. F.; HARLEY, R. M. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Org.). *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

BRASIL. Lei complementar nº 016, de 22 de dezembro de 2021. Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo do Município de Pau dos Ferros/RN e dá outras providências. Disponível em: <https://pauferros.rn.gov.br/leis.php?id=2678>. Acesso em: 17 mar. 2024

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. PROJETEE. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/projeteee/>. Acesso em: 01 mar. 2024.

FERNANDES, Maria. *O processo de adaptação ao luto na velhice: um olhar sobre a literatura*. Kairos: Journal of Critical Theory, v. 14, n. 1, p. 147-162, 2020. Disponível em: <https://impactum-journals.uc.pt/kairos/article/view/9474>. Acesso em: 15 jul. 2024.

FROTA, Anesia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto termico**, f. 114. 2001. 228 p.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 4. 31 p, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). São Francisco do Oeste: panorama. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/sao-francisco-do-oeste/panorama>. Acesso em: 07 mar. 2024.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEMA). Perfil dos municípios: São Francisco do Oeste. Natal: IDEMA, 2008. Disponível em: <http://idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=PASTAC&TARG=875&ACT=&PAGE=3&PARM=&LBL=null>. Acesso em: 08 mar. 2024.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oskar Ruttkay. **Eficiência energética na arquitetura**. 1997.

LEITÃO, Tânia Marisa Bárrios. **Estratégias passivas para a otimização do desempenho energético de edifícios no âmbito do REH**. Covilhã, 2015 Dissertação (Engenharia Civil) - UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR.

LIMA, Raquel Rodrigues. Arquitetura Vernácula e Habitação de Interesse Social. In: ENANPARQ, n. 1. 2010, Rio de Janeiro. 13 p.

MELO, Cristina Silveira; RIBEIRO, William Martins. Análise das representações sociais sobre a identidade étnico-racial de estudantes indígenas. *Anais do VII Seminário*

Internacional Étnico Racial, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2019. Disponível em: https://ojs.eniac.com.br/index.php/Anais_Sem_Int_Etn_Racial/article/view/608. Acesso em: 15 jul. 2024.

REIS, Henrique; CASTRO, Maria. Arquitetura vernácula e sustentabilidade: Arquitetura montessoriana e características vernaculares brasileiras. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba. 8 p, 2020.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. SciELO - Editora UnB, f. 64, 2012. 127 p.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Reabilitação ambiental sustentável arquitetônica e urbanística**: registro de curso de especialização a distância, f. 401. 2021. 802 p.

RUAS, Álvaro Cesar. **Sistematização da avaliação de conforto térmico em ambientes edificadas e sua aplicação num software**. Campinas - SP, 2002 Tese (Engenharia Civil) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS.

SANCHO, Thaís Aurora Vilela; TEIXEIRA, Éderson. Estratégias bioclimáticas que influenciam no conforto térmico: os hospitais Sarah Brasília e Sarah Lago Norte. In: MIGLIORINI, Jeanine Mafra (org.). *Arquitetura e urbanismo: patrimônio, sustentabilidade e tecnologia 3*. Ponta Grossa - PR: Atena, 2021. p. 14-32. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.1222116072>

VETTORAZZI, Egon; RUSSI, Madalena; SANTOS, Joaquim C. Pizzutti dos. A utilização de estratégias passivas de conforto térmico e eficiência energética para o desenvolvimento de uma habitação unifamiliar. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SUSTENTABILIDADE E HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL. 2010, Porto Alegre. 10 p.

APÊNDICES

PROJETO RESIDENCIAL



SOLUÇÕES TÉCNICAS E CONSTRUTIVAS

SOMBREAMENTO DAS JANELAS

SOMBREAMENTO ATRAVÉS DA PLATIBANDA DO TELHADO
PREVENÇÃO DA INTENSA RADIAÇÃO SOLAR DIRETA;
ESTRATÉGIA APLICADA EM TODAS AS FACHADAS.



COBOGÓS

SOMBREAMENTO EFICIENTE
PREVENÇÃO DA INTENSA RADIAÇÃO SOLAR DIRETA;
PERMITE ENTRADA DE ILUMINAÇÃO E VENTILAÇÃO NATURAL



ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS

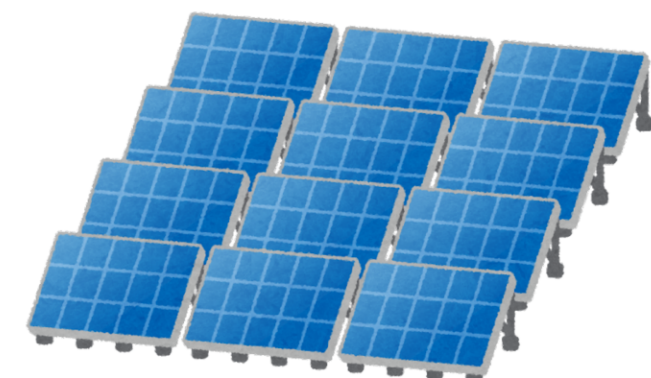
PERGOLADO COM VEGETAÇÃO

SOMBREAMENTO NATURAL
EFICIÊNCIA DE UM SOMBREAMENTO NATURAL FACILITANDO A
RENOVAÇÃO DO AR

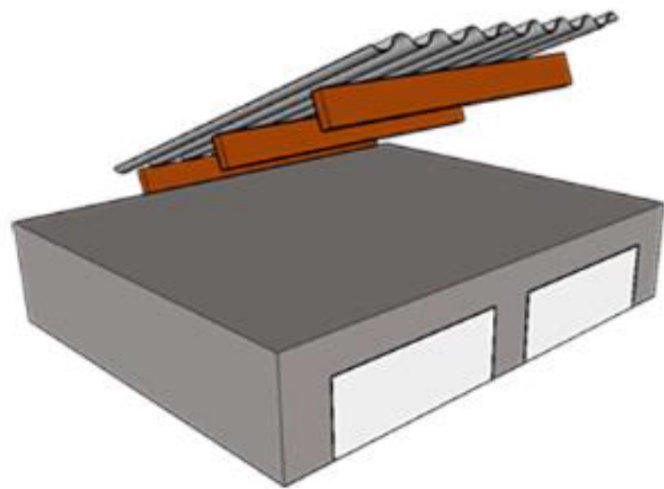


PLACAS FOTOVOLTÁICAS

ENERGIA LIMPA E RENOVÁVEL
CONVERTEM A ENERGIA DA LUZ SOLAR EM ELETRICIDADE;



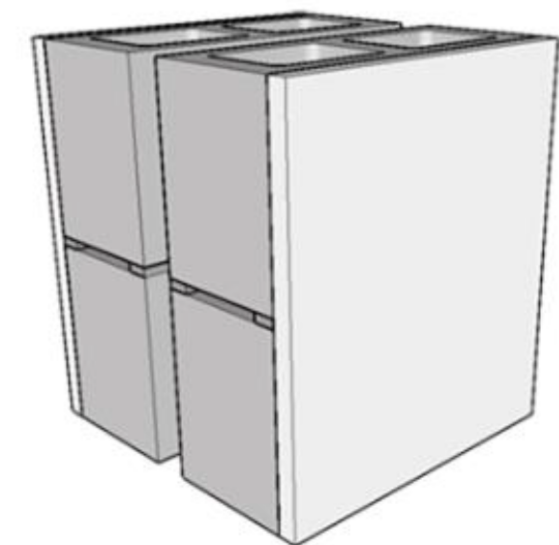
SOLUÇÕES TÉCNICAS E CONSTRUTIVAS



FONTE: PROJETEE

COBERTURA PROPOSTA

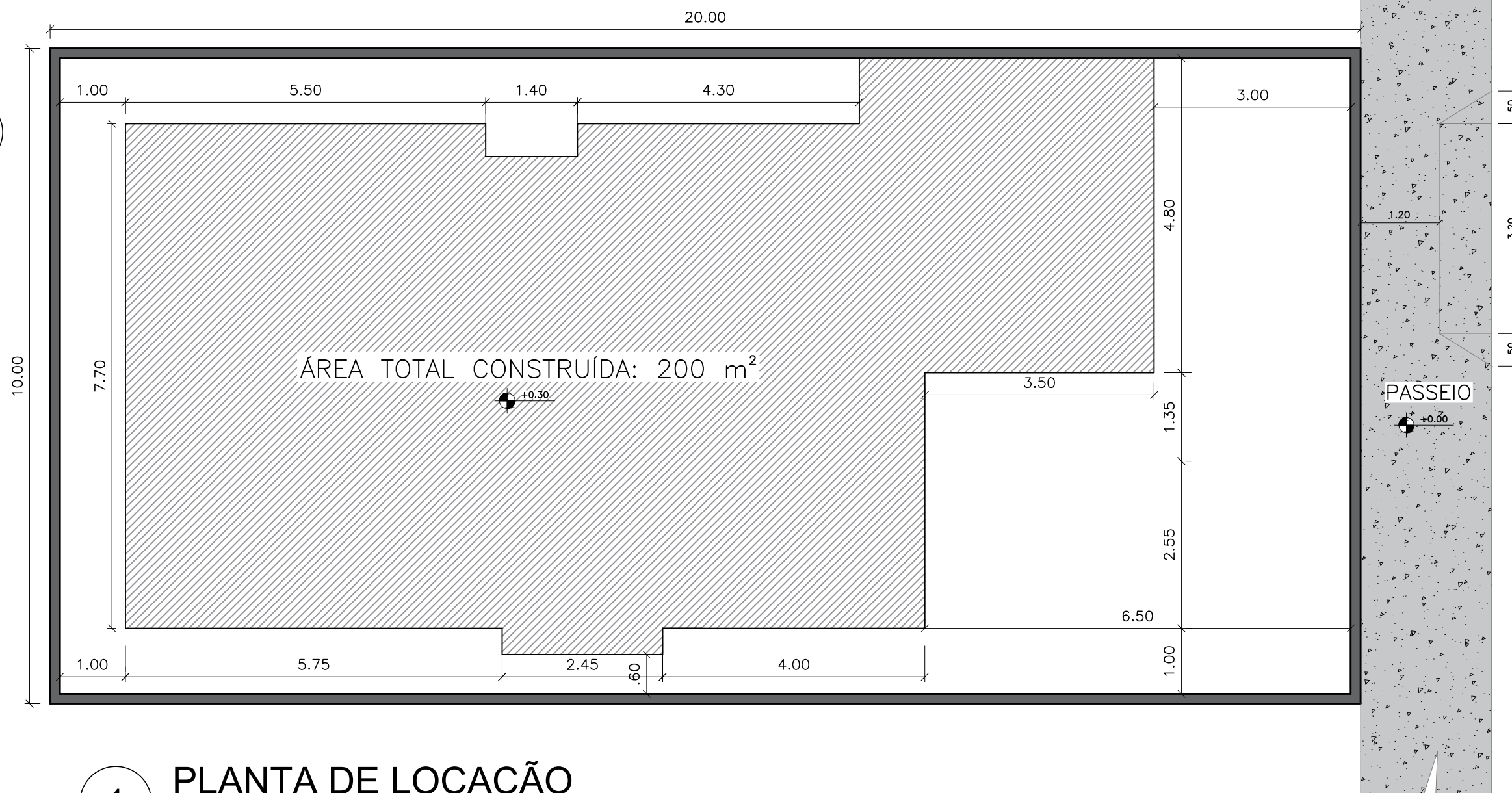
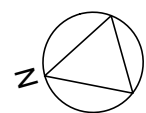
LAJE NERVURADA COM PREENCHIMENTO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO DE 22,5 CM, CÂMARA DE AR COM ESPESSURA SUPERIOR A 5,0 CM, E COBERTA POR TELHAS DE FIBROCIMENTO DE 0,8 CM



FONTE: PROJETEE

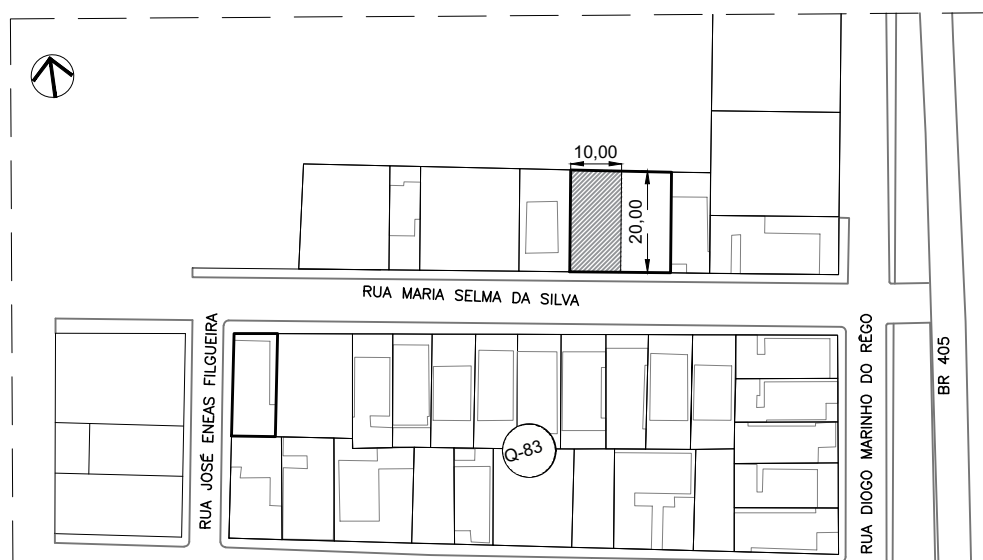
PAREDE PROPOSTA

ARGAMASSA INTERNA 2,5 CM, BLOCO DE CONCRETO 14X19X39 CM, CÂMARA DE AR DE 4 CM, BLOCO DE CONCRETO 14X19X39 CM E ARGAMASSA EXTERNA DE 2,5 CM



1 PLANTA DE LOCAÇÃO

ESCALA 1:75



2 PLANTA DE SITUAÇÃO

ESCALA 1:1500

QUADRO DE ÁREAS	
ÁREA DO LOTE	200 m ²
PERÍMETRO DO LOTE	60 m
ÁREA CONSTRUÍDA	200 m ²
ÁREA PERMEÁVEL	40,09 m ²

ÍNDICES URBANÍSTICOS	
ÍTEM	LEGISLAÇÃO
TAXA DE OCUPAÇÃO (MÁXIMO)	80%
ÁREA PERMEÁVEL (MÍNIMO)	20%
GABARITO (MÁXIMO)	7 PAVIMENTOS
RECUOS (MÍNIMOS)	FRONTAL: 3,00 LATERAL: 0,60 FUNDOS: 1,00

PROJETO:
PROJETO RESIDENCIAL

DISCIPLINA:
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ORIENTADOR:
PROF. DR. EDUARDO RAIMUNDO DIAS NUNES

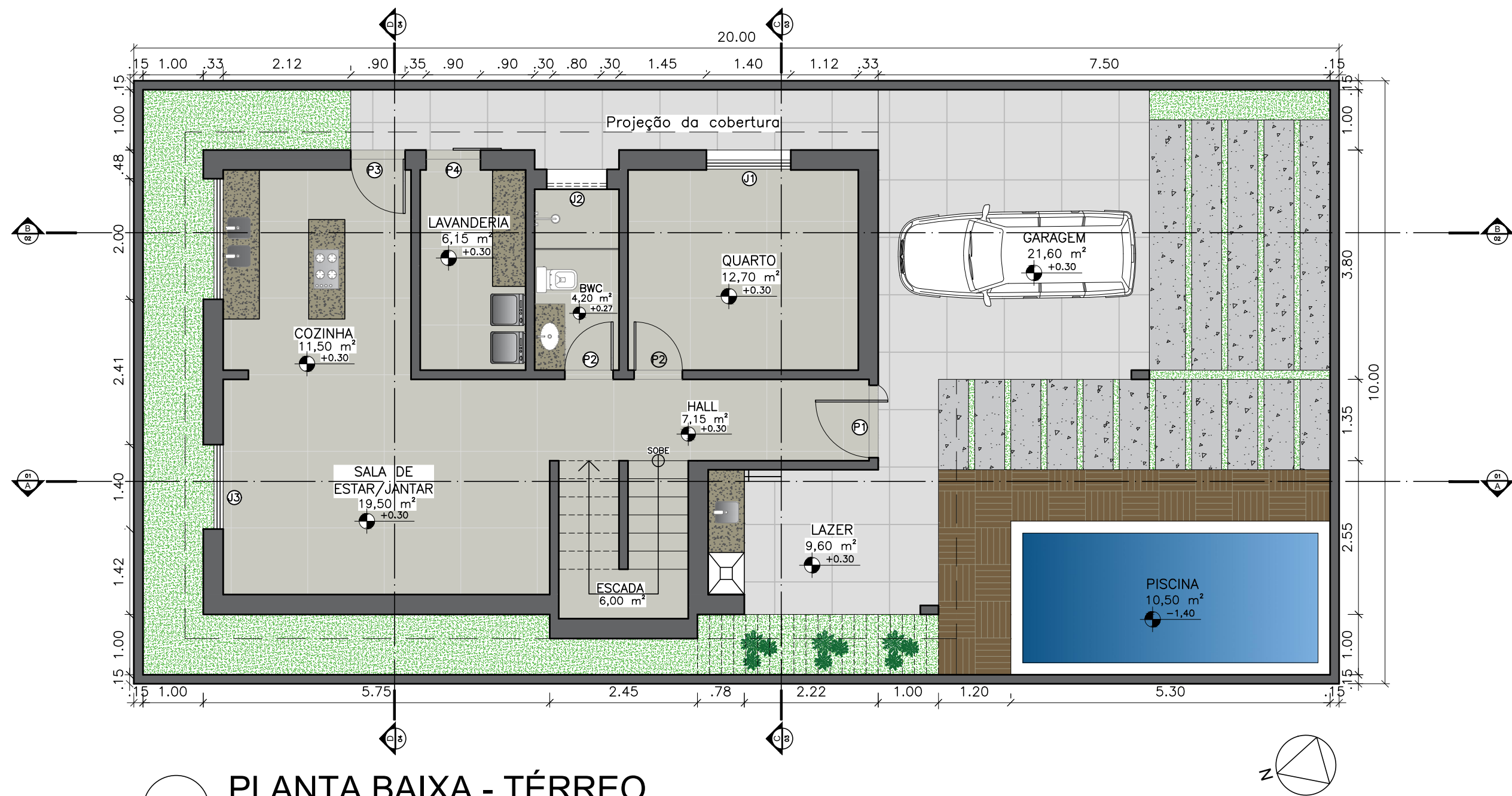
AUTORA:
MARIA JAMILY DE CASTRO SOUSA

PLANTAS:
LOCAÇÃO E SITUAÇÃO

PRANCHA:
1/10







1 PLANTA BAIXA - TÉRREO
ESCALA 1:75

TABELA DE ESQUADRIAS

COD.	TIPO	DIMENSÕES (LxA)	PEITORIL	QTD.
P1	PORTA PIVOTANTE	1.20x2.10	—	1
P2	PORTA DE GIRO	0.80x2.10	—	8
P3	PORTA DE GIRO	0.90x2.10	—	1
P4	PORTÃO ALUMÍNIO	0.90x2.10	—	1
P5	PORTÃO DE CORRER	1.40x2.10	—	1
J1	JANELA DE CORRER	1.40x1.00	1.10	2
J2	JANELA BASCULANTE	1.00x0.40	1.70	3
J3	JANELA DE CORRER	1.40x1.40	0.70	2

QUADRO DE ÁREAS

AMBIENTE	ÁREA	%ABERTURA
GARAGEM	21,60 m ²	—
ÁREA DE LAZER	9,60 m ²	—
QUARTO	12,70 m ²	11,02%
BANHEIRO	4,20 m ²	9,50%
LAVANDERIA	6,15 m ²	—
COZINHA	11,50 m ²	10,43%
SALA ESTAR/JANTAR	19,50 m ²	10,05%

PROJETO:
PROJETO RESIDENCIAL

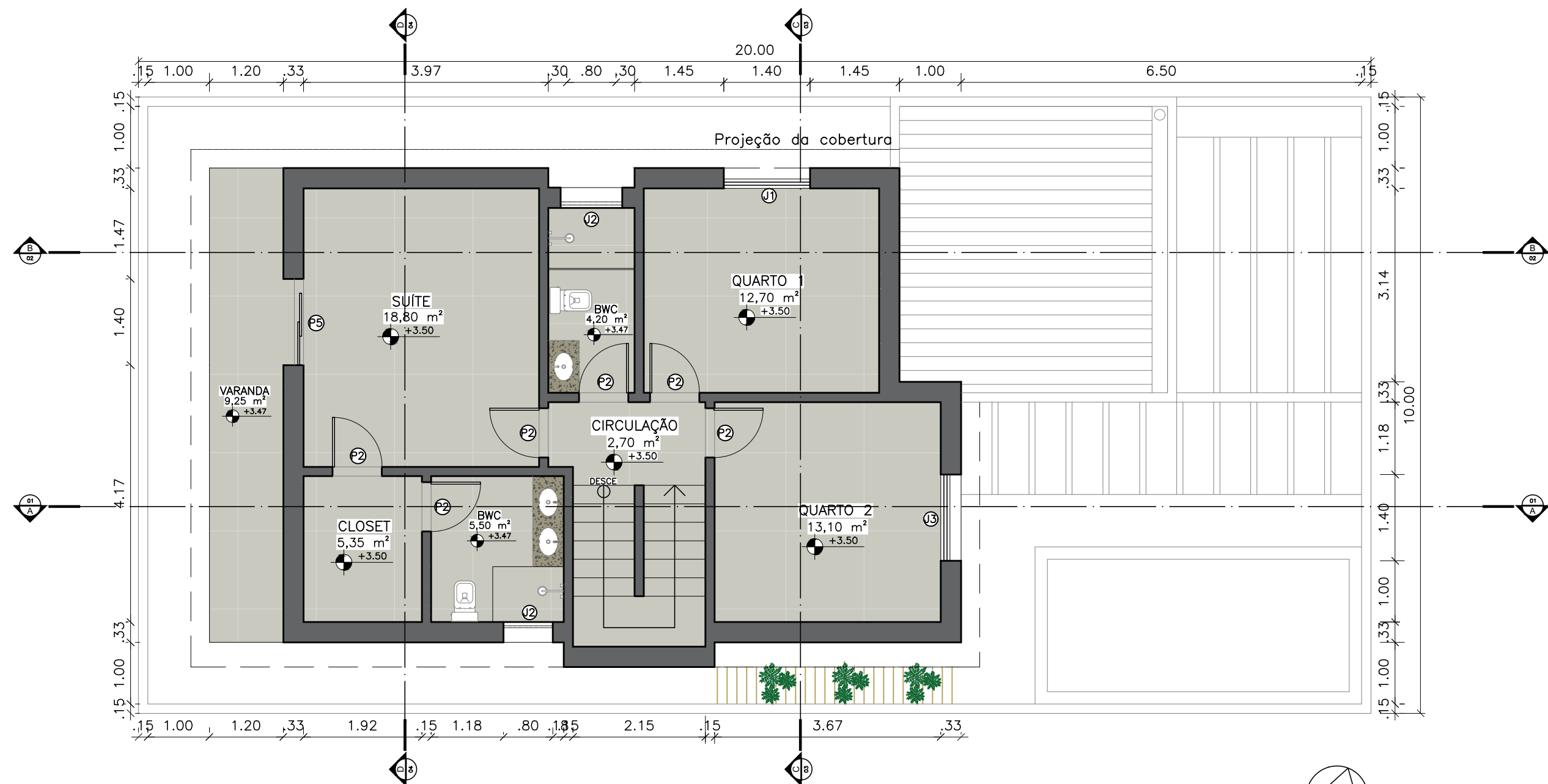
DISCIPLINA:
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ORIENTADOR:
PROF. DR. EDUARDO RAIMUNDO DIAS NUNES

AUTORA:
MARIA JAMILY DE CASTRO SOUSA

PLANTAS:
PLANTA BAIXA

PRANCHA:
3/10



1 PLANTA BAIXA - SUPERIOR

ESCALA 1:75

QUADRO DE ÁREAS		
AMBIENTE	ÁREA	%ABERTURA
QUARTO 1	12,70 m²	11,02%
QUARTO 2	13,10 m²	14,96%
BANHEIRO	4,20 m²	9,50%
SUÍTE	18,80 m²	15,63%
BWC SUÍTE	5,50 m²	7,30%

TABELA DE ESQUADRIAS				
COD.	TIPO	DIMENSÕES (LxA)	PEITORIL	QTD.
P1	PORTA PIVOTANTE	1.20x2.10	—	1
P2	PORTA DE GIRO	0.80x2.10	—	8
P3	PORTA DE GIRO	0.90x2.10	—	1
P4	PORTÃO ALUMÍNIO	0.90x2.10	—	1
P5	PORTÃO DE CORRER	1.40x2.10	—	1
J1	JANELA DE CORRER	1.40x1.00	1.10	2
J2	JANELA BASCULANTE	1.00x0.40	1.70	3
J3	JANELA DE CORRER	1.40x1.40	0.70	2

PROJETO:
PROJETO RESIDENCIAL

DISCIPLINA:
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ORIENTADOR:
PROF. DR. EDUARDO RAIMUNDO DIAS NUNES

AUTORA:
MARIA JAMILY DE CASTRO SOUSA

PLANTAS:
PLANTA BAIXA

PRANCHA:
4/10

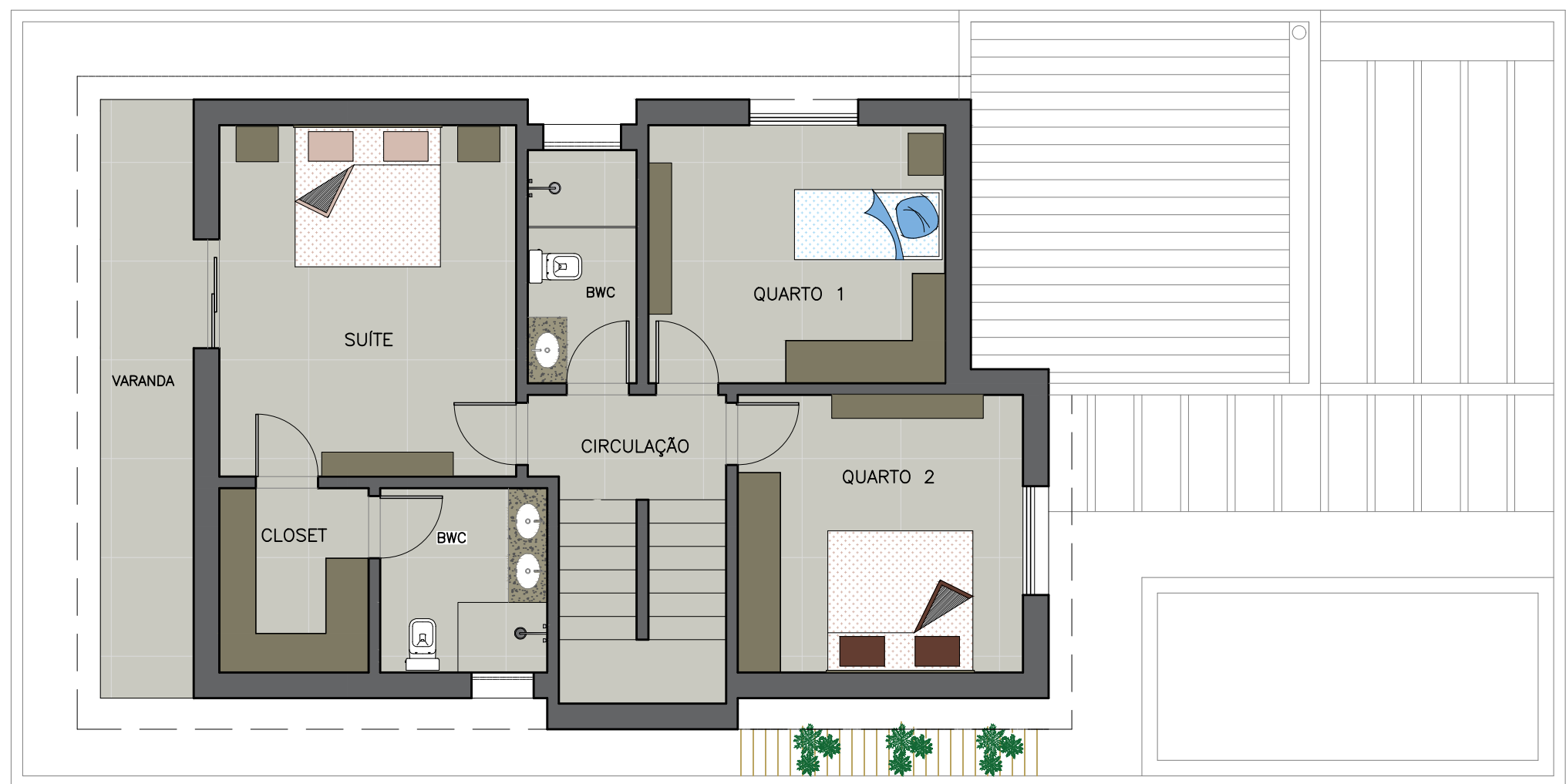




1 PLANTA DE LAYOUT - TÉRREO
ESCALA 1:75



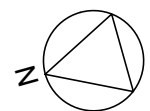
PROJETO: PROJETO RESIDENCIAL		
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO		
ORIENTADOR: PROF. DR. EDUARDO RAIMUNDO DIAS NUNES		
AUTORA: MARIA JAMILY DE CASTRO SOUSA		
PLANTAS: PLANTA BAIXA	PRANCHA: 5/10	



1

PLANTA DE LAYOUT - SUPERIOR

ESCALA 1:75



PROJETO:
PROJETO RESIDENCIAL

DISCIPLINA:
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ORIENTADOR:
PROF. DR. EDUARDO RAIMUNDO DIAS NUNES

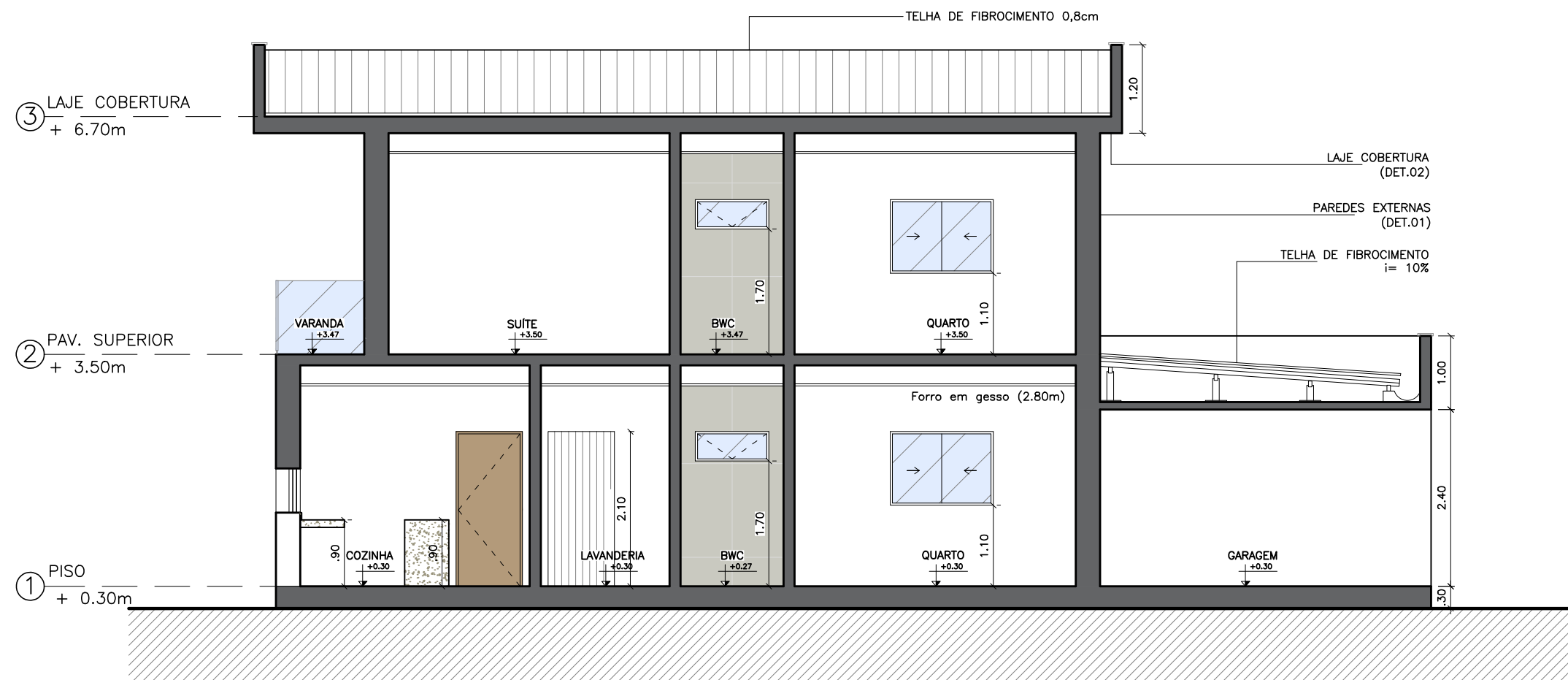
AUTORA:
MARIA JAMILY DE CASTRO SOUSA

PLANTAS:
PLANTA BAIXA

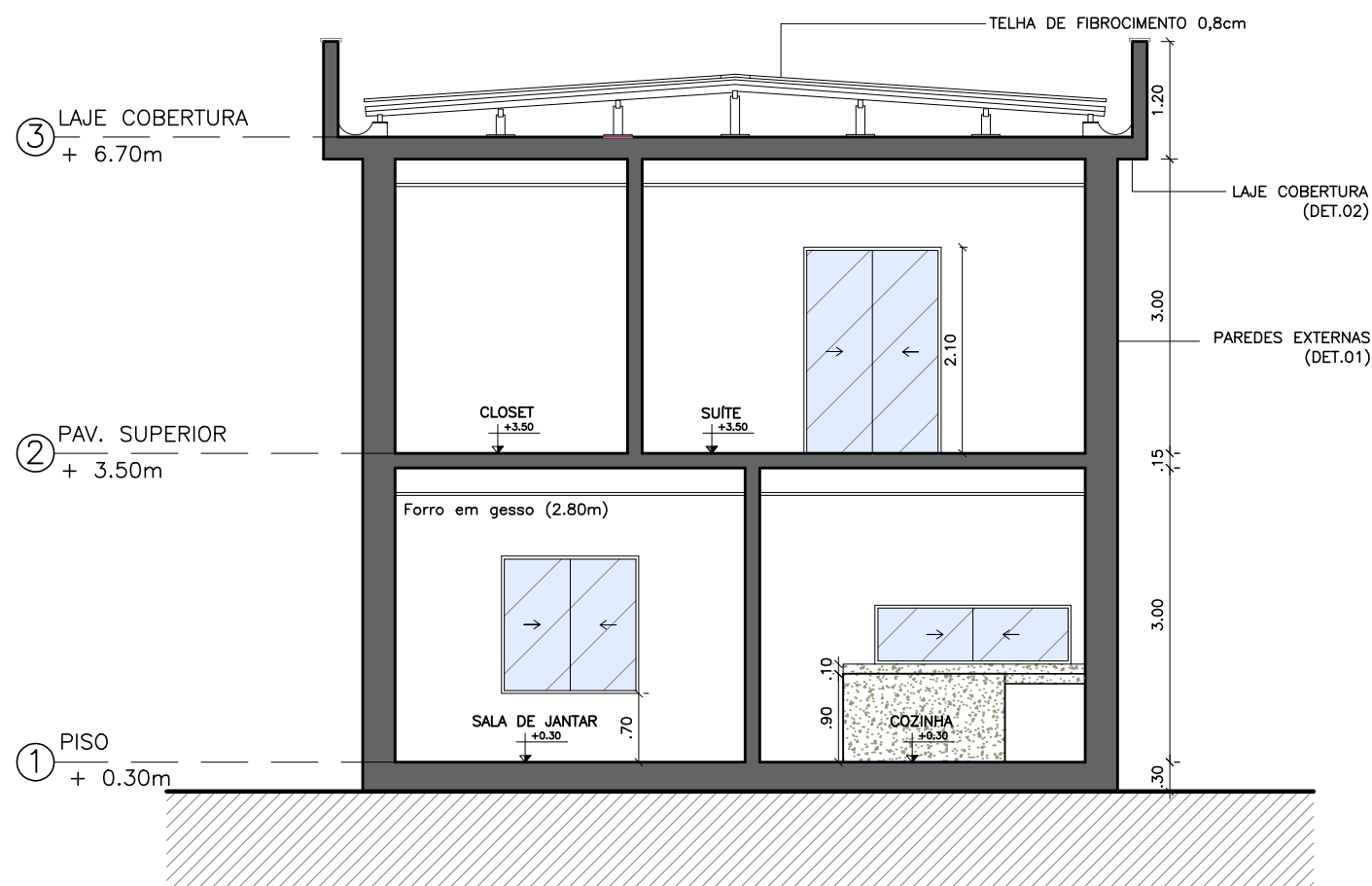
PRANCHA:
6/10



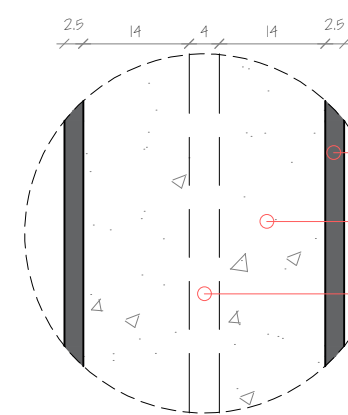
**ARQUITETURA
E URBANISMO**
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO



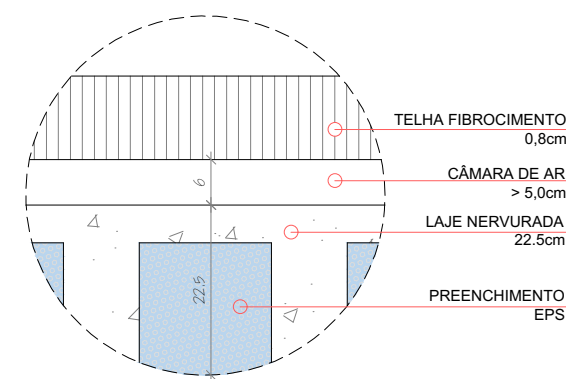
1 CORTE BB
ESCALA 1:75



2 CORTE DD
ESCALA 1:75



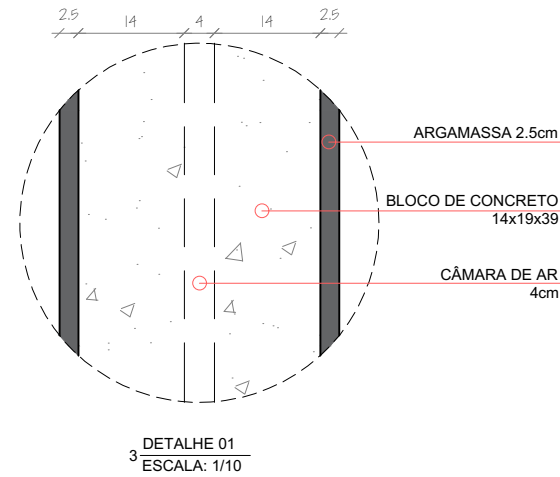
3 DETALHE 01
ESCALA: 1/10



4 DETALHE 02
ESCALA: 1/10

PROJETO: PROJETO RESIDENCIAL	
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
ORIENTADOR: PROF. DR. EDUARDO RAIMUNDO DIAS NUNES	
AUTORA: MARIA JAMILY DE CASTRO SOUSA	
PLANTAS: CORTES	PRANCHA: 7/10

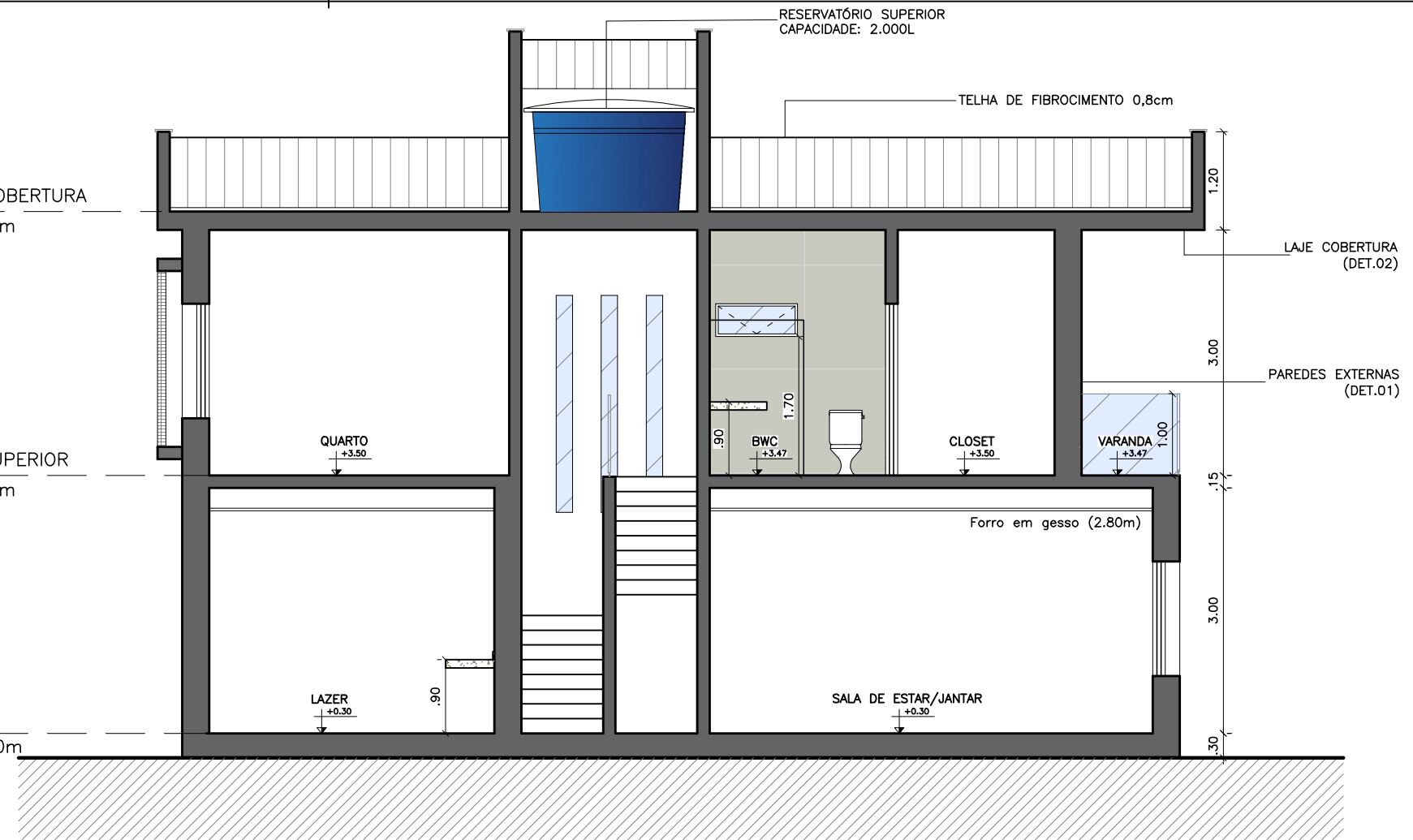




③ LAJE COBERTURA
+ 6.70m

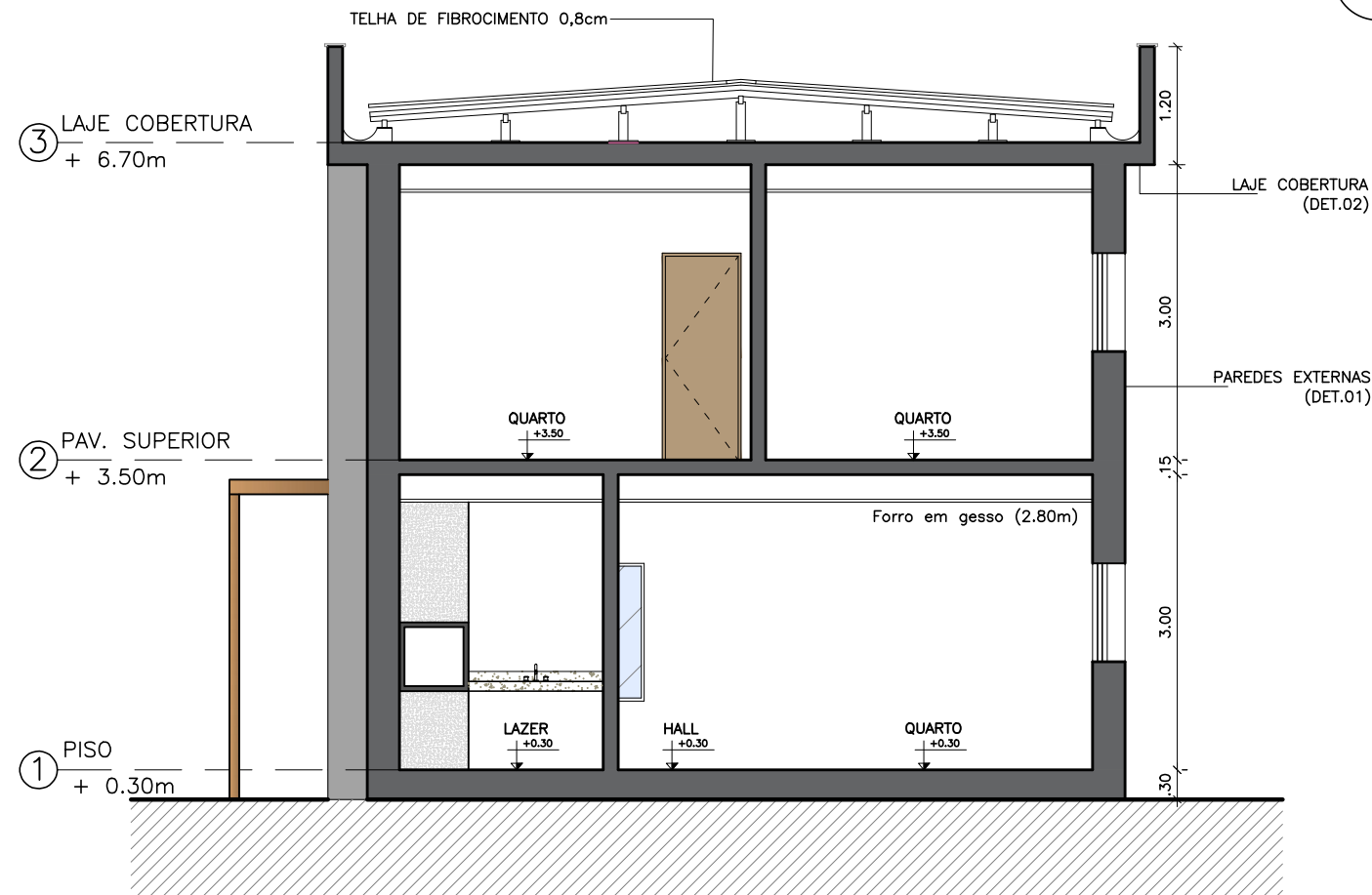
② PAV. SUPERIOR
+ 3.50m

① PISO
+ 0.30m



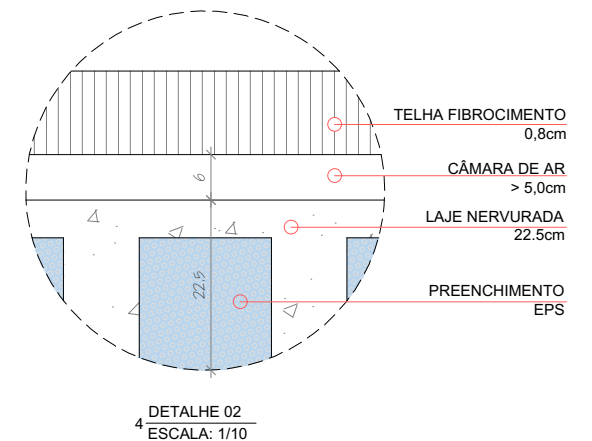
1 CORTE AA

ESCALA 1:75



2 CORTE CC

ESCALA 1:75



PROJETO:
PROJETO RESIDENCIAL

DISCIPLINA:
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

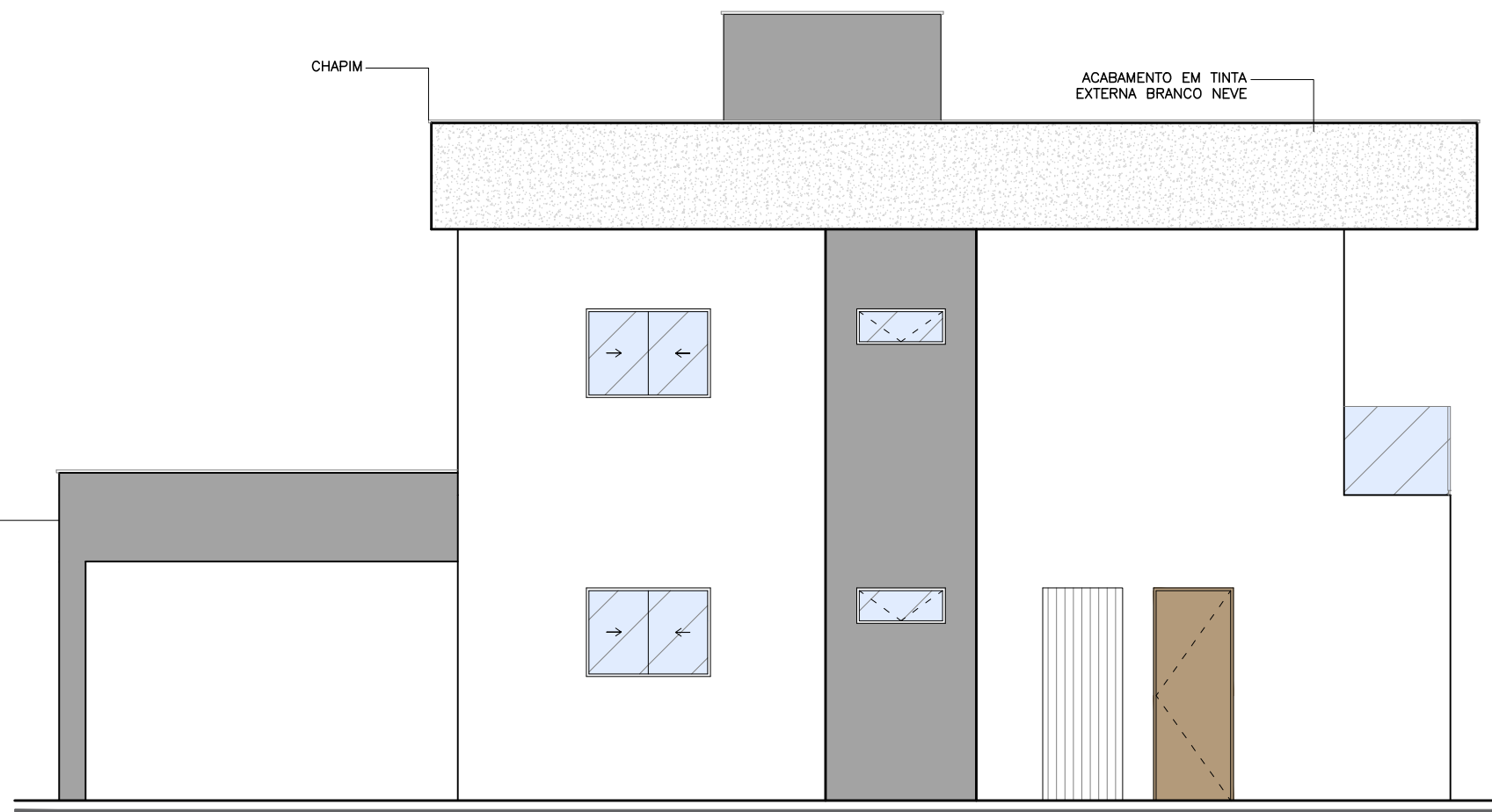
ORIENTADOR:
PROF. DR. EDUARDO RAIMUNDO DIAS NUNES

AUTORA:
MARIA JAMILY DE CASTRO SOUSA

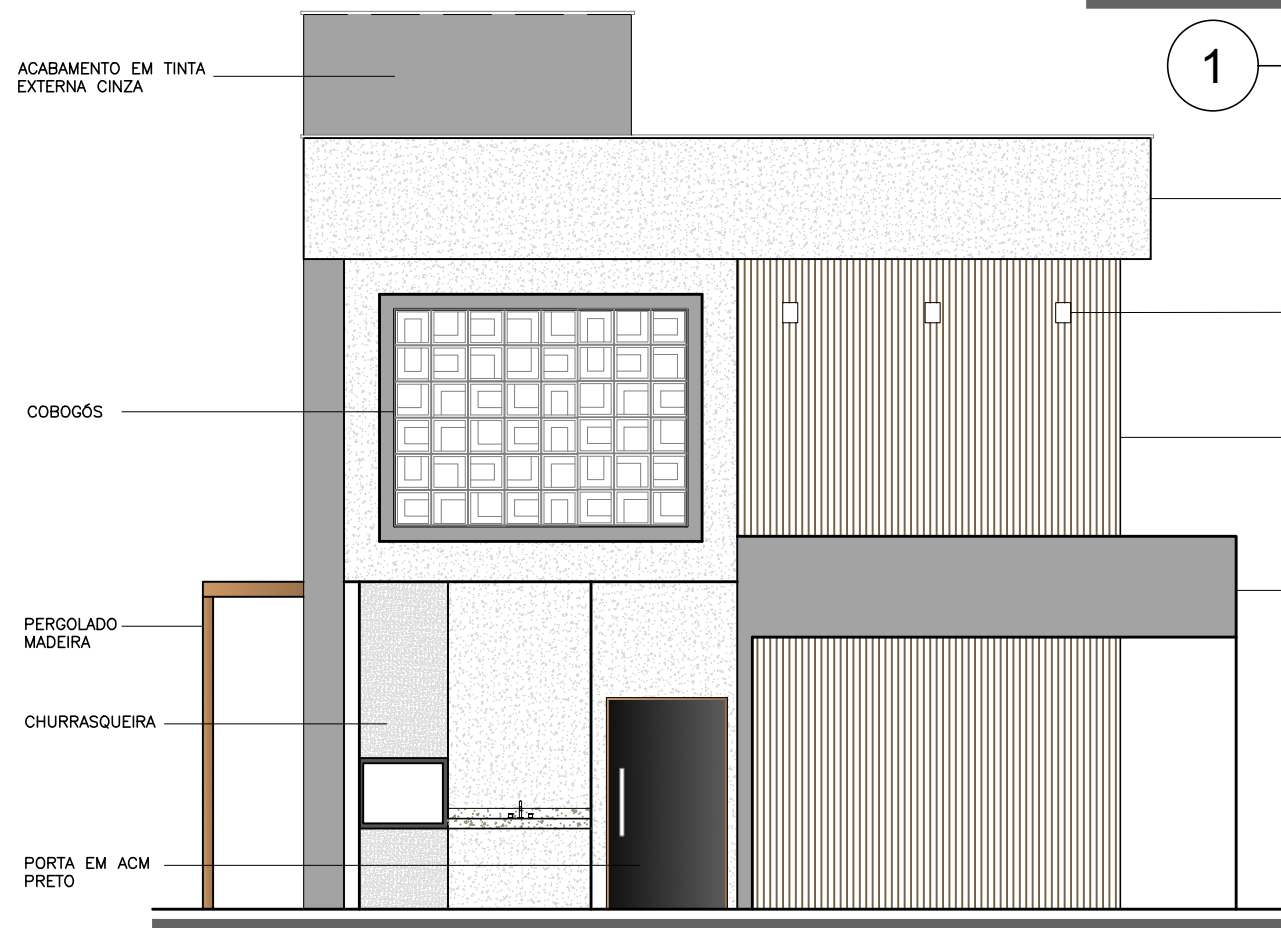
PLANTAS:
CORTES

PRANCHA:
8/10





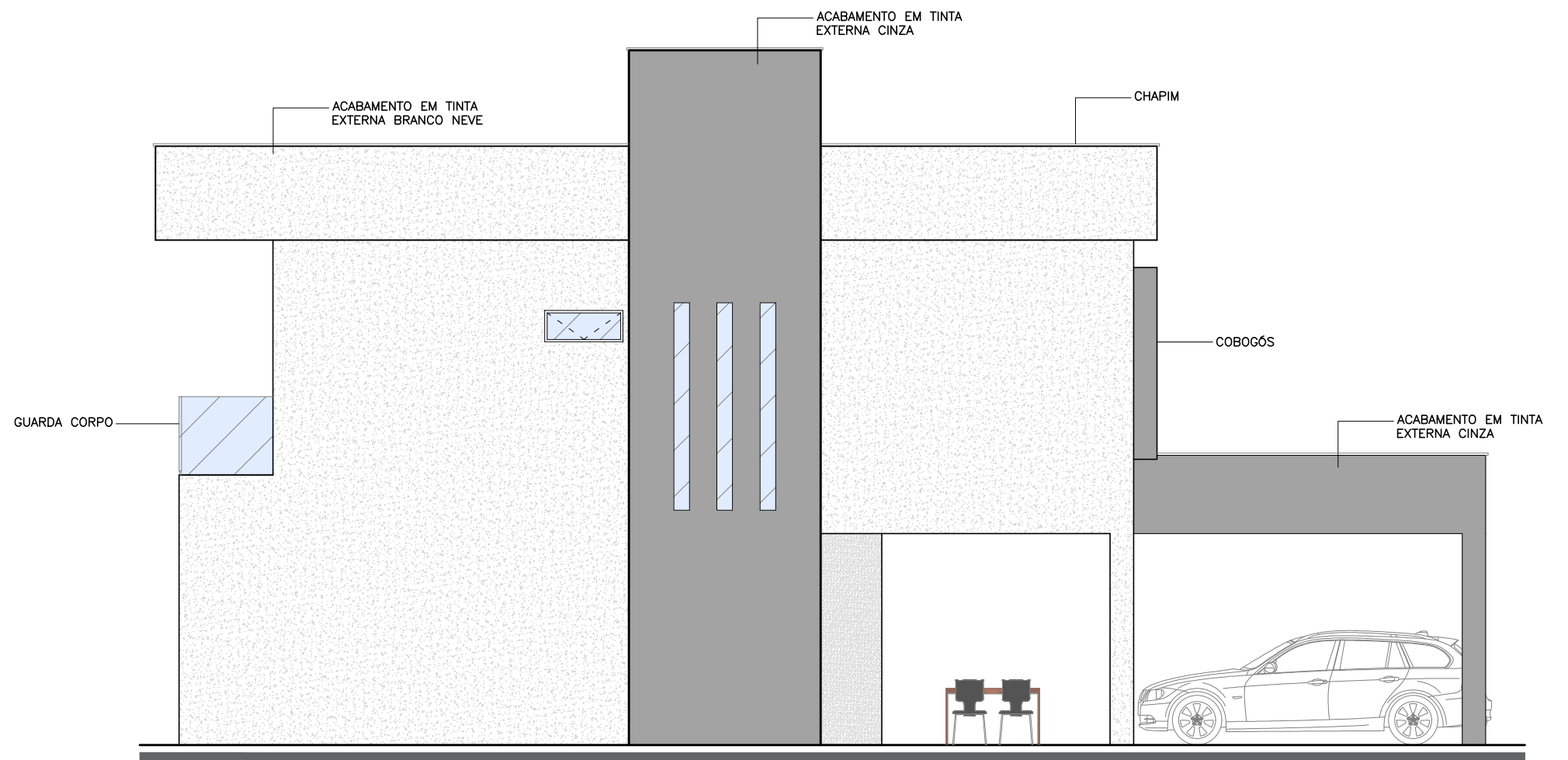
1 FACHADA LATERAL DIREITA
ESCALA 1:75



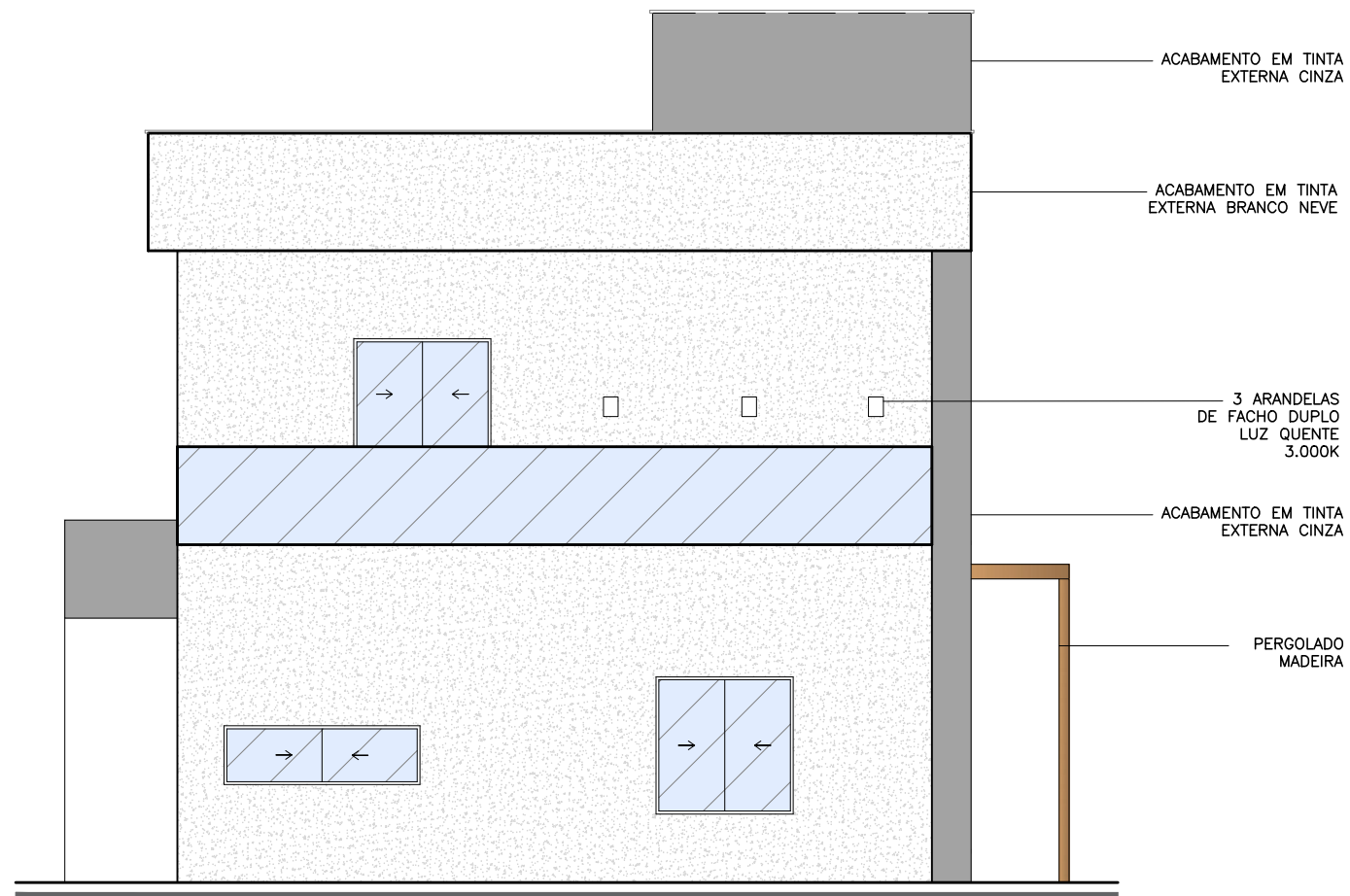
2 FACHADA FRONTAL
ESCALA 1:75

PROJETO: PROJETO RESIDENCIAL	
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
ORIENTADOR: PROF. DR. EDUARDO RAIMUNDO DIAS NUNES	
AUTORA: MARIA JAMILY DE CASTRO SOUSA	
PLANTAS: FACHADAS	PRANCHA: 9/10





1 FACHADA LATERAL ESQUERDA
ESCALA 1:75



2 FACHADA POSTERIOR
ESCALA 1:75

PROJETO:
PROJETO RESIDENCIAL

DISCIPLINA:
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ORIENTADOR:
PROF. DR. EDUARDO RAIMUNDO DIAS NUNES

AUTORA:
MARIA JAMILY DE CASTRO SOUSA

PLANTAS:
FACHADAS

PRANCHA:
10/10

