



CENTRO UNIVERSITÁRIO DO ESTADO DO PARÁ
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO E EXTENSÃO
CURSO DE BACHARELADO EM ARQUITETURA E URBANISMO

**ANTEPROJETO DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA COM
ESTRATÉGIAS PARA EFICÊNCIA ENERGÉTICA**

Hérica Raiane Costa Pereira

Belém – PA

2023

Hérica Raiane Costa Pereira

**ANTEPROJETO DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA COM
ESTRATÉGIAS PARA EFICÊNCIA ENERGÉTICA**

Trabalho de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário do Pará (CESUPA) como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo, do Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA).

Orientador: Prof . Me. Paulo Dantas.

Belém – PA

2023

Hérica Raiane Costa Pereira

**ANTEPROJETO DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA COM
ESTRATÉGIAS PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário do Estado do Pará
(CESUPA).

Banca Examinadora:

Apresentado em: ___/___/___

_____ - Orientador

Prof. Me. Paulo Dantas

Centro Universitário do Estado do Pará

_____ - Examinador

Prof. Me. Tales Albuquerque Kamel

Centro Universitário do Estado do Pará

_____ - Examinador

Profa. Ma. Thais Zumero Toscano

Centro Universitário do Estado do Pará

Belém – PA

2023

AGRADECIMENTOS

Foram longos anos de persistência, abdições e proações para chegar neste momento tão aguardado, anos que pude ajudar e ser ajudada, anos os quais muitas pessoas por vezes não tinham o porquê de entregar-me tanto, mas entregaram.

Nessa jornada pela busca do ensino superior gostaria de agradecer ao meu namorado Manoel Neto pelo constante suporte, sendo o meu braço direito e esquerdo mesmo antes do início deste curso. Aos meus pais, Cosme Pereira e Iraneide Costa, pelo apoio desde o início dos meus estudos. À família Campos pelo suporte depositado a mim, em especial a minha amada sogra, Edna Campos.

Além disso, agradeço aos meus colegas e amigos que o ambiente acadêmico me proporcionou como Thalia Martins, João Victor Monteiro e Ingrid Almeida pela colaboração em diversos trabalhos, e pela parceria ao longo do curso de Maria Luiza Paes, Victoria Calandrini, Gabriela Pombo, Amanda Melo e Eduardo Santiago. Assim como, agradeço os meus professores pelo conhecimento repassado e pela disponibilidade em ajudar, em especial ao meu orientador, Paulo Dantas, pela sua atenção ao longo deste trabalho.

No mais, expresso minha profunda gratidão a Deus por este momento, pois reconheço que sem Ele nada disso estaria sendo concretizado.

“Olhar para trás após uma longa caminhada pode fazer perder a noção da distância que percorremos, mas se nos detivermos em nossa imagem, quando a iniciamos e ao término, certamente nos lembraremos o quanto nos custou chegar até o ponto final, e hoje temos a impressão de que tudo começou ontem. Não somos mais os mesmos, mas sabemos mais uns dos outros (...)”

Guimarães Rosa

RESUMO

A indústria da construção civil destaca-se como uma das principais fontes de poluição ambiental, tornando a mudança desse cenário importante. Estudos comprovam que as técnicas construtivas e a escolha inadequada de materiais impactam diretamente o meio ambiente, influenciando o conforto térmico dos usuários. Além do mais, falta de eficiência nos projetos pode resultar no aumento do consumo de energia elétrica por meio de aparelhos de ar condicionado e de sistemas de iluminação artificial, muitas vezes proveniente de fontes não renováveis. Essa problemática pode ser revertida mediante a adoção de práticas mais sustentáveis por parte dos profissionais da construção civil. A aplicação de métodos eficientes, com foco na arquitetura bioclimática, busca estratégias passivas para otimizar o desempenho térmico e energético das edificações, além disso, a escolha de materiais de baixo impacto ambiental é crucial. No contexto apresentado, um projeto de residência unifamiliar na região amazônica exemplifica a implementação de técnicas construtivas eficazes, a redução do descarte de resíduos, o uso de energia renovável e a automação residencial como medidas concretas para promover a sustentabilidade.

Palavras-chave: Arquitetura Bioclimática, Conforto Térmico, Residência Unifamiliar.

ABSTRACT

The construction industry stands out as one of the main sources of environmental pollution, making it crucial to change this scenario. Studies confirm that construction techniques and inappropriate material choices directly impact the environment, influencing the thermal comfort of users. Furthermore, inefficiency in designs can lead to increased electricity consumption through appliances such as air conditioning and artificial lighting systems, often sourced from non-renewable energy. This issue can be reversed by adopting more sustainable practices by construction professionals. The application of efficient methods, focusing on bioclimatic architecture, seeks passive strategies to optimize the thermal and energy performance of buildings. Additionally, the choice of low-impact environmental materials is crucial. In the presented context, a single-family residence project in the Amazon region exemplifies the implementation of effective construction techniques, waste reduction, the use of renewable energy, and home automation as concrete measures to promote sustainability.

Keywords: Bioclimatic Architecture, Thermal Comfort, Single-Family Residence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo projetual - Casa Meditação & Trabalho.....	4
Figura 2: Espaços fluidos.....	6
Figura 3: Exemplo de ambiente com eficiência energética.....	7
Figura 4: Exemplo projetual - House Alpha A1 – Fachada.....	9
Figura 5: Exemplo projetual - House Alpha A1 – Interior.....	10
Figura 6: Exemplo projetual - Casa Nong Ho 17 – Brises Abertas.....	10
Figura 7: Exemplo projetual - Casa Nong Ho 17 – Brises Fechadas.....	11
Figura 8: Exemplo projetual - Casa Mariposa Eco-House, vista superior.....	11
Figura 9: Exemplo projetual - Casa Mariposa Eco-House, vista fachada.....	12
Figura 10: Localização do Lote.....	13
Figura 11: Zoneamento bioclimático brasileiro.....	14
Figura 12: Tabela do zoneamento bioclimático.....	15
Figura 13: Casa 01 - região metropolitana de Belém, externa.....	15
Figura 14: Casa 01 - região metropolitana de Belém, interna.....	16
Figura 15: Casa 02 - região metropolitana de Belém, externa.....	17
Figura 16: Casa 02 - região metropolitana de Belém, interna.....	18
Figura 17: Casa 03 - região metropolitana de Belém, externa.....	18
Figura 18: Casa 03 - região metropolitana de Belém, via satélite.....	19
Figura 19: Casa 04 - região metropolitana de Belém, externa.....	20
Figura 20: Casa 04 - região metropolitana de Belém, interna.....	20
Figura 21: Casa 05 - região metropolitana de Belém, externa.....	21
Figura 22: Casa 05 - região metropolitana de Belém, via satélite.....	21
Figura 23: Casa 06 - região metropolitana de Belém, externa.....	22
Figura 24: Mapa de uso do solo.....	23
Figura 25: Mapa de gabarito.....	23
Figura 26: Térreo - Planta Baixa.....	26
Figura 27: 1 Pavimento - Planta Baixa.....	27
Figura 28: Cobertura - Planta Baixa.....	28
Figura 29: Fluxograma térreo.....	29
Figura 30: Fluxograma térreo.....	29
Figura 31: Planta de setorização do térreo.....	30
Figura 32: Planta de setorização do 1º pavimento.....	31
Figura 33: Modelagem 3d.....	32
Figura 34: Componentes construtivos das paredes.....	33
Figura 35: Componentes construtivos dos pisos e coberturas.....	33
Figura 36: Componentes construtivos dos vidros.....	34
Figura 37: Ventilação cruzada.....	34
Figura 38: Sugestão de alturas de janelas pela NBR 15575.....	35
Figura 39: Casa cata-vento.....	36
Figura 40: Suíte 01.....	37
Figura 41: Suíte master.....	37
Figura 42: Brises abertas.....	38
Figura 43: Brises fechadas.....	38
Figura 44: Ventilação cruzada - Suíte 01.....	39

Figura 45: Ventilação cruzada - Cozinha, Sala de Estar e Jantar.....	39
Figura 46: 3d com elementos eficientes.	40
Figura 47: Residência Unifamiliar - Fachada.	41
Figura 48: Térreo - Layout.	42
Figura 49: 1 pavimento - Layout.	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Ambientes e Setores.....	36
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Fontes renováveis na Matriz Energética Brasileira.....	12
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	METODOLOGIA.....	3
3	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ARQUITETURA	4
3.1	IMPORTÂNCIA DE EDIFÍCIOS SUSTENTÁVEIS E EFICIENTES.....	4
3.2	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	5
3.3	PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	7
4	REFERÊNCIAL PROJETUAL	9
4.1	PROJETO HOUSE ALPHA A1 / ARQUITETURA VIVA.....	9
4.2	PROJETO DA CASA NONG HO 17	10
4.3	PROJETO DA CASA MARIPOSA ECO-HOUSE.....	11
5	PROJETO	13
5.1	CONTEXTO	13
5.2	PROBLEMA	13
5.3	ENQUADRAMENTO URBANÍSTICO	22
5.4	PROGRAMA DE NECESSIDADES	24
5.5	FLUXOGRAMA.....	29
5.6	CONCEITO	31
5.7	PRÉ-DIMENSIONAMENTO.....	32
5.8	SOLUÇÕES DE PROJETO	32
5.9	RESULTADOS.....	41
6	CONCLUSÃO.....	44
	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

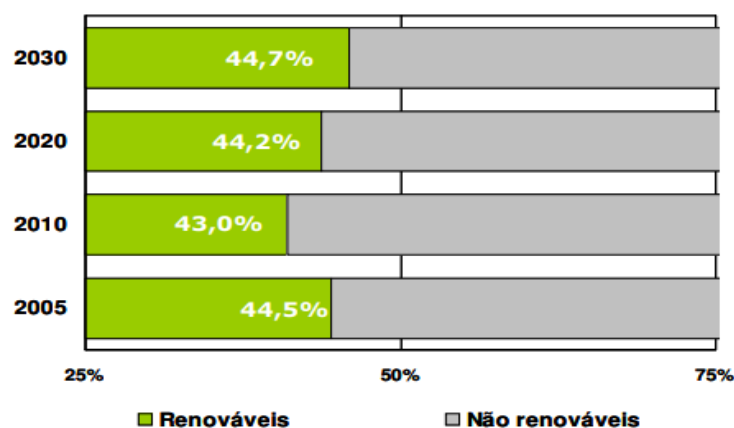
Aprender o desenvolvimento econômico, político e social a um crescimento sustentável se tornou um desafio, devido aos impactos ambientais, os quais estão refletindo negativamente na sociedade, como o aumento da temperatura ambiente, apagões devido a sobrecarga na rede elétrica, poluição do ar e entre outros. A indústria da construção civil possui alta responsabilidade por esses impactos, visto que, são utilizados diversos recursos naturais desde o início, até mesmo após finalizada uma construção, como demonstra a seguinte afirmação.

Os edifícios, uma vez construídos, continuam a ser causa de contaminação durante seu uso pela emissão de poluentes, pelo impacto no entorno e uso excessivo de água e energia para seu funcionamento. Esses impactos seguem até a fase de manutenção e demolição. O uso de materiais poluentes e não biodegradáveis geram um lixo que persiste por séculos nos grandes aterros sanitários (OLIVEIRA, Carine Nath de et al, 2009).

A partir disso, se faz necessário medidas que proliferem boas práticas, como na construção de residências visando a sua eficiência energética e sustentabilidade.

No entanto, sabe-se que nas últimas décadas houve grandes avanços das técnicas e materiais utilizados no mercado da construção civil, onde muitos projetos com demandas autossuficientes surgiram, como residências construídas com produtos sustentáveis, recicláveis, com baixo consumo de energia elétrica e de maior conforto, aumentaram consideravelmente, como podemos observar no Gráfico 1.

Gráfico 2: Fontes renováveis na Matriz Energética Brasileira.



Fonte: Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/MATRIZ%202030.pdf>. Acesso em: 20 Nov 2023.

Proporcionar conforto ambiental em um projeto arquitetônico é essencial, pois desse modo a utilização de equipamentos eletrônicos é eliminada ou diminuída, isso conforme a necessidade dos frequentadores das edificações e, conseqüentemente, ocasionando menor gasto energético no dia a dia. Sendo que, segundo Maia (2019) “o setor construtivo é responsável por aproximadamente metade do total de quilowatts produzidos no planeta. Tornando indispensável o estudo de futuras construções sem a perspectiva do seu consumo energético.”

Dessa forma, incentivar a prática de construções sustentáveis e eficientes desde o início do projeto é de suma importância, como no estudo de melhores técnicas e materiais utilizados no projeto e a busca por destinos sustentáveis para os materiais descartados durante a obra, essas são algumas das diversas medidas que causam impactos positivos na sociedade e que refletem na melhoria da qualidade de vida dos indivíduos.

Entretanto, os problemas ambientais e suas conseqüências são presentes e se agravam cada vez mais, sendo a indústria da construção civil uma das grandes responsáveis por esse cenário. Conseqüências como desperdícios de materiais utilizados durante a construção (madeira de caixaria, reboco, revestimentos, etc..), consumo excessivo de recursos naturais como a água e a alta necessidade de equipamentos eletrônicos nas residências devido ausência de estratégias que diminuam a dependência de equipamentos ativos, tornando o projeto mais sustentável. Esses são alguns dos problemas comuns resultantes da ausência de medidas visando a eficiência energética e sustentabilidade.

Visto isso, incentivar empresas com a produção de materiais sustentáveis e mudar o comportamento e a mentalidade dos profissionais que utilizam técnicas defasadas, é fundamental, pois, com o aumento populacional, aumenta também a necessidade de mais construções, do uso da energia elétrica e da água, conseqüentemente, aumenta também a necessidade da construção de novas fontes energéticas e da utilização de mais recursos naturais, os quais a cada dia se tornam mais escassos.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um anteprojeto de residência unifamiliar incorporando estratégias bioclimáticas que o torne termicamente confortável e eficiente energeticamente na cidade de Belém do Pará. O qual possui

objetivos específicos como a identificação de conceitos e critérios de sustentabilidade na arquitetura; Demonstração da importância dos impactos causados a partir de um projeto que implemente fontes alternativas de energia elétrica, do melhor aproveitamento da luz solar, da construção que favoreça a ventilação natural, etc..; Comprovação através de pesquisas a importância da aplicação de estratégias de projeto.

2 METODOLOGIA

O processo de concepção deste anteprojeto fundamenta-se na elaboração de uma metodologia que envolve o levantamento de dados, obtidos principalmente por meio de consulta a livros, artigos e revistas. Nesse contexto, será adotada a pesquisa bibliográfica.

Além disso, o trabalho explora a relação e os impactos decorrentes de métodos construtivos, tanto inadequados quanto adequados, no cotidiano dos usuários. Assim como compreender a arquitetura bioclimática e sua relevância nos tempos atuais, considerando os impactos ambientais cada vez mais presentes na sociedade e o bem-estar dos usuários.

Além disso, o trabalho será composto por referências projetuais e do levantamento técnico das medidas do local da construção da residência unifamiliar, onde, as informações obtidas durante o levantamento de dados e a pesquisa serão projetadas na estrutura da construção, definindo o pré-dimensionamento da residência, assim como, as estratégias bioclimáticas que favoreçam a sua manutenção e eficiência, sendo essas etapas após a averiguação do programa de necessidades definido previamente com os clientes.

Posteriormente, serão desenvolvidas informações computadorizadas por meio do uso de softwares como Revit, 3ds Max, Corona Renderer, entre outros. Essas ferramentas têm como objetivo apresentar de maneira visual o resultado final do projeto.

3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ARQUITETURA

3.1 IMPORTÂNCIA DE EDIFÍCIOS SUSTENTÁVEIS E EFICIENTES

A prática dos projetos sustentáveis e eficientes se tornam essenciais a cada dia, tendo em vista os crescentes impactos no meio ambiente refletindo na sociedade e pelos diversos estudos que afirmam a importância da prática da arquitetura bioclimática no bem-estar dos indivíduos, onde, segundo afirma Frota, (2016):

O homem tem melhores condições de vida e de saúde quando seu organismo pode funcionar sem ser submetido a fadiga ou estresse, inclusive térmico, e a arquitetura, como uma de suas funções, deve oferecer condições térmicas compatíveis ao conforto humano no interior dos edifícios, sejam quais forem as condições climáticas externas.

Visto isso, investir em projetos que almejam o convívio harmônico dos usuários com as edificações refletem instantaneamente na saúde deles, como podemos observar na Figura 1, que se trata de um projeto localizado na Tailândia, o qual é possível verificar a sua adaptação regional, com beirais longos para proteção dos ambientes internos do contato direto dos raios solares e assim fornecer conforto térmico para os moradores.

Figura 1: Exemplo projetual - Casa Meditação & Trabalho.



Fonte: Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/1006120/casa-meditacao-and-trabalho-arsomslip-community-and-environmental-architect>. Acesso em: 15 Out 2023.

Não somente a construção civil gera muitos impactos no meio ambiente pois seu cenário requer uso intenso de recursos naturais como água, madeira e pedras, assim,

com o crescimento populacional sua demanda se torna maior, entretanto, esses recursos são finitos e com o passar do tempo se tornaram escassos, esse cenário já é uma preocupação no meio científico, como demonstra a seguinte fala:

Em termos de arquitetura, o aumento da população mundial representa maior demanda de edificações e de consumo de energia. Como resultado, várias medidas preventivas estão em voga em diversas partes do planeta, como no Brasil (LAMBERTS e outros, 2014).

Diante desse cenário, a construção de uma edificação sustentável é importante não apenas para uma determinada região e deve ser estudado e aplicado formas que andem na contramão do excesso do uso de materiais naturais os quais em um futuro próximo podem se tornar escassos devido ao uso excessivo por parte da população, como indica a seguinte afirmação:

Apesar de o arquiteto sempre ter uma preocupação ambiental e humana na concepção de seus projetos, novas exigências advindas do aumento da população, maior consumo de materiais, energia e água, exigem uma postura mais dirigida para as questões ambientais e de sustentabilidade (AB Vosgueritchian, 2006).

Nesse contexto, a implementação de projetos com abordagens sustentáveis embora frequentemente exija investimento alto no início, no dia a dia eles geram economia e no decorrer do tempo o valor investido é retornado, como no caso do uso de painéis fotovoltaicos. Além do mais, projetos bem desenvolvidos geram inovações e inspiram novos projetos, como explica a seguinte fala:

Projetos corretamente desenvolvidos, que possam ser tomados como exemplo, contribuirão para a reversão do quadro atual, ajudando a quebrar a inércia existente nas práticas de construção vigentes, através da demonstração de que novas estratégias podem ser mais vantajosas do que modelos já estabelecidos (DORIGO e outro, 2010).

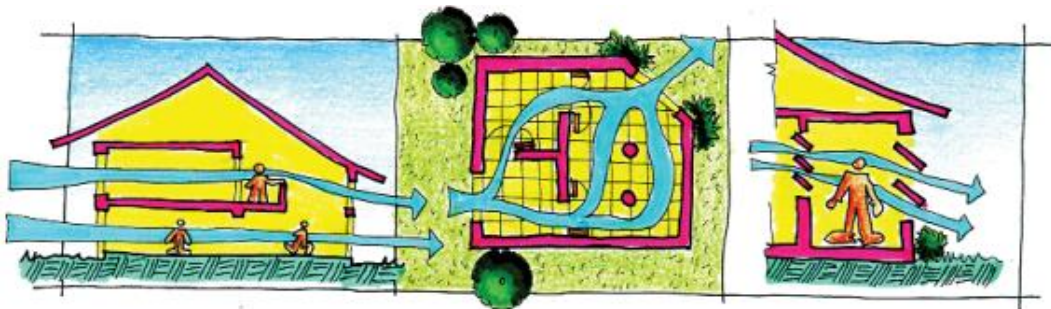
3.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Investir em eficiência energética e conforto térmico nos projetos arquitetônicos é de extrema importância não só para os proprietários que terão a tarifa de energia elétrica menor quando comparado com as construções convencionais, mas também a prática contribui para a redução do uso de energia não renovável, e essa jornada se inicia desde a concepção do projeto até a sua manutenção, sendo que algumas etapas são essenciais para atingir esse objetivo como a adaptação climática, como demonstrado na seguinte afirmação:

A resposta da edificação às variáveis climáticas externas (ventilação, insolação, temperatura, umidade) e ao comportamento do usuário (manipulação das esquadrias, acionamento dos sistemas artificiais de iluminação e condicionamento) configura o seu comportamento térmico, expresso através da variação da temperatura e umidade nos ambientes internos. O comportamento térmico da edificação é influenciado, também, pelos ganhos de calor através das superfícies (teto, parede, piso, janelas) e gerado internamente (pessoas e equipamentos), bem como pelo número de renovações de ar propiciado pela ventilação (LAMBERTS e outros, 2010).

Na Figura 2, é possível observar exemplos de efeitos da prática da ventilação cruzada, algo muito importante a ser implementado em uma construção com foco na arquitetura bioclimática.

Figura 2: Espaços fluidos.



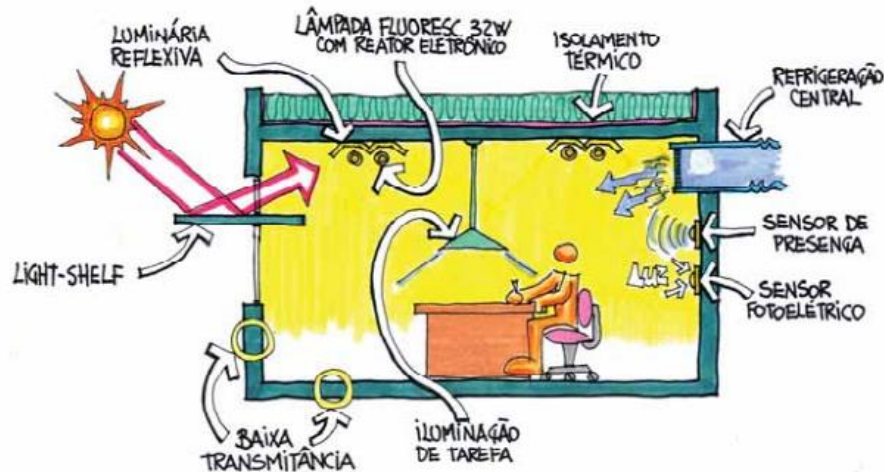
Fonte: Livro eficiência energética na arquitetura, 2014.

Um projeto que almeja bom desempenho de eficiência energética deve ser prioridade nos projetos devido a sua importância e os efeitos negativos que a sua falta causa nos usuários, os quais vão além da tarifa alta devido ao aumento do uso de equipamentos eletrônicos, as consequências da sua falta causa o uso excessivo de energia não renovável, a qual impacta negativamente no meio ambiente influenciando no aumento do efeito estufa devido a emissão de poluentes e, conseqüentemente, no aumento dos impactos refletidos na sociedade em geral e, é importante reverter este cenário e estudar cada vez mais formas que diminuam os impactos causados, como menciona a seguinte fala:

A eficiência energética busca proporcionar um uso racional das fontes de energia existentes. Algumas residências utilizam-se de energia elétrica até mesmo para abrir e fechar portas, por isso é de suma importância que a energia seja manejada adequadamente para evitar gastos desnecessários e prejuízos futuros (MAIA, 2019).

Na Figura 3, é apresentando um exemplo de ambiente eficiente, planejado para que o usuário possua conforto, e assim, evitando o desperdício de energia elétrica.

Figura 3: Exemplo de ambiente com eficiência energética.



Fonte: Livro eficiência energética na arquitetura, 2014.

A região amazônica, onde está situado o projeto em questão, apresenta um clima quente e úmido, e encontra-se a maior porcentagem do uso de aparelhos de ar condicionado no país, como afirmado na seguinte fala:

O uso de aparelhos de ar condicionado, já representa 20% do total na média nacional de consumo energético em residências, na qual a região Norte do Brasil é a que mais gasta energia com ar condicionado em residências, atingindo 40% do total do consumo residencial de energia elétrica, enquanto que a região Sudeste é a que menos consome nesta categoria de uso final. Novamente, isso se explica pelas grandes diferenças climáticas entre estas regiões (LAMBERTS e outros, 2014).

3.3 PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

As decisões estratégicas projetuais devem ser idealizadas com foco na manutenção e nos impactos que a edificação terá tanto para os usuários quanto para o meio ambiente. Isso reforça a importância de adotar métodos que promovam a eficiência desses espaços e minimizem o impacto ambiental. Essa abordagem é essencial para proporcionar conforto térmico aos usuários, destacando-se como indispensável no contexto da arquitetura bioclimática, como o que diz a seguinte informação:

As decisões de projeto influenciam fortemente o desempenho térmico, visual e energético da edificação. O arquiteto deve considerar a adequação do seu projeto ao clima local utilizando diversas estratégias de uso da luz natural, resfriamento e aquecimento passivo dos ambientes (LAMBERTS e outros, 2014).

Além disso, utilização de brises, beirais, ventilação cruzada, aberturas para aproveitar a iluminação zenital e focar também nas alternativas limpas para o uso da energia, como a energia solar, a qual demonstra ser eficaz e gerar menos impactos no meio ambiente, é muito importante para a manutenção da edificação, como define a seguinte fala sobre a energia solar:

A energia Solar foi considerada a mais viável em função de sua aplicabilidade, mesmo em locais isolados, do potencial encontrado em todo território, e, a redução dos impactos ambientais. Foram consideradas expressivas as diferenças de impacto ambiental entre as fontes estudadas e as fontes não-renováveis. (NASCIMENTO, 2016)

Dessa forma, as decisões projetuais devem incluir a adequação do projeto com a sua condição bioclimática local, como consta na NBR 15220, a qual demonstra a importância dessa adequação conforme o zoneamento bioclimático brasileiro, além disso, evitar o desperdício de alimentos e insumos energéticos com a utilização da prática da compostagem e coleta de água da chuva, são algumas alternativas também aplicáveis nas residências que almejam a sustentabilidade, como a próxima afirmação:

Ao se projetar uma habitação, é necessário aproveitar ao máximo as condições bioclimáticas e geográficas locais, estimular o uso de construções de baixo impacto ambiental, garantir a existência de áreas permeáveis e arborizadas, uso eficiente da água e energia e realizar a adequada gestão de resíduos (ARAUJO e outros, 2023).

4 REFERÊNCIAL PROJETUAL

4.1 PROJETO HOUSE ALPHA A1 / ARQUITETURA VIVA.

Figura 4: Exemplo projetual - House Alpha A1 – Fachada.



Fonte: Disponível em: <https://www.archdaily.com/883787/house-alpha-a1-arquitetura-viva>. Acesso em: 09 de Set 2023.

No projeto da House Alpha A1, conforme apresentado na Figura 4, incorporam-se diversas técnicas construtivas alinhadas à prática da bioarquitetura. Destacam-se a adoção de água de reuso, na qual todo o consumo de água em torneiras, chuveiros e lavanderia passa por um sistema de filtragem, sendo direcionada para a irrigação de plantas. Além disso, são implementadas práticas como iluminação zenital, o emprego de painéis fotovoltaicos e aquecimento solar de águas, contribuindo para uma expressiva redução nas despesas com energia. A Figura 5 oferece uma visão interna da residência, revelando a utilização das práticas mencionadas (ArchDaily, 2017).

Figura 5: Exemplo projetual - House Alpha A1 – Interior.



Fonte: Disponível em: <https://www.archdaily.com/883787/house-alpha-a1-arquitetura-viva>. Acesso em: 09 de Set 2023.

4.2 PROJETO DA CASA NONG HO 17

Figura 6: Exemplo projetual - Casa Nong Ho 17 – Brises Abertas.



Fonte: Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/973610/casa-nong-ho-17-skarn-chaiyawat>. Acesso em: 09 Set 2023.

Nas imagens apresentadas nas Figuras 6 e 7, surge a Casa Nong Ho 17, uma residência que se adapta ao clima de sua região, no caso, a Tailândia. O projeto

incorpora elementos como ventilação cruzada, beirais estendidos e a utilização de materiais naturais característicos da localidade, como o bambu. (ArchDaily, 2021).

Figura 7: Exemplo projetual - Casa Nong Ho 17 – Brises Fechadas.



Fonte: Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/973610/casa-nong-ho-17-skarn-chaiyawat>. Acesso em: 09 Set 2023.

4.3 PROJETO DA CASA MARIPOSA ECO-HOUSE

Figura 8: Exemplo projetual - Casa Mariposa Eco-House, vista superior.



Fonte: Disponível em: <https://amazingarchitecture.com/houses/mariposa-eco-house-in-cali-colombia-by-luis-de-garrido>. Acesso em: 09 Set 2023.

No contexto do projeto da Casa Mariposa Eco-House, destacado nas Figuras 8 e 7, está implementado no projeto um sistema de resfriamento geotérmico-arquitetônico, este sistema utiliza uma rede de galerias subterrâneas construídas sob a laje sanitária, proporcionando um ambiente fresco e reduzindo a umidade da casa. Além disso, a água da chuva que incide sobre a residência é coletada e armazenada em uma cisterna com capacidade para 7.000 litros. O projeto adota estratégias bioclimáticas que visam minimizar o consumo de energia, promovendo a utilização de iluminação e ventilação natural em todos os ambientes diariamente (Amazing Architecture, 2021).

Figura 9: Exemplo projetual - Casa Mariposa Eco-House, vista fachada.



Fonte: Disponível em: <https://amazingarchitecture.com/houses/mariposa-eco-house-in-cali-colombia-by-luis-de-garrido>. Acesso em: 09 Set 2023.

5 PROJETO

5.1 CONTEXTO

O projeto deste trabalho está localizado na cidade de Belém do Pará, a qual se encontra em uma região de clima predominantemente tropical úmido, que tem como principal característica as elevadas temperaturas durante todo o ano e um elevado índice pluviométrico que varia de 2500 a 300 milímetros durante o ano. O trabalho em questão tem como objetivo, demonstrar a implementação de uma construção focando na arquitetura bioclimática, sendo ela, baseada em diversos fatores, do início até depois da finalização da construção, ou seja, sua manutenção. Na seguinte imagem encontra-se a localização do lote.

Figura 10: Localização do Lote.



Fonte: Autora, 2023.

5.2 PROBLEMA

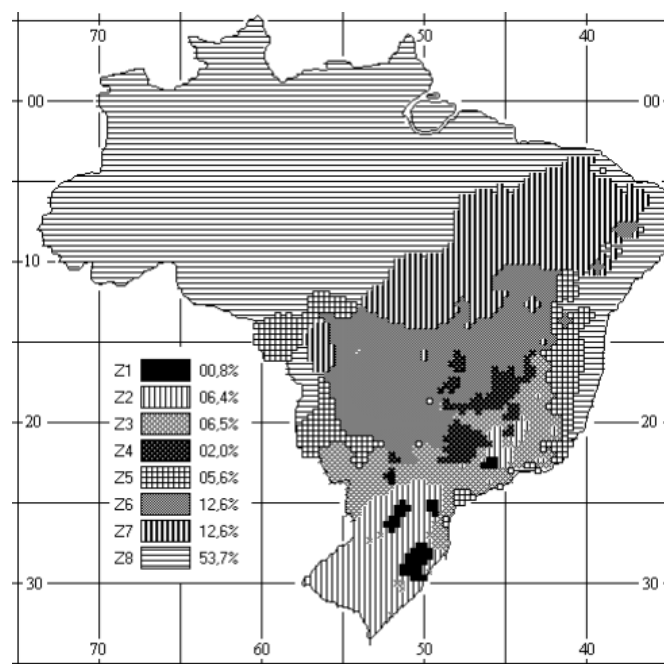
Os impactos causados no meio ambiente pela indústria da construção civil ainda são expressivamente grandes, devido a isso, este cenário deve ser alterado com atitudes que andem na contramão dessa realidade, aplicando a construção de edifícios que

estejam presentes a prática da sustentabilidade, sendo essas atitudes muitas vezes simples, como o uso de materiais que agredam menos o meio ambiente e técnicas construtivas eficientes.

Ademais, ao longo do desenvolvimento do projeto arquitetônico se faz necessário avaliar os seus pontos positivos e negativos, como a adequação da posição da edificação e os seus ambientes internos devido a posição solar, circulação dos ventos no interior dos ambientes, iluminação natural presente em todos ambientes, tamanho das esquadrias e entre outros.

Assim, também deve ser estudado com cautela as características climáticas da região do projeto, pois sem essas informações se torna inviável a construção de um projeto eficiente. Sendo essas características climáticas distribuídas conforme na Figura 11, a qual demonstra a diversidade e a distribuição dos climas brasileiros.

Figura 11: Zoneamento bioclimático brasileiro.

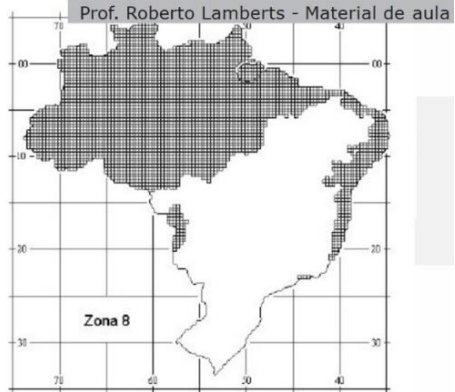


Fonte: NBR 15220, 2003.

De acordo com a imagem da Figura 12, é possível extrair informações para a construção de residências conforme sua região, neste caso demonstrando exemplos de materiais e técnicas construtivas para a zona 8, na qual está localizado a construção residencial deste trabalho.

Figura 12: Tabela do zoneamento bioclimático.

ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO	
ZB8	
Tamanho aberturas	Grandes ($A > 40\%$)
Sombreamento abert.	Sombrear aberturas
Paredes externas	Leve refletora
	$U \leq 3,6W/m^2.K$
	$\varphi \leq 4,3h$
Coberturas	Leve refletora
	$U \leq 2,3W/m^2.K$
	$\varphi \leq 3,3h$
Est. cond. passivo inverno	$FS \leq 4\%$
Est. cond. Passivo verão	$U \leq 2,3W/m^2.K$
Est. cond. Passivo verão	$\varphi \leq 3,3h$
Est. cond. Passivo verão	$FS \leq 6,5\%$
Est. cond. passivo inverno	
Est. cond. Passivo verão	Ventilação cruzada
Cidade ex.	Rio de Janeiro, Salvador



Fonte: Material de aula do prof. Roberto Lamberts.

A partir disso, foram observados exemplos de diferentes construções localizadas na cidade de Belém buscando identificar aspectos positivos e negativos sobre a adequação climática e eficiência energética nas mesmas. Como observa-se na imagem da Figura 13, onde é apresentado um projeto residencial que não contou com a presença de um profissional qualificado da área da construção civil para a sua elaboração.

Figura 13: Casa 01 - região metropolitana de Belém, externa.



Fonte: Disponível em:

<http://www.fratellimobiliaria.com.br/imovel/2944456/casa-venda-belem-pa-castanheira>.
Acesso em: 20 Set 2023.

Entretanto, foi observado que nela não foi aplicada técnicas construtivas adequadas, como métodos que implicassem a circulação do ar de forma eficiente no interior da residência, tornando o ambiente propício a propagação de doenças, os pilares em madeira com pouca robustez na varanda levam risco a segurança da edificação, esquadrias quase que totalmente fechadas no térreo tornando o ambiente enclausurado e úmido, pois os raios solares no seu interior se encontram reduzidos, como podemos observar na imagem da Figura 14.

Figura 14: Casa 01 - região metropolitana de Belém, interna.



Fonte: Disponível em:

<http://www.fratelliimobiliaria.com.br/imovel/2944456/casa-venda-belem-pa-castanheira>.
Acesso em: 20 Set 2023.

Ademais, em um único projeto é possível observar técnicas construtivas positivas e negativas, como no caso da imagem da Casa 02 mostrado na Figura 15, no qual é possível observar beirais longos, sendo eles, favoráveis na proteção das construções na região amazônica, a qual possui alta incidência solar e alto índice pluviométrico. A construção possui também afastamentos laterais possibilitando a circulação do ar no interior da residência e possibilitando a entrada da luz natural são alguns pontos positivos.

Figura 15: Casa 02 - região metropolitana de Belém, externa.



Fonte: Disponível em: <https://www.imovelweb.com.br/propriedades/casa-a-venda-no-parque-verde-2978899094.html>. Acesso em: 20 Set 2023.

Entretanto, neste projeto nota-se o uso de uma esquadria que se projeta para a área externa da residência, sendo o seu material totalmente em vidro, a qual está diretamente em contato com os raios solares como observa-se na Figura 16, a partir dessas informações, percebe-se que ela é inadequada para edificação, pois ela está localizada em uma região com altas temperaturas, tornando o ambiente termicamente desconfortável e termicamente desconfortável e dependente de equipamentos de refrigeração, como o ar condicionado, para amenizar a temperatura do local.

Figura 16: Casa 02 - região metropolitana de Belém, interna.



Fonte: Disponível em: <https://www.imovelweb.com.br/propriedades/casa-a-venda-no-parque-verde-2978899094.html>. Acesso em: 20 Set 2023.

Na imagem da Figura 17 é apresentado mais um exemplo de projeto como referência, neste caso, uma construção de alto padrão, o qual é possível observar pontos negativos e positivos na sua estrutura, como a utilização de afastamentos laterais e beirais expressivamente longos que são favoráveis para a região, entretanto, o alto número de vidros na fachada da edificação é um ponto negativo, pois mesmo com o uso de beirais longos, ainda existe o contato direto dos raios solares com as vidraças, levando em consideração a mesma justificativa da imagem da Figura 16.

Figura 17: Casa 03 - região metropolitana de Belém, externa.



Fonte: Disponível em: <https://www.kaza.net.br/projeto/destaque-top100-de-2022-residencia-a-s-belem-pa/>. Acesso em: 28 Set 2023.

Na imagem da Figura 17 é apresentada uma imagem via satélite da Casa 03, que através desta visão aérea podemos verificar o afastamento de uma residência à outra, onde tal informação pode auxiliar no projeto de uma residência com mais conforto e uma melhor circulação dos ventos.

Figura 18: Casa 03 - região metropolitana de Belém, via satélite.



Fonte: Google Earth, 2023.

Dessa forma, é evidente a diversidade nas edificações da região metropolitana de Belém do Pará, com uma mistura de abordagens construtivas. Essas construções refletem tanto o trabalho de profissionais qualificados quanto a intervenção de indivíduos sem a devida formação na área. Nesse contexto, a Figura 19 destaca o exemplo da casa 04, uma residência que também incorpora métodos construtivos adequados à região como beirais longos, circulação eficiente de ventilação por meio de uma varanda e afastamentos laterais, além da presença de áreas permeáveis.

Figura 19: Casa 04 - região metropolitana de Belém, externa.



Fonte: Disponível em: <https://www.zapimoveis.com.br/imovel/venda-casa-3-quartos-com-quintal-sacramenta-belem-pa-180m2-id-2666463002/>. Acesso em: 20 Nov 2023.

Além disso, a imagem da Figura 20, observa-se também a eficiência do uso de beirais longos, pois, mesmo com a presença dos raios solares os beirais impedem a entrada direta dos raios solares.

Figura 20: Casa 04 - região metropolitana de Belém, interna.



Fonte: Disponível em: <https://www.zapimoveis.com.br/imovel/venda-casa-3-quartos-com-quintal-sacramenta-belem-pa-180m2-id-2666463002/>. Acesso em: 20 Nov 2023.

O exemplo da Casa 05 sintetiza a realidade de muitas residências avaliadas durante essa pesquisa, a qual foi possível verificar com bastante frequência a ausência dos afastamentos laterais, ocasionando prejuízo na entrada da iluminação zenital e na circulação dos ventos entre as residências, como vemos na imagem da Figura 21.

Figura 21: Casa 05 - região metropolitana de Belém, externa.



Fonte: Google Earth, 2023.

Porém, ainda na Casa 05 verificamos a imagem via satélite conforme mostrada na imagem da Figura 22, onde é possível observar com clareza a ausência dos afastamentos laterais, onde tal característica se repete em muitas das residências vizinhas, contribuindo para a má circulação do vento e a pouca entrada de luz.

Figura 22: Casa 05 - região metropolitana de Belém, via satélite.



Fonte: Google Earth, 2023.

Já no da casa 06, temos um exemplo de residência na região do projeto deste trabalho na Figura 23, onde a mesma está situada em uma área histórica da cidade, e é possível observar mais uma vez a carência dos afastamentos laterais e, mesmo que em algumas residências é notória a presença de pequenos beirais como uma forma de proteção, essa técnica não se mostra eficiente pois não protege a maioria da edificação.

Figura 23: Casa 06 - região metropolitana de Belém, externa.



Fonte: Google Earth.

Assim, a partir da percepção desses exemplos de construções regionais demonstrados, é importante aplicar no projeto residencial em foco, beirais longos para evitar o contato direto com sol e chuva nas paredes externas, estudar a posição adequada da edificação de acordo com a rota solar e a da circulação de ar, uso de vidros em fachadas com parcimônia e entre outros.

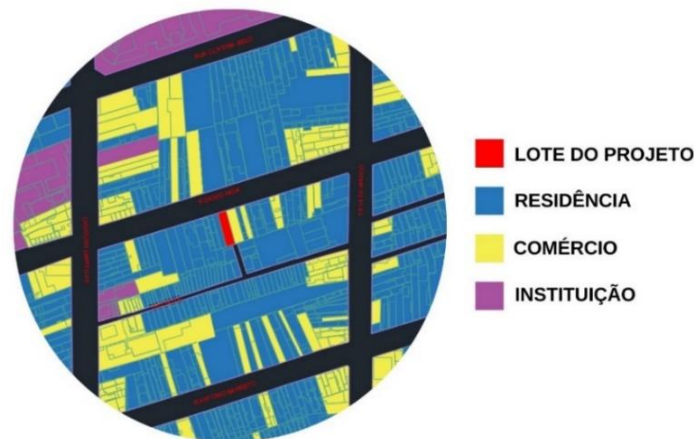
5.3 ENQUADRAMENTO URBANÍSTICO

O terreno está localizado na cidade de Belém do Pará nas seguintes coordenadas 1°26'34.1"S 48°28'54.3"W, o local é rodeado de residências e pontos comerciais, em um bairro no centro da cidade, no bairro do Umarizal, situado na Rua Diogo Mória, possui o tamanho aproximado de 13 metros de fachada e 30 metros de profundidade, totalizando uma área de 390m², as suas dimensões foram medidas baseadas na aproximação, com o auxílio do Google Maps.

Com isso, o terreno está localizado no Setor 1 e a sua Zona do Ambiente Urbano

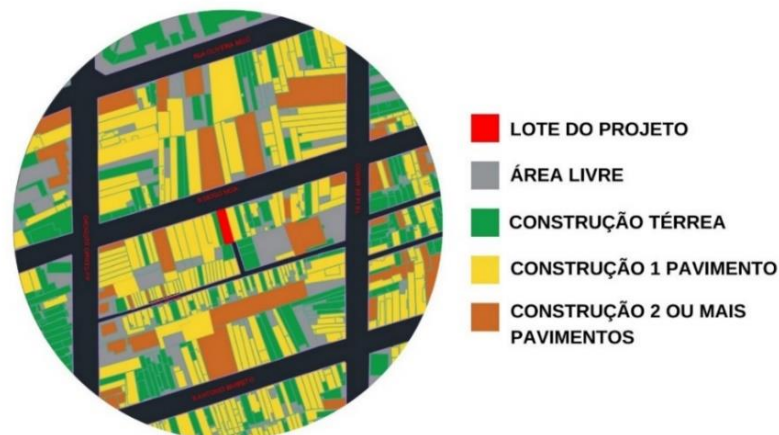
o 6 (ZAU 6). Desse modo, o Plano Diretor da cidade de Belém informa que esta área se caracteriza por possuir uma infraestrutura consolidada e ela se encontra em processo de renovação urbana, com inexistência de uso predominante, ela possui grande incidência de atividades econômicas, possui também um grande número de terrenos ocupados com verticalização, remembramento de lotes e congestionamento do sistema viário. Assim como, o terreno se encontra no Modelo 1 (M1), o qual informa que o seu coeficiente de aproveitamento máximo é de 1,4 e que sua taxa de ocupação máxima é de 0,7. Além do mais, é possível verificar nas imagens a seguir o nível organizacional da vizinhança do projeto a partir dos mapas de uso do solo e de gabarito.

Figura 24: Mapa de uso do solo.



Fonte: Autora, 2023.

Figura 25: Mapa de gabarito.



Fonte: Autora, 2023.

Desse modo, a área total construída é de 301,39m² e área permeável do terreno ficou em 107,04m².

5.4 PROGRAMA DE NECESSIDADES

Os clientes, são um casal na faixa etária dos 30 anos, sendo a cliente Assistente Técnica e o cliente Designer, os quais não possuem integrantes da família com mobilidade reduzida ou cuidados especiais, futuramente pretendem ter até 2 filhos, possuem 2 pets, na vivência do lar permanecem a maioria do tempo nos ambientes quarto, sala e cozinha, eles não pretendem ter empregados na residência, possuem 1 automóvel, o casal recebe visitas constantes, trabalham no sistema híbrido (home office e presencial) e aos finais de semana usualmente preparam refeições como churrasco.

Ademais, os hobbies dos clientes estão inclusos tocar instrumentos musicais como violão e guitarra, escutar música, leitura, assistir séries e jogos de futebol. A partir disso, os ambientes prioritários dos clientes seriam a construção de um escritório/estúdio para tocar instrumentos musicais, ouvir músicas e gravar vídeos; Ambientes da sala e cozinha integrados, pois gostam do conceito aberto; na área externa aberta e ventilada com espaço que possibilite atar redes próximas as plantas do local.

Diante do que foi mencionado, os clientes escolheram características que seriam importantes aplicar no projeto, sendo elas que o projeto seja bem iluminado, aberto, seguro, arejado, moderno, natural, limpo, espaçoso e acolhedor. Os clientes desejam janelas grandes, tijolos aparentes, serralheria preta e madeira com tom claro.

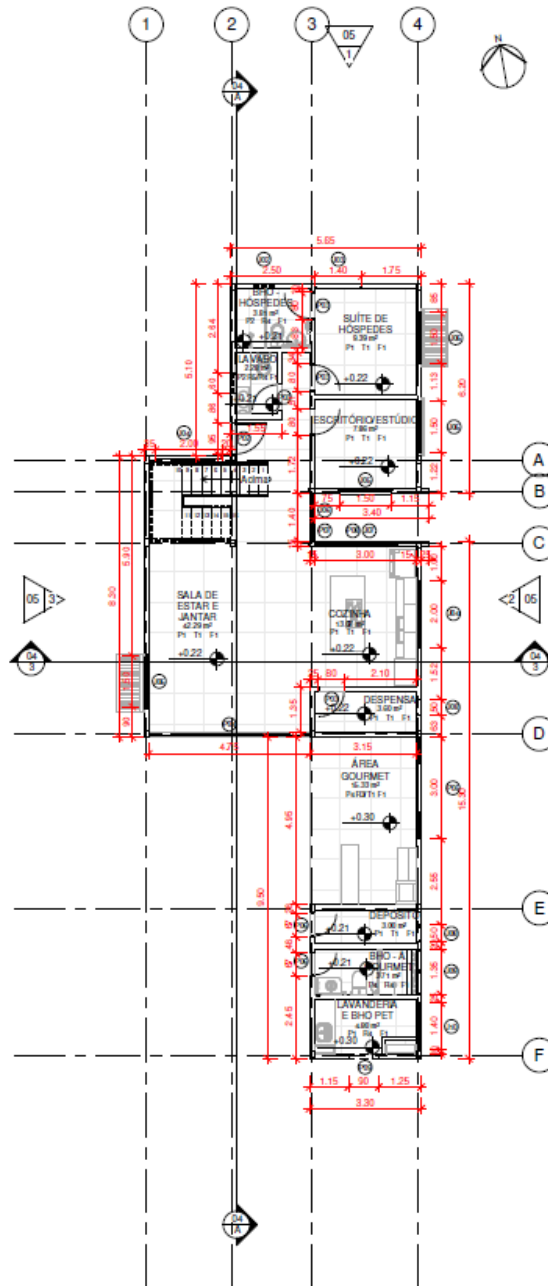
Tabela 01: Ambientes e Setores

AMBIENTES		
Setor Social:	Setor Íntimo:	Setor Serviços:
Lavabo	Suíte de Hóspedes	Garagem
Circulação	Suíte 01	Despensa
Sala de Estar e Jantar	Suíte 02	Lavanderia e Banheiro Pet
Área Gourmet	Suíte Master	Depósito
Banheiro - Área Gourmet	Escritório/Estúdio	Cozinha/Copa
Redário		
Varanda		

Fonte: Autora, 2023.

A partir das informações obtidas nos estudos, ficou definido no projeto que no lado leste do terreno devem ser posicionados os ambientes os quais os habitantes possuem maior tempo de permanência como os quartos e a cozinha, no lado norte está a fachada da residência e devem ser posicionados os ambientes com médio tempo de permanência como closets e banheiros, no lado oeste estão posicionados locais com menor tempo de permanência como varanda e escada. Em ambientes com maior permanência que estão no oeste possuíram auxílio para proteção solar, como a suíte máster, a qual encontra-se uma varanda com brises, e no lado sul do terreno estão posicionados ambientes com maior tempo de permanência pelos habitantes, como a área gourmet. Nas Figuras 26, 27 e 28 é possível visualizar a definição da planta baixa do térreo, 1 pavimento e cobertura.

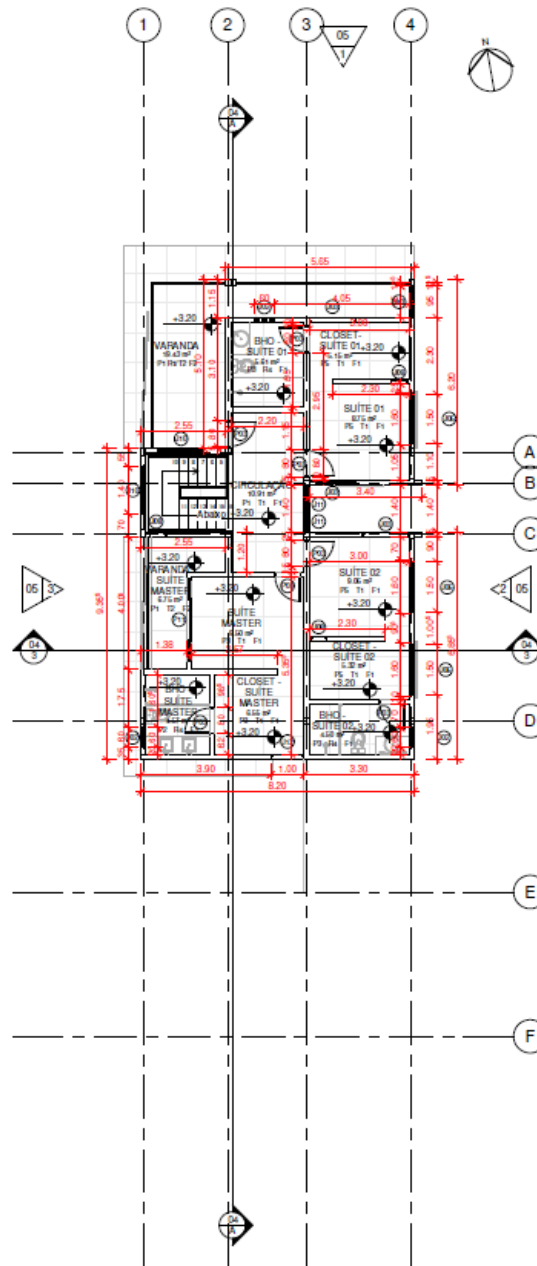
Figura 26: Térreo - Planta Baixa



B TÉRREO - PLANTA BAIXA
ESCALA 1:100

Fonte: Autora, 2023.

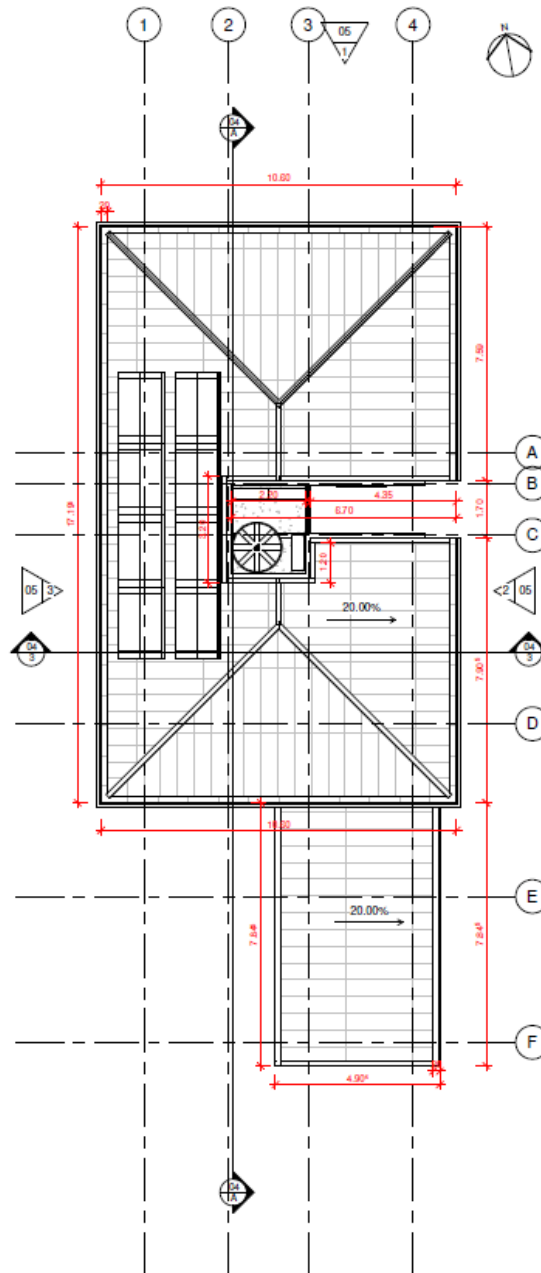
Figura 27: 1 Pavimento - Planta Baixa



2 1 PAVIMENTO - PLANTA BAIXA
ESCALA 1:100

Fonte: Autora, 2023.

Figura 28: Cobertura - Planta Baixa



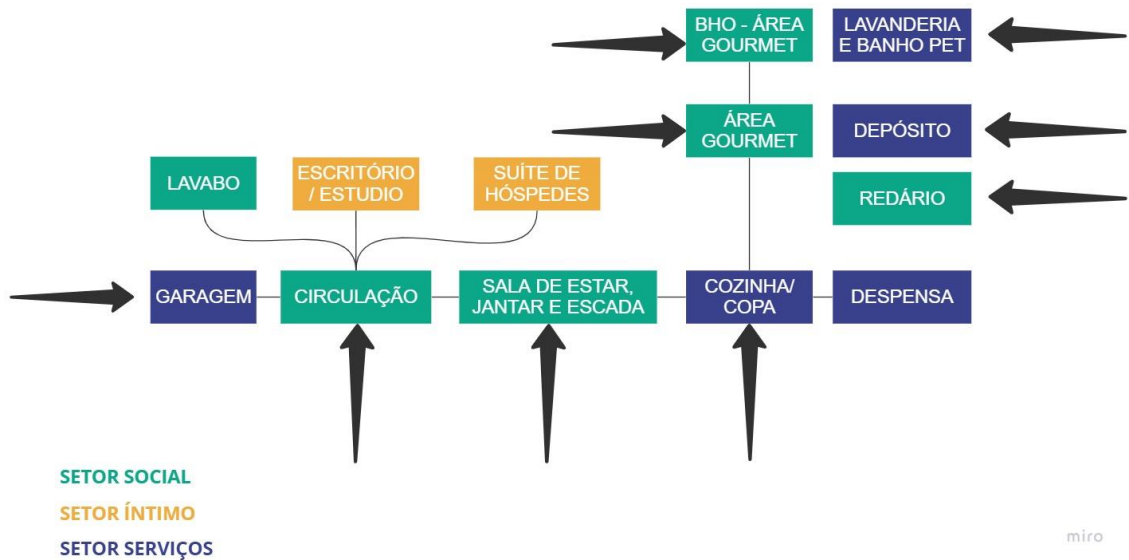
3 COBERTURA - PLANTA BAIXA
ESCALA 1:100

Fonte: Autora, 2023.

5.5 FLUXOGRAMA

O fluxograma mostrado na Figura 29, foi disposto conforme as necessidades dos clientes, sendo eles, o setor social, setor íntimo e setor de serviços.

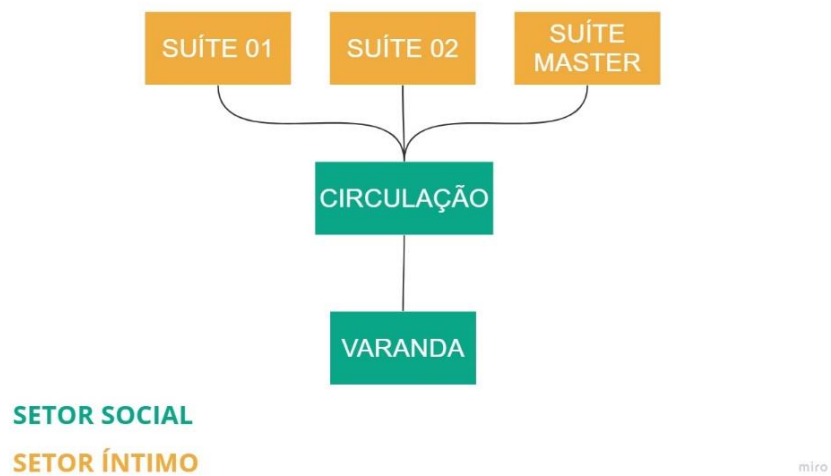
Figura 29: Fluxograma térreo.



Fonte: Autora, 2023.

A seguir, na Figura 30, apresenta-se o fluxograma do 1º pavimento, onde estão localizados também os setores social e íntimo.

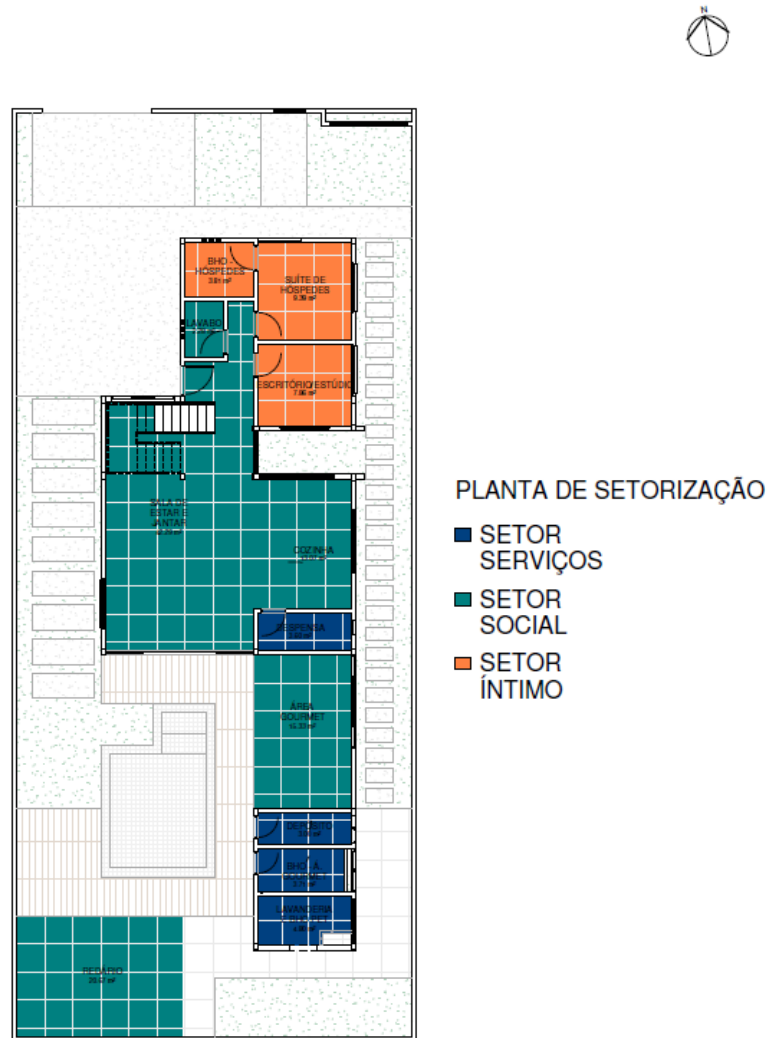
Figura 30: Fluxograma térreo.



Fonte: Autora, 2023.

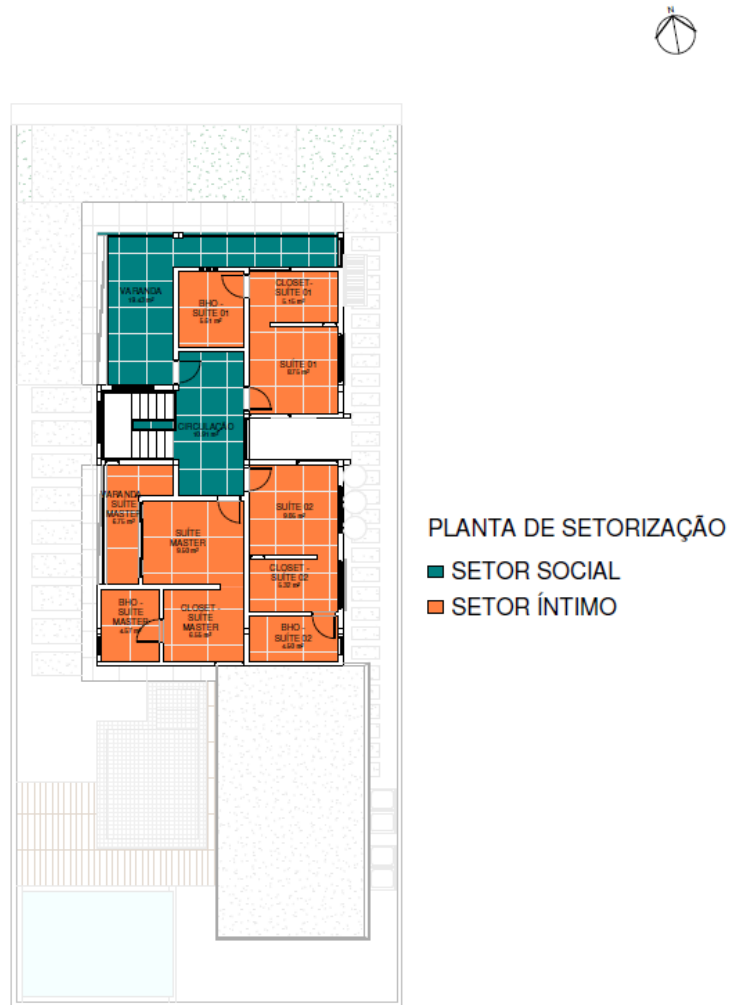
Nas próximas figuras é possível visualizar a definição da setorização dos ambientes, como na Figura 31 a qual é demonstrada a setorização do térreo e na Figura 32 a do 1º pavimento.

Figura 31: Planta de setorização do térreo.



Fonte: Autora, 2023.

Figura 32: Planta de setorização do 1º pavimento.



Fonte: Autora, 2023.

5.6 CONCEITO

O conceito do projeto foi idealizado concatenando referências pontuais, sendo elas a integração da residência com a sua região a partir do uso dos materiais e métodos construtivos adequados. Sendo que, no presente projeto será aplicado a utilização predominante de materiais com menor impacto ambiental e entregando um projeto eficiente e limpo ao meio ambiente, assim nascerá a Casa Aconteça, nome que foi dado à residência do projeto.

5.7 PRÉ-DIMENSIONAMENTO

O pré-dimensionamento da residência foi minuciosamente examinado, planejado e ajustado com base nas necessidades identificadas durante o levantamento de dados.

Dessa forma, a construção se encontra bem definida como podemos observar a modelagem 3d na Figura 33, modelo este desenvolvido com o auxílio do software Revit. A residência possui técnicas que estão de acordo com estudos e normas brasileiras, como a da NBR 15575 a qual aborda sobre o desempenho de edificações habitacionais, ela indica que a sustentabilidade, possui alguns requisitos, sendo eles a durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental.

Figura 33: Modelagem 3d.



Fonte: Autora, 2023.

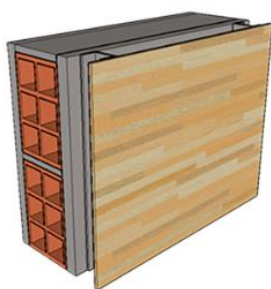
5.8 SOLUÇÕES DE PROJETO

Em projetos com foco na arquitetura bioclimática e eficiência energética, como este, algumas estratégias essenciais devem ser implementadas, como a adaptação do projeto para a região e o clima local com o intuito de minimizar o desperdício de energia e seus recursos; Implementar o controle e o uso inteligente dos espaços na edificação para que os cômodos tenham dimensões adequadas; Uso de materiais sustentáveis para minimizar os impactos ambientais da construção; Utilização de energias renováveis como a solar para reduzir a tarifa de energia elétrica na residência e conseqüentemente diminuir também a necessidade da energia fornecida pela concessionária de energia elétrica da região; Uso de materiais inteligentes, como aplicação de tecnologias que

possibilite a automação da residência com o objetivo de fornecer conforto, praticidade e eficiência na usabilidade da residência.

Desse modo, elementos projetuais que serão utilizados neste projeto foram selecionados com o intuito de contribuir com a prática da arquitetura bioclimática, sendo esses elementos relacionados vislumbrando as estratégias mencionadas anteriormente. Além disso, os materiais para o projeto foram escolhidos baseados em estudos que comprovam a sua eficiência como nos pisos, paredes, cobertura e vidros, eles foram selecionados a partir dos preceitos da NBR 15575, a qual informa quais materiais são indicados por região, como demonstrado nas Figuras 34, 35 e 36.

Figura 34: Componentes construtivos das paredes.



Paredes

Argamassa interna 2.5 cm | Bloco cerâmico 9x14x24 cm | Argamassa Externa 2.5 cm | Câmara de ar 5 cm | Placa melamínica

Resistência
0.62 m²K/W

Transmitância
1.61 W/m².K

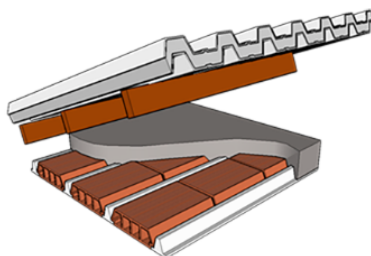
Atraso Térmico
4.2 h

Capacidade Térmica
121 kJ/m².K

Fonte: Disponível em:

<http://www.mme.gov.br/projeteee/componente/argamassa-interna-2-5-cm-bloco-ceramico-9x14x24-cm-argamassa-externa-2-5-cm-placa-melaminica/>. Acesso em: 15 Nov 2023

Figura 35: Componentes construtivos dos pisos e coberturas.



Pisos e Coberturas

Laje pré-moldada cerâmica 12 cm | Câmara de ar (> 5.0 cm) | Telha metálica com poliestireno 4 cm

Resistência
1.56 m²K/W

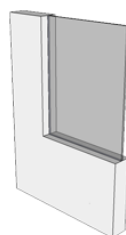
Transmitância
0.64 W/m².K

Atraso Térmico
10.1 h

Capacidade Térmica
176 kJ/m².K

Fonte: Disponível em: <http://www.mme.gov.br/projeteee/componente/laje-pre-moldada-12-cm-camara-de-ar-5-0-cm-telha-metalica-com-poliestireno-4-cm/>. 15 Nov 2023.

Figura 36: Componentes construtivos dos vidros.



Vidros
Vidro monolítico 6mm | CEBRACE
COOL-LITE SKN 154

Transmitância
3.139 W/m².K

Fator Solar
0.29

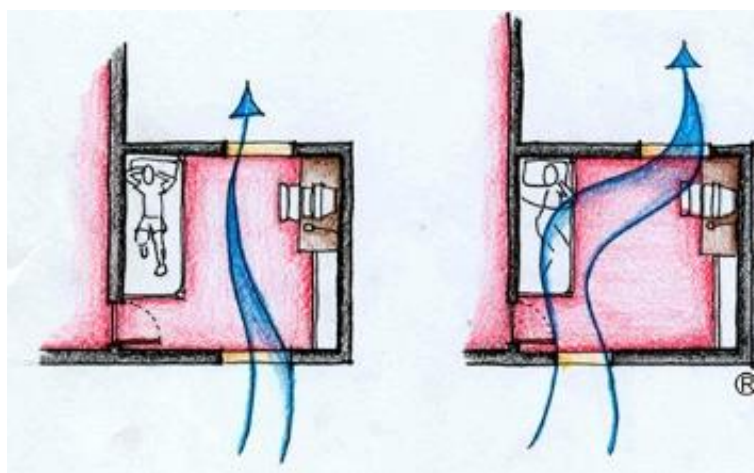
Transmissão Luminosa
0.552

Reflexão Luminosa
0.155

Fonte: Disponível em: <http://www.mme.gov.br/projeteee/componente/vidro-monolitico-6mm-cebrace-cool-lite-skn-154/>. Acesso em 15 Nov 2023.

Com isso, a adaptação do projeto com o clima local é um elemento essencial em uma construção eficiente, como indica a NBR 15575. A partir disso, como o terreno possui no lado leste uma construção de 01 pavimento, foi projetado, além dos afastamentos, um jardim de interno para auxiliar a entrada de iluminação e ventilação natural nos cômodos, sendo que este jardim auxilia tanto nos ambientes do térreo, como sala de estar, jantar, escritório e cozinha, quanto na circulação do 1º pavimento, suíte 01 e suíte 02. Assim, averiguar a implementação adequada dos cômodos de acordo com a posição solar e a circulação dos ventos, é indispensável para o conforto e a eficiência dos ambientes, como demonstrado na Figura 37, que mostra o efeito da circulação da ventilação cruzada em um ambiente e a importância da posição das esquadrias.

Figura 37: Ventilação cruzada.

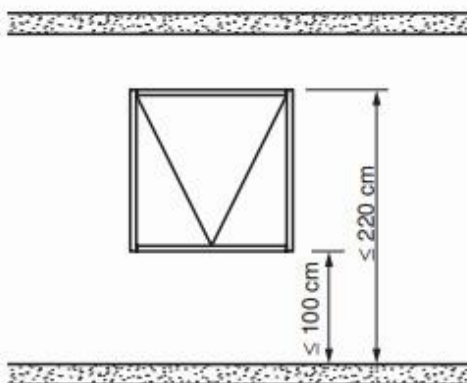


Fonte: Livro eficiência energética na arquitetura, 2014.

Além disso, é fundamental planejar a disposição dos ambientes, tanto internos quanto externos, com o objetivo de criar espaços funcionais e eficientes, evitando desperdícios durante a construção. Ao projetar os ambientes, é crucial considerar as dimensões dos elementos essenciais para garantir uma circulação acessível aos moradores. Da mesma forma, é importante estudar a entrada e saída do fluxo de ar para proporcionar um conforto térmico adequado, reduzindo, assim, a necessidade do uso cotidiano de eletrodomésticos.

Além disso, as esquadrias devem contemplar materiais e dimensões apropriadas, como ilustrado na Figura 38. Nesse contexto, é relevante observar que a norma NBR 15575 recomenda uma altura máxima de 100 cm do piso interno para as janelas das salas de estar e dormitórios, juntamente com a altura máxima de 220 cm para a testeira do vão, como exemplificado na figura mencionada. Esse cuidado garante não apenas a funcionalidade dos espaços, mas também os padrões de segurança e eficiência estabelecidos.

Figura 38: Sugestão de alturas de janelas pela NBR 15575.



Fonte: NBR 15575, 2013.

Não apenas isso, mas outro aspecto crucial na arquitetura bioclimática é a adoção de materiais sustentáveis, direcionados para a eliminação ou redução dos impactos ambientais decorrentes da construção civil. Isso inclui a utilização de madeiras provenientes de reflorestamento, devidamente comprovadas, o emprego de pedras naturais de origem legal, a incorporação de fibras naturais e materiais reciclados, como o concreto reciclado, que aproveita os resíduos da própria obra.

Além disso, o aproveitamento de energias renováveis desempenha um papel fundamental na construção e manutenção de uma residência voltada para a sustentabilidade. Um exemplo é o crescente uso da energia solar fotovoltaica em edificações, gerando eletricidade a partir da radiação solar. A energia solar é uma fonte limpa e renovável que contribui significativamente para a redução dos custos na conta de energia elétrica, tornando-se cada vez mais comum nas residências brasileiras, como exemplificado na Figura 39 da Casa Cata-vento em Brasília.

Figura 39: Casa cata-vento.



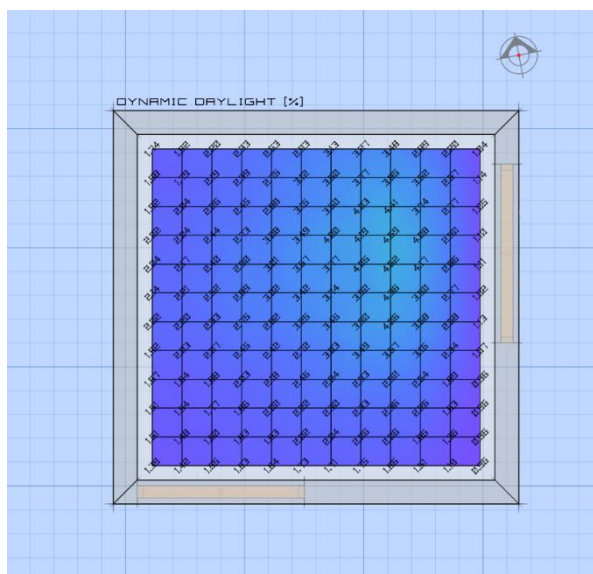
Fonte: Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/992627/casa-cata-vento-equipe-lamas>. Acesso em: 19 Nov 2023.

A incorporação de elementos inteligentes torna-se indispensável para uma eficiente gestão habitacional, permitindo ao morador monitorar e controlar remotamente a situação em tempo real. Nesse contexto, a automação desempenhará um papel crucial, sendo aplicada nas esquadrias para otimizar a circulação do ar entre os cômodos, no uso de fechaduras eletrônicas para reforçar a segurança, na gestão da iluminação, ar condicionado, sistema sonoro, brises, câmeras de vigilância, entre outros.

Além disso, ao conceber os ambientes e suas exigências em termos de eficiência e conforto, foram produzidas simulações para visualizar o resultado final do projeto. Por exemplo, o estudo da iluminação foi realizado com o auxílio do software Dynamic Daylight, o qual produz representações visuais que destacam a eficiência luminosa dos

ambientes. Os resultados dessas simulações podem ser observados nos dois exemplos de ambientes nas imagens da Figura 40 e 41.

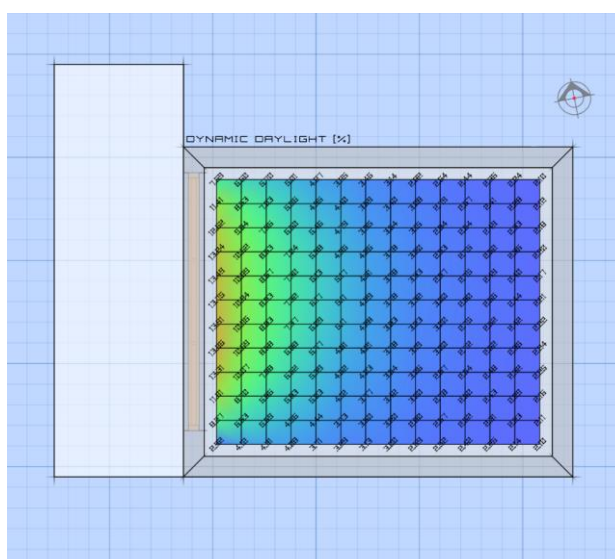
Figura 40: Suíte 01.



Fonte: Autora, 2023.

Assim, na suíte 01, é notável a presença de uma iluminação uniforme. O ambiente conta com duas aberturas destinadas à entrada de luz natural, uma localizada no lado leste e outra de menor porte no lado sul.

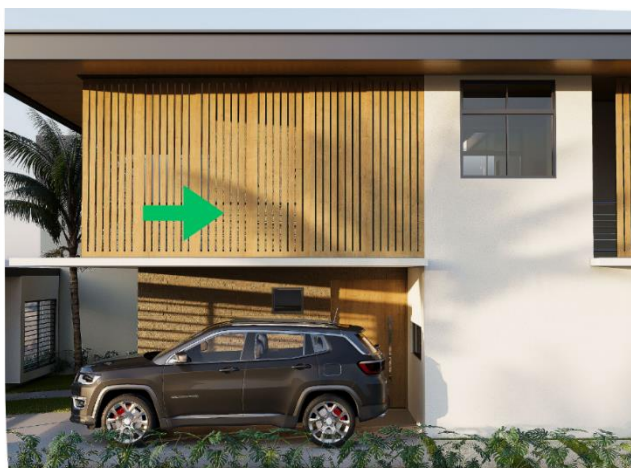
Figura 41: Suíte master.



Fonte: Autora, 2023.

Dessa forma, ao analisar a iluminação na suíte master, conforme representado na Figura 41, torna-se evidente a presença de uma iluminação focal e uniforme. Essa focalização luminosa é pela existência de uma porta de correr em vidro na suíte, estrategicamente posicionada de forma a evitar a exposição direta ao sol. Uma varanda segue-se imediatamente após a porta, e na sua extremidade, são incorporados brises para proteger contra os raios solares. Esses elementos, que abrangem tanto a varanda da suíte master no setor íntimo quanto a varanda do setor social, movem-se em resposta aos níveis de iluminação ou por comando, transformando-se assim em uma fachada inteligente, conforme ilustrado nas Figuras 42 e 43.

Figura 42: Brises abertas.



Fonte: Autora, 2023.

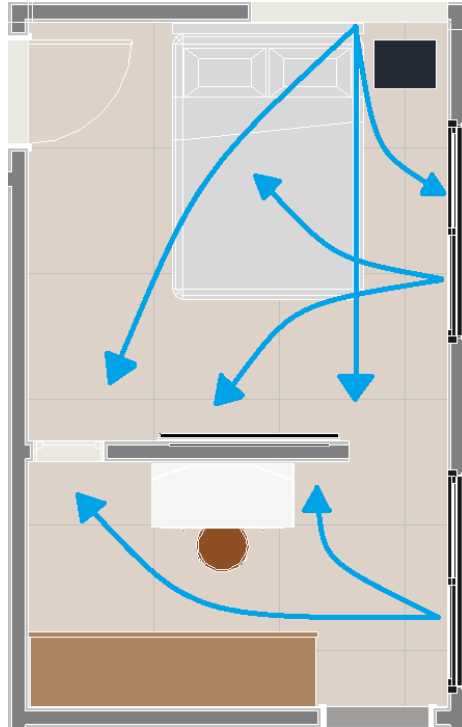
Figura 43: Brises fechadas.



Fonte: Autora, 2023.

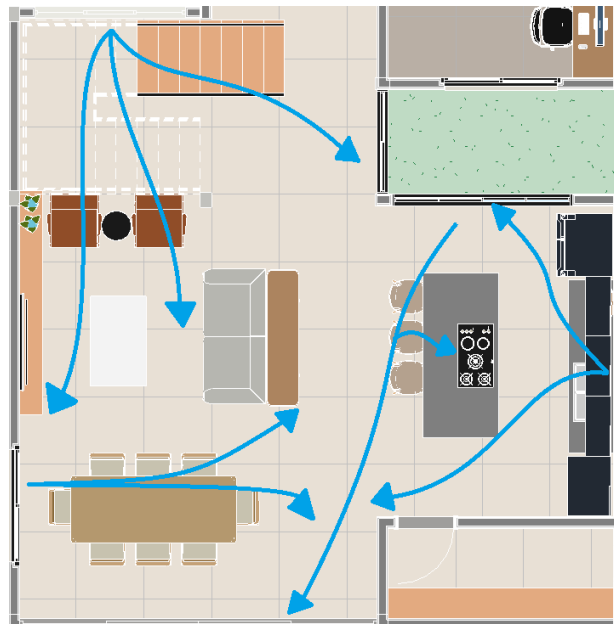
Além disso, nas Figuras 44 e 45 é apresentado 2 exemplos da disposição das esquadrias para a aplicação da ventilação cruzada entre os ambientes.

Figura 44: Ventilação cruzada - Suíte 01.



Fonte: Autora, 2023.

Figura 45: Ventilação cruzada - Cozinha, Sala de Estar e Jantar.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 46, é apresentado um esquema que destaca diversas aplicações no projeto, todas elas contribuindo para a promoção da arquitetura bioclimática. Dentre essas características, destacam-se os beirais longos, indicados pela numeração 1, que não apenas possibilita um visual atraente, mas também desempenham um papel crucial na otimização do conforto térmico. A utilização de esquadrias inteligentes, evidenciada pela indicação 2, demonstrando a preocupação com a eficiência energética, especialmente nas janelas dos quartos, onde o uso de venezianas permite um controle preciso da entrada de luz e calor, promovendo um ambiente mais sustentável e confortável. O sistema de coleta de água da chuva, representado pelo número 3, demonstra um comprometimento ambiental, direcionando a água recolhida das calhas diretamente para os reservatórios, contribuindo para a preservação dos recursos hídricos. Destaca-se também a área designada para compostagem e reciclagem, identificada pelo número 4, demonstrando a preocupação com a gestão sustentável dos resíduos. Essa prática não apenas contribui para a redução do impacto ambiental, mas também ressalta o compromisso com a responsabilidade social.

Além desses elementos específicos, é notável na Figura 46 a presença de afastamentos laterais, evidenciando um planejamento espacial, proporcionando não apenas conforto ambiental e iluminação natural nos ambientes, mas também promovendo uma integração harmoniosa com o entorno.

Figura 46: 3d com elementos eficientes.



Fonte: Autora, 2023.

5.9 RESULTADOS

Como resultado deste projeto, os moradores da residência unifamiliar terão acesso a um ambiente residencial que incorpora os princípios fundamentais da arquitetura bioclimática. Esta abordagem garante não apenas eficiência energética, mas também proporciona um notável conforto térmico, conforme evidenciado nas Figuras 47, 48 e 49.

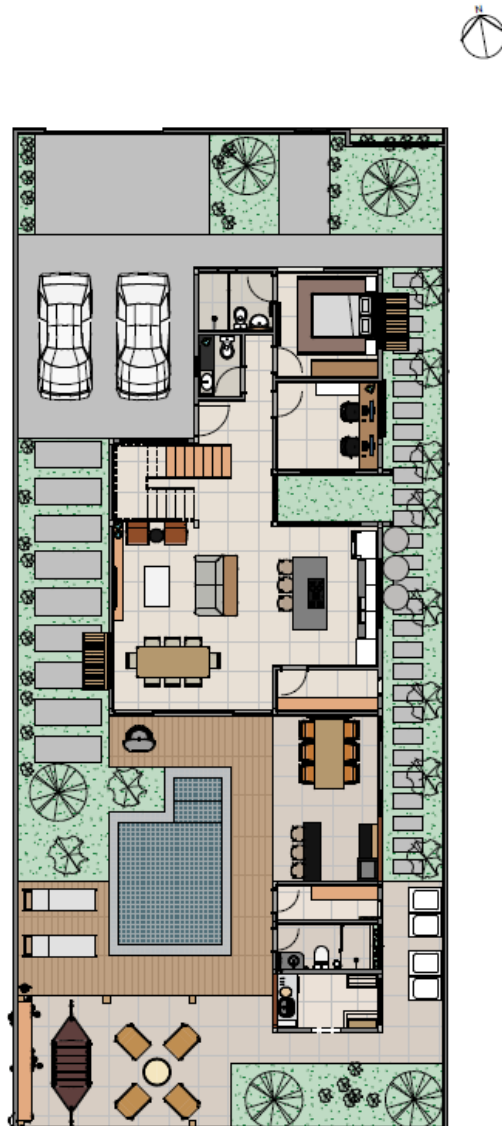
Figura 47: Residência Unifamiliar - Fachada.



Fonte: Autora, 2023.

Nas Figuras 48 e 49 encontra-se os layouts e eles foram baseados levando em consideração o programa de necessidades, a localização da região e a orientação do terreno.

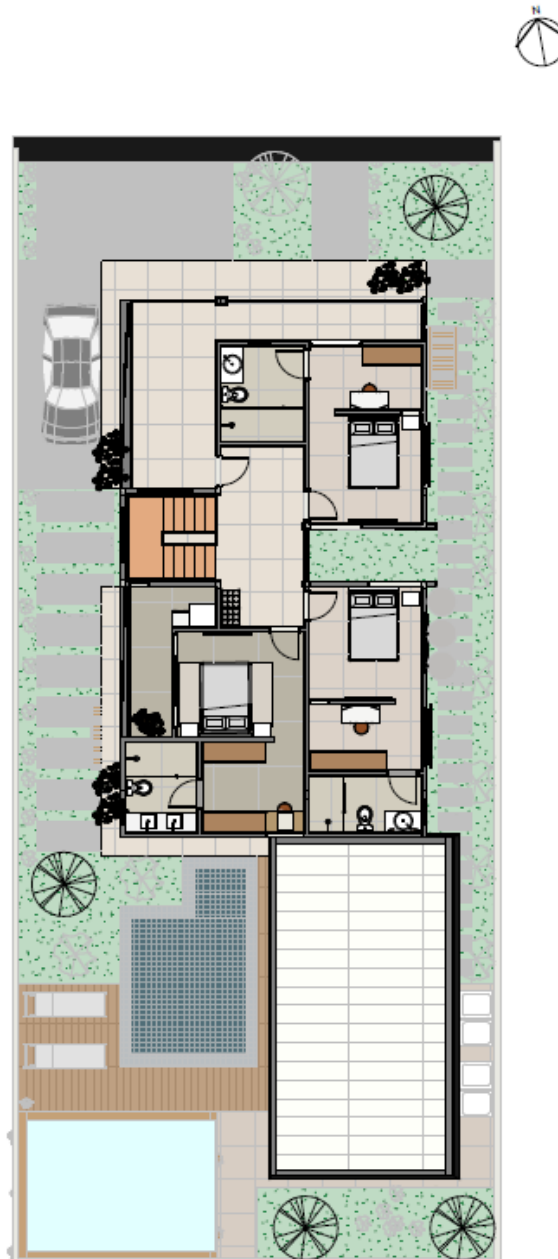
Figura 48: Térreo - Layout.



1 TÉRREO - LAYOUT
ESCALA 1:100

Fonte: Autora, 2023.

Figura 49: 1 pavimento - Layout.



2 1 PAVIMENTO - LAYOUT
ESCALA 1:100

Fonte: Autora, 2023.

6 CONCLUSÃO

A pesquisa teve como objetivo central realizar um abrangente levantamento bibliográfico sobre o conceito da arquitetura bioclimática. Ao longo desse processo, tornou-se evidente a importância desse enfoque para a sociedade contemporânea e para as gerações futuras, conforme destacado na introdução. Os referenciais teóricos ofereceram uma sólida base, repletos de contribuições de pesquisadores no campo da eficiência energética e conforto térmico. Suas citações possibilitaram estratégias para a indústria da construção civil, demonstrando a relevância da adaptação do projeto às características climáticas locais.

A junção entre os referenciais teóricos e projetuais revelou métodos aplicados em projetos nacionais e internacionais, promovendo práticas sustentáveis e uma integração com o clima local, fatores cruciais tanto na fase de construção quanto na manutenção da edificação. Exemplificações de residências na região do projeto enriqueceram a pesquisa, identificando aspectos positivos e negativos nas construções.

A etapa seguinte do trabalho envolveu a elaboração do programa de necessidades, fundamentado nas informações obtidas junto aos clientes. O desenvolvimento do fluxograma e do pré-dimensionamento incorporou técnicas construtivas como a ventilação cruzada, afastamentos laterais estratégicos para otimizar a circulação de ventos, beirais longos para resguardar contra o sol e a chuva, a aplicação de esquadrias inteligentes e entre outras considerações.

Destaca-se, ainda, a relevância dada às fontes alternativas de energia renovável, à escolha criteriosa de materiais em sintonia com as características regionais, ao posicionamento estratégico dos ambientes e à urgência em transformar a atual paisagem da indústria da construção civil, reconhecida como uma das principais fontes de poluição.

Assim, o projeto da residência unifamiliar vem como uma solução eficiente, gerando resíduos passíveis de reutilização, e integrando-se de maneira sustentável aos recursos naturais, como a captação da água da chuva. Este trabalho visa não apenas atender às necessidades imediatas, mas também estabelecer-se como referência para uma moradia consciente e inovadora.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Eliete de Pinho et al. Teoria e conceitos de sustentabilidade, conforto ambiental e questões bioclimáticas: reflexão contemporânea, v. 4, p.108, 2023.

Associação Brasileira De Normas Técnicas - ABNT. **Desempenho térmico de edificações**: parte 1: definições, símbolos e unidade. ABNT, 2005.

Casa Alpha A1 / Arquitetura Viva [House Alpha A1 / Arquitetura Viva] 23 Nov 2017. **ArchDaily Brasil**. Acessado 2 Nov 2023. <<https://www.archdaily.com.br/br/883799/casa-alpha-a1-arquitetura-viva>>.

Casa cata-vento / Equipe Lamas 16 Nov 2023. **ArchDaily Brasil**. Acessado 16 Nov 2023. <<https://www.archdaily.com.br/br/992627/casa-cata-vento-equipe-lamas>>.

Casa Nong Ho 17 / Skarn Chaiyawat [Nong Ho 17 House / Skarn Chaiyawat] 22 Dez 2021. **ArchDaily Brasil**. Acessado 23 Nov 2023. <<https://www.archdaily.com.br/br/973610/casa-nong-ho-17-skarn-chaiyawat>>.

DORIGO, Adriano Lucio. Utilização de fontes renováveis de energia no campus da Universidade Tuiuti. **Universidade Tuiuti do Paraná**, p. 155, 2010.

LAMBERTS, Roberto et al. **Casa eficiente: Bioclimatologia e desempenho térmico**. Florianópolis: UFSC/LabEEE, v. 1, p. 15, 2010.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. Eficiência energética na arquitetura. 3ª edição, 2014.

Garrido, Luis. Mariposa Eco-House in Cali em 2006. **Amazing Architecture**. Acessado 2 Nov 2023. <<https://amazingarchitecture.com/houses/mariposa-eco-house-in-cali-colombia-by-luis-de-garrido>>

MAIA, Cristiano Nobre et al. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ARQUITETURA: MÉTODOS PARA REDUZIR CUSTOS EM EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR. **Encontro de Extensão, Docência e Iniciação Científica (EEDIC)**, v. 6, 2019.

Mariposa Eco-House in Cali, Colombia by Luis De Garrido 2021. Amazing Architecture. Acesso 09 Set 2023. <<https://amazingarchitecture.com/houses/mariposa-eco-house-in-cali-colombia-by-luis-de-garrido>>.

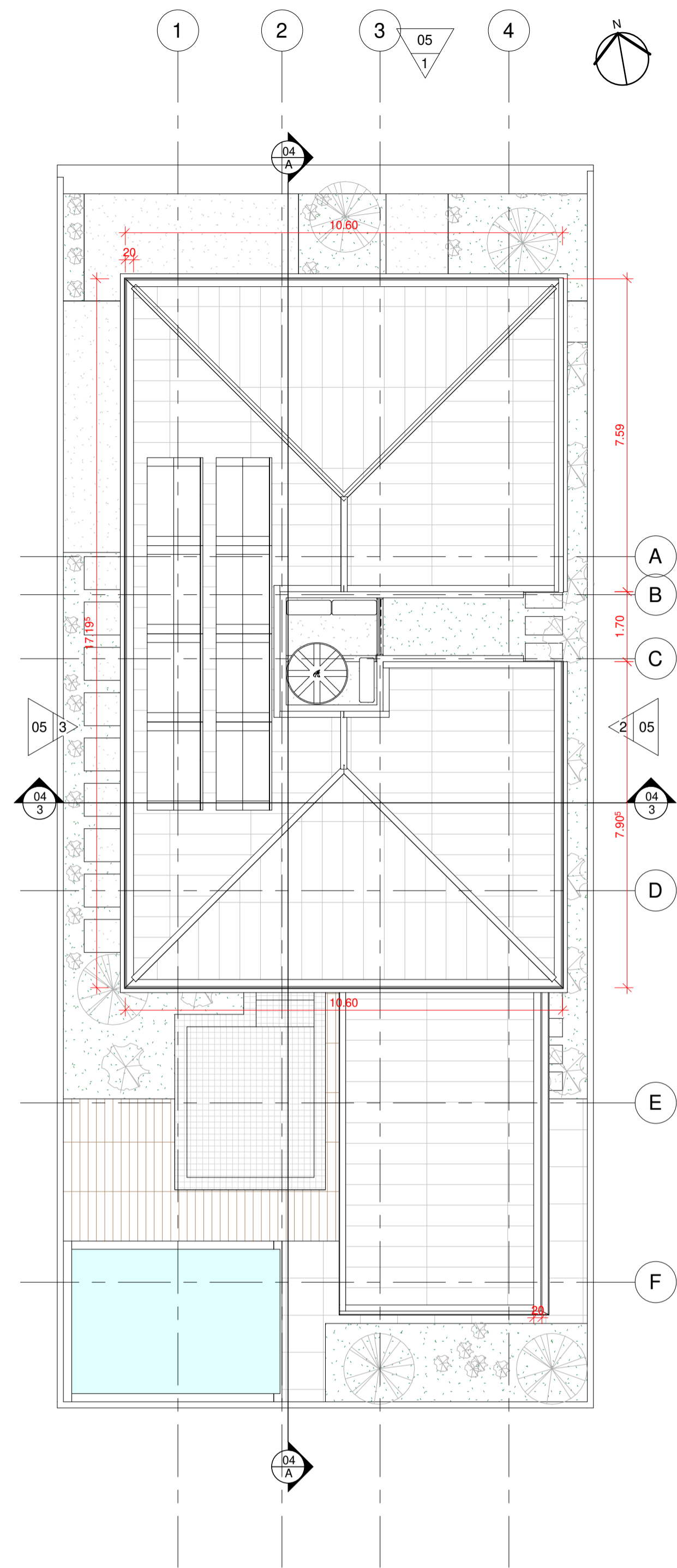
NASCIMENTO, RS do; ALVES, Geziele Mucio. Fontes alternativas e renováveis de energia no Brasil: Métodos e benefícios ambientais. **XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência–Universidade do Vale do Paraíba**, p. 1, 2016.

Nong Ho 17 House / Skarn Chaiyawat" 05 Dec 2021. **ArchDaily**. Accessed 2 Nov 2023. <<https://www.archdaily.com/972911/nong-ho-17-house-skarn-chaiyawat>>

OLIVEIRA, Carine Nath de et al. **O paradigma da sustentabilidade na seleção de materiais e componentes para edificações**. 2009.

FROTA, Anésia Barros. **Manual de conforto térmico**. Studio Nobel. ed. 7, p 17, 2016.

VOSGUERITCHIAN, Andrea Bazarian. **A abordagem dos sistemas de avaliação de sustentabilidade da arquitetura nos quesitos ambientais de energia, materiais e água, e suas associações às inovações tecnológicas**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, p. 31, 2006.



1 **IMPLANTAÇÃO - PLANTA BAIXA**
ESCALA 1:100




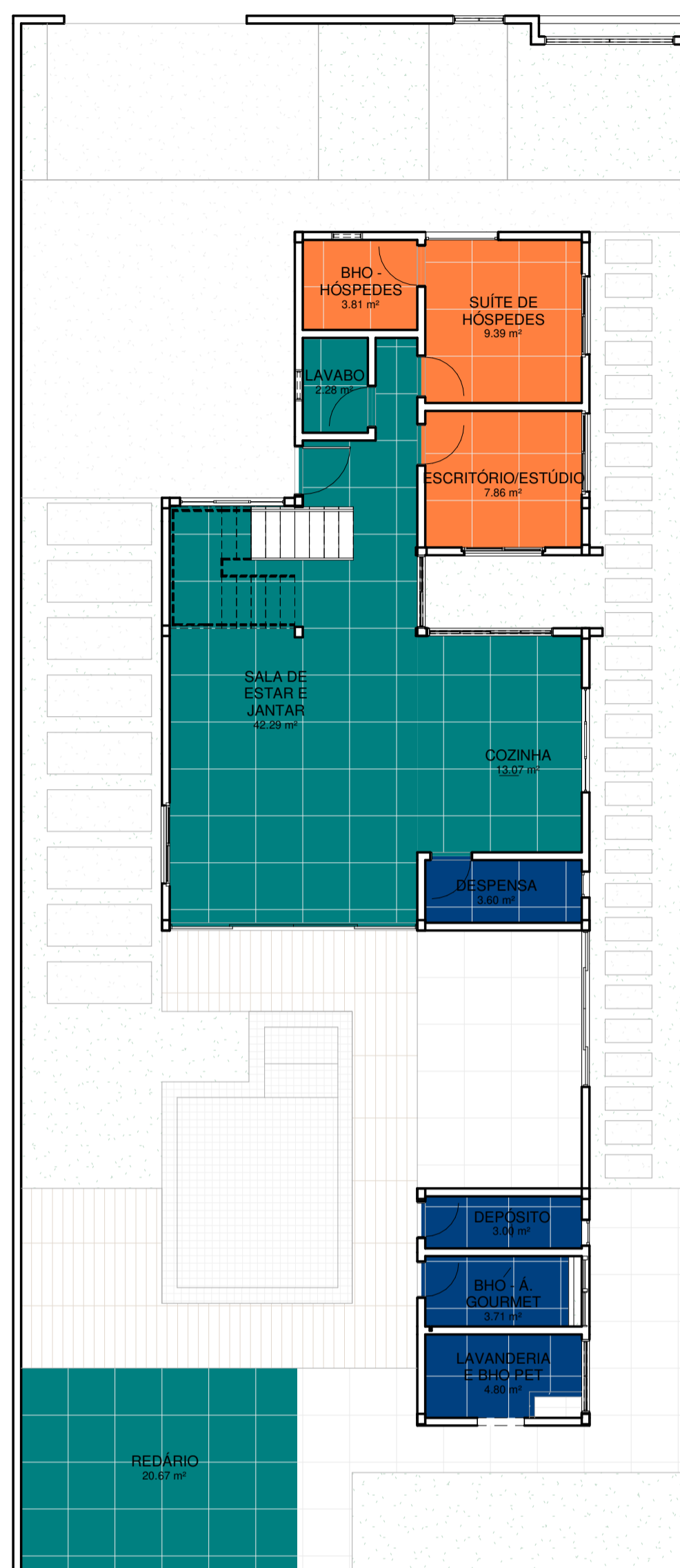
2 **PLANTA DE SITUAÇÃO**
ESCALA 1:1000

Revestimento, Piso, Tinta e Forro

P1 - Portobello - Blommy Off White 90X90 cm Nat Ret	R4 - Portobello - MS. Barcelona Cristal 90X90 Pol Ret
P2 - Portobello - MS. Barcelona Cristal 90X90 Nat Ret	R5 - Portobello - Magma Rock Nra 14,5X14,5 Ext Bold
P3 - Portobello - Oh!Take Moutain 120X120 cm Nat Ret	T1 - Tinta Coral - Renova Paredes e tetos - Cor Algodão Egípcio - Fosco
P4 - Portobello - Brasília Concreto Cinza 90X90 Ext Ret	T2 - Tinta Coral - Proteção Sol & Chuva Pintura Impermeabilizante - Fosco - Cor Algodão Egípcio
P5 - Portobello - Pietra Lombard Off White 90X90 Nat Ret	T3 - Tinta Coral - Proteção Sol & Chuva Pintura Impermeabilizante - Cor Lápis Preto
P6 - Portobello - Zefiro 20X120 cm Ext Ret	F1 - Tinta Coral - Renova Paredes e tetos - Fosco - Cor Branco
R1 - Palimanan - Anatólia Antique Tradicional, 7,5 x 20,3 cm	F2 - Teto Vinílico - Breeze Bold Marrom
R2 - Castelatto - Apparente Off White, Painel Apparente 12x120x2 cm	
R3 - Portobello - Terracotta Muro Merlot 0,7 x 26cm	

Centro Universitário do Estado do Pará

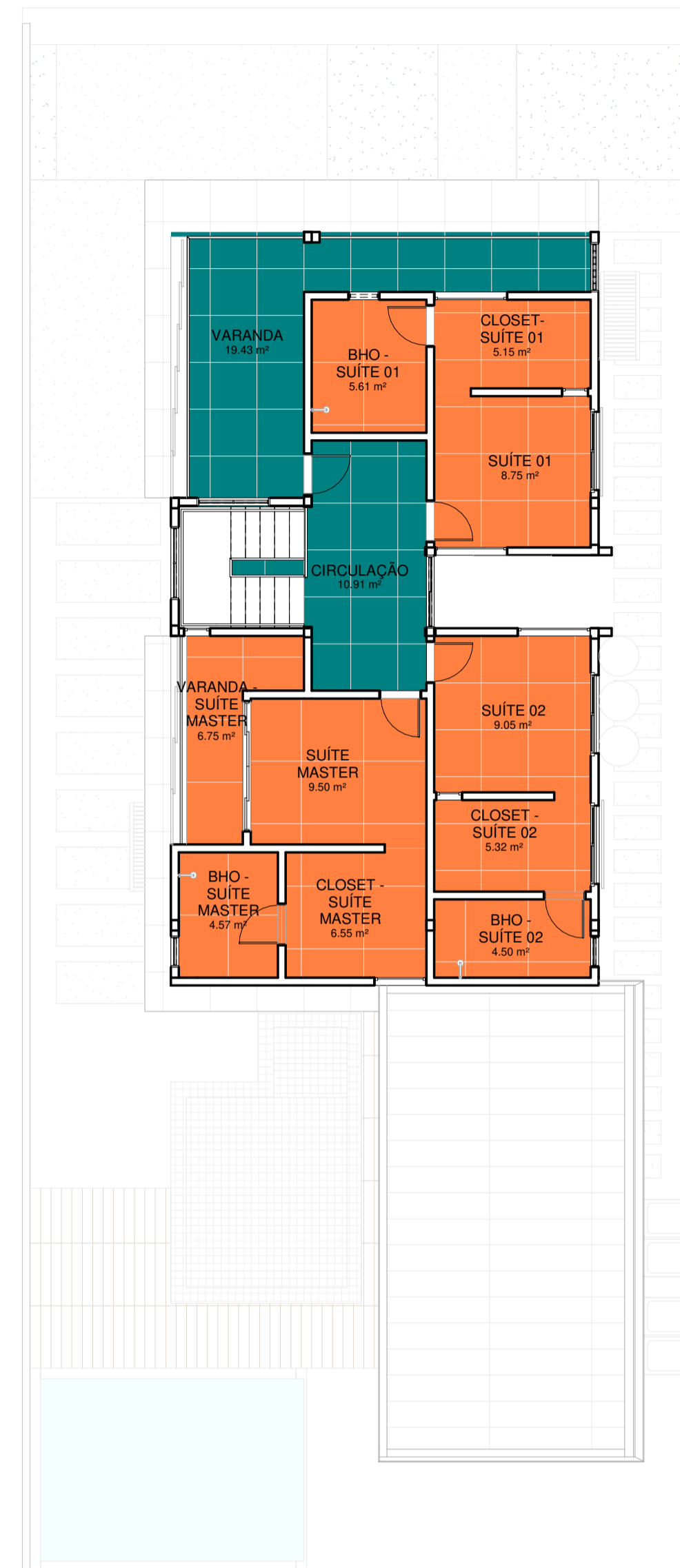
Curso de Arquitetura e Urbanismo		Dez/2023
Aluno:	HÉRICA RAIANE COSTA PEREIRA	
Orientador:	PAULO ANDRÉ DANTAS SILVA	
Projeto:	ANTEPROJETO PARA CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR: BIOLIMÁTICA COM ESTRATÉGIAS EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	
Nome da Folha:	IMPLANTAÇÃO - PLANTA BAIXA, PLANTA DE SITUAÇÃO	
Escala:	Nº da Folha:	
Como indicado	01/05	



PLANTA DE SETORIZAÇÃO

- SETOR SERVIÇOS
- SETOR SOCIAL
- SETOR ÍNTIMO

1 **TÉRREO - SETORIZAÇÃO**
ESCALA 1 : 100



PLANTA DE SETORIZAÇÃO

- SETOR SOCIAL
- SETOR ÍNTIMO

2 **1 PAVIMENTO - SETORIZAÇÃO**
ESCALA 1 : 100

Revestimento, Piso, Tinta e Forro

P1 - Portobello - Blommy Off White 90X90 cm Nat Ret
P2 - Portobello - MS. Barcelona Cristal 90X90 Nat Ret
P3 - Portobello - Oh!Take Moutain 120X120 cm Nat Ret
P4 - Portobello - Brasília Concreto Cinza 90X90 Ext Ret
P5 - Portobello - Pietra Lombard Off White 90X90 Nat Ret
P6 - Portobello - Zefiro 20X120 cm Ext Ret
R1 - Palimanan - Anatólia Antique Tradicional, 7,5 x 20,3 cm
R2 - Castelatto - Apparente Off White, Painel Apparente 12x120x2 cm
R3 - Portobello - Terracotta Muro Merlot 0,7 x 26cm

R4 - Portobello - MS. Barcelona Cristal 90X90 Pol Ret
R5 - Portobello - Magma Rock Nra 14,5X14,5 Ext Bold
T1 - Tinta Coral - Renova Paredes e tetos - Cor Algodão Egípcio - Fosco
T2 - Tinta Coral - Proteção Sol & Chuva Pintura Impermeabilizante - Fosco - Cor Algodão Egípcio
T3 - Tinta Coral - Proteção Sol & Chuva Pintura Impermeabilizante - Cor Lápis Preto
F1 - Tinta Coral - Renova Paredes e tetos - Fosco - Cor Branco
F2 - Teto Vinílico - Breeze Bold Marrom

Centro Universitário do Estado do Pará

Curso de Arquitetura e Urbanismo

Dez/2023

Aluno: HÉRICA RAIANE COSTA PEREIRA

Orientador: PAULO ANDRÉ DANTAS SILVA

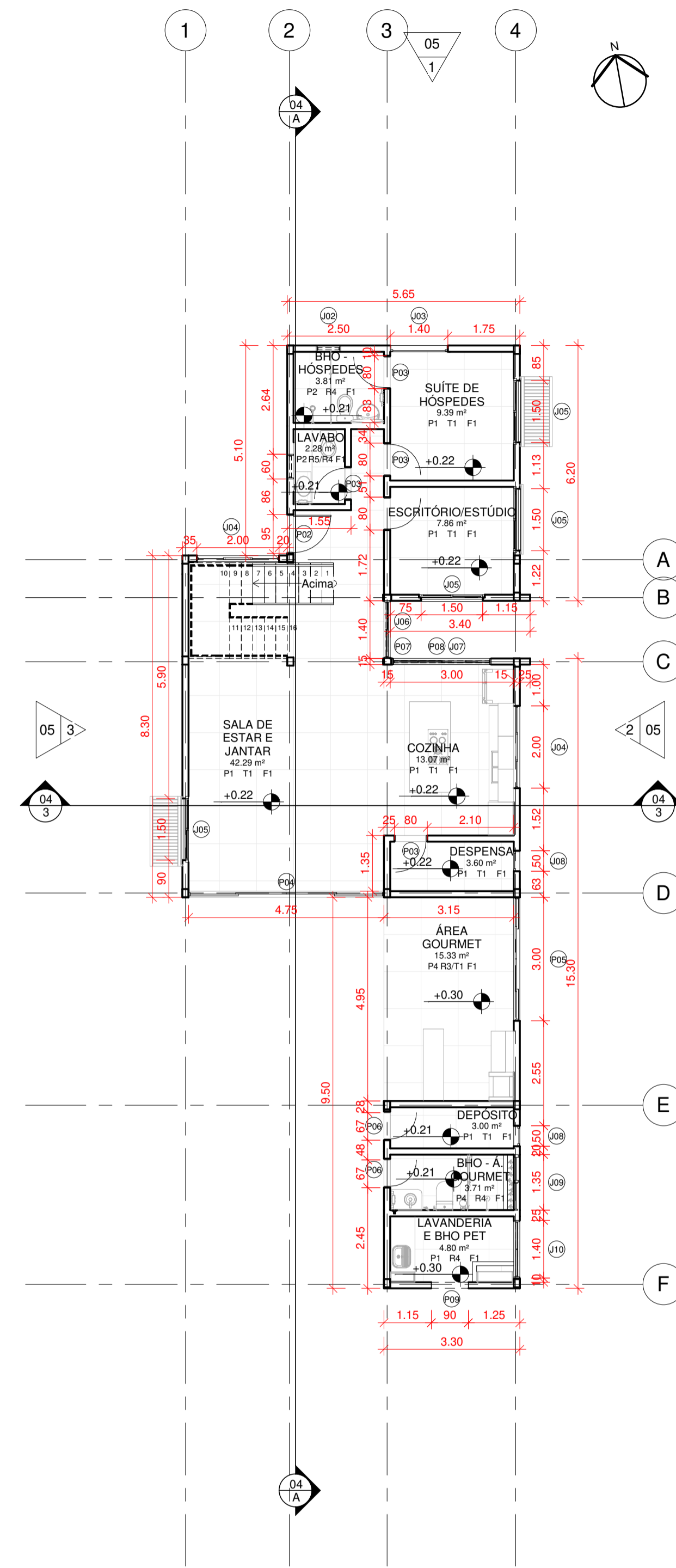
Projeto: ANTEPROJETO PARA CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR: BIOCLIMÁTICA COM ESTRATÉGIAS EM EFICÊNCIA ENERGÉTICA

Nome da Folha: TÉRREO - SETORIZAÇÃO, 1 PAVIMENTO - SETORIZAÇÃO

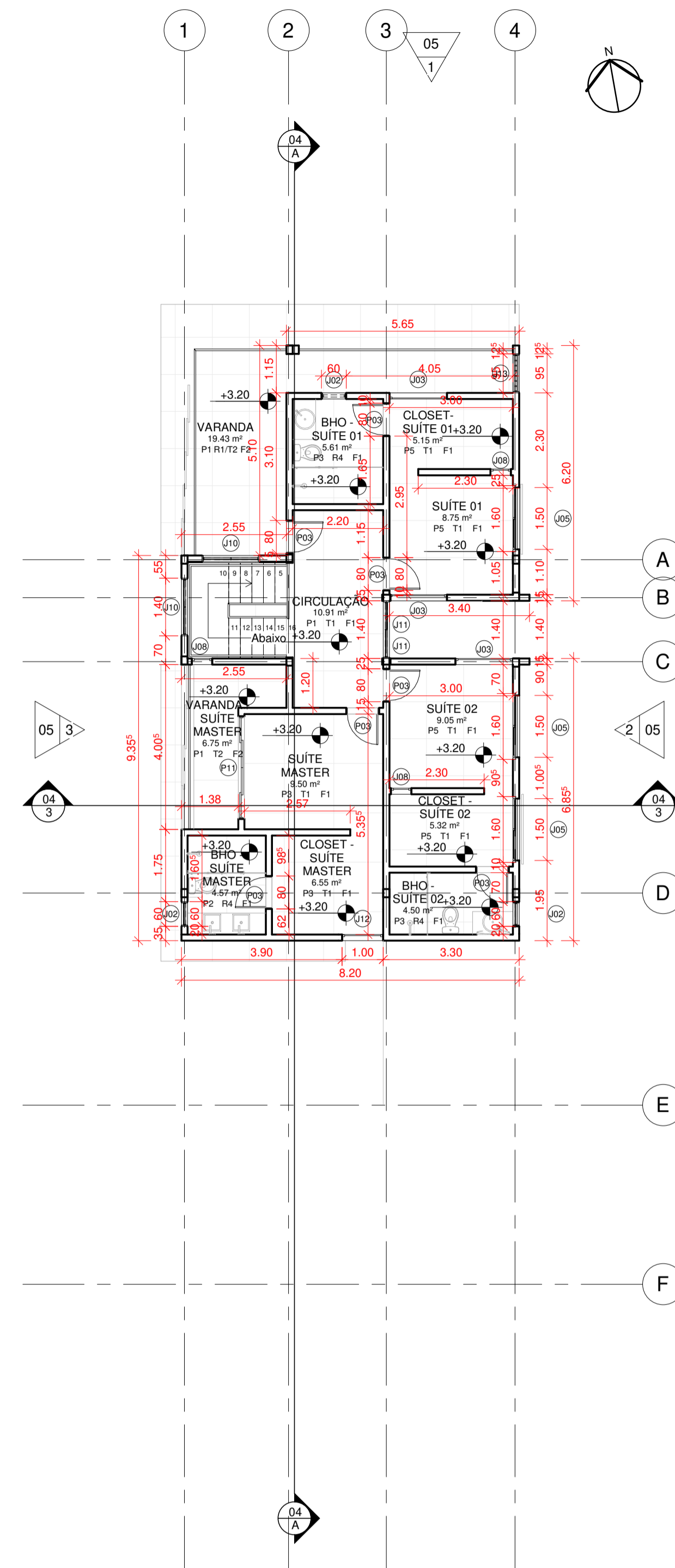
Escala:
1 : 100

Nº da Folha:
02/ 05

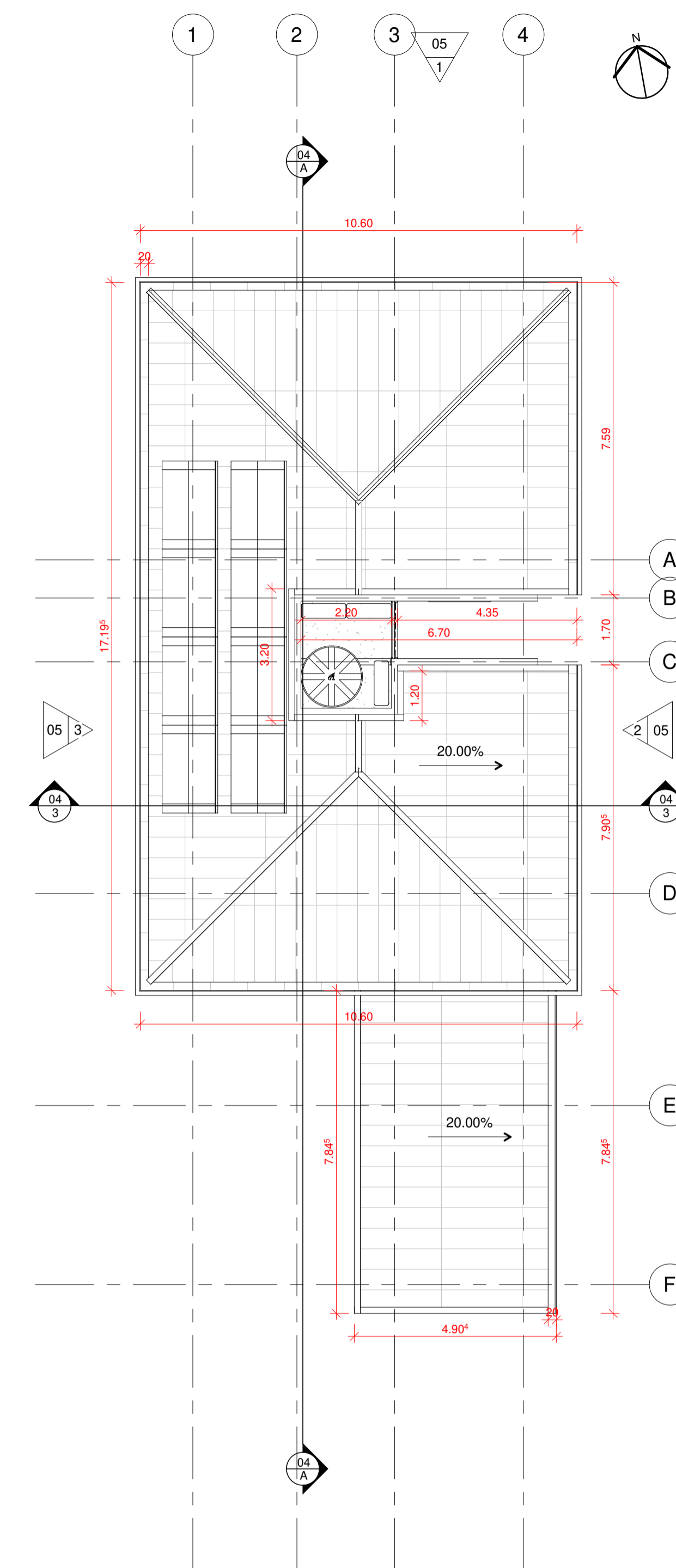




B **TÉRREO - PLANTA BAIXA**
ESCALA 1:100



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



3 **COBERTURA - PLANTA BAIXA**
ESCALA 1:100

Revestimento, Piso, Tinta e Forro

P1 - Portobello - Blommy Off White 90X90 cm Nat Ret
P2 - Portobello - MS. Barcelona Cristal 90X90 Nat Ret
P3 - Portobello - Oh!Take Moutain 120X120 cm Nat Ret
P4 - Portobello - Brasília Concreto Cinza 90X90 Ext Ret
P5 - Portobello - Pietra Lombard Off White 90X90 Nat Ret
P6 - Portobello - Zefiro 20X120 cm Ext Ret
R1 - Palimanan - Anatolia Antique Tradicional, 7,5 x 20,3 cm
R2 - Castelatto - Apparente Off White, Painel Apparente 12x120x2 cm
R3 - Portobello - Terracotta Muro Merlot 0,7 x 26cm

R4 - Portobello - MS. Barcelona Cristal 90X90 Pol Ret
R5 - Portobello - Magma Rock Nra 14,5X14,5 Ext Bold
T1 - Tinta Coral - Renova Paredes e tetos - Cor Algodão Egípcio - Fosco
T2 - Tinta Coral - Proteção Sol & Chuva Pintura Impermeabilizante - Fosco - Cor Algodão Egípcio
T3 - Tinta Coral - Proteção Sol & Chuva Pintura Impermeabilizante - Cor Lápis Preto
F1 - Tinta Coral - Renova Paredes e tetos - Fosco - Cor Branco
F2 - Teto Vinílico - Breeze Bold Marrom

Centro Universitário do Estado do Pará

Curso de Arquitetura e Urbanismo

Dez/2023

Aluno: HÉRICA RAIANE COSTA PEREIRA

Orientador: PAULO ANDRÉ DANTAS SILVA

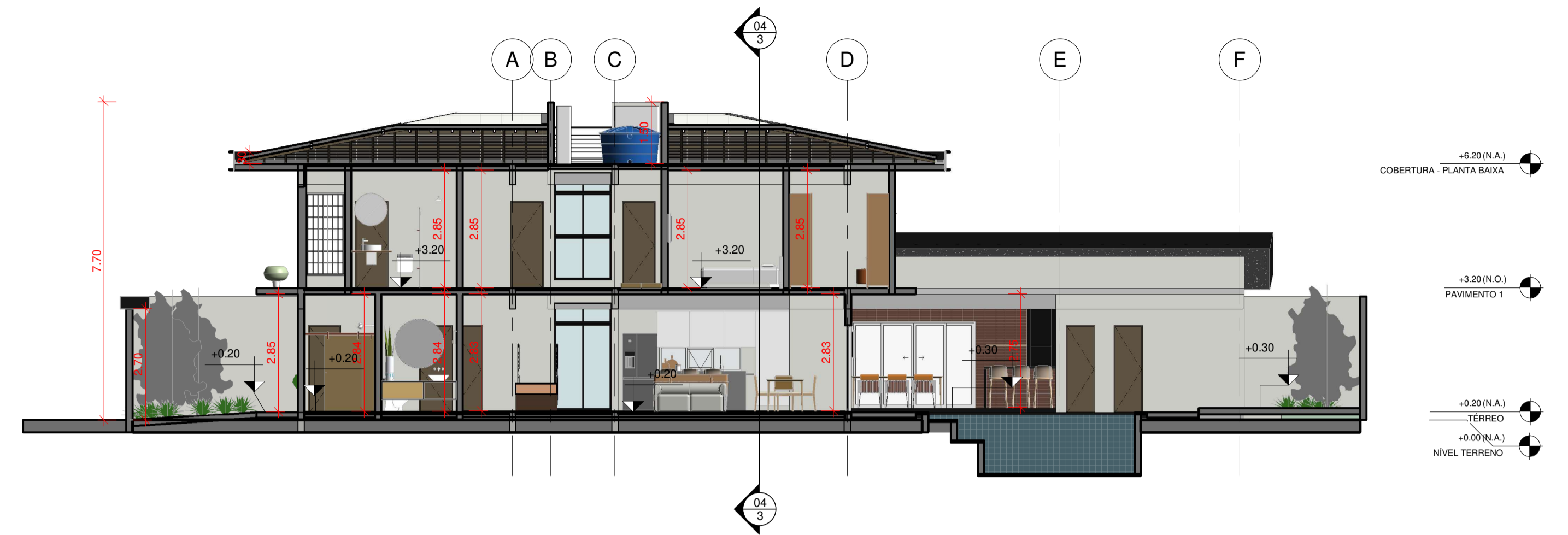
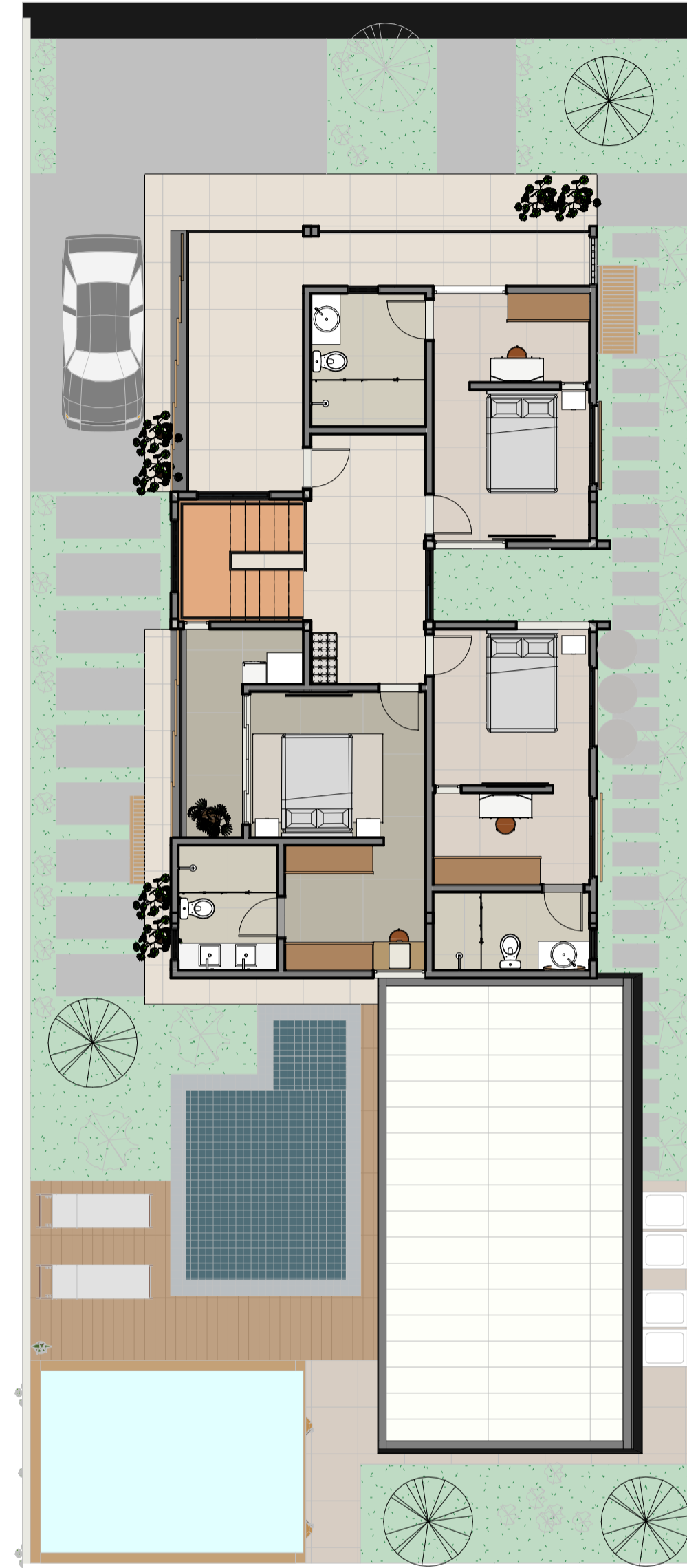
Projeto: ANTEPROJETO PARA CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR: BIOLIMÁTICA COM ESTRATÉGIAS EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Nome da Folha: TÉRREO - PLANTA BAIXA, 1 PAVIMENTO - PLANTA BAIXA, COBERTURA PLANTA BAIXA

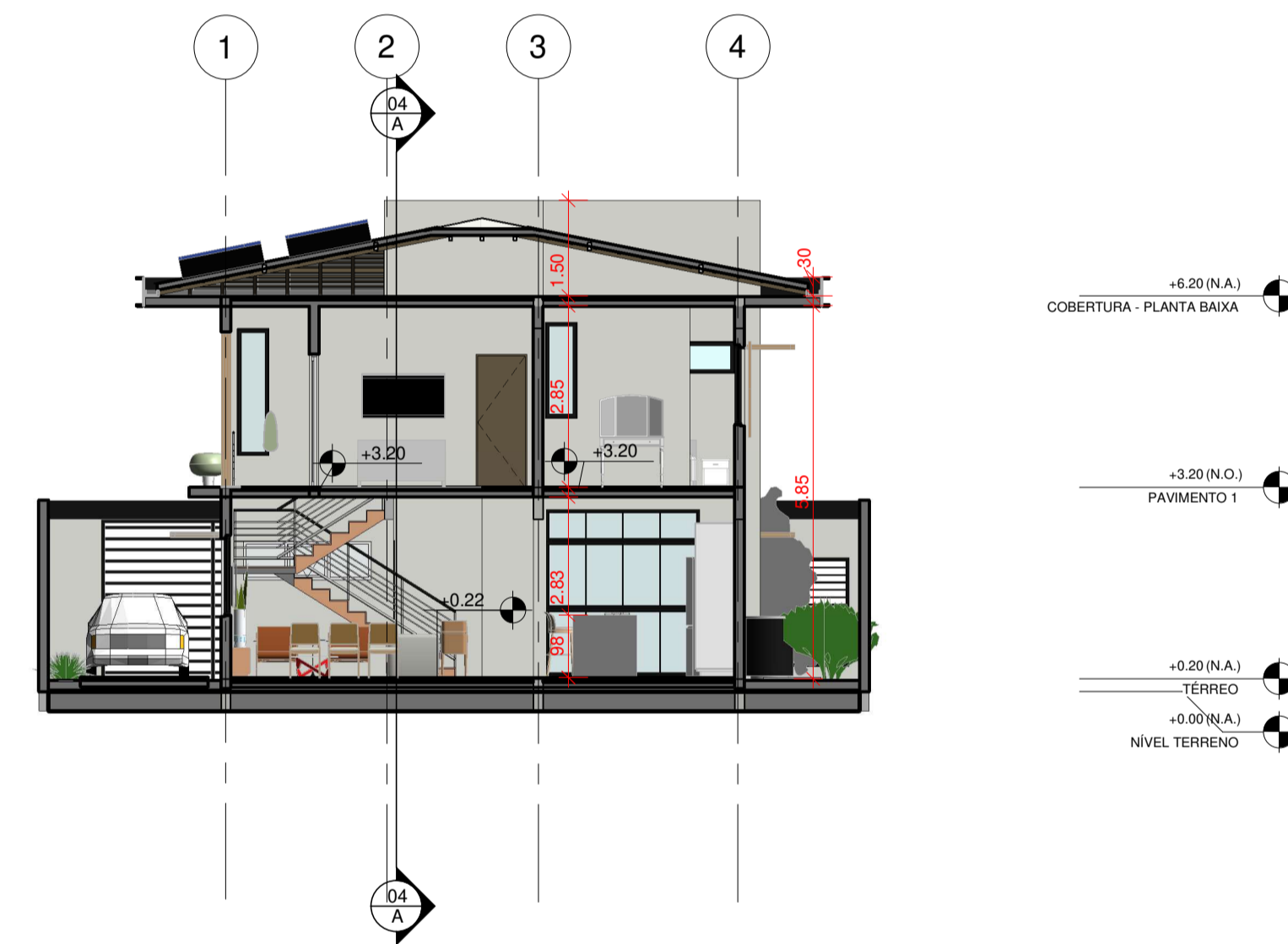
Escala:
1 : 100

Nº da Folha:
03/ 05





A CORTE A
ESCALA 1:100



3 CORTE B
ESCALA 1:100

1 TÉRREO - LAYOUT
ESCALA 1:100

2 1 PAVIMENTO - LAYOUT
ESCALA 1:100

Revestimento, Piso, Tinta e Forro

P1 - Portobello - Blommy Off White 90X90 cm Nat Ret
P2 - Portobello - MS. Barcelona Cristal 90X90 Nat Ret
P3 - Portobello - Oh!Take Moutain 120X120 cm Nat Ret
P4 - Portobello - Brasília Concreto Cinza 90X90 Ext Ret
P5 - Portobello - Pietra Lombard Off White 90X90 Nat Ret
P6 - Portobello - Zefiro 20X120 cm Ext Ret
R1 - Palimanan - Anatólia Antique Tradicional, 7,5 x 20,3 cm
R2 - Castelatto - Apparente Off White, Paineel Apparente 12x120x2 cm
R3 - Portobello - Terracotta Muro Merlot 0,7 x 26cm

R4 - Portobello - MS. Barcelona Cristal 90X90 Pol Ret
R5 - Portobello - Magma Rock Nra 14,5X14,5 Ext Bold
T1 - Tinta Coral - Renova Paredes e tetos - Cor Algodão Egípcio - Fosco
T2 - Tinta Coral - Proteção Sol & Chuva Pintura Impermeabilizante - Fosco - Cor Algodão Egípcio
T3 - Tinta Coral - Proteção Sol & Chuva Pintura Impermeabilizante - Cor Lápis Preto
F1 - Tinta Coral - Renova Paredes e tetos - Fosco - Cor Branco
F2 - Teto Vinílico - Breeze Bold Marrom

Centro Universitário do Estado do Pará

Curso de Arquitetura e Urbanismo

Dez/2023

Aluno: HÉRICA RAIANE COSTA PEREIRA

Orientador: PAULO ANDRÉ DANTAS SILVA

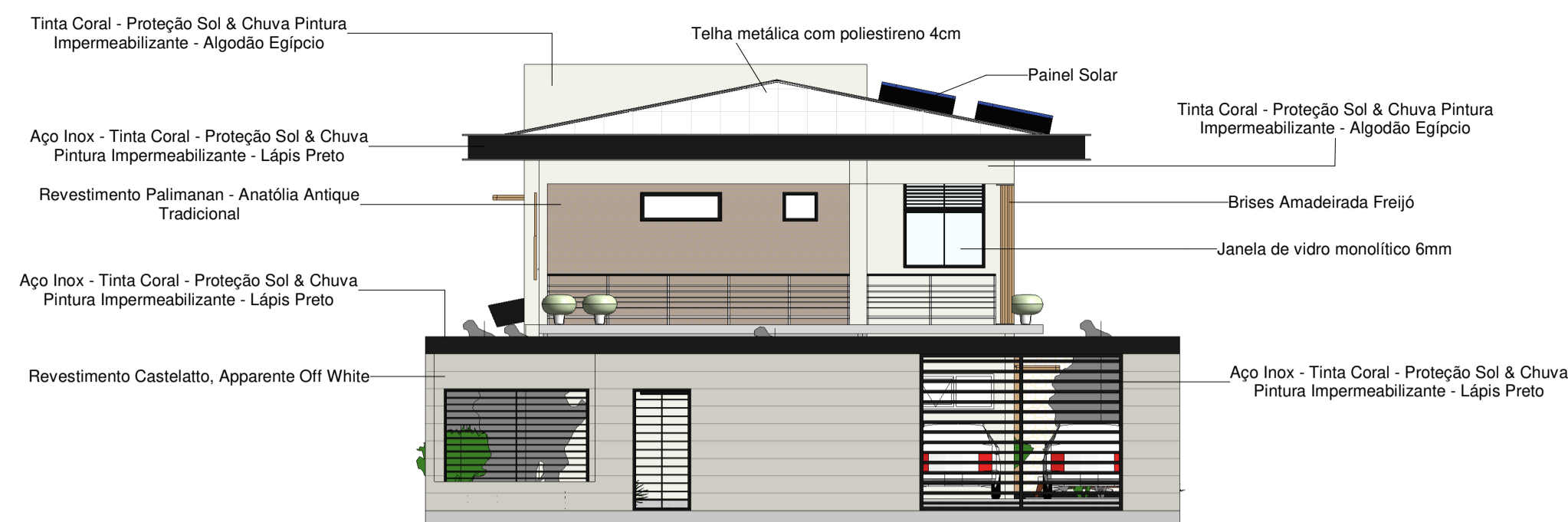
Projeto: ANTEPROJETO PARA CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR: BIOLIMÁTICA COM ESTRATÉGIAS EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Nome da Folha: TÉRREO - LAYOUT, 1 PAVIMENTO, CORTE A, CORTE B

Escala:
1 : 100

Nº da Folha:
04/ 05





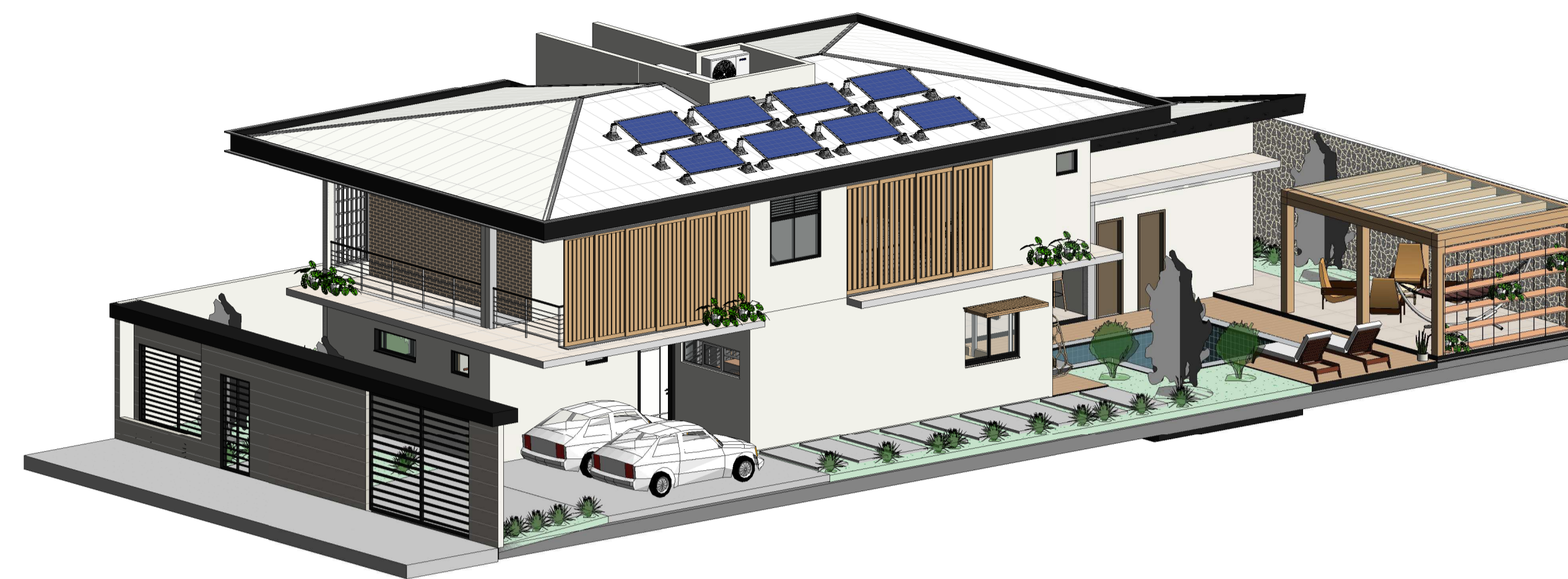
1 FACHADA NORTE
ESCALA 1 : 100



2 FACHADA LESTE
ESCALA 1 : 100



3 FACHADA OESTE
ESCALA 1 : 100



4 VISTA - 3D
ESCALA



5 VISTA 2 - 3D
ESCALA

Revestimento, Piso, Tinta e Forro

P1 - Portobello - Blommy Off White 90X90 cm Nat Ret

P2 - Portobello - MS. Barcelona Cristal 90X90 Nat Ret

P3 - Portobello - Oh!Take Moutain 120X120 cm Nat Ret

P4 - Portobello - Brasília Concreto Cinza 90X90 Ext Ret

P5 - Portobello - Pietra Lombard Off White 90X90 Nat Ret

P6 - Portobello - Zefiro 20X120 cm Ext Ret

R1 - Palimanan - Anatólia Antique Tradicional, 7,5 x 20,3 cm

R2 - Castelatto - Apparente Off White, Painel Apparente 12x120x2 cm

R3 - Portobello - Terracotta Muro Merlot 0,7 x 26cm

R4 - Portobello - MS. Barcelona Cristal 90X90 Pol Ret

R5 - Portobello - Magma Rock Nra 14,5X14,5 Ext Bold

T1 - Tinta Coral - Renova Paredes e tetos - Cor Algodão Egípcio - Fosco

T2 - Tinta Coral - Proteção Sol & Chuva Pintura Impermeabilizante - Fosco - Cor Algodão Egípcio

T3 - Tinta Coral - Proteção Sol & Chuva Pintura Impermeabilizante - Cor Lápis Preto

F1 - Tinta Coral - Renova Paredes e tetos - Fosco - Cor Branco

F2 - Teto Vinílico - Breeze Bold Marrom

Centro Universitário do Estado do Pará

Curso de Arquitetura e Urbanismo

Dez/2023

Aluno: HÉRICA RAIANE COSTA PEREIRA

Orientador: PAULO ANDRÉ DANTAS SILVA

Projeto: ANTEPROJETO PARA CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR: BIOCLIMÁTICA COM ESTRATÉGIAS EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Nome da Folha: FACHADA NORTE, FACHADA LESTE, FACHADA OESTE, VISTA - 3D, VISTA 2 - 3D

Escala:

1 : 100

Nº da Folha:

05/ 05

