



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO  
GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

**EMILLY DA PAIXÃO CUNHA**

**CERTIFICAÇÃO LEED:**

proposta de empreendimento residencial em Aracaju, SE

Laranjeiras/SE

2024

**EMILLY DA PAIXÃO CUNHA**

**CERTIFICAÇÃO LEED:**

proposta de empreendimento residencial em Aracaju, SE

Trabalho apresentado como requisito para a obtenção de nota na atividade de Trabalho de Conclusão de Curso 2, no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Sergipe-UFS.

Orientadora: Dr<sup>a</sup> Raquel Kohler Wypyszynski

Laranjeiras/SE

2024

CERTIFICAÇÃO LEED: proposta de empreendimento residencial em Aracaju/SE

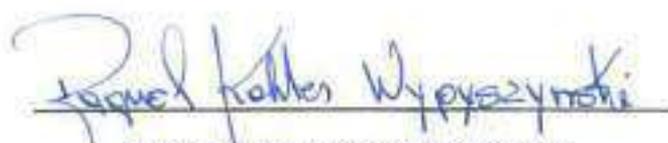
EMILLY DA PAIXÃO CUNHA

Trabalho apresentado como requisito para a obtenção de nota na atividade de Trabalho de Conclusão de Curso 2, no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Sergipe-UFS.

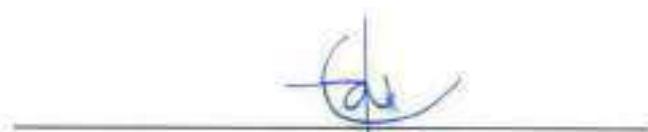
Nota: DEZ

Data de apresentação: 29/10/2024

**BANCA AVALIADORA**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Raquel Kohler Wypyszynski  
(Orientadora)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Me. Agripino da Silva Costa  
(Avaliador Interno)

  
\_\_\_\_\_  
Arquiteto Eduardo Rodrigues dos Santos  
(Avaliador Externo)

Ao Sagrado Coração de Jesus e ao  
Imaculado Coração de Maria, cuja proteção e  
amor me sustentaram até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho é o fruto de anos de dedicação, cujo início retoma a antes mesmo de ingressar na Universidade. Nosso Senhor, em Sua sabedoria, tinha tudo planejado, e eu confiei plenamente Nele e em Nossa Senhora, que sempre intercedeu por mim e me acolheu em Seu colo. A Eles, vai o meu primeiro e mais profundo agradecimento.

Dedico também este trabalho aos meus pais e ao meu irmão. À minha mãe, que sempre acreditou em mim, até mesmo nos momentos em que eu duvidava de mim mesma. Seu amor e apoio incondicionais foram meu alicerce em cada passo dessa jornada. Ao meu pai, que trabalha todos os dias sob o sol quente para me proporcionar o melhor. Sua dedicação e esforço são minha maior fonte de inspiração. E ao meu irmão, que acreditou no meu sonho mais do que eu mesma. Sua confiança em mim me deu a força necessária para continuar. Aos três, meu eterno amor e gratidão.

Agradeço à minha família, que sempre esteve ao meu lado e ensinou o verdadeiro significado de “lar” muito antes de eu entrar na faculdade de Arquitetura.

Às minhas amigas de escola que permanecem comigo até hoje. Ana Carla, Bia, Heloísa, Júlia, Lavínia, Leilane, Milleni, Nathália, Rita, Victoria e nosso mascote Leleu, agradeço pelo apoio incondicional e pela compreensão nos momentos de ausência.

Aos meus amigos e companheiros de fé: Alexia, Alyne, Denison, Edu, Fran, Gabriel, Japinha, Jessica, Luna, Pedro, Ronald, Vitor, Vitória, Yasmin, e especialmente ao meu amor, João Paulo. Vocês trouxeram leveza e alegria aos momentos mais difíceis, me mostrando que mesmo diante das tempestades que enfrentei ao longo do curso, foi possível encontrar motivos para sorrir.

Às minhas amigas de turma, Anna Luiza, Lícia, Marcela, e especialmente à Alana, com quem enfrentei os altos e baixos da graduação. Vocês tornaram essa jornada mais leve, feliz e divertida.

Agradeço à minha orientadora, Raquel Kohler, por seu tempo, dedicação e por incentivar o desenvolvimento deste projeto.

E, finalmente, à Universidade Federal de Sergipe, que, apesar dos desafios, me proporcionou inúmeras oportunidades e experiências valiosas.

*Emilly da Paixão Cunha*

“A natureza é o espelho da alma de Deus”

São Francisco de Assis

## **RESUMO**

A sustentabilidade na arquitetura busca o equilíbrio entre a utilização dos recursos naturais e sua preservação, tornando a redução dos impactos ambientais um dos principais desafios globais. Neste contexto, a adoção de certificações ambientais é fundamental para a construção de edificações verdes. O principal questionamento, por sua vez, é a possibilidade do desenvolvimento de habitações economicamente viáveis que se enquadrem no conceito de sustentabilidade. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma proposta de empreendimento residencial que atenda as especificações da certificação “Leed BD+C”, selecionada após estudo comparativo entre os selos mais utilizados no Brasil. A metodologia incluiu revisão bibliográfica a respeito da arquitetura sustentável e de referências projetuais, além do estudo de caso na cidade de Aracaju, que resultou na seleção do local para a elaboração dos Estudos Preliminares do empreendimento, nomeado “Rios”. Através da definição de algumas diretrizes projetuais, o residencial obteve o nível Ouro na certificação LEED, tendo como premissa a viabilidade e o custo-benefício das técnicas projetuais aplicadas.

Palavras chaves: Certificações ambientais; Empreendimento residencial; Sustentabilidade

## **ABSTRACT**

Sustainability in architecture seeks to balance the use of natural resources and their preservation, resulting in the reduction of environmental impacts, one of the main global challenges. In this context, the adoption of environmental certifications is essential for the construction of green buildings. The main question, in turn, is the possibility of developing economically viable housing that fits the concept of sustainability. The objective of this work was to develop a proposal for a residential project that meets the specifications of the “Leed BD+C” certification, selected after a comparative study of the most widely used seals in Brazil. The methodology included a bibliographic review on sustainable architecture and design references, in addition to a case study in the city of Aracaju, which resulted in the selection of the location for the preparation of the Preliminary Studies, named “Rios”. Through the definition of some design guidelines, the residential project obtained the Gold level in the LEED certification, with the goals of the guidelines and the cost-benefit of the design techniques applied.

Keywords: Environmental certifications; Residential project; Sustainability

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura metálica.....	17
Figura 2: Sistemas de Vedação.....	18
Figura 3: Esquema de aproveitamento de água de chuva em uma residência.....	19
Figura 4: Esquema de projeto de reúso de efluentes em residência.....	20
Figura 5: Esquemas técnicos das estratégias de drenagem.....	21
Figura 6: Diagrama do funcionamento dos painéis solares em residências.....	22
Figura 7: Táticas para aproveitamento dos condicionantes.....	22
Figura 8: Estratégias para uma arquitetura sombreada.....	24
Figura 9: Estratégias passivas defendidas por Armando Holanda.....	24
Figura 10: Selos das tipologias na certificação LEED.....	28
Figura 11: Critérios de avaliação LEED.....	29
Figura 12: Pontuações e selos da certificação LEED.....	32
Figura 13: Edifício Solaire.....	33
Figura 14: Edifício Llum.....	34
Figura 15: Espaço LarVerdeLar.....	34
Figura 16: Edifício Paço das águas.....	35
Figura 17: Gráfico quantitativo dos Empreendimentos com certificação LEED.....	36
Figura 18: Localização da cidade de Aracaju.....	37
Figura 19: Localização do terreno.....	39
Figura 20: Estudo dos condicionantes do terreno.....	41
Figura 21: Estudo de manchas.....	43
Figura 22: Estudo de implantação e volumetria.....	49
Figura 23: Acessos ao Residencial Rios.....	50
Figura 24: Blocos residenciais.....	51
Figura 25: Setorização dos pavimentos.....	51
Figura 26: Esquema estrutural.....	52
Figura 27: Pavimento Tipo.....	53
Figura 28: Estudo de Layout da tipologia 1.....	54
Figura 29: Estudo de Layout da tipologia 2.....	54
Figura 30: Estudo de Layout da tipologia 3.....	55
Figura 31: Corte volumétrico das edificações residenciais.....	56
Figura 32:Residencial Rios.....	56
Figura 33: Percentual da precipitação média mensal em Aracaju (SE).....	58
Figura 34: Localização da área de fumantes.....	59

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Critérios exigidos pelas certificações ambientais.....	26
Quadro 2: Critérios de análise para pontuação na certificação LEED.....	30
Quadro 3: Padrão de oferta de edifícios residenciais para classe média em Aracaju/SE.....	38
Quadro 4: Programa de necessidades.....	42
Quadro 5: Utilização do espaço externo.....	44
Quadro 6: Pontos do crédito gestão de águas pluviais.....	44
Quadro 7: Pontuação de acordo com a redução do uso de água exterior.....	45
Quadro 8: Vazões máximas de equipamentos.....	45
Quadro 9: Pontos por porcentagem de redução do uso de água interior.....	45
Quadro 10: Pontuação para o crédito "Luz Natural".....	47
Quadro 11: Quadro de área do projeto.....	52
Quadro 12: Diretrizes e pontuações na certificação LEED.....	61

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
BD+C	<i>Building design + Construction</i> (Novas construções e grandes reformas)
C.A.	Conforto Ambiental
CAIXA	Caixa Econômica Federal
CAP.	Capacidade;
E.E.	Eficiência energética;
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
E.V.	Espaços Verdes
GBC	<i>Green Build Council</i> (Conselho de Construções Verdes)
HQE	<i>Haute Qualité Environnementale</i> (Alta qualidade ambiental)
ID+C	<i>Interior design + Construction</i> (Design de interiores e Construção)
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISO	Organização Nacional para Padronização
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i> (Liderança em energia e Design Ambiental)
MME	Ministério de Minas e Energia
M/R	Materiais e recursos
ND	<i>Neighborhood</i> (Bairros)
O+M	<i>Operation and maintenance</i> (Operação e Manutenção)
P. N.	Programa de necessidades
PROCEL	Programa Nacional de Conservação em Energia
QAE	Qualidade ambiental do edifício
Tip.	Tipologias
SGE	Sistema de Gestão e empreendimento
USGBC	<i>United States Green Building Council</i> (Conselho de Construções Verdes dos Estados Unidos)
WGBC	<i>World Green Build Council</i> (Conselho Mundial de Construções Verdes)

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>1. SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA.....</b>	<b>15</b>
1.1. TÉCNICAS CONSTRUTIVAS.....	16
1.2. GESTÃO DE ÁGUA.....	18
1.3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	21
1.4. ESTRATÉGIAS DE CONSTRUÇÕES NO NORDESTE BRASILEIRO.....	23
<b>2. CERTIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS.....</b>	<b>25</b>
2.1. CERTIFICAÇÃO LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN (LEED).....	27
2.1.1 Tipologias e critérios de avaliação.....	28
2.1.2 Níveis de Certificação e custos.....	31
2.1.3 Referências projetuais de edificações sustentáveis- LEED.....	32
2.5.4 LEED no Brasil.....	36
<b>3. ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>37</b>
3.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE INTERVENÇÃO.....	39
3.2. CONCEITO E PROGRAMA DE NECESSIDADES.....	41
3.3. DIRETRIZES PROJETUAIS.....	43
3.3.1 Localização e transporte.....	43
3.3.2 Terrenos sustentáveis.....	44
3.3.3 Eficiência Hídrica.....	45
3.3.4 Prioridade Regional.....	46
3.3.5 Energia e Atmosfera.....	46
3.3.6 Materiais e Recursos.....	46
3.3.7 Qualidade do ambiente interno.....	47
<b>4. PROPOSTA DE EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL RIOS.....</b>	<b>48</b>
4.1. ESTRATÉGIAS PROJETUAIS.....	48
4.2. PROJETO E A CERTIFICAÇÃO LEED.....	57
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO A- Taxas de Certificação LEED.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO B- Estudo do entorno do terreno.....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO C- Linhas de ônibus do Terminal do Mercado e distância dos serviços básicos para o terreno.....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE A- Pranchas de projeto: Estudo Preliminar.....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE B- Simulações de iluminância e ofuscamento.....</b>	<b>81</b>

## INTRODUÇÃO

O setor da construção civil desempenha um papel significativo na poluição ambiental, devido aos resíduos de execução e demolição, consumo de recursos naturais e energia. A arquiteta Joana Gonçalves (2006) relata a padronização de técnicas construtivas na concepção de uma edificação como ponto negativo, onde desde a Segunda Guerra Mundial criou-se as repetições de fachadas em vidros e dependência de sistemas artificiais. Além disso, o autor menciona que 70% do consumo de energia no Brasil é direcionado a iluminação artificial e sistemas de climatização.

O conforto ambiental foi deixado de lado por longos anos, voltado a ser debatido na elaboração de projetos modernos, a partir da utilização de tecnologias que favoreciam a iluminação e ventilação natural (Russo, 2004). Grandes conferências mundiais também foram realizadas, como a Rio'92, em 1992, e a Rio+10, em 2002 (Gonçalves, 2006). A partir de então, o desafio global passou a ser a minimização de impactos ambientais e melhorias no acesso aos direitos humanos. Dessa forma, a execução de construções sustentáveis deixou de ser um diferencial e se tornou um pré-requisito (Ares, 2023).

“A construção sustentável vai além do uso de materiais ecológicos e inclusão de espaços verdes no projeto. A sustentabilidade é cada vez mais utilizada como diretriz na arquitetura, para melhorar a saúde humana e preservar os recursos para as futuras gerações.” (Aquino, p.18, 2022)

A qualidade ambiental também está relacionada à qualidade de vida, por isso a execução de construções sustentáveis não devem ser complexas ou exorbitantes, mas sim adaptadas aos contextos locais e com soluções ambientais, sociais e econômicas (Gonçalves, 2006). Logo, o conceito de “*Green Building*”<sup>1</sup> recebeu grande visibilidade, surgindo no mercado certificações e selos que visam regulamentar a adoção e implantação de construções com menores impactos ambientais, a exemplo da certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*)<sup>2</sup>.

Entretanto, existe o paradigma de que a conquista do selo verde envolve maior custo inicial e por se tratar de um processo que demanda despesas significativas, é notável o padrão no que diz respeito a essas edificações, conceituadas de alto escalão (Santos, 2021). Dessa forma, muitos ainda optam por construções convencionais, que geram maiores impactos ambientais e não oferecem economias operacionais ao longo prazo. Por isso, pode-se considerar um desafio

---

<sup>1</sup> Construções Verdes

<sup>2</sup> Liderança em Energia e Design Ambiental

estabelecer soluções sustentáveis que atendam as certificações ambientais em edificações habitacionais de médio padrão construtivo.

Gabriela Santos (2021), engenheira civil, defende que para promover a construção de um país mais sustentável, é essencial envolver as diversas esferas da sociedade, valorizar obras mais limpas e ecologicamente conscientes. O Brasil conquistou o 4º lugar no ranking mundial de construções com selo LEED em 2018 (GBC Brasil, 2019), mas a disseminação de práticas sustentáveis ainda é crucial, especialmente em edifícios residenciais, levando a GBC Brasil<sup>3</sup> lançar em 2015 a Certificação GBC Residenciais Multifamiliares, com o objetivo de impulsionar a sustentabilidade nesse setor (GBC Brasil, 2016).

Em Aracaju, a aplicação dos conceitos de construções verdes e certificações ambientais ainda é limitada, com apenas dois projetos comerciais certificados. Embora termos relacionados à sustentabilidade sejam mencionados em sites e catálogos de construtoras, poucos empreendimentos residenciais demonstram um verdadeiro compromisso com esse fator. A maioria dos projetos que apresentam práticas sustentáveis atendem a famílias de alta renda, enquanto as de classe socioeconômica média, com renda entre 4 e 10 salários mínimos (IPEA, 2024), residem em áreas periféricas, utilizam materiais e técnicas de alto impacto ambiental.

Tendo em vista os custos adicionais para cumprir os requisitos do sistema de certificação, essa pesquisa também busca investigar e simplificadaamente responder se as construções “verdes” certificadas podem atender as diversas classes socioeconômicas. Dessa forma, o principal questionamento é a possibilidade do desenvolvimento de habitações economicamente viáveis que se enquadrem no processo de certificações ambientais e atendam o padrão de consumo habitacional da cidade de Aracaju.

A Certificação *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) é um dos principais selos reconhecidos internacionalmente e com processo de avaliação que parte desde a implantação de uma edificação, até o consumo de água, energia e atividades ecológicas (Oliveira, 2017). Neste contexto, o objetivo geral do trabalho foi desenvolver uma proposta de empreendimento residencial multipavimentado que atenda as especificações da certificação na versão 4 do “Leed BD+C”, voltado para a classe média.

Para alcançar o resultado final, os objetivos específicos consistiram em caracterizar e demonstrar as vantagens econômicas e ambientais de construções sustentáveis, além de identificar técnicas construtivas de baixos impactos ambientais e acessíveis. Foi necessário também detalhar os requisitos para obtenção da certificação LEED em edificações

---

<sup>3</sup> Green Building Council Brasil (Conselho de Construção Verde Brasil)

multifamiliares, analisar referências projetuais, caracterizar o padrão de oferta e demanda de habitações verticais em Aracaju e selecionar o terreno para elaboração da proposta, baseada nos critérios pré-estabelecidos pela certificação LEED.

Com o intuito de alcançar tais objetivos, os procedimentos metodológicos foram: revisão bibliográfica sobre técnicas construtivas e caracterização de empreendimentos multifamiliares sustentáveis em livros, dissertações, trabalhos acadêmicos, artigos, também em sites oficiais da LEED e GBC Brasil. Além de consultas na lista de edifícios residenciais com certificação no site oficial da USGBC (*United States Green Building Council*)<sup>4</sup> e pesquisas em websites para a obtenção de informações sobre os projetos certificados.

Na primeira fase do trabalho, foi necessário consultar catálogos de construtoras em Aracaju, para verificar a oferta de empreendimentos residenciais e obter dados sobre a infraestrutura, tipologias habitacionais e programa de necessidades. Com o intuito de conquistar melhor pontuação na certificação LEED, também foi realizado um estudo comparativo entre dois terrenos em regiões desenvolvidas da cidade, com base nos critérios pré-estabelecidos na categoria localização e transporte.

O lote selecionado fica situado no Bairro Industrial, próximo ao centro comercial da cidade e ao Aracaju Parque Shopping, apresentando densidade no entorno, melhor acesso à transporte de qualidade, por estar adjacente ao um terminal de ônibus, além da testada Sul às margens da vegetação de mangue e um canal que deságua no Rio Sergipe. Posteriormente, para o desenvolvimento do projeto, os elementos gráficos e de simulação foram produzidos através dos Softwares Climate Consult, Dynamic Daylighting e Revit.

O trabalho foi estruturado em quatro capítulos: o primeiro aborda a sustentabilidade na arquitetura, técnicas e medidas ecológicas. No segundo capítulo, foram apresentadas as certificações sustentáveis voltadas para a construção civil, com maior ênfase na certificação LEED, juntamente com as referências projetuais. Em seguida, o capítulo três aborda os estudos de condicionantes e as diretrizes para atender os critérios da certificação. Por fim, o capítulo quatro apresenta a proposta do empreendimento residencial multifamiliar, juntamente com o cálculo da pontuação obtida demonstrando a aplicabilidade da “LEED” no projeto.

---

<sup>4</sup> Conselho de construção verde dos Estados Unidos

## 1. SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA

Sustentabilidade refere-se a busca pela estabilidade entre a disponibilidade de recursos naturais e sua exploração, tendo três princípios fundamentais: social, ambiental e econômico (Mikhailova, 2004). O tema arquitetura sustentável ganhou forças no final da década de 80 e começo de 90 (Aquino, 2022), no entanto, o debate mundial sobre a relação entre homem e natureza teve início somente em 1960 (Tomaz, 2020, p.19). Enquanto o termo “Selo Verde”, surge na década de 70, com a definição das certificações como instrumento ambiental e ecológico (Miliorini; Ferreira, 2018 *apud* Santos, 2021).

Em 1972, a Primeira Conferência Das Nações Unidas buscou incentivar a conscientização da sociedade a respeito da preservação do meio ambiente (Cosentino, 2017 *apud* Tomaz, 2020). Mas o conceito de desenvolvimento sustentável teve início em 1987 a partir do Relatório de Brundtland, também conhecido como “Nosso futuro comum”. Elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, o relatório debate a respeito dos padrões de consumo e produção da sociedade da época (Aquino, 2020).

Em seguida, a Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento ou Eco-92, realizada no Rio de Janeiro, tratou sobre a biodiversidade, redução da desertificação e as mudanças climáticas, além da criação dos planos da Agenda 21 e do Protocolo de Kyoto (De Abreu, 2012). Em 1996, a Segunda Conferência Das Nações Unidas, abordou a influência dos conceitos de sustentabilidade em territórios urbanos, vilas e aldeias (Cosentino, 2017). Já na RIO+20 (2012) foram debatidos temas envolvendo água, energia, alterações climáticas, eliminação da pobreza global e a elaboração de produtos sustentáveis (De Abreu, 2012).

Dessa forma, o tema arquitetura sustentável evoluiu para além da construção de edifícios, mas sim levado em consideração os impactos gerados pelos processos de industrialização de materiais, adensamento populacional, transportes públicos, resíduos, reciclagem, gestão de água, energia e outros fatores que influenciam diretamente o meio urbano. O custo benefício e impacto ambiental de algumas estratégias de acordo com o contexto local, social e econômico de uma região também deve ser levado em consideração, além do desempenho estrutural e vida útil da edificação (Gonçalves e Duarte, 2006).

A arquitetura sustentável deve fazer a síntese entre projeto, ambiente e tecnologia, dentro de um determinado contexto ambiental, cultural e socioeconômico, apropriando-se de uma visão de médio e longo prazos, em que tanto o idealismo como o pragmatismo são fatores fundamentais. (Gonçalves e Duarte, 2006, p.53)

Por tais fatores, a sustentabilidade na construção civil, de fato, é uma das pautas que vem ganhando maior visibilidade em decorrência de ser considerado o setor que mais polui o meio ambiente, pois segundo o Ministério das Cidades, 51 a 70% dos restos de obras vão parar nas ruas devido ao descarte irregular (Lafaete, 2024). O aumento do consumo de energia, desperdícios de água, poluição do solo e do ar, além do aquecimento global são exemplos de impactos ambientais impulsionados pela construção civil.

O relatório de Brundtland, citado anteriormente, define construções sustentáveis com aquelas que usufruem dos recursos naturais sem comprometer o bem-estar das gerações futuras. Como princípios estão: garantir o uso consciente de recursos naturais, preservar o meio ambiente e melhor qualidade de vida (Lafaete, 2024). Para execução de uma obra sustentável, é fundamental entender conceitos, diretrizes e práticas que possam auxiliar no desenvolvimento ecológico da construção. O planejamento projetual é a primeira etapa para minimizar a degradação ambiental da região e estabelecer outras práticas ecológicas (Lafaete, 2024).

“Apesar da realização de intensas discussões em conferências nacionais e internacionais a respeito da questão urbana e a ambiental na prática de um planejamento ambiental e na realização de estudos de impactos ambientais e de planos diretores, ainda não se obteve um planejamento sustentável, em que fossem aliadas de forma equilibrada as questões ambientais e sociais no processo urbano” (MEDEIROS, 2008, p.18, *apud* MELO, 2016)

Na definição dos materiais, deve-se priorizar aqueles com menor toxicidade e com baixo impacto ambiental, a exemplo do uso de tintas à base d'água e produtos biodegradáveis. A utilização de novas tecnologias que tenham como princípio unir os conceitos de sustentabilidade dentro da arquitetura e da construção civil também são essenciais, a fim de minimizar os impactos ambientais causados por esse setor e associar as construções ecológicas com as intervenções humanas.

Outra ferramenta indispensável para execução de obras sustentáveis é o comissionamento, técnica utilizada para melhor execução em processos específicos do projeto. Contribui também para minimizar o desperdício de materiais e é considerado um requisito para as certificações ambientais (Lara, 2020). Dessa forma, serão analisadas algumas estratégias e medidas que proporcionam a redução do impacto ambiental, gestão dos recursos naturais, qualidade do ambiente interno e externo para serem aplicadas no projeto proposto.

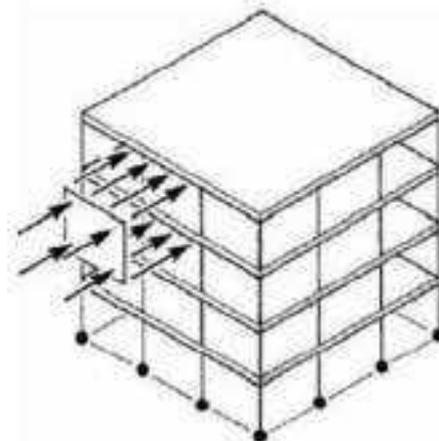
### 1.1. TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

Para que uma obra seja considerada sustentável, a escolha dos materiais e das técnicas construtivas aplicadas são essenciais. Deve-se priorizar, portanto, o aproveitamento dos insumos,

evitando desperdícios e redução do tempo de execução da obra, tornando-a mais eficiente e prática (Aquino, 2022). Da necessidade de preservar os recursos naturais, surgiram também materiais ecológicos e sistemas construtivos mais eficientes, consumindo menos gases de efeito estufa, recursos como energia e água, além de manter o canteiro de obra limpo, minimizando consequente, a formação de entulho.

Diante disso, alguns métodos construtivos foram estudados para o desenvolvimento da proposta do projeto, que por se tratar de edifícios multipavimentados, a utilização de estrutura metálica para o sistema de construção viabiliza o vencimento de grandes vãos, homogeneidade das propriedades mecânicas, além da redução dos prazos para a conclusão da obra (Liubartas, 2014). A partir do seu ciclo de vida e por ser um método de pré-fabricação, a relação de custo e funcionalidade é uma das vantagens, além de minimizar os riscos, prejuízos, preservação do solo e a redução de movimento de terras devido às suas fundações reduzidas.

Figura 1: Estrutura metálica



Fonte: AEA, 2019<sup>5</sup>

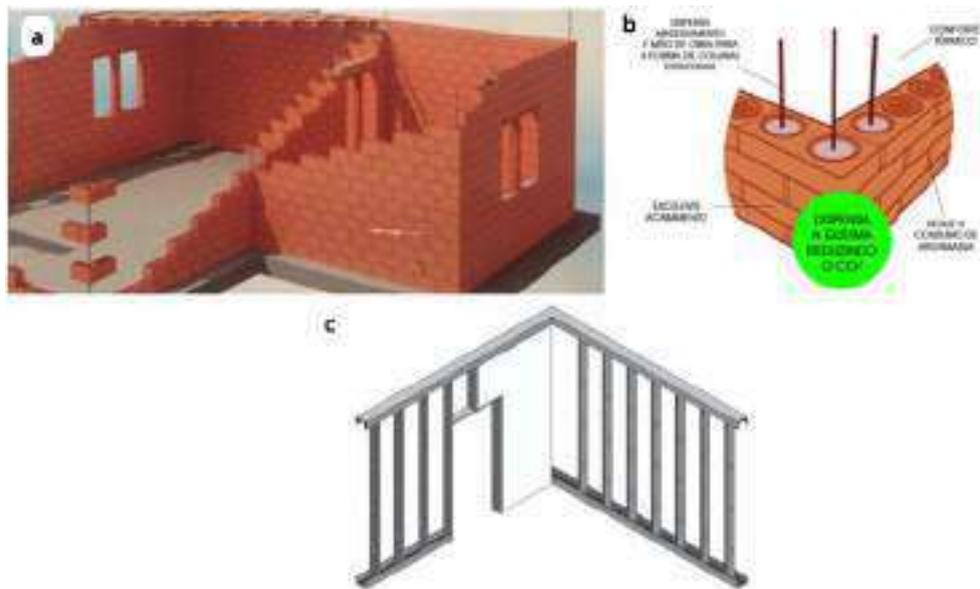
Dessa forma, a partir das características do aço, é possível otimizar a utilização dos recursos naturais e promover um ambiente limpo e eficaz, contribuindo para a execução de uma obra sustentável e segura (Liubartas, 2014). A estrutura metálica pode utilizar diversos sistemas construtivos para a vedação, como ilustrado na Figura 1, a exemplo dos blocos cerâmicos (Figura 2.a), composto por argila e alguns aditivos. Uma das principais vantagens desse método construtivo é sua resistência, porém as obras apresentam alto desperdício de tempo e material a partir da passagem de tubulações, acarretando em grande quantidade de entulho (Aquino, 2022).

---

<sup>5</sup> AEA. Associação dos engenheiros e arquitetos de SJCampos. **Construção de Edificações Multiandares em Aço**. 2019. Disponível em: <https://aeasjc.org.br/2019/01/24/construcao-de-edificacoes-multiandares-em-aco/>. Acesso em: 25 jul. 2024.

Outro sistema de vedação é o tijolo ecológico (Figura 2.b), constituído de solo, cimento e água, apresentando melhor acabamento, isolamento térmico e acústico, devido aos furos criados por câmara de ar nos tijolos (Aquino, 2022). Além disso, esse material não necessita de revestimento e nem de que se quebre as paredes para a passagem das tubulações elétricas e hidráulicas. No entanto, por absorver mais umidade, o tijolo ecológico precisa de impermeabilização e apresenta maior custo e tempo para finalização da obra.

Figura 2: Sistemas de Vedação



(a) Alvenaria de Bloco cerâmico (b) Esquema de tijolo ecológico (c) Esquema construtivo do Steel Frame  
Fonte: (a e b) Aquino, 2022; (c) Pereira, 2020<sup>6</sup>

Por fim, o Steel Frame (Figura 2. c) também é um sistema construção utilizado muitas das vezes como vedação devido a sua limitação de altura, sendo formado por peças de aço galvanizado e painéis ou placas que podem ser compostos por madeira de reflorestamento, placas cimentícias e drywall (Junqueira, 2024). Além da grande durabilidade, essa técnica apresenta vantagens como obras mais rápidas e limpas devido a redução dos resíduos, ganho de área, facilidade de execução e manutenção, por ser uma estrutura modular e de fácil manuseio.

## 1.2. GESTÃO DE ÁGUA

A crise hídrica é um problema evidente e recorrente em todo mundo, por isso algumas táticas são adotadas para o aproveitamento máximo deste recurso, sem que haja desperdícios ou má utilização. A junção da gestão de água e energia em uma edificação auxilia diretamente na

<sup>6</sup> PEREIRA, Matheus. **Steel Frame e Timber Frame: vantagens dos sistemas construtivos**. 2020. Disponível em: [https://www.archdaily.com.br/br/890724/steel-frame-e-wood-frame-vantagens-dos-sistemas-construtivos-a-seco?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com.br/br/890724/steel-frame-e-wood-frame-vantagens-dos-sistemas-construtivos-a-seco?ad_medium=gallery). Acesso em: 25 jul. 2024.

redução de gastos e emissões de poluentes (Argôlo, 2021). Uma tática comum para maximizar o aproveitamento do ciclo hidrológico é o uso da água da chuva em atividades que não requerem água potável, como irrigação de jardins, descargas de banheiros, lavagem de roupas, veículos, entre outras finalidades.

Com base na NBR 15527:2019 – “Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis – Requisitos”, o tratamento parte do descarte do escoamento inicial para remoção dos distritos e posteriormente ocorre a filtragem da água (Argôlo, 2021). Dessa forma, pode ser armazenada em reservatórios sobre o piso ou subterrâneos, chamados de cisterna (Figura 3), sendo imprescindível não ocorrer mistura das águas e podem ser necessários filtros de descida ou cloração (Pinto-Coelho, 2009, *apud* Matos, 2022).

Figura 3: Esquema de aproveitamento de água de chuva em uma residência

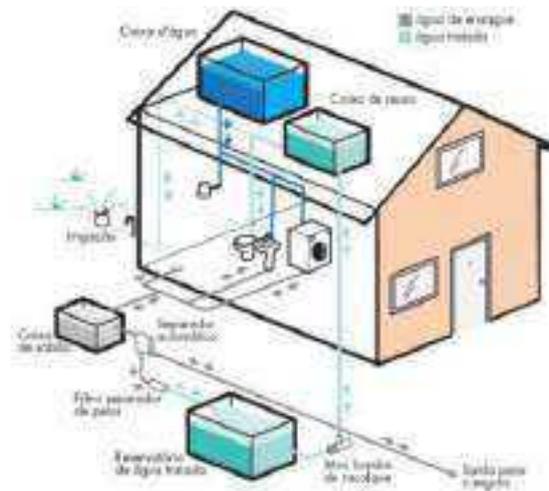


Fonte: Aquafluxus, 2015<sup>7</sup>

Outro hábito essencial para o reaproveitamento do recurso hídrico é a utilização das águas cinzas para reuso, de chuveiros, lavatórios de banheiro, tanques e máquinas de lavar roupas (Matos, 2022). Esta estratégia é defendida pela norma NBR 16783:2019 – “Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações” (ABNT, 2019c), com procedimentos para a caracterização, dimensionamento, uso, operação e manutenção das fontes alternativas de água (Argôlo, 2021). O primeiro passo é a separação do curso hídrico para um tanque de tratamento que separa os resíduos a serem descartados e encaminham para a rede de esgoto, posteriormente, a água é levada a um reservatório superior pela bomba de recalque, como visto na Figura 4.

<sup>7</sup> AQUAFLUXUS. **APROVEITANDO ÁGUA DE CHUVA**. 2013. Disponível em: <https://www.aquafluxus.com.br/aproveitando-agua-de-chuva/>. Acesso em: 29 fev. 2024.

Figura 4: Esquema de projeto de reúso de efluentes em residência



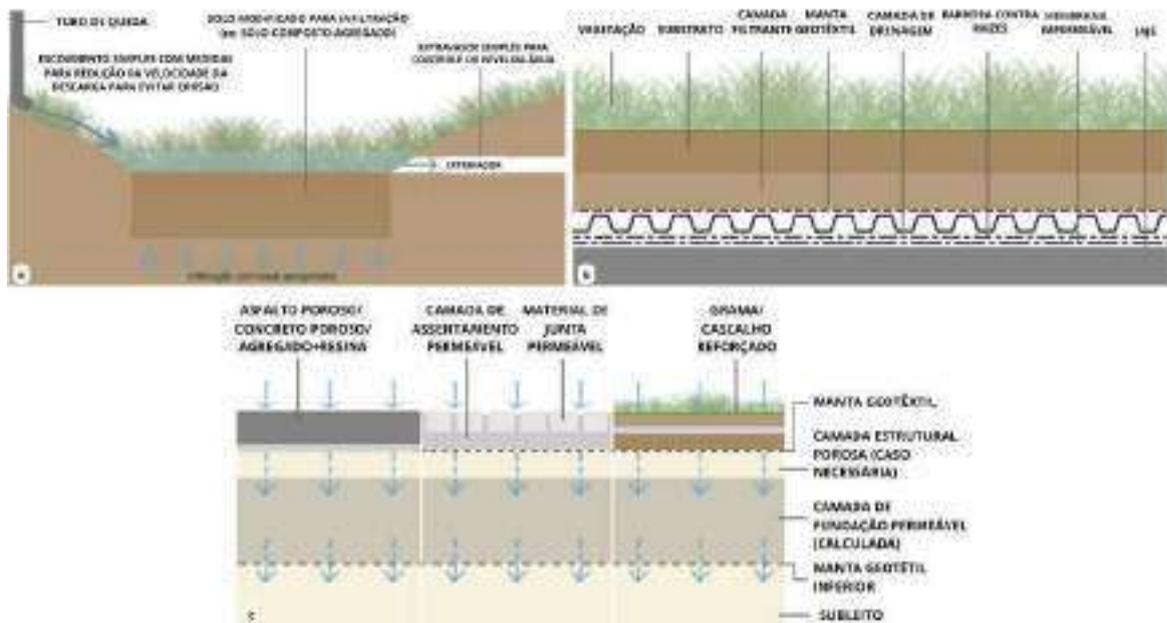
Fonte: EOS Organização e Sistemas, 2021 *apud* Argôlo, 2021

Além disso, tecnologias alternativas de drenagem foram desenvolvidas a partir da década de 1970 para minimizar os impactos das cheias e vazões de rios, além da preservação ambiental (Vasconcelos, 2014 *apud* Argôlo, 2021). Por meio dos manejos de águas pluviais na escala de lote, algumas medidas podem ser utilizadas, como o jardim de chuva, considerado um sistema de biorretenção simples, com função de reter o volume de água por um determinado período, sem precisar de camadas complexas de drenagem e filtragem (Ballard et al, 2015).

É um sistema composto por vegetação, substrato e areia, com capacidade de reduzir a velocidade de escoamento ao acumular água, sendo necessário a inclusão de tubulações para controlar o nível da água e evitar o transbordamento, podendo ser implantado em qualquer ambiente. As coberturas que possuem uma camada superficial de vegetação, reconhecidas como telhado verde, também é umas das técnicas sustentáveis mais utilizadas em *Green Building*, com o intuito de compensar os impactos causados na vegetação para execução de um edifício, além de reduzir as ilhas de calor, sequestrar gás carbônico, criar e preservar habitats (Boni, 2015).

Segundo a engenheira Ballard (2015), existem dois modelos de telhados verdes, sendo eles: extensivo, que possui uma camada fina de vegetação do tipo gramíneo, e intensivo, com camada mais robusta de vegetação de porte tipo arbórea. Por último, uma das estratégias utilizadas para a gestão de água é o uso de pisos permeáveis que apresentam como vantagem a possibilidade de retenção de água da chuva, proteção do sistema de drenagem e utilização como faixa de transição, além de serem utilizados para minimizar as infiltrações (Drenaltec, 2023). Na Figura 5, se encontra as representações das seguintes técnicas de drenagem:

Figura 5: Esquemas técnicos das estratégias de drenagem



(a) Jardim de chuva; (b) Telhado verde; (c) Pisos permeáveis com infiltração

Fonte: Ballard, Wilson et al., 2015

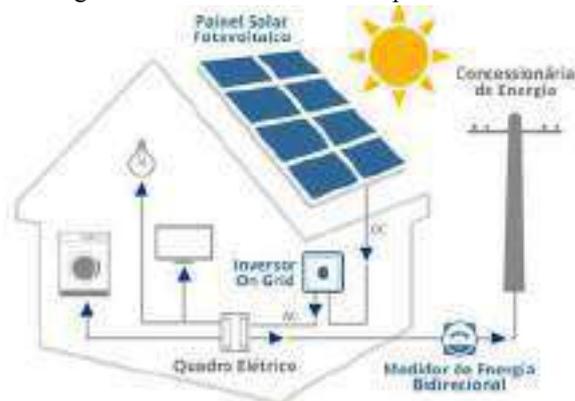
### 1.3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O conceito de eficiência energética é crucial para novas construções, visando utilizar a mesma quantidade de energia para realizar mais ou as mesmas atividades, mantendo o conforto e qualidade. Devido à dependência de fontes de energia não renováveis, como petróleo, alcançar eficiência energética é um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade. A partir do clima tropical em que o Brasil se insere, com altos níveis de insolação permanente nas diversas estações do ano, as fontes de energia limpa mais utilizadas são solar, hidráulica e eólica.

A energia solar se dá principalmente pela implantação de placas fotovoltaicas feitas de sílica, tendo o sol como principal fonte de abastecimento, de forma que os fótons reagem com os átomos de silício e geram corrente elétrica (Santana et al, 2020 *apud* Matos, 2022). Conforme o mesmo autor, o Brasil utiliza cerca de 82,9% de energia elétrica advinda de energias renováveis, sendo que 56,8% vem da energia hidráulica e somente 2,5% da solar.

A principal causa é o custo inicial de investimento para acessar esse tipo de tecnologia, no entanto, os benefícios energéticos e ambientais são inúmeros e a longo prazo, como conforto térmico e visual, com baixo consumo, mínimo de manutenção e autossuficiência elétrica (Lambaerts et al. 2014). A Figura 6 aborda um diagrama de funcionamento dos painéis:

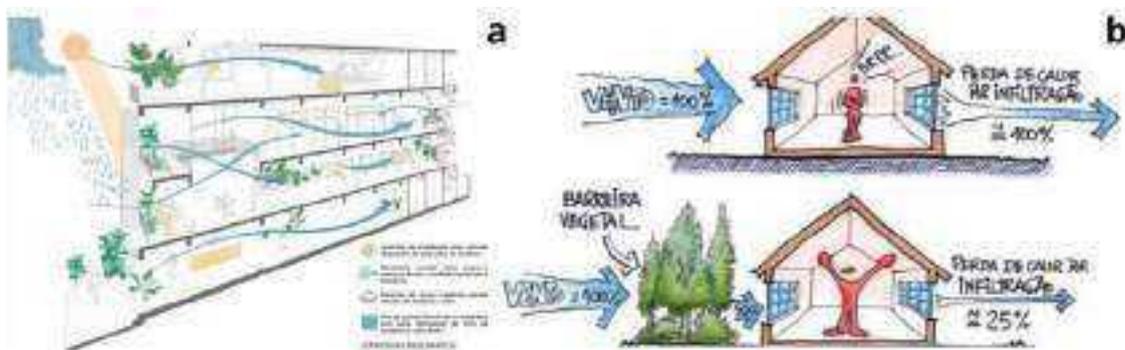
Figura 6: Diagrama do funcionamento dos painéis solares em residências



Fonte: solarenergi *apud* Aquino, 2022

Outro empecilho para a adesão de placas fotovoltaicas é a padronização dos módulos e a dependência de ângulos de inclinações. Por isso, a Universidade Federal do Paraná (UFPR) desenvolveu painéis solares constituídos por filmes finos flexíveis, com o potencial de triplicar a eficiência na conversão de energia e com baixo custo inicial. Algumas estratégias passivas também são essenciais para o aproveitamento dos condicionantes, com o objetivo de minimizar o consumo de energia por meio de estudos de aberturas e espaços ambientalmente flexíveis para adaptações (Olsen; Parsons, 2002; Nicol, 2004, *apud* Gonçalves, Duarte, 2006).

Figura 7: Táticas para aproveitamento dos condicionantes



(a) Estratégias bioclimáticas em edificação; (b) Ventilação cruzada e barreira de vegetação.

Fonte: (a) Natura Futura Arquitectura *apud* Argôlo, 2021; (b) Lamberts, 2014

Dessa forma, essas estratégias envolvem o estudo de conforto ambiental nos espaços, que seguem os princípios de harmonia entre as condições térmicas, acústicas e lumínicas. O primeiro caso envolve a eficiência da temperatura no ambiente em relação a sua atividade, o conforto acústico visa proporcionar experiência auditiva agradável a partir do uso de materiais. Já o conforto lumínico é caracterizado pela luminosidade no espaço, com estudo de luz direta, indireta e o uso de iluminação natural.

É crucial incorporar os princípios e estratégias de ventilação e iluminação natural desde a fase inicial do projeto (Maiztegui, 2021, *apud* Argôlo, 2021). O planejamento envolve estudos preliminares de insolação e ventos dominantes, com foco no conforto ambiental, adaptando-se a cada tipo de clima. Para regiões tropicais, como o nordeste brasileiro, as estratégias de passivas são diversas e serão exemplificadas a seguir.

#### 1.4. ESTRATÉGIAS DE CONSTRUÇÕES NO NORDESTE BRASILEIRO

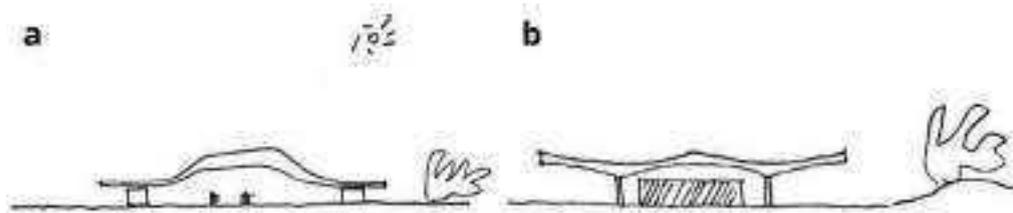
De fato, a utilização de estratégias básicas de conforto ganharam destaque após as discussões sobre os efeitos bioclimáticos no final do século XX, como consequência da padronização nas construções e desenvolvimento de projetos, uma vez que, foi instaurada a lógica global de soluções universais para habitação, com base na supremacia técnica europeia (Wendhausen, 2007). Em 1976, Armando de Holanda, em sua tese de pós-graduação, já abordava essa problemática, com o título “Roteiro de como construir no nordeste”.

Após a ruptura da tradição luso-brasileira de construir, ocorrida no século passado e que trouxe prejuízos ao edifício, enquanto instrumento de amenização dos trópicos, de correção de seus extremos climáticos, não foi desenvolvido, até hoje, um conjunto de técnicas que permitam projetar e construir tendo em vista tal desempenho da edificação (De Holanda, 1976, p. 9)

Por tais fatores, não existe um material universal para todos os tipos de construção, mas, a partir de um conjunto de estratégias passivas, é possível favorecer positivamente o desempenho de uma edificação e torná-la mais sustentável, especialmente em um ambiente tropical (De Holanda, 1976). Apresentando nove pontos, o autor destaca a identidade e a arquitetura local, por meio de estratégias como uma arquitetura sombreada, acolhedora, materiais leves, além de ambientes confortáveis e sem necessidade de manutenções periódicas (Zaccara, 2010).

Seguindo os princípios sustentáveis, as estratégias passivas envolvem a criação de sombras, por meio de desobstrução dos espaços e aberturas de exaustão para criação de coberturas ventiladas (Figura 8.a), proporcionando um amplo abrigo contra sol e chuva para edificações baixas, favorecendo na troca de ar, uma vez que o sol incide principalmente nos horários da tarde no Nordeste Brasileiro. Em relação às edificações altas, existem também coberturas abertas, com espaços internos desobstruídos e pé direito amplo.

Figura 8: Estratégias para uma arquitetura sombreada



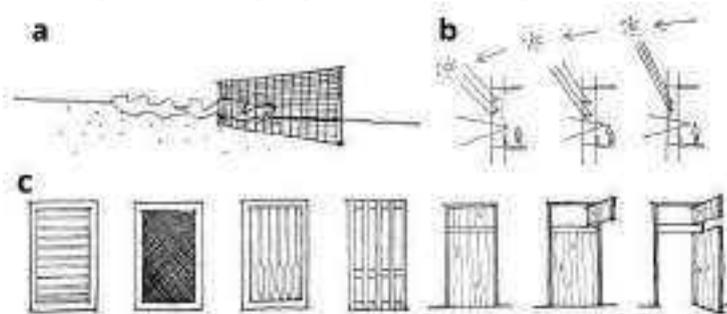
(a) Criação de Sombra; (b) Recuo de paredes

Fonte: De Holanda, 1979

Outra ferramenta utilizada em construções térreas é o recuo de paredes, com o objetivo de minimizar a incidência direta do sol e proporcionar áreas sombreadas, para desempenhar a função de filtros da luz (Figura 8b). Vazar muros também auxilia nesse fator, permitindo a passagem de ventos, por meio da combinação de paredes compactas com elementos vazados, sendo possível criar partido das possibilidades plásticas, além de ser um elemento construtivo (Figura 9a).

Proteger janelas é uma das estratégias para minimizar a incidência solar direta que pode ser aplicada em construções diversas, a partir do estudo de insolação das fachadas, permitindo que as esquadrias fiquem abertas (Figura 9b). Holanda também relata a necessidade da utilização de instrumentos de proteção solar em paredes envidraçadas. Outra estratégia é a integração entre os espaços através da abertura de portas ou vazamento de esquadrias, para que o ar possa arejar os demais ambientes de uma residência (Figura 9c).

Figura 9: Estratégias passivas defendidas por Armando Holanda



(a) Elementos vazados; (b) Proteger janelas; (c) Abertura de portas

Fonte: De Holanda, 1979

Continuar espaços com paredes de meia- altura ou ambientes amplos, é essencial para permitir a ventilação, proporcionar contato com a natureza e espaços externos. Outro princípio recomendado por Holanda é a redução de elementos decorativos em ambientes pequenos, além de defender o paisagismo com sombreamento vegetal para o convívio com a natureza e harmonia do ambiente. Dessa forma, a aplicação das estratégias passivas na elaboração de um projeto na região Nordeste é essencial para promover conforto térmico e lumínico, reduzindo também o custo e manutenção de empreendimentos.

## 2. CERTIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS

Na década de 90 várias certificações sustentáveis voltadas para a construção civil surgiram, constituindo-se de sistemas de avaliação para determinar o desempenho de um projeto (Gonçalves, 2006). A primeira delas foi o selo BREEAM, fundada na Inglaterra e utilizada para análise ambiental de empreendimentos (Tomaz, 2020). Já em 1996, o selo HQE (*Haute Qualité Environnementale*<sup>8</sup>) surgiu na França para avaliar as novas construções no quesito gestão, conforto e saúde.

A certificação constitui-se em um sistema de avaliação no qual é quantificado o grau de sustentabilidade de um projeto de acordo com determinados critérios de desempenho, que podem englobar desde consumo de energia até tópicos como o impacto ambiental gerado por tintas, por exemplo (GONCALVES, DUARTE, 2006, p.57).

No Brasil, as construtoras e empreendedores estão cada vez mais preocupados com a sustentabilidade, buscando selos que garantem maior credibilidade para a construção. Dentre as principais certificações utilizadas no país, a ISO (*International Organization for Standardization*<sup>9</sup>) agrega normas técnicas com o objetivo de padronizar medidas e especificações (Tomaz, 2020). Fundamentada pela norma ISO 9001 e promovida em 1996, a ISO 14001 tem como princípio o aperfeiçoamento da gestão ambiental das organizações, podendo ser aplicada em todos os países, respeitando também a legislação local.

Política ambiental, planejamento, análise da administração, implantação e execução, investigação e correção são as principais categorias da ISO 14001:2015 (Fittipaldi, 2016). Já a certificação AQUA- HQE chegou ao Brasil através da Fundação Vanzolini, com o objetivo de promover melhorias na sustentabilidade da construção civil, considerando o clima, cultura e leis nacionais (Tomaz, 2020). Utilizada em construções multifamiliares, reformas, hotéis, lojas, arenas, escritórios e complexos esportivos ou industriais, a certificação orienta diretrizes que partem do planejamento até a execução da obra (Salgado, 2019).

O selo possui duas principais diretrizes que qualificam o empreendimento: a SGE (Sistema de gestão e empreendimento) e QAE (Qualidade ambiental do edifício). Existe também o AQUA-SOCIAL criado em 2018 para as habitações elegíveis nas linhas de créditos de 1 a 3 do Programa Minha Casa Minha Vida. Além disso, o Programa Nacional de Conservação em Energia, PROCEL, visa a preservação e diminuição de desperdícios na rede elétrica, sendo

---

<sup>8</sup> Alta Qualidade Ambiental

<sup>9</sup> Organização Internacional para Padronização

coordenado pelo MME (Ministério de Minas e Energia) e executado pela Eletrobrás (Centrais Elétricas Brasileiras S.A.), instituiu a etiqueta Procel edifica.

A partir da identificação dos edifícios que apresentam melhor eficiência, a avaliação para esta etiqueta segue os princípios dos: RTQ-C, regulamento técnico de qualidade e eficiência energética em edifícios comerciais, de serviços ou públicos, e RTQ-R, para eficiência energética em edificações residenciais (PROCEL INFO, 2020). Um dos pré-requisitos é a etiqueta PBE Edifica que classifica o empreendimento por 5 letras, com início na letra A, edificações com melhor eficiência energética, até a letra E, menor eficiência energética (PROCEL INFO, 2020).

Em 2010, a Caixa Econômica Federal (CAIXA) lançou o Selo Casa Azul para autenticar empreendimentos eficientes na criação, execução e preservação. Voltado para habitações financiadas, possui adesão voluntária e importante classificação social (Aquino, 2022). O selo avalia 53 critérios distribuídos em qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos naturais, gestão de água e práticas sociais (Dinamarco, 2016).

Por fim, a certificação LEED (Liderança em Energia e Design Ambiental), lançada em 1999 pelo *United States Green Building Council* (USGBC), visa promover práticas sustentáveis na construção por meio de critérios e ferramentas específicas (Pardini, 2009). Aplicável a novos empreendimentos e edificações existentes, incluindo lojas, unidades de saúde, escolas e bairros, a LEED é o principal selo de construção sustentável (Macedo, 2014).

Dividida em tipologias, como BD+ C (novas construções ou grandes reformas), ID+ C (Design de interiores e Construção), O+ M (Operação e manutenção) e ND (Bairros), a LEED é composta em categorias de desempenho. O Quadro 1 abaixo demonstra uma análise comparativa entre as certificações já expostas, considerando os critérios de avaliação similares.

Quadro 1: Critérios exigidos pelas certificações ambientais

Certificação	CATEGORIAS DE DESEMPENHO							
	E.E.	Gestão de água	Terreno/ entorno	C.A.	Inovação de projeto	M/R	Práticas sociais	Gestão da Manutenção
ISO 14001	X	X		X		X		
AQUA- HQE	X	X	X	X	X	X		X
PROCEL Edificações	X			X			X	
Casa Azul	X	X	X	X	X	X		
LEED	X	X	X	X	X	X	X	

Fonte: Adaptado de Barcelos, 2019.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Abreviações: E.E. - Eficiência energética; Terreno/ entorno- Estudo da relação do lote com o entorno; C.A.- Conforto Ambiental; M/R- Materiais e recursos

Dessa forma, a certificação LEED apresenta a maior parte das categorias de desempenho para a aplicação de conceitos sustentáveis, não incorporando somente a gestão da manutenção do empreendimento. No entanto, a partir da Resolução 4.1, em vigor desde 2018, após três anos de obtenção da certificação, o empreendimento deve passar por revisões periódicas para manter o selo. Dentre as práticas de monitoramento de desempenho, é necessário registrar a relação dos sistemas de eficiência energética, qualidade do ar, uso de água e outras características no LEED online, através da plataforma Arc (GBC Brasil 2024).

Por tais fatores, a versão 4 do “Leed BD+C” foi selecionada para o desenvolvimento do projeto, seguindo os segmentos de critérios e pré-requisitos para tornar o empreendimento sustentável, além de buscar promover o bem-estar e a qualidade de vida dos ocupantes, sejam eles moradores ou funcionários. Uma vez que a certificação possui reconhecimento internacional e parâmetros que permitem a avaliação dos ambientes utilizando estratégias para melhor desempenho de recursos naturais (Rodrigues et al., 2010, p.4, *apud* Santos, 2014).

## 2.1. CERTIFICAÇÃO *LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN* (LEED)

A certificação LEED tornou-se uma importante aliada para o desenvolvimento dos conceitos de “*Green Building*”, incentivando aspectos sustentáveis na qualidade de vida dos usuários (Santos, 2021). O USGBC também instituiu o *World Green Build Council*<sup>11</sup> (WGBC), como uma rede global de conselhos nacionais, para planejar versões adaptadas a partir das necessidades ambientais de cada país (Tomaz, 2020). Em 2007 foi instituída a GBC Brasil (*Green Build Council Brasil*), autenticando a certificação LEED no país e acelerando o processo de transformação da construção civil para o desenvolvimento sustentável. (Hernandes, 2006).

Para a obtenção da certificação é necessário seguir as etapas de estudo preliminar, registro, preparação, apresentação, revisão e por último, a certificação (Valente, 2009). Outro requisito é a manutenção preventiva para sistemas mecânicos, elétricos, hidráulicos, e a gestão de resíduos, com programas de coleta seletiva, reciclagem, treinamento e conscientização dos ocupantes sobre práticas e operações sustentáveis (USGBC, 2014).

Os aspectos avaliados pelo “Leed” referem-se ao impacto gerado ao meio ambiente em consequência dos processos relacionados ao edifício, ou seja, projeto, construção e operação, contemplando aspectos relativos ao local do projeto, o consumo de água e de energia, o aproveitamento de materiais locais, a gestão de resíduos e o conforto e qualidade do ambiente interno da edificação (Gebrim, 2018 *apud* Santos, 2021).

---

<sup>11</sup> Conselho Mundial de Construção Verde

Dessa forma, para obter a certificação, todas as etapas do projeto devem ser uniformizadas conforme os critérios definidos pela organização (Amaral, 2013 *apud* Tomaz, 2020). Um dos principais pontos é a escolha das tipologias e o conhecimento dos critérios de avaliação. Serão identificadas, portanto, questões como áreas de abordagem, níveis da certificação, custos, referências projetuais e a aplicação da LEED no Brasil.

### 2.1.1 Tipologias e critérios de avaliação

A GBC Brasil com o intuito de impulsionar ainda mais a busca por sustentabilidade no país, possui mais três tipos de certificações. A certificação GBC Brasil Casa, voltada para novas construções de residências unifamiliares, a GBC Condomínio utilizada em novas construções multifamiliares e a GBC zero *energy* para edificações novas ou existentes que buscam equilíbrio entre geração e consumo de energia (Tomaz, 2021). Por último, o próprio sistema LEED conta com quatro tipologias, conforme a necessidade e o interesse do empreendimento:

Figura 10: Selos das tipologias na certificação LEED



Fonte: GBC Brasil, 2020

A primeira delas: “*Building design + Construction*” (BD+C) é destinada a novas construções ou grandes reformas, com o intuito de tornar os novos empreendimentos sustentáveis. Conforme a GBC Brasil, a tipologia BD+C abrange projetos de data centers; unidade de saúde, hospedagem, varejo, escolas, galpões e centros de distribuições. A categoria “*Interior design + Construction*”, Design de interiores e Construção (ID+C), consiste no desenvolvimento de espaços internos como hospedagem e interiores comerciais. No Brasil, muitos empreendimentos conquistaram a certificação LEED ID+C com grande concentração em São Paulo e em alguns estados do Nordeste.

Já a tipologia “*Operation and maintenance*”, Operação e manutenção (O+M), visa transformar empreendimentos já existentes, dando oportunidade de melhorar suas operações

(Tomaz, 2020). Dentre as situações que se enquadram nessa categoria, segundo a GBC Brasil, estão: varejo, escolas, hospedagens, data centers, armazéns e centros de distribuição. A última categoria, “*Neighborhood*” (ND), refere-se ao desenvolvimento de bairros, projetados para incentivar materiais sustentáveis e conexão entre os espaços (Santos, 2021).

Dessa forma, a proposta do empreendimento residencial se encaixa na tipologia BD+ C (Novas construções e grandes reformas), que possui nove áreas como critérios de avaliação e pré-requisitos (Figura 11). Estes últimos são obrigatórios e exploram a pontuação mínima para obtenção no menor nível de certificação, ou seja, o não cumprimento de algum desses itens pode acarretar a impossibilidade do recebimento do selo. Já os créditos são considerados pontuações extras, visando promover o desempenho e a performance da construção, sendo essenciais para auxiliar na obtenção de um nível maior na certificação (Santos, 2021).

Figura 11: Critérios de avaliação LEED



Fonte: GBC Brasil, 2020

O Quadro 2 apresenta os pré-requisitos, créditos e as pontuações referentes a cada categoria:

Quadro 2: Critérios de análise para pontuação na certificação LEED

<b>PROJETO INTEGRADO</b>		<b>ENERGIA E ATMOSFERA</b>	
PRÉ-REQUISITOS/ CRÉDITOS	PO.	PRÉ-REQUISITOS/ CRÉDITOS	PO.
Desenho e planejamento de projeto integrado (P)	N/A	Comissionamento fundamental e verificação (P)	P
Processo Integrado (C)	1	Desempenho mínimo de energia (P)	P
<b>LOCALIZAÇÃO E TRANSPORTE</b>		Medição de energia do edifício (P)	P
Localização do LEED Neighborhood (bairros) (C)	16	Gerenciamento de gases refrigerantes (P)	P
Proteção de áreas sensíveis (C)	1	Comissionamento avançado (C)	6
Local de alta prioridade (C)	2	Otimizar desempenho energético (C)	18
Densidade do entorno e usos diversos (C)	5	Medição de energia avançada (C)	1
Acesso a transporte de qualidade (C)	5	Resposta à demanda (C)	2
Instalações para bicicletas (C)	1	Produção de energia renovável (C)	3
Redução da área de estacionamento (C)	1	Gerenciamento de gases refrigerantes (C)	1
Veículos Verdes (C)	1	Energia verde e compensações de carbono (C)	2
<b>TERRENOS SUSTENTÁVEIS</b>		<b>MATERIAIS E RECURSOS</b>	
Prevenção da poluição na construção (P)	P	Depósito e coleta de materiais recicláveis (P)	P
Avaliação ambiental do terreno (P)	N/A	Plano de ger. da construção e de demolição (P)	P
Avaliação do terreno (C)	1	Redução das fontes de PBT – Mercúrio (P)	N/A
Proteção ou restauração do habitat (C)	2	Redução do impacto do ciclo de vida do ed. (C)	5
Espaço aberto (C)	1	Divulgação e otimização de produto do edifício – declarações ambientais (C)	2
Gestão de águas pluviais (C)	3	Divulgação e otimização de produtos do edifício – origem de matérias-primas (C)	2
Redução de ilhas de calor (C)	2	Divulgação e otimização de produtos do edifício – ingredientes do material (C)	2
Redução da poluição luminosa (C)	1	Ger. da construção e resíduos de demolição (C)	2
<b>EFICIÊNCIA HÍDRICA</b>		<b>QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO</b>	
Redução do uso de água do exterior (P)	P	Desempenho da qualidade do ar interior (P)	P
Redução do uso de água do interior (P)	P	Controle ambiental da fumaça de tabaco (P)	P
Medição de água do edifício (P)	P	Desempenho mínimo acústico (P)	N/a
Redução do uso de água do exterior (C)	2	Estr. avançadas de qualidade do ar interior (C)	2
Redução do uso de água do interior (C)	6	Materiais de baixa emissão (C)	3
Uso de água de torre de resfriamento (C)	2	Plano de qualidade do ar interior (C)	1
Medição de água (C)	1	Avaliação da qualidade do ar interior (C)	2
<b>INOVAÇÃO</b>		Conforto térmico (C)	1
Inovação	5	Iluminação interior (C)	2
Profissional credenciado	1	Luz natural (C)	3
<b>PRIORIDADE REGIONAL</b>		Vistas de qualidade (C)	1
Prioridade regional	4	Desempenho acústico (C)	1

Fonte: Adaptado de USGBC, 2014<sup>12</sup><sup>12</sup> Abreviações: PO.- Pontuação; Ger. - Gerenciamento; Estr.- Estratégias

O processo integrativo é um método de projetar a partir do planejamento interdisciplinar da equipe de trabalho, sendo essencial para maximizar as conexões entre os sistemas (UGREEN, 2023). Já o critério localização e transporte requer decisões planejadas e que encorajem a sustentabilidade, levando em consideração a existência de infraestrutura e da influência da edificação no entorno (USGBC, 2019 *apud* Santos 2021).

Conforme o mesmo autor, a categoria terrenos sustentáveis parte da sua relação com o ambiente, integrando a construção com o ecossistema para preservar a biodiversidade e os recursos naturais. Refere-se também aos acessos a serviços básicos por parte dos usuários e de infraestrutura urbana. No quesito eficiência hídrica está a redução do uso de água potável, fontes alternativas para atividades diversas e cultivo de plantas (USGBC, 2019 *apud* Santos, 2021).

Em relação a energia e atmosfera, são abordadas estratégias de design e eficiência energética com fontes renováveis (USGBC, 2019). Através do design de uma edificação, pode-se reduzir o consumo de energia por meio da orientação, seleção de esquadrias, vidros e ventilação natural. Já a categoria materiais e recursos tem o objetivo de minimizar a energia agregada e os demais impactos ambientais associados ao uso de determinados materiais, por meio de sua extração, processamento, transporte, manutenção e disposição (USGBC, 2019)

O tópico qualidade do ambiente interno refere-se a construções que oferecem conforto visual, térmico e acústico, incentivando também a produtividade no ambiente. Enquanto o principal objetivo da categoria inovação é incentivar projetos com performance excepcional e aperfeiçoadas. Sendo também fundamental, priorizar regiões com maiores ofertas de serviços e equidade social, na categoria prioridade regional (USGBC, 2021 *apud* Santos, 2021).

### 2.1.2 Níveis de Certificação e custos

De acordo com a GBC Brasil (2020), o sistema de avaliação da LEED consiste em um *check-list* a partir dos pré-requisitos e créditos, somando um total de 110 pontos possíveis. Para que um projeto conquiste a certificação é necessário o alcance no mínimo 40 dos 110 pontos existentes. O selo LEED possui 4 categorias divididas em: *Certified, Silver, Gold e Platinum* (GBC Brasil, 2020), demonstradas abaixo:

Figura 12: Pontuações e selos da certificação LEED



Fonte: GBC Brasil, 2021

O selo *Certified*, contempla empreendimentos que atingiram a pontuação entre 40 a 49 pontos dos 110 disponíveis, tendo alcançado todos os pré-requisitos estabelecidos. Na categoria *Silver*, estão as construções que atingiram a pontuação específica, entre 50 a 59 pontos. No nível *Gold*, os empreendimentos conquistaram uma pontuação entre 60 a 79 pontos, enquanto o selo *Platinum*, maior da certificação LEED, contém construções que atingiram a pontuação entre 80 a 110 pontos, avaliados conforme o check-list (GBC Brasil, 2021).

Os custos para a construção de um empreendimento sustentável variam de 1 a 7% do valor total da edificação (Tomaz, 2020), considerando que o registro da certificação LEED é feito em dólares. No entanto, o investimento oferece um retorno de cerca de 9,9% para construções novas e 19,2% para as existentes (Dardengo, 2017). São cobradas taxas para a certificação com base no tamanho do projeto, divididos em revisão combinada, que consiste na análise da fase de projeto e de construção juntas, e revisão parcial, caracterizada por submeter os créditos de cada fase do projeto (Santos, 2021).

A revisão parcial para a construção envolve a submissão dos créditos do projeto já na fase final, enquanto a revisão acelerada reduz cerca de 20 a 25 dias úteis no processo. Na categoria de Novas Construções e Grandes Reformas, para projetos com área inferior a 23.225,76m<sup>2</sup>, as taxas variam de R\$0,10 a R\$0,32 por metro quadrado para membros ativos, enquanto, para não membros, variam de R\$0,10 a R\$0,38 (consulte o “Anexo A” para mais detalhes). Além disso, são aplicadas taxas de \$600 por crédito e \$900 por "créditos complexos", conforme especificado pela USGBC (2024).

### 2.1.3 Referências projetuais de edificações sustentáveis- LEED

Nesse tópico serão apresentados exemplos de edificações multifamiliares que servirão de referências para o desenvolvimento do projeto residencial. Buscou-se por empreendimentos relevantes que possuíssem a certificação LEED, reunindo sustentabilidade, tecnologia e custo benefício, visando conhecer técnicas e práticas aplicadas. Embora alguns desses projetos não

atendam classes socioeconômicas inferiores, apresentam estratégias de manutenção, eficiência energética e hídrica, além de serem destaques em prêmios globais.

O primeiro deles é o Edifício Solaire, localizado no bairro *Battery Park City*, em Manhattan, Nova York (Figura 13), sendo o primeiro residencial a obter a certificação LEED nos Estados Unidos (Barreto, 2016). Com categoria ouro, o edifício também foi escolhido como "*Top Ten Green Award*" (Prêmio Ten Verde) do Instituto Americano de Arquitetos por possuir sistemas que garantem uma economia de 67% de energia nos horários de pico e 50% menos consumo de água, quando comparados a edifícios do mesmo porte (Barreto, 2016).

Figura 13: Edifício Solaire



Fonte: Corcoran sunshine (2015)<sup>13</sup>

Atualmente, o Solaire também recebeu a certificação LEED Platinum, por ser 35% mais eficiente energeticamente do que o solicitado pelo código da cidade, além de utilizar painéis fotovoltaicos em sua fachada (Roberts, 2018). O edifício também conta com uma torre de resfriamento e sistema de absorção a gás natural usados para aquecer ou resfriar a água, já o telhado verde cobre grande parte da cobertura com arbustos (Barreto, 2016). O Solaire, portanto, tem como prioridade a eficiência energética e o conforto, ofertados de forma conjunta e servindo de exemplo para o desenvolvimento do projeto proposto.

Outro projeto é o Edifício Llum Batel (Figura 14), localizado em Curitiba, com conceito de segurança, comodidade e aconchego, sendo o primeiro residencial a conquistar a pré-certificação no nível ouro da LEED no Brasil (Laguna, 2021). Constituído por 15 apartamentos em uma torre de 20 pavimentos, as residências obtêm uma economia de 25% no consumo de energia e 20,7% no uso de água (Laguna, 2015). Além de ter como relevância a fachada em pele de vidro da *Guardian Glass #LB52* como elemento escultural.

<sup>13</sup> SUNSHINE, Corcoran. **Own the waterfront at The Solaire**. 2015. Disponível em: <https://www.corcoransunshine.com/currentdev-view.php?id=366>. Acesso em: 25 out. 2023.

Figura 14: Edifício Llum



Fonte: Construtora Laguna, 2020

O projeto prevê iluminação natural e 7,6% da energia elétrica por luz solar, contando com diversos painéis fotovoltaicos e materiais com baixa emissão. O Llum é um dos edifícios residenciais mais eficientes do Brasil, por apresentar ambientes que contam com sistema de iluminação eficiente para reduzir os impactos ambientais e o consumo excessivo de energia elétrica, a partir do uso de luminárias LED com sensores e grande proveito da iluminação natural (Laguna, 2021). Apresenta também metais e louças eficientes, com baixas vazões, demonstrando estratégias básicas que podem ser implantadas na elaboração do projeto de estudo.

O espaço LarVerdeLar fica localizado na cidade de Governador Valadares em Minas Gerais, concebido a partir de uma parceria entre as empresas Controle, LarVerdeLar e NewFields, para a aplicação de conceitos sustentáveis (Figura 15). Projetado para ser compatível com o entorno, o edifício se encontra em uma área de construções de pequeno porte, com objetivo de propor “uma casa sustentável, que empregue o uso de recursos renováveis e tecnologias de geração/reutilização de recursos, com menor custo de conservação” (LarVerdeLar 2017).

Figura 15: Espaço LarVerdeLar



Fonte: LarVerdeLar, 2017

Com a certificação no nível Gold, o edifício tem como diferencial a economia de recursos naturais, redução de até 74% do volume de água e 88% do consumo de energia (Sousa, 2017). O maior desafio do projeto foi a redução do consumo energético utilizando sistemas construtivos simples, por isso priorizou-se as estratégias da Arquitetura Bioclimática (Rangel, 2017), servindo de exemplo para a concepção do projeto deste trabalho. Foram aplicados brise e cobogós, estratégias de ventilação natural, energia renovável, iluminação eficiente e controles de acionamento e desligamento (Rangel, 2017).

Por último, o edifício Paço das águas (Figura 16) é o primeiro empreendimento de habitação multifamiliar a adquirir Certificação LEED no Ceará, localizado no bairro Dionísio Torres. Possui 66 unidades habitacionais, com duas tipologias de áreas 151,00m<sup>2</sup> ou 167,00m<sup>2</sup>, destacando-se também pela conquista da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (Ence), nível “A” (Vasconcelos, 2013). Com referência em eficiência energética, o edifício conta com projetos de iluminação, sensores de presenças em áreas comuns, automação e religamento de elevadores, uso de placas fotovoltaicas e equipamentos de alta eficiência (Tomaz,2020)

Figura 16: Edifício Paço das águas



Fonte: C. Rolim Engenharia, 2014

O empreendimento conquistou a certificação por meio dos ambientes externos e áreas comuns, com o objetivo de manter a personalização das habitações conforme dos residentes. Os materiais empregados na construção foram adquiridos em um raio de 800 Km, como exigido pela certificação, e 85% dos resíduos gerados no canteiro de obras foram direcionado para reciclagem (Tomaz, 2020). A construtora, em entrevista com Monyque Tomaz, relata que os gastos para cumprir as ações sustentáveis aumentaram somente 1,7% da obra, dessa forma, o empreendimento desmistifica o fato de que construir edifícios verdes é caro financeiramente, mas sim depende das soluções adotadas.

### 2.5.4 LEED no Brasil

O GBC Brasil relata inúmeras vantagens para empreendimentos com certificação LEED, como minimização do consumo de água e energia, uso racional dos recursos naturais e tecnologias que apresentam menores impactos ambientais, além de incentivar políticas públicas. No Brasil, até o início de 2024, já foram registrados 2.122 empreendimentos em busca da certificação, tendo maior concentração em São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná. Abaixo, a Figura 17 aborda uma análise quantitativa de empreendimentos com certificação no país:

Figura 17: Gráfico quantitativo dos Empreendimentos com certificação LEED



Fonte: Adaptado de GBC Brasil, 2024

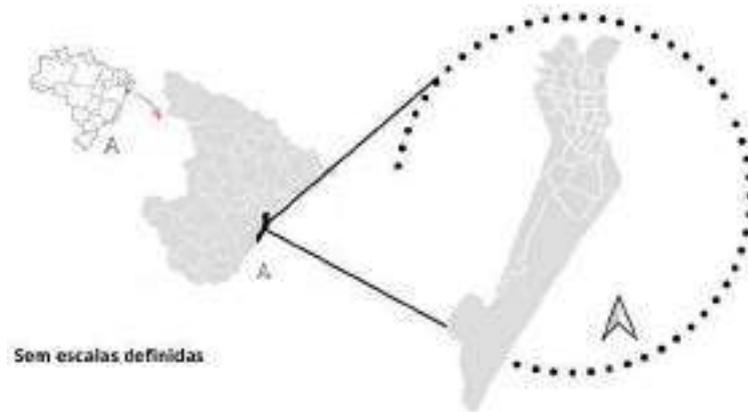
Outros estados brasileiros, como Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Distrito Federal e Minas Gerais, também buscam ativamente a certificação LEED. No entanto, no Nordeste, apenas o empreendimento Paço das Águas, da C. Rolim Engenharia, conquistou essa certificação no setor imobiliário, embora muitos outros edifícios multifamiliares na Bahia, Alagoas e Sergipe estejam em processo. A escolha da certificação LEED para este trabalho considera o reconhecimento do selo no Brasil como uma ferramenta amplamente aplicável no mercado da construção, além de ser um impulsionador e divulgador das práticas sustentáveis (Santos, 2021).

A LEED também apresenta benefícios como a diminuição dos custos operacionais, valorização do imóvel, promoção de estratégias de marketing e incentivo a redução da extração dos recursos naturais (GBC, 2017 *apud* Santos, 2021). Nesse contexto, por tais fatores optou-se pela implantação dessa certificação visando demonstrar a importância da inclusão, acessibilidade econômica e social para as práticas sustentáveis, a fim de incentivar os conceitos de construções verdes e desmistificar o paradigma de que obras sustentáveis são de alto padrão.

### 3. ESTUDO DE CASO

No nordeste brasileiro, como demonstrado, a busca por certificações ambientais ainda é incipiente, principalmente na perspectiva de empreendimentos habitacionais (Tomaz, 2020). Dessa maneira, tal fator também ocorre em Aracaju (Figura 18), capital do Estado de Sergipe, que em 2005 foi considerada a cidade da qualidade de vida, título decorrente da pesquisa promovida pela Fundação Getúlio Vargas (Aracaju, 2005). Desde então, a capital vem chamando atenção do mercado imobiliário, devido ao baixo custo de vida em comparação com os outros centros urbanos do país. No entanto, poucos são os empreendimentos que aplicam corretamente os conceitos de sustentabilidade.

Figura 18: Localização da cidade de Aracaju



Fonte: Adaptado de Rebecca Agra, 2015<sup>14</sup>

Existem somente dois empreendimentos com certificação LEED em Aracaju, mas nenhum está no setor residencial. O restaurante MADERO, localizado no Shopping Riomar, com certificação no nível *Certified*, na categoria ID+ C. O supermercado MAKRO, localizado na Av. Pres. Tancredo Neves, que fechou as portas depois de receber também a certificação na categoria BD+C (GBC Brasil, 2024). Ademais, o Condomínio Casa Jardins, está em processo de certificação pela GBC Brasil e é o primeiro empreendimento habitacional do Estado a buscar pelo selo na cidade (GBC Brasil, 2023).

Entretanto, a população menos favorecida frequentemente não têm acesso a práticas sustentáveis. A classe média, definida pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), corresponde à classe socioeconômica C, com uma renda domiciliar de 4 a 10 salários mínimos (2024). De acordo com a Mapografia Social de Aracaju (2018), essa classe representa cerca de

<sup>14</sup> AGRA, Rebecca. **Freebie - Mapas de Sergipe e Aracaju em Vetor**. 2015. Disponível em: <https://www.behance.net/gallery/24029749/Freebie-Mapas-de-Sergipe-e-Aracaju-em-Vetor>. Acesso em: 27 jul. 2024.

30,8% da população e é composta por diversos profissionais, incluindo funcionários, motoristas, professores e jovens recém-formados.

Por tais fatores, buscando incentivar a aplicação de certificações e práticas ambientais nas diversas esferas da sociedade, Aracaju foi selecionada para a implantação da proposta do projeto residencial deste trabalho final de graduação. Além da vivência na região, a cidade apresenta potencialidades envolvendo o ecossistema, belezas naturais e diversidade de recursos. Para isso, foi necessário avaliar o padrão construtivo, selecionando cinco construtoras com recorte de empreendimentos localizados em áreas com alta densidade urbana e que atendem à população que recebe entre quatro a dez salários mínimos.

O Quadro 3 apresenta dados de infraestrutura, tipologias habitacionais e áreas comuns, demonstrando que o padrão construtivo de empreendimentos residenciais verticais para a classe média socioeconômica na cidade consiste em apartamentos com áreas médias de 51,00m<sup>2</sup>.

Quadro 3: Padrão de oferta de edifícios residenciais para classe média em Aracaju/SE

Construtoras	ÁREA (m <sup>2</sup> )	P. N.	Tip.	Ap./ Andar	Pav.	Área de Lazer
1	47,57-58,72	2-3 Quartos; Sala de estar/ Jantar; W.C.; Cozinha; Varanda	2-3	4 - 8 ap/ an.	4	Piscina, Salão de festa, A. Gourmet, Quadra, Parque infantil, Brinquedoteca, Academia e jogos.
2	55,29-74,29	2-3 Quartos com ou sem suíte; Sala de estar/ Jantar; W.C. social; Cozinha e Varanda	2-4	8 ap/ an	8-15	Piscina, Coworking, Salão de festa, A. Gourmet, A. para esportes, Parque infantil, Brinquedoteca, Academia, e Salão de jogos
3	47,44-85,05	2-3 Quartos com ou sem suíte; Sala de estar/ Jantar; W.C. social; Cozinha e Varanda	4	6-8 ap/ an	4-8	Piscina, Salão de festa e jogos, A. Gourmet, A. para esportes com quadra de futebol e beach tennis, Parque infantil, Brinquedoteca, Academia, e Salão de jogos
4	50,18-69,97	2 Quartos; Sala de estar/ Jantar; W.C. social e Cozinha	3-4	8 ap/ an	11	Piscina, Salão de festa, A. Gourmet, Quadra e Parque infantil
5	56,45-85,75	2 ou 3 Quartos com ou sem suíte; Sala de estar/ Jantar; W.C. social, Cozinha e varanda	2-3	6 ap/ an	10-12	Piscina, Salão de festa, A. Gourmet, Quadra de esportes, Parque infantil e Academia

Fonte: Adaptado de catálogos da UNIÃO; CELI; PRIMASA; JOTANUNES e NASSAL, 2024 <sup>15</sup>

Os dados relacionados às tipologias e áreas semiprivadas apresentados, servirão de base para a elaboração do programa de necessidades do empreendimento proposto. Considerando as dificuldades para a implantação de um residencial em uma região tropical, a seleção do terreno, a análise das potencialidades do entorno e as estratégias projetuais são essenciais. Após os estudos relacionados à certificação LEED e à cidade de Aracaju, o desenvolvimento da proposta do empreendimento seguirá as diretrizes e os critérios necessários para a obtenção do selo.

<sup>15</sup> Abreviações: P. N.- Programa de necessidades, Tip.- Tipologias; Ap./ Andar- Apartamento por andar; Pav. Pavimentos; E.V- Espaços Verdes

### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE INTERVENÇÃO

O projeto residencial com soluções sustentáveis visa adequar-se ao sistema LEED BD+C v.4 (Novas construções e grandes reformas), por abranger tipologias e práticas de construções com menores impactos ambientais. Diante disso, a implantação de um edifício verde aborda questões presentes em todas as fases do projeto, sendo fundamental analisar as relações ambientais na seleção do terreno, levando em consideração a conexão com o restante da cidade, a orientação e as possibilidades de redução dos impactos ambientais (GBC Brasil, 2022).

A GBC Brasil defende ainda que devem ser priorizadas construções em regiões que ofereçam melhor conforto térmico, contato com superfícies vegetais e tenham grande conectividade com o entorno, visando fomentar as práticas de caminhadas e minimizar o uso de automóveis. A certificação LEED apresenta critérios a serem atendidos em 9 áreas do projeto, com o objetivo de induzir decisões que encorajam o desenvolvimento sustentável da edificação (vide Quadro 2). Na categoria localização e transporte, prioriza-se a existência de comunidade, infraestrutura e performance do meio ambiente, com 32 créditos para pontuação (USGBC, 2019).

Com o intuito de conquistar melhor pontuação nesta categoria, o terreno selecionado encontra-se localizado na esquina da Rua Dr. Thales Ferraz com a Avenida João Rodrigues, no bairro Industrial (Figura 19). Situado na ZAB 1 (Zona de Adensamento Básico 1), conforme o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) de 2000, essa região é caracterizada pela concentração de domicílios com renda média mensal per capita variando de mais de meio a um salário mínimo, segundo o Diagnóstico Final da Cidade de Aracaju (2010).

Figura 19: Localização do terreno



Fonte: Adaptado do Google Earth (2024)

O lote selecionado tem testada principal de 150,50m pela Avenida João Rodrigues. Localizado às margens da faixa de um canal que deságua no Rio Sergipe (EMURB, 2020), a vegetação de mangue original foi suprimida devido aos muros de delimitação, reduzindo o contato com a natureza. Ademais, a região enfrenta dificuldades como o tráfego de veículos, especialmente em horários de pico, restrições de altura dos edifícios e fios elétricos expostos.

Com uma área total de 8.250,00m<sup>2</sup>, o local de intervenção fica a 331,00m de distância do Terminal do Mercado, que recebe 1.330 viagens por dias para 28 destinos diferentes (vide Anexo C). O terreno está próximo ao centro comercial da cidade e em frente ao Aracaju Parque Shopping. Esses quesitos favorecem positivamente no critério, “acesso a transporte de qualidade”, pois o empreendimento deve estar a uma distância não superior a 400,00m de serviços de deslocamento, cumprindo uma quantidade mínima de 72 viagens por dia para obter um ponto, e 360 ou mais para conquistar cinco pontos na certificação (Santos, 2021).

As vantagens relacionadas ao lote refere-se à densidade urbana e proximidade com áreas e recursos naturais, como a vegetação de mangue. Além de ser atendido por serviços básicos como farmácia, supermercado, escolas, faculdades e espaços de lazer à distância que variam de 250 a 800 m (Vide anexo B e C). Por ser uma região já desenvolvida, o bairro possui infraestrutura referente ao abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos, energia elétrica e drenagem urbana.

A partir do Plano Diretor Urbanístico de 2000, ainda vigente, a taxa de ocupação do terreno pode atingir até 90%, para construções de até dois pavimentos, enquanto para mais de três pavimentos, a taxa é de 40%. Neste último caso, o terreno pode ocupar até 3.300,00m<sup>2</sup> de área de projeção, sendo que os recuos frontais variam entre 3,00m para vias coletoras II ou locais, e 5,00m para vias principais. A Figura 20 ilustra o estudo da orientação solar do lote e fotografias juntamente com possíveis rotas de acesso ao terreno, levando em consideração os fluxos de veículos na região.

Figura 20: Estudo dos condicionantes do terreno



Fonte: Adaptado do Google Earth, 2024

Tendo sua testada principal voltada para o Leste, a ventilação no lote é favorecida positivamente. No entanto, de acordo com o Software Windfinder, os ventos na região alcançam entre 6 a 11Kts<sup>16</sup>, devido à presença de uma construção alta nessa orientação. Já as vegetações ao sul, auxiliarão como barreira de ventos indesejáveis, reduzindo também as perdas de calor do ambiente (Lamberts, 2014). Ao norte, na testada lateral esquerda será necessário a implantação de instrumentos que minimizem a incidência solar direta, auxiliando no desempenho térmico e luminoso dos ambientes.

### 3.2. CONCEITO E PROGRAMA DE NECESSIDADES

Sergipe apresenta uma rica diversidade natural, destacando-se pelo clima, vegetação, relevo e, especialmente, pela hidrografia. O rio que dá nome ao estado percorre mais de 140Km, desde a Bahia até Aracaju, sendo alimentado por diversos outros cursos de água. O Rio Sergipe, logo, promove relações interpessoais e culturais que moldam a identidade da região. Por isso, o empreendimento desenvolvido recebe o nome de "Rios", com o conceito de identidade, valorizando os costumes e diversidades da sociedade, além dos recursos naturais para promover os princípios de sustentabilidade.

<sup>16</sup> O Knots (KTS) é uma unidade de medida de velocidade utilizada na aviação e na meteorologia para medir a velocidade do ar em relação ao solo, bem como a velocidade do vento. Portanto, um nó é igual a 1.852 metros por hora. (AVIAÇÃO, 2024)

Com testada Sul contígua à Área de Preservação Permanente (APP) do curso d'água que chega ao Rio Sergipe, o projeto contará com um bosque como barreira de preservação ambiental e recuperação da vegetação de mangue na região, visando proporcionar aos moradores a conexão com os elementos da natureza. O programa de necessidade contará com os seguintes espaços (Quadro 4), contando também com os ambientes destinados à administração e infraestrutura.

Quadro 4: Programa de necessidades

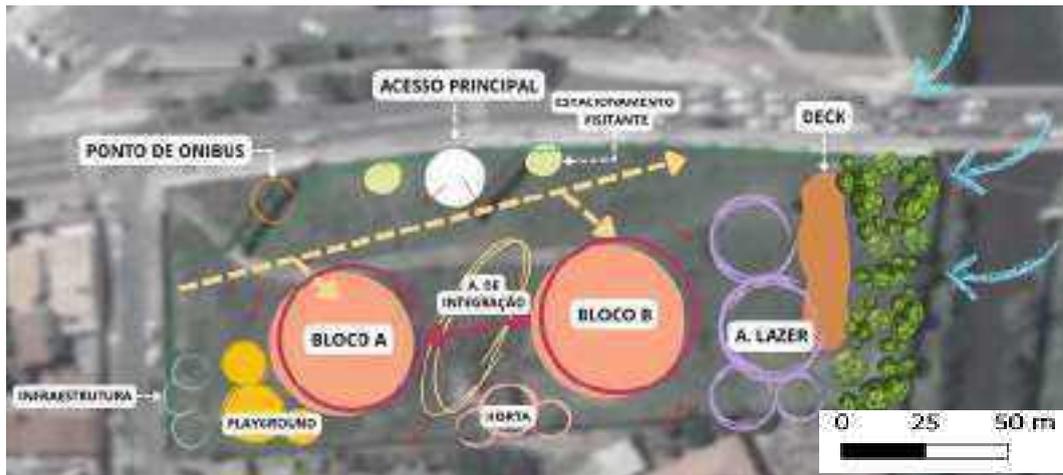
		ESPAÇOS	QUANT.	CAP.	DESCRIÇÃO	ÁREA M.
		AMB. PRIVADO	TIP. 1	SALA DE ESTAR/JANTAR	1	1/2
COZINHA	1			Ambiente para cozinhar alimentos	4,5m <sup>2</sup>	
QUARTO	1			Área íntima de descanso	9,00m <sup>2</sup>	
A. SERVIÇO	1			Ambiente para funções de limpeza	4,00m <sup>2</sup>	
BANHEIRO	1			Ambientes destinados à higiene.	3,6m <sup>2</sup>	
TIP. 2	SALA DE ESTAR/JANTAR		1	3/4	Ambiente de lazer e alimentação.	12,00m <sup>2</sup>
	COZINHA		1		Ambiente para cozinhar alimentos	4,5m <sup>2</sup>
	QUARTO		2		Área íntima de descanso	9,00m <sup>2</sup>
	A. SERVIÇO		1		Ambiente para funções de limpeza	4,00m <sup>2</sup>
	BANHEIRO		2		Ambientes destinados à higiene	3,60m <sup>2</sup>
TIP. 3	SALA DE ESTAR/JANTAR		1	4/5	Ambiente de lazer e alimentação.	12,00m <sup>2</sup>
	COZINHA		1		Ambiente para cozinhar alimentos	4,50m <sup>2</sup>
	QUARTO		3		Área íntima de descanso	9,00m <sup>2</sup>
	A. SERVIÇO		1		Ambiente para funções de limpeza	4,00m <sup>2</sup>
	BANHEIRO		2		Ambientes destinados à higiene	3,60m <sup>2</sup>
AMB. SEMI-PRIVADO	ÁREA COMUM	TERRAÇO + VIVÊNCIA	1	-	Cobertura do edifício	-
		ACADEMIA	1	20	Ambiente para exercícios	30,00m <sup>2</sup>
		SALÃO DE JOGOS	1	10	Ambiente para jogos de lazer	15,00m <sup>2</sup>
		BRINQUEDOTECA	1	10	Ambiente Para estimular crianças	15,00m <sup>2</sup>
		SALÃO DE FESTAS	1	50	Ambiente para festas particulares	75,00m <sup>2</sup>
		PISCINA	1	15	Ambiente aquático	22,00m <sup>2</sup>
		A. GOURMET	1	15	Ambiente de lazer e alimentação	22,00m <sup>2</sup>
		HORTA COLETIVA	1	-	Ambiente para cultivo de alimentos	50,00m <sup>2</sup>

Fonte: Autora, 2024<sup>17</sup>

A Figura 21 ilustra o estudo de setorização dos espaços, desenvolvido com base no programa de necessidades, levando em consideração a orientação solar e o potencial construtivo do terreno. Além disso, prioriza-se o conceito de identidade e a valorização do Rio Sergipe. Essa abordagem garante que os edifícios residenciais estejam integrados às áreas comuns de lazer, espaços de contemplação e acessos.

<sup>17</sup> Abreviações: AMB.- Ambiente; TIP: Tipologia; QUANT.- Quantidade; CAP.- Capacidade; M.- Mínima.

Figura 21: Estudo de manchas



Fonte: Adaptado do Google Earth, 2024

### 3.3. DIRETRIZES PROJETOAIS

A partir dos critérios necessários para a obtenção da certificação LEED, foi elaborado um checklist com estratégias possíveis de pontuação, levando em consideração o custo-benefício e os pré-requisitos de cada categoria. Dessa forma, serão exemplificadas as soluções sustentáveis adotadas ao longo do desenvolvimento do projeto.

#### 3.3.1 Localização e transporte

Esta categoria engloba um total de 32 pontos, com metade deles atribuídos ao crédito de "Localização do LEED Neighborhood (bairros)", destinado a construções localizadas em bairros certificados. No entanto, é importante observar que esse critério não se aplica à cidade em estudo, resultando na possibilidade de pontuações nos demais tópicos, como "Proteção das áreas sensíveis", a partir de estratégias que protejam o canal que deságua no Rio Sergipe, por meio de recuos necessários e implantação de vegetação nativa.

Já no critério "Local de alta prioridade", a localização em um bairro com infraestrutura disponível, acesso a serviços essenciais e com incentivo ao desenvolvimento é fundamental. No quesito, "Acesso à Transporte de Qualidade", o lote está localizado próximo ao terminal de ônibus, atendendo ao requisito da LEED de estar a uma distância inferior a 400 metros de serviços de transportes. Para os demais créditos, como instalação de bicicletários, deverá ser implantado um estacionamento próximo à entrada principal, em conformidade com as normas locais de que 5% da quantidade de vagas de veículos devem ser destinados à bicicletas.

É essencial, também, estabelecer programas de incentivo ao uso desse meio de transporte entre os ocupantes do edifício. No critério "Redução da área de estacionamento", o

estacionamento para visitantes deve corresponder a 10% da quantidade de unidades habitacionais e no dos moradores, objetiva-se reduzir a área do terreno ocupada para essa finalidade. Para os veículos verdes, a LEED v. 4 estabelece que 3% das vagas devem ser destinadas a esses automóveis, oferecendo a infraestrutura necessária.

### 3.3.2 Terrenos sustentáveis

Nessa categoria, o único pré-requisito é a Prevenção da Poluição na atividade da construção. Para a conquista desse crédito, deve ser estabelecido um plano de controle de erosão e sedimentação durante a execução da obra, evitando resíduos de construção na rede pluvial (SANTOS, 2021). O próximo critério possível de pontuação é a avaliação de terreno, onde foram realizados os estudos dos condicionantes no local de intervenção, conforme já analisado.

Sendo fundamental também, demonstrar a relação dos recursos naturais do local com o conceito do projeto. Já o quesito “Espaço Aberto” é definido pela criação de espaços externos que estimulem a interação do meio ambiente, sejam eles sociais, para atividades físicas ou recreação passiva. Para o atendimento do crédito, é necessário o fornecimento de 30% de espaço do terreno em ambiente abertos, atendendo a pelo menos um dos requisitos abaixo:

Quadro 5: Utilização do espaço externo

<b>Área Social</b>	área de pavimentação ou paisagem voltada para pedestres que acomoda atividades sociais
<b>Área Recreativa</b>	área de pavimentação ou paisagem voltada para a recreação que incentiva a atividade física
<b>Espaço Verde</b>	área de paisagem com dois ou mais tipos de vegetação
<b>Jardim</b>	espaço de jardim dedicado a hortas comunitárias ou produção urbana de alimentos
<b>Área de Habitat</b>	habitat preservado ou criado que inclui elementos de interação humana

Fonte: Adaptado de USGBC, 2021

Dessa forma, como o terreno selecionado possui 8.250,00m<sup>2</sup>, devem ser fornecidos no mínimo 2.475,00m<sup>2</sup> de espaços abertos, constituindo ao menos 30% do lote. Na “Gestão de águas pluviais”, o Quadro 6 abaixo aborda o percentual de água retida necessária para a pontuação. Posteriormente, a partir da precipitação anual de Aracaju e as dimensões das coberturas será possível determinar a área de contribuição para coleta de água da chuva.

Quadro 6: Pontos do crédito gestão de águas pluviais

<b>Percentual de água retida</b>	<b>Pontos</b>
80%	1
85%	2
90%	3

Fonte: Adaptado de USGBC, 2021, *apud* Santos, 2021

### 3.3.3 Eficiência Hídrica

Nessa categoria, para o quesito redução do uso de água externa é essencial utilizar sistemas de irrigação eficiente e de reuso para suprir a demanda mensal dos edifícios em atividades de limpeza e jardinagem (Santos, 2021). Outra estratégia é a implantação de paisagismo que utilize pouca irrigação, especificando plantas nativas que possam se desenvolver a partir da precipitação de chuva na região . Dessa forma, o tópico é definido pelo Quadro 7:

Quadro 7: Pontuação de acordo com a redução do uso de água exterior

Redução a partir da linha de base	Pontos
50%	1
100%	2

Fonte: Adaptado de USGBC, 2021 *apud* Santos, 2021

O próximo critério possível para pontuação é a redução do uso de água interna, por meio de arejadores, caracterizado por serem dispositivos reguladores do fluxo de água que, segundo Soares (2012), proporcionam redução de 50% do consumo de água. Além da instalação louças e metais de baixa vazão nas áreas comuns, seguindo os valores indicados pela USGBC:

Quadro 8: Vazões máximas de equipamentos

Equipamento	Vazão
Chuveiro	9,5L/m
Vasos Sanitários	6L pf
Mictórios	3,8L pf
Torneira pública	1,9L/m
Torneira privada	8,3L/m
Pia de Cozinha	8,3L/m

Fonte: Adaptado do UGREEN, 2024

O próximo critério é a medição de água, podendo ser obtido pela instalação de hidrômetros de maneira setorizada, separando o consumo para irrigação, áreas comuns, privadas e piscinas. Por fim, o cálculo da pontuação nessa categoria é obtida pelo seguinte quadro:

Quadro 9: Pontos por porcentagem de redução do uso de água interior

Porcentagem de redução / Pontos			
25%	1	40%	4
30%	2	45%	5
35%	3	50%	6

Fonte: Adaptado de USGBC, 2021 *apud* Santos, 2021

### 3.3.4 Prioridade Regional

O empreendimento proposto alcança tais critérios por estar localizado no centro da cidade, próximo à área comercial e cultural, além de comprimir todos os pré-requisitos de transporte de qualidade e grande diversidade urbana.

### 3.3.5 Energia e Atmosfera

Nessa categoria, deve-se cumprir os pré-requisitos de Comissionamento fundamental e verificação, onde um profissional habilitado estará na etapa de execução da obra para o desenvolvimento do comissionamento, das atividades elétricas, hidráulicas e estrutural. Para os outros pré-requisitos como o desempenho mínimo de energia, indica-se a instalação de equipamentos eficientes e medição de energia de maneira setORIZADA.

O próximo critério é a otimização do desempenho energético de edifícios a partir da utilização de energias renováveis, caracterização do uso de vidros ou esquadrias através do desempenho. Em relação ao critério medição de energia avançada, pode-se obter essa pontuação a partir da instalação de medidores permanentes que registrem o consumo e a demanda dos edifícios (USGBC, 2021). Por último, na produção de energia renovável, o empreendimento deverá ter como diretriz utilizar a rede pública quando necessário, mantendo seu funcionamento abastecido principalmente por fontes de energia renovável.

### 3.3.6 Materiais e Recursos

Nessa categoria, no pré-requisitos de depósito e coleta de materiais recicláveis deverá ser prevista coleta seletiva de papéis, vidros, metais, plásticos, baterias e lixos eletrônicos, além de um plano de gerenciamento da construção e de demolição. No fim, é fundamental o fornecimento de um relatório final do gerenciamento dos resíduos desde a etapa de execução até a finalização da obra para a obtenção da certificação.

Outros créditos que podem ser obtidos é a divulgação e otimização dos produtos do edifício – declarações ambientais, matéria prima e ingredientes- através de um relatório e da utilização de materiais extraídos. A certificação também solicita o uso de ao menos 20 produtos que possuem declarações específicas e ambientais, a partir da Declaração Ambiental do Produto (EPD) da ISO 2600 (2010)- Diretrizes sobre Responsabilidade Social (UGREEN,2024).

### 3.3.7 Qualidade do ambiente interno

Entre os pré-requisitos dessa categoria está o controle ambiental da fumaça de cigarros, sendo designado um espaço ao ar livre fora do empreendimento, localizado a pelo menos 7,5 metros das entradas principais. Em relação ao desempenho mínimo da qualidade do ar interior, será necessária a avaliação antes da ocupação do empreendimento para garantir que os níveis de contaminantes estejam dentro dos limites aceitos pela LEED (USGBC, 2024). Outro fator fundamental, é a aplicação dos princípios relatados no Protocolo de Verificação para Sistemas de Ventilação Natural Projetados em Climas Equatoriais (Santos, 2021).

No desempenho mínimo acústico, o uso de materiais de isolamento sonoro é essencial e no crédito conforto térmico, estratégias passivas e design da fachada podem favorecer positivamente para o conforto nos edifícios. No quesito iluminação interna, será necessário o comprimento de estratégias relacionadas a controle de brilho, renderização de cores, controle de iluminação e refletividade da superfície (UGREEN, 2024).

Em relação ao controle de superfície, a LEED indica utilizar acabamentos internos com refletância de superfície maior ou igual a 80% para tetos e 55% para paredes (Santos, 2021). Para a luz natural, devem ser realizadas simulações em cada espaço regularmente ocupado, obtendo níveis de iluminância entre 300lux para no mínimo 50% do período de análise (8:00-18:00). Para o ofuscamento, considera-se o valor de 1000lux por 250 horas no ano em no máximo 10% da área do piso do ambiente. Abaixo, o Quadro 10 representa as possíveis pontuações para o crédito:

Quadro 10: Pontuação para o crédito "Luz Natural"

<b>Porcentagem da área ocupada regularmente</b>	<b>Pontos</b>
55% de uma vez no ano	1
75% em duas vezes no ano	2
90% em duas vezes no ano	3

Fonte: Adaptado de USGBC, 2021 *apud* Santos 2021

Por fim, implantar estratégias envolvendo conforto térmico, iluminação natural e artificial favorecem positivamente diversos créditos para a certificação, além de proporcionar espaços agradáveis e saudáveis. Dessa forma, o desenvolvimento do projeto do edifício Rios deverá seguir as diretrizes citadas, instituindo instruções no processo de planejamento e execução de uma obra sustentável, com o propósito de alcançar um selo na certificação LEED.

#### 4. PROPOSTA DE EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL RIOS

A partir das estratégias projetuais e a análise dos condicionantes do local de intervenção, este capítulo aborda a proposta do Residencial Rios, que permanecerá na fase de estudos preliminares e volumétricos, relacionando as técnicas e diretrizes para obtenção da certificação LEED. Com base no conceito de identidade, o empreendimento residencial tem como princípio o cuidado e a interação do ser humano com a natureza, promovendo uma arquitetura que proporciona conforto, bem estar e conexões entre os habitantes e as riquezas naturais de Sergipe.

##### 4.1. ESTRATÉGIAS PROJETUAIS

Em uma área total de 8.250,00m<sup>2</sup>, foi proposto um conjunto residencial multipavimentado em duas torres com formato em L, considerando a adequação das fachadas e dos espaços internos necessários. A partir de uma arquitetura simétrica, os blocos são constituídos por pavimentos de unidades habitacionais, sendo o térreo destinado a garagem e área de infraestrutura, enquanto o paisagismo aparece de forma dinâmica a partir do entorno das edificações. Estas últimas, são rotacionadas em 20° para o Sudeste, visando melhor orientação solar e de fluxo de ventos, conforme simulações realizadas no Software Windfinder.

Desse modo, o formato em L das torres viabiliza a circulação do ar e aproveitamento dos espaços, obtendo áreas de repouso e interação social em cada pavimento. Foi levado em consideração o índice de compacidade, que representa a relação entre o perímetro do elemento analisado e o perímetro de um círculo, sendo essencial para avaliar o custo benefício de um projeto (Mascaró, 2010). Assim, o bloco “A” é constituído de seis pavimentos, onde o primeiro piso é destinado a áreas de lazer e o restante dos andares constituídos pelas unidades habitacionais. Já a segunda torre, bloco “B”, possui cinco pavimentos, tendo o térreo erguido por pilotis e os outros quatro pisos residenciais.

Ainda segundo Mascaró (2010), mestre em engenharia civil, a construção de edifícios com maiores alturas apresenta custos altos, devido à complexidade estrutural e de segurança, mas pode-se aproveitar a escala de produção em pré-fabricação e os elementos unitários. Por isso, seguindo a ideia de conectar as habitações não só pela circulação vertical, foram desenvolvidos estudos a partir do posicionamento dos blocos para estabelecer uma ponte de conexão entre as torres, respeitando os afastamentos exigidos pela legislação e minimizando a projeção de cobertura no terreno.

Próximo ao canal que deságua no Rio Sergipe, foi considerada uma área de preservação permanente de 30,00m, conforme a Lei N°12651 (2012) e o Código Florestal. Esse ambiente será

destinado à recuperação da biodiversidade da região, especialmente da vegetação de mangue, a partir da implantação de um bosque como barreira de proteção e conexão entre os ocupantes e a natureza. Além disso, o empreendimento residencial apresenta espelhos de água em seu paisagismo para remeter os córregos de rios e auxiliar na drenagem do lençol freático em épocas de cheias. A Figura 22 apresenta o estudo de orientação das fachadas, circulações e acessos.

Figura 22: Estudo de implantação e volumetria



Fonte: Autora, 2024

Com o objetivo de alcançar as diretrizes exigidas pela LEED, a implantação busca favorecer a circulação dos ventos e orientação solar, além de proporcionar espaços livres e de lazer. A seleção dos acessos para os automóveis teve como base os estudos de fluxos demonstrados acima (Figura 20). Dessa forma, foi considerada a entrada pela Rua Doutor Thales Ferraz (Figura 23.a), devido a presença de menores tráfegos de veículos, facilitando o acesso ao lote e espaços de manobras, enquanto a saída direciona para a Avenida João Rodrigues, para promover a locomoção entre as torres.

Além disso, foi necessário considerar a existência do ponto de ônibus na testada leste do terreno, sendo criada uma faixa de parada seguindo o Caderno técnico para projetos de mobilidade urbana (2017), facilitando a circulação nesta avenida (Figura 23.b). A entrada principal de pedestres e ciclistas foi estrategicamente posicionada no centro do lote, também voltada para a avenida, visando facilitar o acesso aos usuários de transporte público (Figura 23.c, d). Essa localização promove a interação entre os blocos e oferece também caminhos aos serviços próximos, como o shopping, o terminal de ônibus e o supermercado, incentivando o deslocamento a pé ou de bicicleta.

Figura 23: Acessos ao Residencial Rios



(a) Pórtico de acesso para veículos; (b) Ponto de ônibus; (c e d) Guarita principal

Fonte: Autora, 2024

Já a setorização dos pavimentos nas torres, como já citado, é constituída pelo térreo destinado a garagem dos moradores, visando reduzir a área de cobertura no terreno e atender os critérios da LEED. Também foi reservado um espaço para infraestrutura das cisternas, reservatórios de água inferiores e um compartimento de lixo, para auxiliar no deslocamento entre as edificações até o reservatório geral, sendo previsto caixas de 1.000L para a coleta seletiva. Além disso, existe em cada bloco, bicicletários com 20 vagas disponíveis e todo o equipamento necessário, estando próximo ao hall de entrada para a circulação vertical.

Na torre “A”, o primeiro pavimento é destinado aos espaços multiusos, como academia, salão de festas, brinquedoteca e salão de jogos, estando ligado ao outro bloco por uma ponte de conexão que leva ao pátio com mobiliários interativos. Neste pavimento também está localizado as áreas de apoio à limpeza, depósito, sala de equipamentos, administração, copa e banheiros coletivos. Nos demais pisos foram incluídas as unidades residenciais, com espaço para circulação horizontal e uma área de lavanderia coletiva, visando minimizar os gastos em relação à infraestrutura de aproveitamento de água e proporcionar a conscientização dos moradores.

A figura 24 ilustra os acessos aos edifícios residenciais, Bloco A e B respectivamente, juntamente com os bicicletários próximo ao hall de entrada.

Figura 24: Blocos residenciais

(a) Acesso bloco 1; (b) Acesso bloco 2  
Fonte: Autora, 2024

Cada pavimento tipo abriga nove unidades habitacionais, distribuídas em três tipologias, a primeira torre conta com 36 apartamentos, enquanto a segunda possui 35, totalizando 71 residências. A cobertura é destinada à manutenção predial, e a estratégia de telhado verde foi descartada para simplificar a estrutura e reduzir custos, já que o empreendimento possui 1.404,80m<sup>2</sup> de jardim e outros espaços de contemplação. A Figura 25 apresenta a setorização dos pavimentos em uma perspectiva explodida, enquanto o Apêndice “A” reúne as plantas baixas, cortes e volumetrias dos Estudos Preliminares do projeto.

Figura 25: Setorização dos pavimentos



Fonte: Autora, 2024

O empreendimento possui 25,00 m de altura, harmonizando-se com o entorno da região e atendendo aos recuos exigidos pelas prescrições urbanísticas. Utiliza-se principalmente da vegetação como elemento delimitador, substituindo os muros tradicionais e promovendo a caminhabilidade na quadra. Abaixo, apresenta-se o quadro de áreas do projeto, com os índices estabelecidos pela legislação:

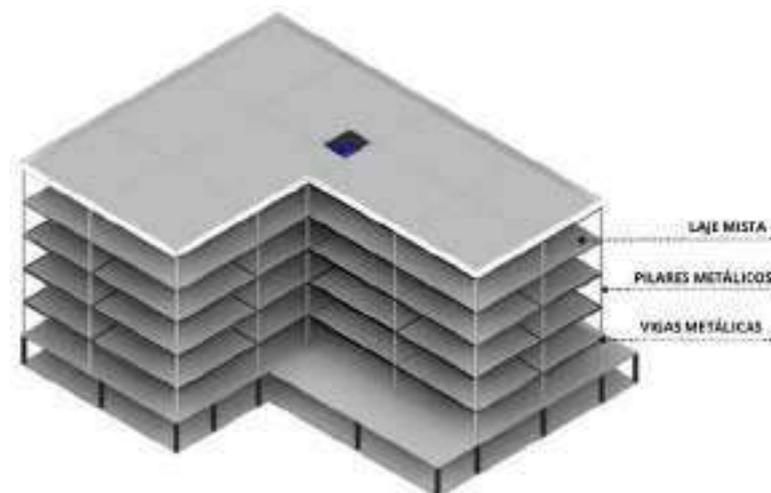
Quadro 11: Quadro de área do projeto

Área total do terreno	8.250,00m <sup>2</sup>
Área construída térreo	2.443,56m <sup>2</sup>
Área construída Pav.1	2.350,69m <sup>2</sup>
Área construída Pav. Tipo	887,78m <sup>2</sup>
Área construída total	11.002,56m <sup>2</sup>
Coefficiente de aproveitamento	1,33
Taxa de ocupação	29,6%
Área permeável	3.675,73
Taxa de permeabilidade	44,55%
Gabarito de Altura	25,00m

Fonte: Autora, 2024

O projeto leva em consideração o contexto socioeconômico da região e a localização do terreno. Por tais fatores, as vedações verticais e o sistema estrutural adotado objetivaram minimizar impactos ambientais desde a execução da obra até a sua utilização. A estrutura metálica auxilia na velocidade da construção e limpeza no canteiro de obra, garantindo vão maiores entre os apoios, como visto na Figura 26.

Figura 26: Esquema estrutural



Fonte: Autora, 2024

Com base nos princípios da construção sustentável (Araújo, 2008 *apud* Argôlo, 2021) e nas estratégias previamente expostas, o projeto adotará o sistema de steel frame para vedação externa e interna, proporcionando isolamento térmico e acústico com placas de gesso acartonado recicladas. Esse sistema oferece fácil montagem, flexibilidade nos ambientes e permite adaptações futuras pelos residentes. Além disso, por ser encontrado a menos de 800Km do local, o material contribui para pontuações na certificação LEED.

Seguindo o programa de necessidade, a planta em formato de L permitiu a adoção de três tipologias de apartamentos, otimizando o aproveitamento das fachadas e garantindo ventilação e iluminação nos cômodos. Todas as unidades residenciais possuem jardineiras e varandas, criando identidades para os blocos com espaços flexíveis para adaptações. Apesar da existência de uma lavanderia coletiva em cada piso, os apartamentos incluem tanques de lavar para atender as necessidades básicas dos moradores. A Figura 27 ilustra o pavimento tipo e a configuração das unidades habitacionais.

Figura 27: Pavimento Tipo



Fonte: Autora, 2024

Com área total de 59,62m<sup>2</sup>, a tipologia 1 é composta por um dormitório, banheiro social, sala de estar, jantar e cozinha integradas com a varanda, sendo configurado através do aproveitamento dos shaft de tubulações, além de contarem com aberturas e ventilação cruzada nos cômodos, conforme demonstrado abaixo (Figura 28). Com base nas estratégias propostas por Armando de Holanda, foi adotado um pé direito amplo nas unidades residências e a utilização de portas que apresentam bandeiras superiores em brises, auxiliando na circulação do ar entre os

cômodos, além da vegetação nas jardineiras, como barreira térmica e acústica. O estudo de layout aborda uma proposta de configuração dos cômodos e aproveitamento dos espaços.

Figura 28: Estudo de Layout da tipologia 1



Fonte: Autora, 2024

A segunda tipologia, possui uma área de 93,90m<sup>2</sup>, constituída de dois dormitórios, sendo um suíte, banheiro, varanda, sala de estar, jantar e cozinha integradas. Os ambientes apresentam as áreas mínimas exigidas pelo Código de Obras de Aracaju (2010), pé direito de 3,00m e brises na parte superior das portas, visando permitir ventilação cruzada. O estudo de layout (Figura 29) apresenta melhor aproveitamento do espaço para uma família de 3 a 4 pessoas.

Figura 29: Estudo de Layout da tipologia 2



Fonte: Autora, 2024

Por último, com área de 105,00m<sup>2</sup>, a terceira tipologia conta com 3 dormitórios, sendo um suíte com varanda secundária, banheiro social, sala de estar, jantar e cozinha também integrada com a varanda principal da unidade habitacional. O apartamento apresenta as áreas mínimas exigidas pela legislação com ventilação em todos os cômodos, sendo favorecidos pelos brises na parte superior das portas. O layout abaixo (Figura 30) apresenta uma das configurações possíveis para a residência, visando atender uma família de 4 a 5 pessoas e proporcionar melhor conforto.

Figura 30: Estudo de Layout da tipologia 3



Fonte: Autora, 2024

Vale ressaltar que a utilização da estrutura metálica possibilitou a superação de maiores vãos e proporcionou um pé direito mais amplo, com uma distância de 3,50 m entre as lajes de cada pavimento tipo. No entanto, o forro apresenta um rebaixo de 0,50 m, com o intuito de minimizar os ruídos acústicos entre as unidades residenciais. As paredes externas e as divisórias entre os apartamentos têm espessura de 0,15 m, utilizando camadas duplas de gesso acartonado para criar uma barreira acústica mais robusta (Ghessi, 2024). A Figura 31 ilustra uma vista em corte das edificações residenciais.

Figura 31: Corte volumétrico das edificações residenciais



Fonte: Autora, 2024.

A Figura 32 apresenta o Residencial Rios, juntamente com os espaços de contemplação e de lazer. Algumas outras renderizações que compõem os estudos preliminares estão disponíveis também no apêndice A.

Figura 32:Residencial Rios



(a)A. Gourmet e piscina; (b)A. de integração; (c)Playground; (d)Passeios; (e) Perspectiva

Fonte: Autora, 2024

## 4.2. PROJETO E A CERTIFICAÇÃO LEED

A partir do desenvolvimento da proposta de projeto e do estudo das diretrizes exigidas pela certificação LEED, algumas estratégias foram implantadas na fase de estudos preliminares e de implantação, enquanto outras auxiliarão como orientações para as etapas de execução e monitoramento, visando obter melhores pontuações na certificação.

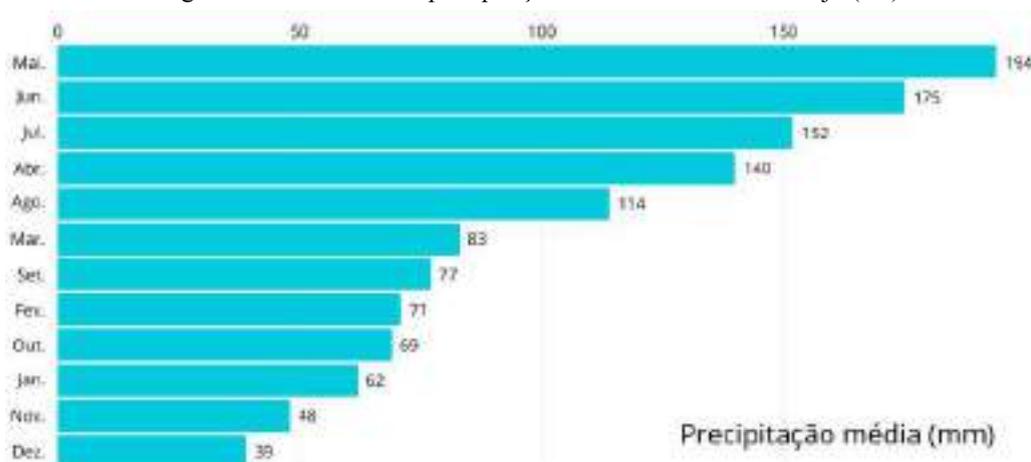
Dessa forma, para alcançar os demais pontos da categoria localização e transporte, foi implantado bicicletários, próximos à entrada principal de cada torre, como explicado, com total de 40 vagas, superando o indicado pelas normas locais em que o estacionamento para bicicletas deve apresentar 5% da quantidade de vagas de veículos. Além disso, serão criados programas de incentivo ao uso desse meio de transporte entre os ocupantes do edifício. No critério “Redução da área de estacionamento”, o espaço para os visitantes conta com 8 vagas, correspondendo a 10% do total de unidades habitacionais, com uma vaga reservada para emergências.

A garagem dos residentes, localizadas no térreo das edificações, totalizam 72 vagas para 71 apartamentos, com 3% destinadas a veículos verdes a partir da infraestrutura adequada. Serão promovidas estratégias de incentivo ao transporte alternativo e campanhas de carona. Para a categoria de terrenos sustentáveis, deverá ser implementado um plano de obra de prevenção à poluição, incluindo proteção das bocas de lobo, cordões de contenção, controle de escoamento e definição das vias de circulação, especialmente próximo ao rio Sergipe.

Já no quesito “Espaço Aberto” é necessário o fornecimento de 30% da área do terreno para ambientes externos. Para isso, foi instalado espaços comuns de jardim de 1.444,80m<sup>2</sup>, horta comunitária com 165,90m<sup>2</sup>, áreas de lazer com piscina infantil e adulto, quadra poliesportiva e playground de 1.064,30m<sup>2</sup>. Além do Bosque de vegetação nativa como barreira de proteção que possui 1.005,91m<sup>2</sup>, ocupando uma área de 30,00m entre as margens do canal de drenagem e a construção. Ao total, foram destinados 3.675,73m<sup>2</sup> de espaços abertos que atendem os critérios da certificação LEED, com 44,5%.

A gestão das águas pluviais foi estabelecida a partir dos dados da precipitação pluvial da cidade de Aracaju (Figura 33) para realizar o cálculo de aproveitamento, levando em consideração que período de retorno é de cinco anos recomendado para coberturas, segundo NBR 10844/89 (Instalações prediais de água pluvial) .

Figura 33: Percentual da precipitação média mensal em Aracaju (SE)



Fonte: Adaptado de Climatempo, 2024<sup>18</sup>

Utilizando o valor médio de precipitação entre janeiro e dezembro da cidade de Aracaju, é possível obter a quantidade de 102 litros de chuva por m<sup>2</sup>. O que significa que, considerando as áreas disponíveis para a retenção, a contribuição média estimada para o projeto pode ser calculado por:

$$\text{Precipitação em L} = I \times \text{Áreas de contribuição}$$

Com isso, foi estabelecido 7.094,72m<sup>2</sup> de áreas permeáveis que apresentam decks, piso concregrama, piso de concreto drenante ou áreas de grama comuns, contribuindo para o porcentagem de água infiltrada ou retida no projeto. Estima-se, assim, que a contribuição mensal da chuva será de 723,66m<sup>3</sup>, ou seja 24,12m<sup>3</sup> por dia, sem considerar as diferentes taxas de infiltração que os materiais proporcionam e a evaporação do recurso hídrico nas diversas situações. Dessa forma, podemos considerar um percentual de água retida de 86% , atentado a certificação e obtendo 2 pontos.

Na categoria eficiência hídrica, foram dimensionados além dos reservatórios de água potável, com capacidade de 57.200L para cada torre, sendo 35.000L no reservatório inferior e 25.000L no reservatório superior, as cisternas voltadas para o aproveitamento de água da chuva e cinzas também foram mensurados. Para reduzir o uso de água em áreas externas, especialmente na irrigação, será implementado um sistema automatizado com sensores de chuva, garantindo que a rega ocorra apenas quando necessário. Além disso, serão utilizados sistemas de irrigação eficientes, como gotejamento para hortas e *Fixed Spray*, que consomem menos água.

Foi definido também o sistema de reuso com tubos PVC para conduzir a água da chuva até a cisterna coletora localizadas na área de manutenção dos edifícios, esta última deverá suprir a

<sup>18</sup> CLIMATEMPO. **Climatologia e histórico de previsão do tempo em Aracaju, BR**. 2024. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/384/aracaju-se>. Acesso em: 04 maio 2027.

demanda mensal para atividades de limpeza e jardinagem (SANTOS, 2021). Para determinar o consumo nas atividades de irrigação e definir se a água coletada para reuso será suficiente, juntamente com a precipitação anual, foi considerada a demanda de 1,5L/m<sup>2</sup>/dia, como apresentado por Macintyre (2010).

Por fim, com uma área de jardim de 1.444,80m<sup>2</sup>, o consumo diário é de 2.166L. A partir da capacidade de retenção de 24,12m<sup>3</sup> de água por dia, ou seja 24.120L, o empreendimento será capaz de suprir a irrigação exclusivamente com o aproveitamento das águas pluviais. O excedente desse recurso será direcionado para um poço absorvente, possibilitando seu uso futuro. No critério de qualidade do ambiente interno, para atender ao requisito de controle da fumaça de cigarros, será proibido o uso dentro dos edifícios e nas áreas comuns externas. Um espaço ao ar livre, localizado a no mínimo 8,70 metros das torres residenciais, foi designado para fumantes, conforme mostrado na Figura 34, com placas de sinalização e fiscalização.

Figura 34: Localização da área de fumantes



Fonte: Autora, 2024.

Para as técnicas de isolamento acústico, além da dupla camada de gesso, as lãs termoacústicas foram dimensionadas nas paredes de *steel frame* para o controle dos ruídos entre os ambientes (Tomaz, 2021). Em seguida, no crédito conforto térmico, estratégias de controle solar passivo e design da fachada foram utilizadas, localizando o empreendimento em melhor orientação solar e de ventos. Enquanto os sistemas HVAC de ar-condicionados deverão ser instalados em locais de alta prioridade, como quartos privados, salão de festas e jogos, utilizando de monitoramento e sistemas automação para controlar a temperatura e o consumo de energia.

As estratégias de iluminação interna incluem o uso de lâmpadas LED para melhor reprodução de cores, especialmente em áreas de uso frequente. Em espaços comuns, devem ser

instalados dispositivos de acionamento e em locais de pouca circulação, como o estacionamento, sensores de movimento. Já em relação a iluminação natural, foram realizadas simulações nos espaços regularmente ocupados dos apartamentos (Apêndice B), atingindo níveis adequados de iluminância (300 lux por pelo menos 50% do tempo entre 8:00 e 18:00) e de controle de ofuscamento (1000 lux por 250 horas no ano em até 10% da área do piso), atendendo aos requisitos da certificação.

Em relação a produção de energia renovável, foram selecionados módulos solares em adesivos, compostos por multicamadas flexíveis que permitem a aplicação direta em superfícies inclinadas (SOUZA, 2024). Embora sejam um dos poucos materiais provenientes de fora do raio de 800km definido pela LEED, esses módulos foram escolhidos para reduzir os custos estruturais da laje técnica, onde também localizam-se os reservatórios de água superiores. Os adesivos de energia solar pesam aproximadamente 2,5 Kg/m<sup>2</sup>, reduzindo consideravelmente as despesas em estruturas complexas e oferecendo, ainda assim, benefícios a longo prazo.

O dimensionamento do sistema foi baseado nos estudos de Santos (2021), a partir das áreas disponíveis para colocação dos módulos fotovoltaicos. Considerando o consumo total de 157KWh por família (EPE, 2019), o empreendimento consumirá 133.764KWh por ano. Com isso, estima-se a utilização de placas solares com potência máxima de 500W, sendo necessário 147 módulos para suprimir a demanda anual, levando em consideração a exposição de 5 horas de sol pleno por dia. Os edifícios também utilizarão a rede pública como complemento, enviando energia excedente para a rede ou retirando-a quando o consumo for maior que a geração solar.

As demais categorias como o comissionamento das atividades elétricas, hidráulicas e estrutural, medição de energia avançada e estratégias para reduzir a geração de resíduos durante a concepção e construção do projeto também deverão ser levadas em consideração no plano de execução e monitoramento. Apresentando uma síntese entre as estratégias utilizadas para cada crédito, juntamente com a pontuação alcançada, o Quadro 12 destaca os pré-requisitos das categorias e os resultados dos cálculos necessários. Vale salientar que dentre as soluções aplicadas, as especificações e gerenciamentos servirão de orientações para obtenção da certificação LEED.

As instruções seguem o programa de necessidades instituído a partir do estudo de caso, levando em consideração o índice de compactidade e o custo inicial para alguns investimentos, além dos equipamentos básicos de toda edificação. Muitas das diretrizes instituídas, proporcionarão economias a longo prazo, a partir da redução do custo de energia elétrica, água potável, irrigação e de manutenção.

Quadro 12: Diretrizes e pontuações na certificação LEED

<b>Categoria</b>	<b>Crédito</b>	<b>Estratégias</b>	<b>Pontuação obtida/ Pontuação máxima</b>	<b>Categoria</b>	<b>Crédito</b>	<b>Estratégias</b>	<b>Pontuação obtida/ Pontuação máxima</b>
Localização e Transporte	Proteção de áreas sensíveis (C)	Estratégias que protejam o canal que deságua no Rio Sergipe; Restauração da mata ciliar.	1/1	Energia e atmosfera	Otimizar desempenho energético (C)	Estudo de orientação; Utilização de energia renovável; Sistema de controles e sensores de presença.	6/18
	Local de alta prioridade (C)	Localização em região com incentivo ao desenvolvimento	2/2		Medição de energia avançada (C)	Instalação de medidores com armazenamento de dados.	1/1
	Densidade do entorno e usos diversos (C)	Acesso a serviços essenciais, como saúde, educação e lazer.	5/5		Produção de energia renovável (C)	Abastecimento do edifício principalmente por energia solar	3/3
	Acesso a transporte de qualidade (C)	Localização próximo à pontos e terminais de ônibus	5/5	Materiais e recursos	Depósito e coleta de materiais recicláveis (P)	Implantação de caixas com capacidade 1.000L para a coleta seletiva e parceria com empresas de reciclagem.	P
	Instalação de bicicletários (C)	Estacionamento seguro; infraestrutura de apoio e incentivo ao uso pelo residentes	1/1		Plano de ger. da construção e de demolição (P)	Redução da geração de resíduos e plano de reciclagem	P
	Redução da área de estacionamento (C)	Estacionamento no térreo da edificação; Limitação do número de vagas; incentivo ao uso de transporte alternativo e caronas.	1/1		Divulgação e otimização de produto do edifício – ambientais, origem de matérias-primas e ingredientes do material (C)	Relatório de declarações ambientais sobre, matéria prima e ingredientes; Utilização de materiais biodegradáveis, com responsabilidade estendida e Declaração Ambiental do Produto (EPD).	2/2
	Veículos Verdes (C)	3% das vagas de estacionamento destinadas à veículos verdes	1/1				2/2
Terrenos Sustentáveis	Prevenção da poluição na construção (P)	Plano de controle de erosão e sedimentação; Proteção das bocas de lobo; Cordões de contenção e vias de circulação de veículos definidas	P				2/2

Continua

	Avaliação do terreno (C)	Estudos preliminares de orientação, hidrologia, clima, vegetação, entre outras.	1/1		Ger. da construção e resíduos de demolição (C)	Identificação dos materiais com os procedimentos de coleta, segregação, armazenamento e transporte de resíduos; 75% dos resíduos desviados dos aterros.	2/2
	Proteção ou restauração do habitat (C)	Implantação de vegetação nativa como barreira de proteção ao Rio Sergipe	2/2	Qualidade do ambiente interno	Desempenho da qualidade do ar interior (P)	Implantação de sistemas de monitoramento, ventilação eficiente, filtragem de ar e controle de umidade.	P
	Espaço aberto (C)	Espaços externos que estimulam a interação do meio ambiente, possuindo um total de 1.444,80m <sup>2</sup> , representando 44,55% do terreno.	1/1		Controle ambiental da fumaça de tabaco (P)	Proibição do fumo dentro do edifício e nas áreas comuns externas, sendo designado um espaço ao ar livre fora do empreendimento.	P
	Gestão de águas pluviais (C)	7.094,72m <sup>2</sup> de áreas para retenção de águas pluviais, representando percentual de água retida de 86% .	2/3		Desempenho mínimo acústico (P)	Controle dos ruídos com isolamento acústico	P
Eficiência Hídrica	Redução do uso de água do exterior (P)	Automatização do sistema de irrigação; Gotejamento para as hortas; Sistema de reuso com cisternas coletoras e implantação de vegetação que se desenvolva a partir da precipitação de chuva da região	2/2		Avaliação da qualidade do ar interior (C)	Avaliação da qualidade do ar na pré-ocupação do edifício; Implantação do plano de monitoramento.	2/2
	Redução do uso de água do interior (P)	Instalação de arejadores e equipamentos que se enquadrem entre as vazões máximas exigidas pela LEED.	5/6		Conforto térmico (C)	Controle solar passivo e design da fachada; Aplicação de dispositivos de sombreamento e paisagismo sustentável.	1/1
	Medição de água do edifício (P)	Instalação de hidrômetros de maneira	P		Iluminação interior (C)	Utilização de lâmpadas LED para controle de brilho, iluminação e renderização de cores; Dispositivos de acionamento sensores.	2/2

Continua

	Medição de água (C)	setorizada	1/1		Luz natural (C)	Aberturas mínimas para alcançar o nível de iluminância desejada; Utilização de materiais para a redução do ofuscamento	3/3
Energia e atmosfera	Comissionamento fundamental e avançado (P)	Estratégias de comissionamento, para atividades elétricas, hidráulicas e estruturais.	P		Vistas de qualidade (C)	Planejamento de layout; Distribuição dos ambientes e design de janelas garantindo que a maior parte dos ambientes tenham acesso à vistas externas	1/1
	Desempenho mínimo de energia (P)	Equipamentos eficientes para redução no consumo de energia; sistema de design integrado com especialistas em eficiência.	P	Prioridade regional	Prioridade regional	Localização no centro da cidade, próximo à área comercial, cultural e dos restantes dos bairros	4/4
	Medição de energia do edifício (P)	Instalação de contadores de maneira setorizada	P				

Fonte: Adaptado da USGBC, 2024.<sup>19</sup>

No somatório das pontuações obtidas em cada crédito, o Residencial Rios alcançou a certificação LEED no nível Gold, totalizando 61 pontos. É importante destacar que muitos dos critérios só poderão ser atendidos nas fases de anteprojeto e execução da obra. Por isso, as diretrizes gerais foram exemplificadas acima, com o objetivo de orientar o desenvolvimento final do projeto e favorecer a conquista da certificação. Além disso, nas especificações do empreendimento e na elaboração dos planos estratégicos, foi considerado o custo-benefício da implementação de soluções sustentáveis, visando a construção de habitações economicamente viáveis e adequadas ao padrão de consumo habitacional da cidade de Aracaju. A Figura 35 apresenta o percentual da pontuação obtida em cada categoria, considerando a pontuação máxima disponível.

<sup>19</sup> Abreviações: P- Pré-requisito (Estratégia obrigatória para obtenção da certificação); C- Crédito (pontuações extras, visando promover o desempenho e a performance da construção).

Figura 35: Análise dos critérios de desempenho alcançados



Fonte: Autora, 2024

Percebe-se que as estratégias instituídas para o desenvolvimento do projeto, utilizou-se principalmente da localização e dos condicionantes ambientais, obtendo maiores pontuações nas categorias prioridade regional, localização e transporte, devido ao estudo do entorno e estratégias básicas de cobertura e viabilidade do estacionamento. Além disso, em relação à qualidade do ambiente interno, muitos dos créditos foram obtidos através dos estudos de orientação, para otimizar a iluminação natural e a ventilação dos espaços.

Considerando as limitações físicas e econômicas instituídas, a categoria energia e atmosfera apresenta as menores pontuações devido ao alto custo para implantação de técnicas mais avançadas que melhorassem o desempenho energético do empreendimento. Por tais fatores, foi implantado estratégias primordiais, como a medição setorizada e a produção de energia renovável, considerando também o custo dos módulos de placas solares e o peso na estrutura.

Nas demais categorias, como eficiência hídrica e terrenos sustentáveis, o projeto aproveitou ao máximo a área disponível, criando espaços abertos e de contemplação, além de favorecer a permeabilidade do solo para melhorar a gestão e o reaproveitamento da água. A presença de um bosque como barreira de proteção do canal que deságua no rio Sergipe também desempenha um papel importante, protegendo áreas sensíveis e contribuindo para a atenuação sonora na região.

Durante o desenvolvimento dos estudos preliminares e elaboração das diretrizes, portanto, foram considerados todos os pré-requisitos para a certificação LEED e as estratégias possíveis de pontuação a partir das limitações operacionais e econômicas. A seleção das técnicas construtivas e de concepção do projeto foram orientadas pela viabilidade das ações e o retorno dos investimentos, garantindo a eficiência no empreendimento.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De fato, o tema sustentabilidade na arquitetura tem exercido grande influência no desenvolvimento de cidades e de novas construções, destacando as questões ambientais no contexto global (Gonçalves, Duarte, 2006). Através das certificações, foi possível amadurecer o mercado a respeito dessa temática e implementar técnicas e práticas com menores impactos ecológicos. A certificação LEED, reconhecida em mais de 160 países, representa um dos selos mais abrangentes e valorizados globalmente. A versão 5 da certificação está em desenvolvimento e visa promover os princípios de gestão e manutenção em uma edificação, alinhados com diretrizes ambientais.

Ao aplicar alguns critérios sustentáveis em um empreendimento residencial voltado para a classe socioeconômica, percebe-se que existem grandes desafios. A proposta do Residencial Rios abordou as primeiras fases de um projeto, a partir dos estudos preliminares, simulações de fachadas, orientações e volumetria. O plano de estratégias e diretrizes foi elaborado seguindo os critérios e os pré-requisitos necessários para a obtenção da certificação LEED, levando em consideração as limitações operacionais do terreno, o entorno e, principalmente, o custo-benefício das técnicas construtivas aplicadas.

Além disso, foi considerado as estratégias essenciais para execução e manutenção do empreendimento, visando minimizar os resíduos de construção e os custos operacionais ao longo do tempo. Ao tratar de estratégias acústicas, lumínicas e térmicas, o principal desafio foi conciliar tais princípios e produzir uma edificação financeiramente condizente com a proposta. Por tais fatores, o estudo do índice de compactidade e de desempenho de alguns materiais, além da implantação de estratégias passivas como aberturas nas esquadrias, ambientes flexíveis e integrados foram fundamentais para a concepção da implantação.

Algumas soluções essenciais, como reuso de água e geração de energia, apresentam retorno de investimentos rápidos, além dos baixos custos de manutenção. Essas medidas eliminaram o uso da água potável para irrigação e reduziram os gastos com energia, especialmente nas áreas comuns. Além disso, a criação de espaços verdes, áreas de convivência e o incentivo ao uso de transportes alternativos ajudam a integrar o conceito de sustentabilidade ao cotidiano dos futuros moradores, gerando um impacto positivo tanto na comunidade local quanto no meio ambiente.

Em suma, seria necessário estudos secundários futuros para a obtenção dos dados aproximados a respeito da implantação de certificação juntamente com o custo base do empreendimento proposto. Além da elaboração de um projeto paisagístico detalhado e alinhado

às características locais, com foco prioritário na recuperação e revitalização da vegetação de mangue, visando promover a integração entre o ambiente construído e a natureza, como definido na elaboração dos estudos preliminares.

A partir dos critérios detalhados para atendimentos dos créditos, o empreendimento habitacional Rios obteve o nível Gold na certificação LEED, alcançando o objetivo geral da pesquisa e possibilitando também eventuais alterações estratégicas nas demais fases do projeto, caso sejam necessárias, para otimizar ainda mais o custo-benefício, sem comprometer os princípios sustentáveis do empreendimento, garantindo assim a obtenção de um selo ambiental, seja ele de nível prata ou certificado.

Dessa forma, a certificação LEED valoriza o empreendimento no mercado imobiliário e garante aos moradores um ambiente saudável e eficiente. A adoção de práticas sustentáveis em projetos de médio porte demonstra que é possível equilibrar a viabilidade econômica das demandas habitacionais com a preservação do meio ambiente. Ao abordar o conceito de construções certificadas, que priorizam o uso de materiais de baixo impacto, eficiência energética e técnicas de reaproveitamento, espera-se que o empreendimento Rios seja catalisador para futuras pesquisas e estudos no campo das práticas sustentáveis na construção civil.

O projeto buscou atender os parâmetros de redução dos impactos ambientais, promovendo a qualidade de vida e a preservação do meio ambiente. Dessa forma, a implementação da certificação LEED em empreendimentos habitacionais de médio padrão construtivo reforça a viabilidade de edificações ambientalmente responsáveis no contexto urbano brasileiro, valorizando a eficiência no consumo de água, energia e gestão de resíduos, além de abranger as diversas esferas da sociedade e contribuir para a concepção de cidades que apresentem a sustentabilidade como premissa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO, João Vitor de Sousa. **Arquitetura Sustentável: Aplicada a uma vila residencial**. 2022.

ARACAJU, Prefeitura de. **Aracaju é apontada como a melhor capital do Norte e Nordeste em qualidade de vida**. 2015. Disponível em: [https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/20582/aracaju\\_e\\_apontada\\_como\\_a\\_melhor\\_capital\\_do\\_norte\\_e\\_nordeste\\_em\\_qualidade\\_de\\_vida.html](https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/20582/aracaju_e_apontada_como_a_melhor_capital_do_norte_e_nordeste_em_qualidade_de_vida.html). Acesso em: 01 mar. 2024.

ARES, Sustentabilidade. **Soluções eficientes para seu empreendimento**. 2023. Disponível em: <https://aressustentabilidade.com.br>. Acesso em: 02 jan. 2024

ARGÔLO, Ana Luzia Leandro. **Edifício Lótus: arquitetura sustentável sensível à água**. Trabalho Final de Graduação (Graduação em Arquitetura e Urbanismo)–Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844/89**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro, 2019. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16783**: Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações. Rio de Janeiro, 2019. 19 p.

AVIAÇÃO, Rima. **O que são Knots na aviação?** 2024. Disponível em: <https://voerima.com.br/o-que-sao-knots-na-aviacao/>. Acesso em: 25 jul. 2024.

BALLARD, B. W. et al. **The SuDS Manual. 2. ed. Londres: Ciria**, 2015. 968 p. ISBN 978-0-86017-760-9

BARCELOS, Khétlyn Karolyne Rodrigues. Estudo comparativo entre certificações ambientais aplicáveis a edifícios residenciais. **Engenharia Civil-Tubarão**, 2019.

BARRETO, Alice Mena. **Os LEED's de Nova York: cinco edifícios certificados**. 2016. Disponível em: <https://greentopia.com.br/leed-de-nova-york/>. Acesso em: 20 fev. 2024.

BONI, Filipe. **Telhado Verde: O Guia Completo**. 2015. Disponível em: <https://www.ugreen.com.br/tehado-verde/>. Acesso em: 29 fev. 2024.

BRASIL, GBC. **Condomínios Residenciais Certificados**. 2016. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/condominios-residenciais-certificados/>. Acesso em: 19 dez. 2023.

BRASIL, Gbc. **GUIA RÁPIDO DA GBC BRASIL CASA**. São Paulo: Gbc Brasil, 2017. 119 p.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 maio 2012

CAIXA. **Guia Selo Casa Azul Caixa.** Disponível em: <[http://www.caixa.gov.br/Downloads/selo\\_casa\\_azul/Guia\\_Selo\\_Casa\\_Azul\\_CAIXA\\_Junho\\_2020.pdf](http://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_casa_azul/Guia_Selo_Casa_Azul_CAIXA_Junho_2020.pdf)>. Acesso em: 28 fev. 2024.

CELI, Construtora. **Empreendimentos Celi.** 2024. Disponível em: <https://www.celi.com.br>. Acesso em: 01 mar. 2024.

COUNCIL, U.s. Green Building. **LEED.** 2019. Disponível em: <https://www.usgbc.org>. Acesso em: 25 fev. 2024.

DARDENGO, Bruno Carias. **Vantagens e Impactos de Certificações Ambientais para a Construção Civil.** Rio de Janeiro, 2017.

DE ABREU, W. G. **Identificação de Práticas Sustentáveis Aplicadas às Edificações.** 2012. 169 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Construção) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

DE HOLANDA, Armando. **Roteiro para construir no Nordeste: Arquitetura como lugar ameno nos trópicos ensolarados.** Universidade Federal de Pernambuco, Mestrado de Desenvolvimento Urbano, 1976.

DIAGNÓSTICO DA CIDADE DE ARACAJU. Prefeitura Municipal de Aracaju. Aracaju, 2014.

DINAMARCO, C. P. G. **Selo Casa Azul Certificação Ambiental: Estudo de Caso.** 2016. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

DRENALTEC. **PISO PERMEÁVEL DE CONCRETO.** 2023. Disponível em: <https://drenaltec.com.br/piso-permeavel-concreto/>. Acesso em: 29 fev. 2024.

EMBURB. **Cadastro dos Canais de Aracaju.** Aracaju: Coplan, 2020.

ENGENHARIA, Primasa. **EMPREENDIMENTO FEITO PARA VOCÊ.** 2024. Disponível em: <https://www.primasaengenharia.com.br/home>. Acesso em: 01 mar. 2024.

FITTIPALDI, A. D. **Modelo de integração de sistemas de gestão: Uma aplicação na usina hidrelétrica de Xingó, bacia hidrográfica do rio São Francisco.** 2016. 253 f. Tese (Doutorado em Estruturas) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Certificação AQUA-HQE.** Disponível em: <Certificação AQUA-HQE de sustentabilidade se propaga no mercado brasileiro - Fundação Vanzolini> Acesso em: 26 fev. 2024.

GHESSI, Caroline. **Isolamento acústico na construção em LSF.** Disponível em: <https://www.blog.drystore.com.br/post/isolamento-acustico-lsf-guia-completo>. Acesso em: 16 ago. 2024.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. **Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino.**

GREEN BUILDING COUNCIL Brasil (GBC Brasil). **Certificação LEED.** Disponível em: <<https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/>>. Acesso em: 14 dez. 2024.

GREEN BUILDING COUNCIL Brasil (GBC Brasil). **Empreendimentos LEED.** 2024. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/empreendimentos/>. Acesso em: 29 fev. 2024.

HERNANDES, T. Z. **LEED-NC como sistema de avaliação da sustentabilidade: uma perspectiva nacional** 2006. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

IBGE. **DIAGNÓSTICO DA CIDADE DE ARACAJU.** Prefeitura Municipal de Aracaju. Aracaju, 2014.

IPEA. **Inflação por faixa de renda – fevereiro de 2024.** Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cartadeconjuntura/index.php/tag/indicador-ipea-de-inflacao-por-faixa-de-renda/>. Acesso em: 26 mar. 2024.

JOTANUNES, Construtora. **Empreendimentos.** Disponível em: <https://jotanunes.com>. Acesso em: 01 mar. 2024.

JUNQUEIRA, Guilherme. **O que é Steel Frame? Descubra as vantagens e desvantagens para construção civil.** 2024. Disponível em: <https://maiscontroleerp.com.br/steel-frame-construcao-civil/#:~:text=Primeiramente%2C%20Steel%20frame%2C%20também%20conhecido,alumínio%20composto%20ou%20até%20drywall..> Acesso em: 22 jun. 2024.

LAFIETE. **16 práticas sustentáveis na construção civil no canteiro de obra.** 2024. Disponível em: <https://www.lafietelocacao.com.br/artigos/praticas-sustentaveis-na-construcao-civil>. Acesso em: 29 fev. 2024.

LAGUNA, Construtora. **LLUM Batel.** 2020. Disponível em: <https://www.construtoralaguna.com.br/imoveis-residenciais/llum-batel>. Acesso em: 20 fev. 2024.

LAMBERTS, R.; DUTRA L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura.** (3ª edição) ano: 2014. Editora: Eletrobrás/Procel. Acesso em 29 de Fev. de 2024.

LARA, Alexandre Marcelo Fontes. **O que é comissionamento em edificações e qual a sua importância?** 2020. Disponível em: <https://aea.com.br/blog/o-que-e-comissionamento-em-edificacoes-e-qual-a-sua-importancia/>. Acesso em: 29 fev. 2024.

LARVERDELAR. **LarVerdeLar.** 2022. Elaborado por: LinkedIn. Disponível em: <https://www.linkedin.com/company/larverdelar/about/>. Acesso em: 21 fev. 2024.

LIUBARTAS, Déborah et al. A Sustentabilidade do aço e das Estruturas Metálicas/Sustainability of steel and steel structures. **INOVAE-Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation (ISSN 2357-7797)**, v. 3, n. 1, p. 92-110, 2015.

MACEDO, E. **Certificação LEED: o selo da construção sustentável**. Site Sustentável. 2014.

MACINTYRE, A. J. **Manual de instalações hidráulicas e sanitárias**. LTC-Livros Técnicos e Científicos, 1990.

MASCARO, Juan Luis. **O custo das decisões arquitetônicas**. São Paulo: Nobel, 1985.

MATOS, Stefany Vitória Evangelista. **Anteprojeto de ecovila urbana: alternativa sustentável de moradia em Nossa Senhora do Socorro/SE**. 2022.

MELO, Dauzirlene Amaral de. **Arquitetura e sustentabilidade: projeto arquitetônico de um restaurante ecológico em Ferreira Gomes no Estado do Amapá**. 2016.

MIKHAILOVA, Irina. Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. **Revista economia e desenvolvimento**, v. 16, n. 1, p. 23-41, 2004.

NASSAL. **VIVA EM UM NASSAL**. 2024. Disponível em: <https://www.nassalconstrutora.com.br/home>. Acesso em: 01 mar. 2024.

OLIVEIRA, Ingrid Carvalho Santos. **AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE EDIFICAÇÕES: ESTUDO DE CASO, ARACAJU, SERGIPE, BRASIL**. Laranjeiras: Universidade Federal de Sergipe, 2015. 104 p.

PARDINI, A. F. **Contribuição ao entendimento da aplicação da certificação LEED e do conceito de custos no ciclo de vida em empreendimentos mais sustentáveis no Brasil**. 2009. 209 f. Dissertação- Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, 2009.

PROCEL INFO. **Selo PROCEL Edificações**. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7b8E03DCDE-FAE6-470C-90CB-922E4DD0542C%7d>. Acesso em: 20 fev. 2024.

RANGEL, Juliana. **Primeiro edifício LEED V4 do Brasil utiliza princípios da arquitetura bioclimática**. 2017. Disponível em: <https://sustentarqui.com.br/primeiro-edificio-leed-v4-do-brasil/>. Acesso em: 20 fev. 2024.

ROBERTS, Tobias. **Meet The Solaire: America's First LEED Certified Residential High-Rise**. 2018. Disponível em: <https://www.buildwithrise.com/stories/solaire-first-leed-certified-residential-high-rise-new-york>. Acesso em: 20 fev. 2024.

RUSSO, Filomena. **Climatic responsive design in Brazilian Modern Architecture**. 2004. Dissertation (Master) - Martin Centre for Architectural and Urban Studies, University of Cambridge, Cambridge, 2004.

SALGADO, Mônica Santos. **Arquitetura e Sustentabilidade: Os “Selos Verdes”**. Arquitetura e Urbanismo: Planejando e Edificando Espaços, p. 107, 2019

SANTOS, Gabriela Buarque de Souza. **Certificação Leed: estudo de caso para a implementação em um condomínio de baixo/médio padrão**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SOUSA, Marcia. **1º edifício no Brasil a obter LEED V4 tem redução de 88% de energia e 74% de água**. 2017. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/arq-urb/arquitetura/1o-edificio-no-brasil-a-obter-leed-v4-tem-reducao-de-88-de-energia-e-74-de-agua/>. Acesso em: 20 fev. 2024.

TOMAZ, Monyque Holanda. **Avaliação das expectativas e desafios na implantação da certificação leed e posteriores práticas sustentáveis: estudo de caso com um empreendimento habitacional de alto padrão da construtora C. Rolim Engenharia**. 2020.

UGREEN. **Arquitetura Sustentável na pratica**. 2024. Disponível em: <https://ugreen.nutror.com/curso/820e4e0335353/aula/640035>. Acesso em: 24 maio 2024.

UGREEN. **O que é Processo Integrativo e a sua importância em projetos eficientes**. 2023. Disponível em: <https://www.ugreen.com.br/processo-integrativo/>. Acesso em: 28 fev. 2024.

UNIÃO, Construtora. **Seu imóvel na União Construções**. 2024. Disponível em: <https://uniaoconstrucoes.com.br/home>. Acesso em: 01 mar. 2024.

URBANA, Secretaria Nacional de Mobilidade. **Caderno técnico para projetos de mobilidade urbana: sistema de prioridade aos ônibus**. São Paulo: Ministério das Cidades, 2017.

USGBC. **LEED v4 PARA PROJETO E CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS**. 4. ed. São Paulo: Usgbc, 2014. 183 p.

USGBC. **Página Institucional – Why LEED**. Disponível em: <https://www.usgbc.org/leed/why-leed> . Acesso em: 16 dez. 2024.

VALENTE, Josie Pingret. **Certificações na construção civil: comparativos entre LEED e HQE**. 2009.

VASCONCELOS, Pompeu. **C. Rolim Engenharia entrega o Edifício Paço das Águas**. 2013. Disponível em: <https://www.portalin.com.br/notas/c-rolim-engenharia-entrega-o-edificio-paco-das-aguas/>. Acesso em: 16 jan. 2024.

WENDHAUSEN, Lucas Antunes et al. **Arquitetura sustentável em Florianópolis**. 2007.

ZACCARA, Madalena de F.P **A arte de construir no Nordeste: um resgate**. Recife: XV Ciclo de Estudos sobre o Imaginário, 2008.

## ANEXO A- Taxas de Certificação LEED

### Taxas para registro LEED 2024

Projeto de construção e taxas de construção por edifício	Membros de nível Prata, Ouro e Platina	Membros ou não membros de nível organizacional
	Dólar/ Real	Dólar/ Real
Inscrição	US\$ 1.350/ R\$ 6726,10	US\$ 1.700 / R\$ 8469,91
<b>PRÉ- CERTIFICAÇÃO</b>		
Taxa plana (por edifício)	US\$ 4.500/ R\$ 22420,35	US\$ 5.600/ R\$ 27900,88
Revisão acelerada	\$6,00/ R\$ 29,89	\$6,00/ R\$ 29,89

Fonte: Adaptado por USGBC, 2024.

### Taxas de Certificação (BD+C) LEED 2024

Revisão de Certificação Combinada: Projeto e Construção	Membros de nível Prata, Ouro e Platina		Membros ou não membros de nível organizacional	
	Taxa de juros	Mínimo	Taxa de juros	Mínimo
	Dólar/ Real			
Área bruta do projeto (excluindo estacionamento): menos de 250.000 pés <sup>2</sup> / 23.234 m <sup>2</sup>	\$0.064/sf R\$ 0.32/m <sup>2</sup>	US\$ 3.200 R\$ 15.947,52	\$0.076/sf R\$ 0.38/m <sup>2</sup>	US\$ 3.825 R\$ 19.062,27
Revisão acelerada (reduzir de 20-25 dias úteis para 10-12, disponível com base na capacidade de revisão do GBCI)	US\$ 12.000 R\$ 59.803,20		US\$ 12.000 R\$ 59.803,20	
Revisão parcial: projeto	Taxa de juros	Mínimo	Taxa de juros	Mínimo
Dólar/ Real				
Área bruta do projeto (excluindo estacionamento): menos de 250.000 pés <sup>2</sup> / 23.234 m <sup>2</sup>	US\$ 0,053/sf R\$ 0.26/m <sup>2</sup>	US\$ 2.600 R\$12.977,64	\$0.062/sf R\$ 0.31/m <sup>2</sup>	US\$ 3.075 R\$ 15.348,55
Revisão acelerada (reduzir de 20-25 dias úteis para 10-12, disponível com base na capacidade de revisão do GBCI)	US\$ 12.000 R\$ 59.803,20		US\$ 12.000 R\$ 59.803,20	
Revisão parcial: : Construção	Taxa de juros	Mínimo	Taxa de juros	Mínimo
Dólar/ Real				
Área bruta do projeto (excluindo estacionamento): menos de 250.000 pés <sup>2</sup> / 23.234 m <sup>2</sup>	\$0.018/sf R\$ 0.090/m <sup>2</sup>	\$875 R\$ 4.367,47/m <sup>2</sup>	\$0.020/sf R\$ 0.10/m <sup>2</sup>	R\$ 1.025 R\$ 5.116,18/m <sup>2</sup>
Revisão acelerada (reduzir de 20-25 dias úteis para 10-12, disponível com base na capacidade de revisão do GBCI)	US\$ 12.000 R\$ 59.803,20		US\$ 12.000 R\$ 59.803,20	

Fonte: Adaptado de USGBC, 2024.

# ANEXO B: ESTUDO DO ENTORNO



- |  |  |
|--|--|
|  EDUCAÇÃO                                      |  Orlinha do Bairro Industrial |
|  COMÉRCIO                                      |  FARMÁCIA                     |
|  RELIGIÃO                                      |  TERRENO DE ESTUDO 1          |
|  SAME- Lar dos idosos                          |  ARACAJU PARQUE SHOPPING      |
|  Mercado Municipal Maria Virgínia Leite Franco |  BAIRRO INDUSTRIAL            |
|  Terminal do Mercado                           |  |

Sistema de Coordenadas Geográficas, DATUM SIRGAS, 2000.

Fonte: Adptado de Imagens Satélite Google Earth, 2024.

Autoria: Emily da Paixão Cunha  
Departamento de Arquitetura e Urbanismo

0 75 150 m



**ANEXO C- Linhas de ônibus do Terminal do Mercado e distância dos serviços básicos para o terreno**

<b>LINHA</b>	<b>VIAGENS/ DIA</b>	<b>Serviços/ Distância</b>	
602-Conjunto Albano Franco	69	Escolas Estaduais	251 m
061-Marcos Freire / Centro	118		362 m
008- Porto Sul / Bairro Industrial	74	Faculdade'	916 m
603- Piabeta/ Mercado	33	Colégio privado	590 m
021- Barra dos Coqueiros / Centro	67	Shopping	26 m
614- Sanatório/ Mercado	28	Mercado Municipal	520 m
002- Conjunto Fernando Collor	120	Supermercados	465 m
007- Fernando Collor / Atalaia	98		414 m
609- Terminal Mercado/ Mercado	50		520 m
200.1- Circular Indústria E Comércio 1	55	Farmácias	428 m
200.2 Circular Indústria E Comércio 2	55		521 m
701- Jardim Atlântico / Mercado via Shopping Riomar	21		474 m
615 Bugio/ Terminal Mercado	9	Terminal do Mercado	331 m
604- Campus / Mercado via Av. Maranhão	14	Rodoviária Velha	948 m
001- Augusto Franco / Bugio	173	Banco	806 m
003- João Alves / Orlando Dantas	58		
004-Santa Maria / Mercado	87		
005-Maracaju / D.I.A	82		
717- Mosqueiro / Mercado via Beira Mar	10		
1002- Corujão 02	2		
1001.C- Corujão 01C	2		
021A- Atalaia Nova / Centro via Barão de Maruim	24 (SAB E DOM)		
612- São Carlos	13		
712- Povoado Cardoso	5		
722- Terminal Mercado	5		
035- Terminal Rodoviário/ Mercado via Nova Saneamento	25		
601- Terminal Marcos Freire / Mercado	25		
702- Augusto Franco/ Mercado via Beira Mar	32		
<b>TOTAL DE LINHAS: 28</b>	<b>TOTAL: 1.330</b>		

Fonte: Adaptado da SMTT, 2024.



1 EP- Planta de Situação  
1 : 350

QUADRO DE ÁREAS	
ÁREA TOTAL DO TERRENO	8.250,00 m <sup>2</sup>
ÁREA CONSTRUÍDA TÊRREO	2.443,56 m <sup>2</sup>
ÁREA CONSTRUÍDA PAV. 1	2.350,69 m <sup>2</sup>
ÁREA CONSTRUÍDA PAV. TIPO	887,78 m <sup>2</sup>
ÁREA CONSTRUÍDA TOTAL	11.002,56 m <sup>2</sup>
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	1,33
TAXA DE OCUPAÇÃO	29,60%
ÁREA PERMEÁVEL	3.675,73 m <sup>2</sup>
TAXA DE PERMEABILIDADE	44,55%
GABARITO DE ALTURA	25,00m



2 EP- Localização  
ESCALA 1 : 2000

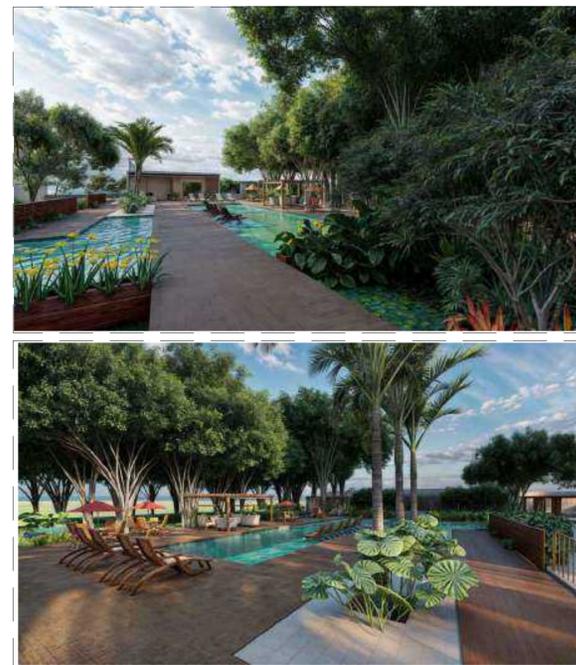
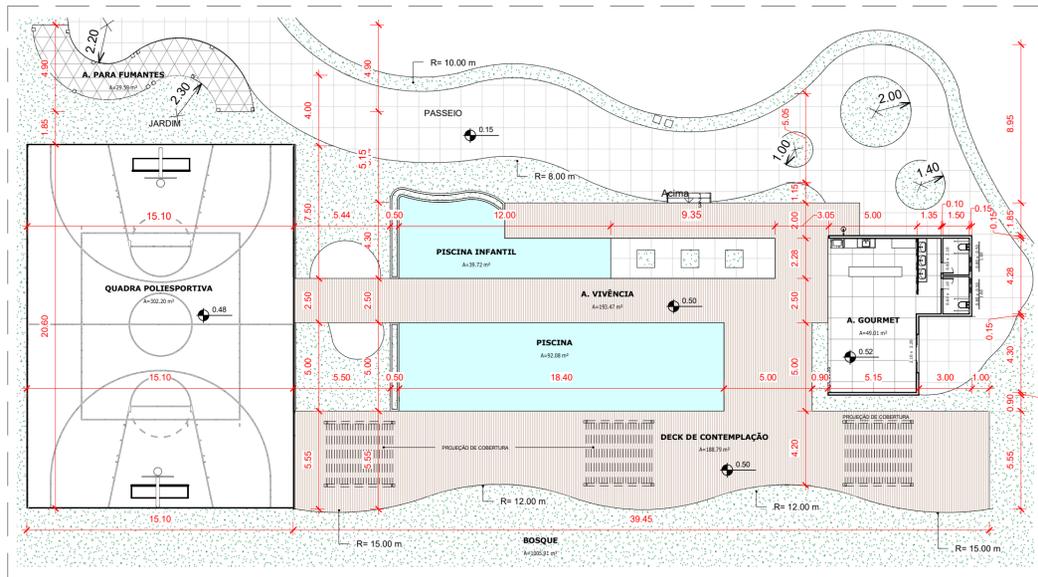


Vista- Localização do Empreendimento Rios

As representações apresentadas integram a fase de Estudos Preliminares da proposta de um empreendimento residencial com certificação LEED, elaborada como parte do Trabalho de Conclusão de Curso, requisito para a obtenção do grau de graduação.

	DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO	
	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
<b>RESIDENCIAL RIOS</b>		<b>MATRICULA</b> 201900071303
<b>DISCENTE:</b> EMILLY DA PAIXÃO CUNHA	<b>ORIENTADORA:</b> D <sup>ra</sup> RAQUEL KOHLER WYPYSZYNSK	<b>PRANCHA:</b> 01/06
<b>CONTEUDO:</b> Plantas de Situação, Localização e Perspectiva	<b>ESCALA:</b> Como indicado	<b>DATA:</b> 14/10/2024

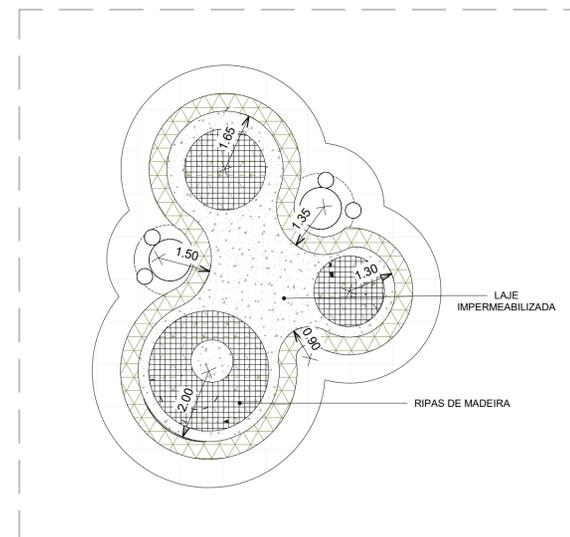
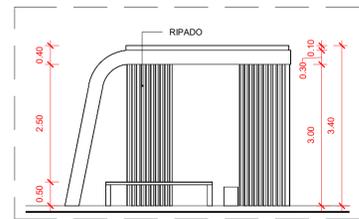
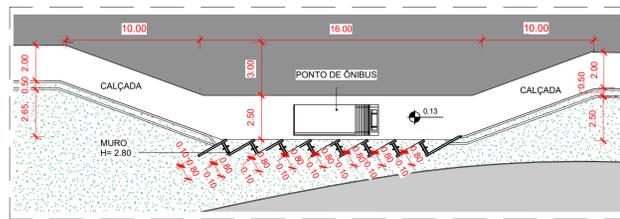




VISTAS- A. DE LAZER PISCINA



1 EP- Detalhamento área de lazer externa  
ESCALA 1 : 200



VISTAS- A. DE INTEGRAÇÃO



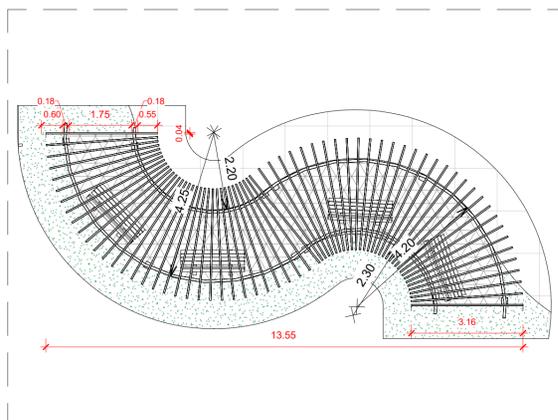
2 EP- Detalhamento Parada de ônibus  
ESCALA 1 : 200

3 Ponto de ônibus  
ESCALA 1 : 75

4 PE - Detalhamento Cobertura Orgânica  
ESCALA 1 : 100



VISTAS- PONTO DE ÔNIBUS



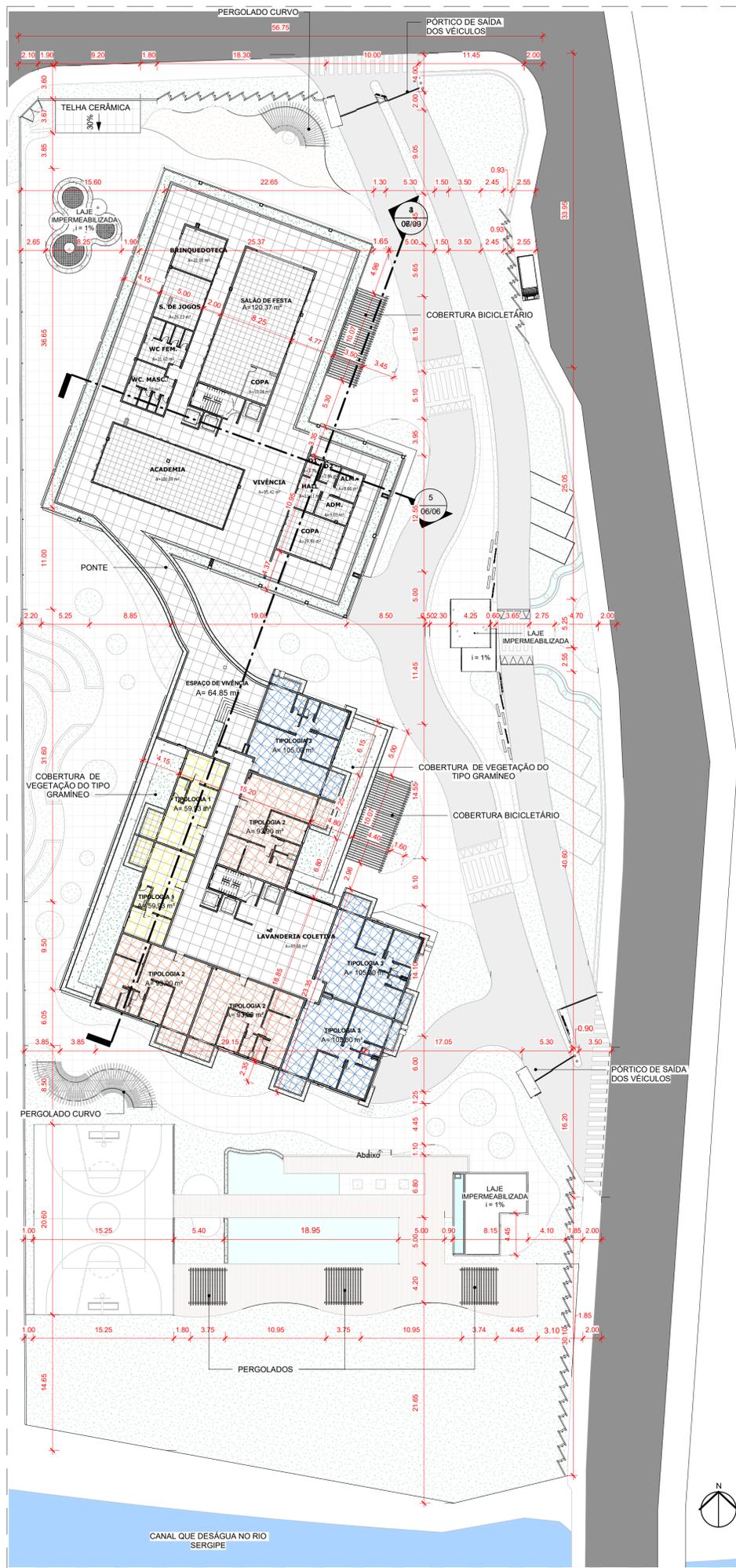
VISTAS- A. DE FUMANTES



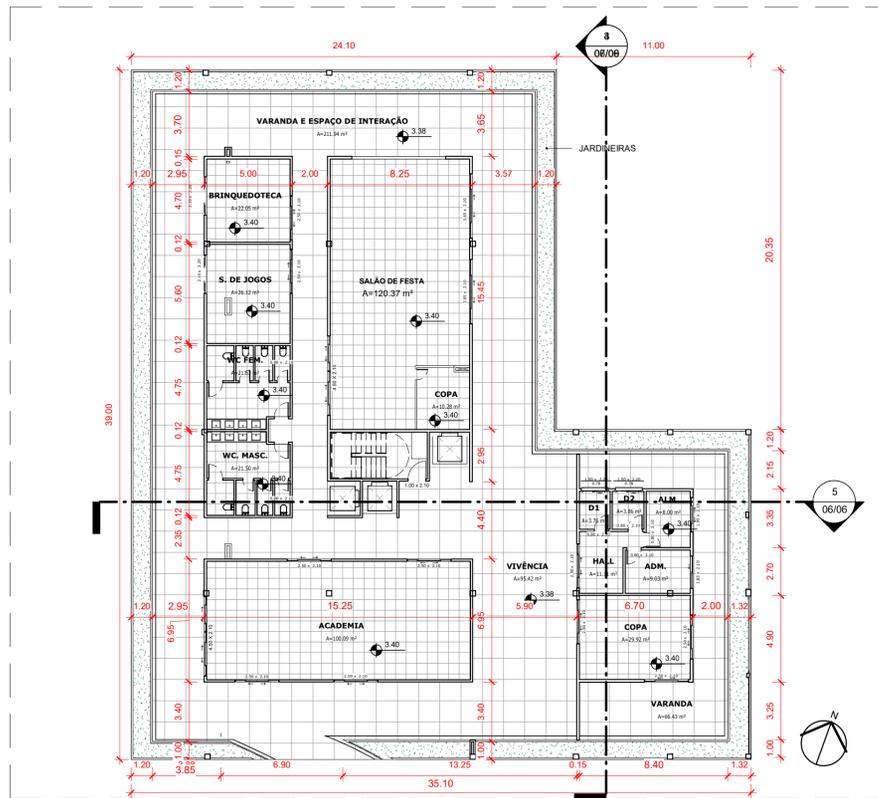
5 PE - Detalhamento Pergolado Curvo  
ESCALA 1 : 100

As representações apresentadas integram a fase de Estudos Preliminares da proposta de um empreendimento residencial com certificação LEED, elaborada como parte do Trabalho de Conclusão de Curso, requisito para a obtenção do grau de graduação.

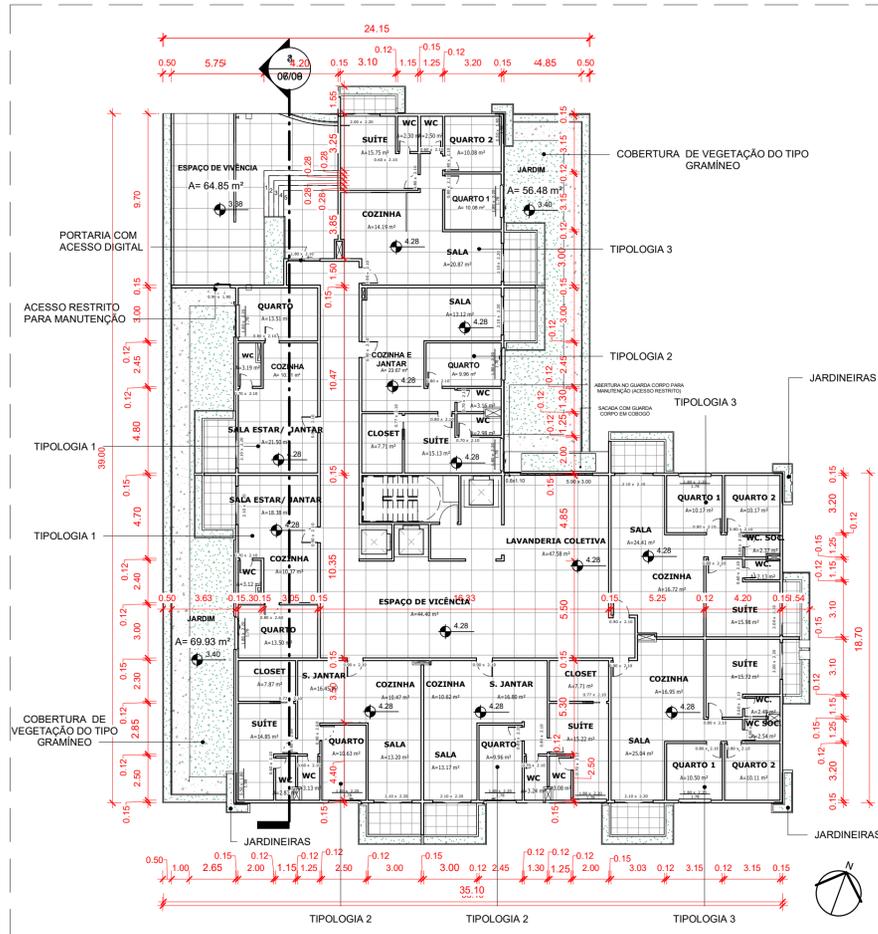
		<b>DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO</b> <b>TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO</b>	
<b>RESIDENCIAL RIOS</b>			
<b>DISCENTE:</b> EMILLY DA PAIXÃO CUNHA	<b>MATRICULA:</b> 201900071303		
<b>ORIENTADORA:</b> DRª RAQUEL KOHLER WYPYSZYNSK	<b>PRANCHA:</b>		
<b>CONTEÚDO:</b> Plantas Baixas e Vistas- Áreas de Lazer, Integração, Espaço para fumantes e Ponto de ônibus	<b>ESCALA:</b> Como indicado	<b>DATA:</b> 14/10/2024	<b>03/06</b>



1 EP - Planta Baixa Pav. 1  
ESCALA 1 : 300



2 PE - Planta Baixa Pav. 1- Torre 1  
ESCALA 1 : 200



3 PE - Planta Baixa Pav. 1- Torre 2  
ESCALA 1 : 200



Vista- Ponte de Conexão



8 EP - Planta Baixa Layout Pav. 1  
ESCALA 1 : 500

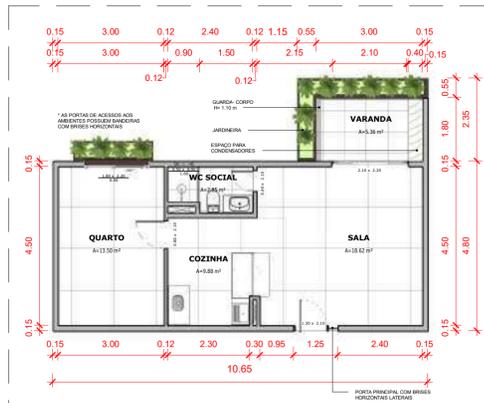
As representações apresentadas integram a fase de Estudos Preliminares da proposta de um empreendimento residencial com certificação LEED, elaborada como parte do Trabalho de Conclusão de Curso, requisito para a obtenção do grau de graduação.

		DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO	
		TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
RESIDENCIAL RIOS			
DISCENTE:	EMILLY DA PAIXÃO CUNHA	MATRICULA:	201900071303
ORIENTADORA:	D <sup>ra</sup> RAQUEL KOHLER WYPYSZYSK	FRANCHA:	
CONTEUDO:	Plantas Baixas, Layout, Detalhamentos e Vistas- Pavimento 1	ESCALA:	DATA:
		Como indicado	14/10/2024
			04/06

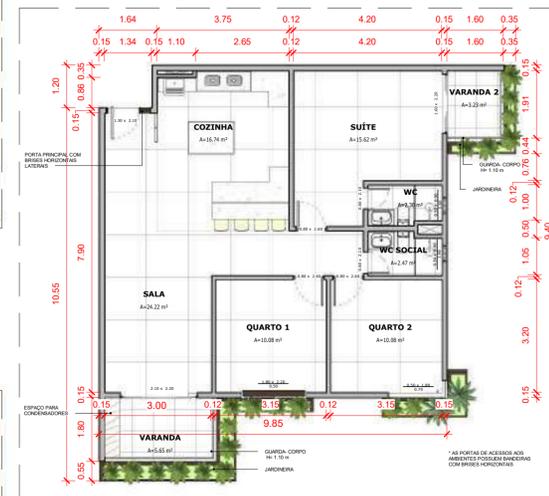


**6 EP - Planta Baixa Layout Pav. Tipo**  
 ESCALA 1 : 500

**1 EP - Planta Baixa Pavimento Tipo**  
 ESCALA 1 : 650



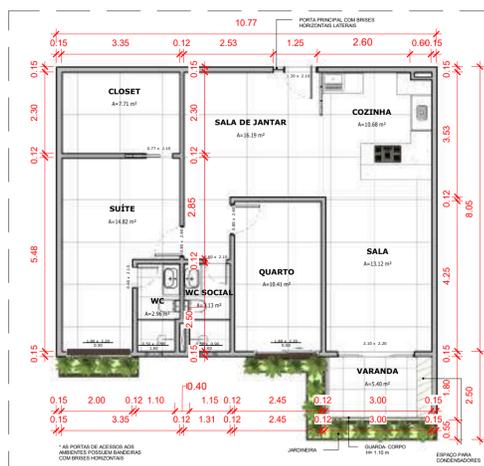
Vistas- Apartamento Tipologia 2



Vistas- Apartamento Tipologia 3



**3 EP- Tipologia 1**  
 ESCALA 1 : 100

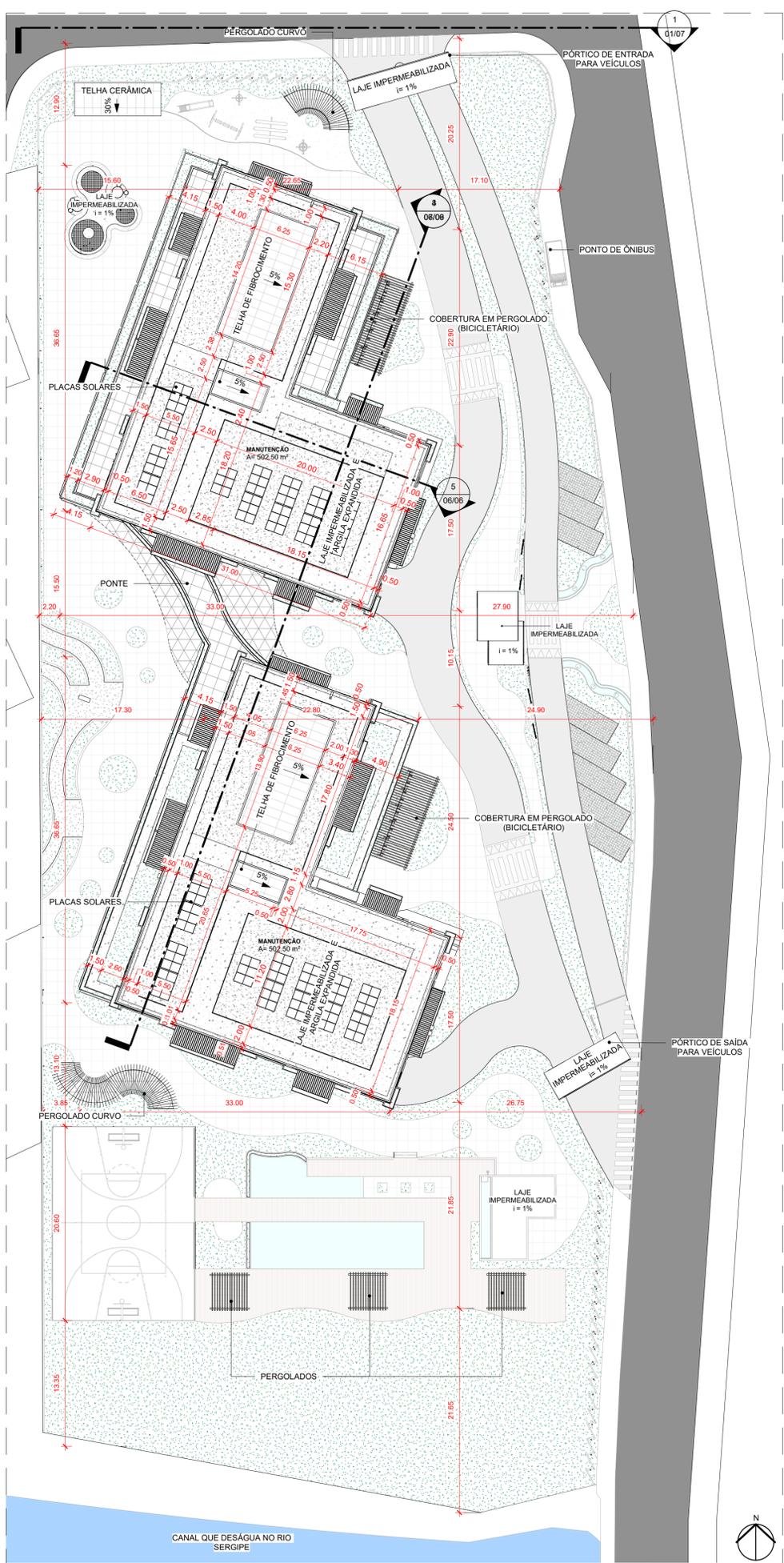


Vistas- Apartamento Tipologia 3

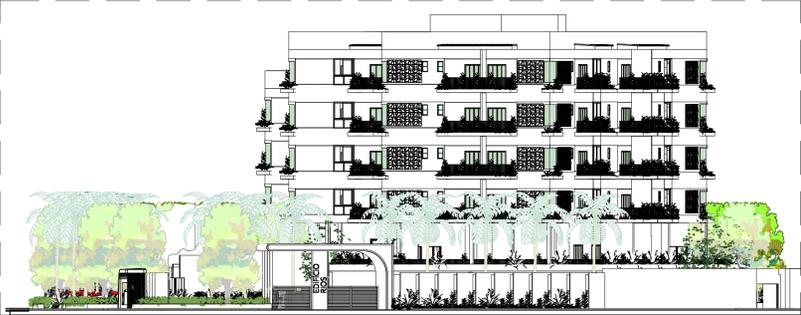


As representações apresentadas integram a fase de Estudos Preliminares da proposta de um empreendimento residencial com certificação LEED, elaborada como parte do Trabalho de Conclusão de Curso, requisito para a obtenção do grau de graduação.

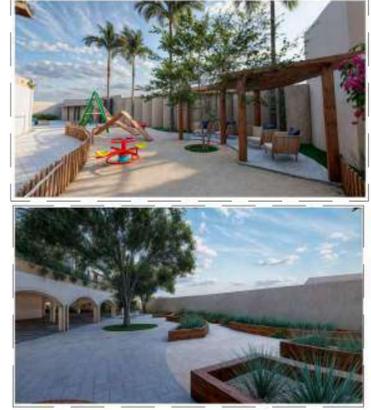
 <b>DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO</b> <b>TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO</b>		<b>RESIDENCIAL RIOS</b>	
		<b>DISCENTE:</b> EMILLY DA PAIXÃO CUNHA	<b>MATRICULA</b> 201900071303
<b>ORIENTADORA:</b> DRª RAQUEL KOHLER WYPYSZYNSK	<b>FRANCHA:</b>	<b>CONTEUDO</b> Plantas Baixas, Detalhamentos das Tipologias e Vistas	
<b>ESCALA:</b> Como indicado	<b>DATA:</b> 14/10/2024	<b>05/06</b>	



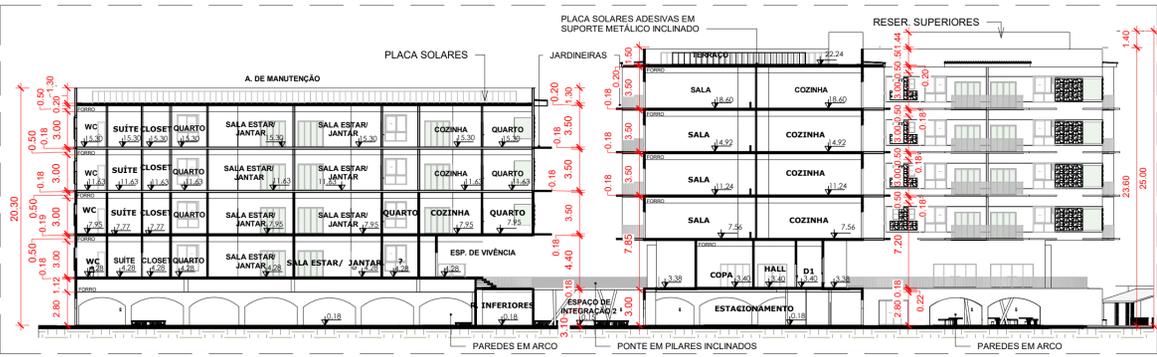
2 Elevação- Testada Leste  
ESCALA 1 : 300



3 Elevação- Testada Norte  
ESCALA 1 : 300



VISTAS- EMPREENDIMENTO RIOS



4 Corte A  
ESCALA 1 : 300



5 Corte B  
ESCALA 1 : 300



VISTAS- EMPREENDIMENTO RIOS



9 EP - Implantação e Cobertura layout  
ESCALA 1 : 600



PERSPECTIVA- EMPREENDIMENTOS RIOS

1 PE - Implantação e Cobertura  
ESCALA 1 : 300

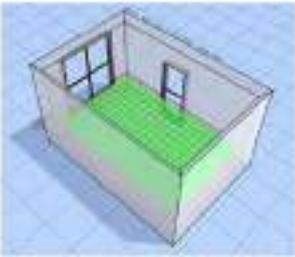
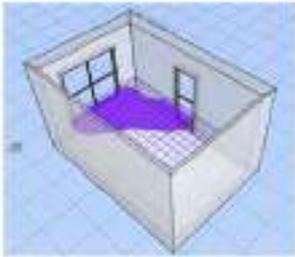
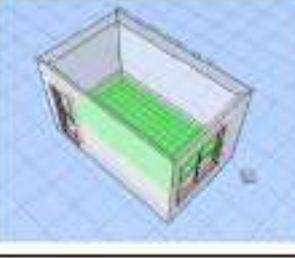
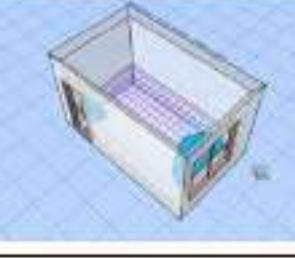
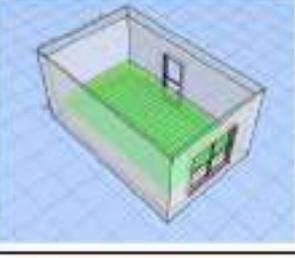
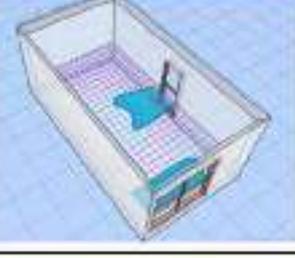
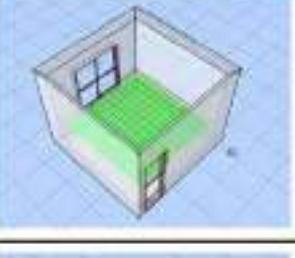
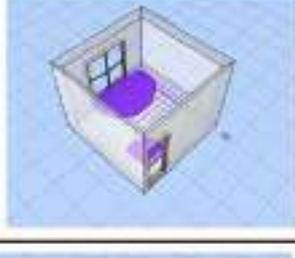
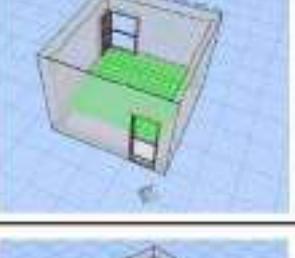
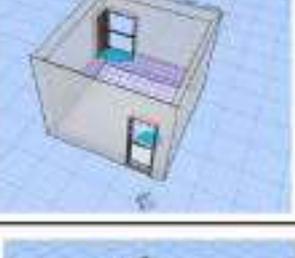
As representações apresentadas integram a fase de Estudos Preliminares da proposta de um empreendimento residencial com certificação LEED, elaborada como parte do Trabalho de Conclusão de Curso, requisito para a obtenção do grau de graduação.

**DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**RESIDENCIAL RIOS**

<b>DISCENTE:</b> EMILLY DA PAIXÃO CUNHA	<b>MATRICULA:</b> 201900071303
<b>ORIENTADORA:</b> D <sup>ra</sup> RAQUEL KOHLER WYPYSZYNSK	<b>PRANCHA:</b>
<b>CONTEÚDO:</b> Planta Baixa e Layout da Implantação, Elevações, Cortes e Vistas	<b>ESCALA:</b> Como indicado
<b>DATA:</b> 14/10/2024	<b>06/06</b>

## APÊNDICE B- Simulações de iluminância e ofuscamento

TIPOLOGIA	AMBIENTE	Autonomia de Luz Natural Especial (SDA)	Exposição Solar Anual (ASE)
1	QUARTO		
2	QUARTO		
	SUITE		
TIPO 3	QUARTO 1		
	QUARTO 2		
	SUITE	