

**PROPOSTA PROJETO DE UMA EDIFICAÇÃO HABITACIONAL
UTILIZANDO SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA A CIDADE DE PALOTINA
– PARANÁ**

SOARES, Gabriely Richcik¹
BEVILAQUA, Marco Antonio²
BRESSAN, Rodrigo Techio³

RESUMO: Esse trabalho destaca a urgência de promover a sustentabilidade na construção civil, especialmente diante do impacto ambiental significativo desse setor. Com base em dados do Conselho Internacional da Construção (CIB) e do IPCC, enfatiza-se a necessidade de soluções sustentáveis. O foco recai sobre a construção de habitações sustentáveis em Palotina - Paraná, considerando suas características climáticas e ambientais. A revisão bibliográfica destaca as principais soluções sustentáveis em projetos habitacionais, priorizando eficiência energética e redução do impacto ambiental. Propõe-se um projeto arquitetônico que incorpora energia solar, ventilação e iluminação natural, além da reutilização da água da chuva, adaptando a construção às características locais. Certificações como LEED e BREEAM são consideradas, enfatizando a importância de práticas sustentáveis na construção civil. A análise das características ambientais e climáticas destaca a diversidade no Brasil e a necessidade de políticas sustentáveis. A metodologia envolveu o uso do software Revit, com ênfase em abordagens sustentáveis, como um sistema de captação e reutilização de água da chuva, janelas generosas para iluminação e ventilação naturais, e painéis solares para geração de energia. Essas soluções contribuíram para alcançar com sucesso o objetivo central do trabalho, destacando a eficiência e a integração de práticas sustentáveis na construção civil.

Palavras-chave: Construção civil. Habitações Sustentáveis, eficiência energética, reutilização de água.

¹ Discente, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel - PR. E-mail: grsoares1@minha.fag.edu.br.

² Discente, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel – PR.

³ Docente, Mestre, Engenheiro civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel – PR

1. INTRODUÇÃO

A habitação é uma necessidade básica do ser humano e sua construção é fundamental para a promoção de qualidade de vida. No entanto, segundo o Conselho internacional da Construção – CIB, a construção civil é o setor de atividades humanas que mais impacta o meio ambiente, consumindo recursos naturais, gerando resíduos e poluindo o ar e a água. De acordo com estimativas, a construção civil é responsável por mais da metade dos resíduos sólidos gerados por todas as atividades humanas. O Relatório do Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas (IPCC) de 2018, destaca que a construção e operação de edifícios são responsáveis por cerca de 40% do consumo mundial de energia e por 30% das emissões globais de gases de efeito estufa.

Além disso, o relatório aponta que a construção civil é responsável por gerar grande quantidade de resíduos e poluir o ar e a água. Por isso, a busca por soluções que promovam a sustentabilidade na construção civil tem sido crescente. A construção de habitações sustentáveis é uma das alternativas mais promissoras para minimizar os impactos ambientais da construção civil. Trata-se de uma abordagem que busca aliar o desenvolvimento social com o equilíbrio ambiental e a eficiência energética, promovendo a conservação dos recursos naturais e a redução da emissão de gases poluentes. (COELHO *et al.*, 2013).

Com base nessas informações, a razão para a realização desse projeto é devido à necessidade de reduzir o impacto ambiental da construção civil e promover a sustentabilidade na construção de habitações. Diante dos desafios ambientais enfrentados atualmente, é fundamental buscar soluções inovadoras e práticas que permitam a construção de edificações que sejam eficientes em termos de consumo de energia, água e outros recursos naturais, ao mesmo tempo em que preservam o meio ambiente e promovem o bem-estar dos habitantes. A construção de habitações sustentáveis é uma estratégia que contribui para alcançar esse objetivo, e pode trazer benefícios tanto para os moradores quanto para a sociedade como um todo.

Nesse sentido, a execução desse projeto é uma iniciativa importante e necessária para enfrentar os desafios ambientais e sociais que a construção civil apresenta. Além disso, a construção de habitações sustentáveis pode trazer diversos benefícios econômicos, como a

redução dos custos com energia elétrica e água, bem como a valorização imobiliária a longo prazo. Por isso, é fundamental que o governo, empresas e a sociedade em geral se engajem na promoção da construção sustentável e apoiem iniciativas como a deste projeto, que visam contribuir para um futuro mais sustentável e equilibrado para todos.

Para tanto, a pergunta a ser respondida com a realização dessa pesquisa será a seguinte: Quais são as soluções sustentáveis que podem ser aplicadas em um projeto de edificação habitacional para reduzir o impacto ambiental e melhorar a eficiência energética em Palotina - Paraná?

A pesquisa e a proposta projetual foram realizadas considerando apenas as características ambientais e climáticas da cidade de Palotina - Paraná, não sendo estendidas para outras regiões do país ou do mundo. Essa limitação visa garantir que a proposta projetual seja adequada às especificidades locais, considerando o clima, a topografia e os recursos naturais disponíveis na região.

De acordo com todas as informações expostas anteriormente, este trabalho teve como objetivo geral desenvolver uma proposta projetual de edificação habitacional sustentável para Palotina - Paraná, por meio da identificação e aplicação de algumas soluções sustentáveis que reduzam o impacto ambiental e melhorem a eficiência energética da construção, como: uso de energia solar, reaproveitamento de água da chuva, implementação de iluminação e ventilação naturais e elementos paisagísticos que auxiliem no conforto térmico da edificação.

Para que este trabalho científico possa ter pleno êxito, os seguintes objetivos específicos foram propostos:

- a) Levantar, por meio de uma revisão bibliográfica, as principais soluções sustentáveis utilizadas em projetos de edificações habitacionais, com foco na eficiência energética e redução do impacto ambiental na construção civil;
- b) Propor como solução sustentável, o desenvolvimento de um projeto arquitetônico que incorpore a utilização de energia solar, ventilação e iluminação natural, além da reutilização da água da chuva, buscando adaptar a construção às características ambientais e climáticas específicas da região.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesse capítulo foram abordados o conceito de sustentabilidade, as principais soluções utilizadas na construção civil, bem como as características ambientais e climáticas do Brasil.

2.1 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil desempenha um papel significativo nos impactos ambientais, sociais e econômicos da sociedade. Com a crescente preocupação em reduzir esses efeitos, a sustentabilidade na construção civil tornou-se um tema cada vez mais relevante nas últimas décadas. Dentro deste contexto, Silva e Almeida (2019), e Santos *et al.* (2020), destacam a importância de práticas sustentáveis na construção civil para a diminuição do consumo de recursos naturais, a minimização dos resíduos gerados e a promoção do desenvolvimento social e econômico. A implementação de técnicas de construção sustentável e o uso de materiais eco eficientes são citados como estratégias essenciais nesse contexto. Esses esforços visam alcançar um equilíbrio entre as necessidades atuais e as demandas das gerações futuras, garantindo a preservação do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida das comunidades envolvidas (MARTINS *et al.*, 2021).

O debate sobre a sustentabilidade na construção civil ganhou relevância a partir de 1970, impulsionado pela crise energética e pela conscientização ambiental. Autores como Silva *et al.* (2018), ressaltam que a escassez de recursos naturais e a preocupação com a poluição ambiental foram fatores determinantes para o surgimento desse movimento. Durante essa década, houve um aumento significativo no uso de materiais energeticamente eficientes, como isolantes térmicos e vidros duplos, como apontado por Oliveira *et al.* (2017). Paralelamente, foram estabelecidos sistemas de avaliação do desempenho energético das edificações, como a certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) (SOUZA *et al.* 2020).

No início dos anos de 1990, a construção sustentável foi reconhecida como um dos pilares do desenvolvimento sustentável no relatório Nosso Futuro Comum, da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU. Esse relatório destacou a importância de práticas construtivas mais sustentáveis, (SANTOS *et al.*, 2019).

Além disso, a construção sustentável foi abordada na Agenda 21, documento elaborado durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992, como apontado por Ferreira *et al.* (2018). Nesse contexto, o Conselho Internacional de Construção Verde (IGBC) foi criado para promover a construção sustentável em escala global (SILVA *et al.*, 2018).

No século XXI, a sustentabilidade na construção civil se tornou uma questão de responsabilidade social e ambiental, proporcionando oportunidades de inovação e economia. No Brasil, o Selo Casa Azul e no Reino Unido o BREEAM são exemplos de certificações e

selos de sustentabilidade utilizados para promover construções mais sustentáveis (SOUZA *et al.*, 2019). Essas iniciativas impulsionam a adoção de práticas sustentáveis, trazendo benefícios ambientais, sociais e econômicos.

2.2 PRINCIPAIS SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS UTILIZADAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Diversas práticas sustentáveis têm sido desenvolvidas e aplicadas na construção civil, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais e promover a utilização racional dos recursos naturais. Entre as principais práticas sustentáveis pode-se destacar:

a) Uso de materiais eco eficientes: De acordo com estudos realizados por Almeida *et al.* (2020), a construção civil exerce um impacto ambiental significativo, sendo responsável pelo consumo de cerca de 60% dos recursos extraídos da terra. Nesse contexto, torna-se imprescindível adotar sistemas construtivos ecologicamente adequados e utilizar materiais que sejam ecologicamente corretos, recicláveis e/ou provenientes de reciclagem. Além disso, é fundamental conduzir uma análise científica dos ciclos de vida desses materiais, contemplando todos os custos desde a fabricação até o descarte. A incorporação de materiais eco eficientes na construção civil desempenha um papel fundamental na busca por edificações mais sustentáveis e com menor impacto ambiental, pois esses materiais consomem menos recursos naturais, emitem menos poluentes, possuem maior durabilidade e são mais facilmente recicláveis ou reutilizáveis;

b) Gestão de resíduos: a gestão de resíduos envolve a implementação de estratégias e práticas para minimizar a geração de resíduos, maximizar a reutilização e a reciclagem, e garantir a destinação adequada dos resíduos que não podem ser evitados ou reciclados. A gestão de resíduos deve ser abordada de forma integrada, considerando aspectos técnicos, ambientais, econômicos e sociais. TCHOBANOGLIOUS (2019);

c) Uso racional e reutilização de água: de acordo com Biswas (2008), o uso racional da água envolve a adoção de medidas para reduzir o consumo e o desperdício, por meio de práticas como o uso de equipamentos eficientes, a identificação e reparo de vazamentos, a conscientização e educação sobre o uso responsável da água. O autor enfatiza a importância de promover a mudança de comportamento e hábitos de consumo, tanto em nível individual quanto coletivo, visando a conservação dos recursos

hídricos. Também destaca a reutilização da água como uma estratégia fundamental. Isso envolve o tratamento e uso de água residual para fins não potáveis, como irrigação de jardins, descarga de vasos sanitários, lavagem de pisos, entre outros. A reutilização da água contribui para a conservação dos recursos hídricos, reduz a pressão sobre as fontes de água potável e pode ser uma alternativa viável em regiões com escassez de água;

d) Eficiência energética: conforme mostra o relatório de indicadores do Atlas da Eficiência Energética Brasil (2022), a eficiência energética é outra solução importante para a construção sustentável. A utilização de técnicas e materiais que reduzem o consumo de energia elétrica e de combustíveis fósseis pode diminuir significativamente as emissões de gases de efeito estufa. Exemplos de soluções para a eficiência energética incluem a utilização de painéis solares para geração de energia renovável, isolamento térmico para redução do consumo de ar condicionado e iluminação natural para redução do consumo de energia elétrica;

e) Projeto arquitetônico sustentável: De acordo com Lima e Oliveira (2022), o desenvolvimento de projetos arquitetônicos sustentáveis tem se destacado como uma solução promissora na construção civil. Nesse contexto, a seleção cuidadosa de materiais de construção, a consideração da orientação solar, o aproveitamento eficiente da ventilação natural e o estudo de vegetações, emergem como estratégias fundamentais para reduzir o consumo de energia e assegurar o conforto térmico e acústico dos usuários.

A escolha de materiais sustentáveis, como aqueles de baixo impacto ambiental e provenientes de fontes renováveis, contribui para a preservação dos recursos naturais e para a diminuição das emissões de carbono na atmosfera. A orientação solar adequada possibilita a maximização do aproveitamento da iluminação natural, reduzindo a dependência de iluminação artificial e, consequentemente, o consumo de energia elétrica. Além disso, a ventilação natural bem projetada promove a circulação do ar, contribuindo para o resfriamento natural do ambiente e reduzindo a necessidade de sistemas de climatização artificial. Dessa forma, a incorporação dessas estratégias em projetos arquitetônicos sustentáveis pode resultar em edifícios energeticamente eficientes, ecologicamente responsáveis e que proporcionam bemestar aos seus ocupantes.

2.3 PRINCIPAIS CERTIFICAÇÕES CONSIDERADAS PARA A EXECUÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS:

Certificações sustentáveis desempenham um papel importante na execução de projetos de edificações, avaliando seu desempenho em relação a critérios ambientais, sociais e econômicos. Diversas certificações são reconhecidas internacionalmente, com destaque para as seguintes:

- a) *LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)*: Considerada uma das certificações mais amplamente utilizadas, o LEED foi desenvolvido pelo *US Green Building Council*. Segundo Pless *et al.* (2018), o LEED avalia critérios como eficiência energética, uso de materiais sustentáveis, qualidade do ar interno e inovação;
- b) *BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)*: Popular no Reino Unido e em outros países europeus, o BREEAM foi desenvolvido pelo *Building Research Establishment*. De acordo com Zou *et al.* (2019), o BREEAM avalia aspectos como energia, materiais, água, resíduos, saúde e bem-estar;
- c) *WELL Building Standard*: Centrada no bem-estar dos ocupantes, a certificação WELL foi desenvolvida pelo *International WELL Building Institute*. Conforme Rosenbaum *et al.* (2017), o padrão WELL enfoca a qualidade do ar interno, iluminação, conforto térmico, acústica, nutrição, atividade física e bem-estar emocional;
- d) *EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies)*: O EDGE, desenvolvido pelo *International Finance Corporation (IFC)*, é voltado para mercados emergentes. Segundo IFC (2021), o EDGE enfoca a redução do consumo de energia, água e energia incorporada nos materiais de construção;
- e) *Passivhaus*: Focado na eficiência energética e conforto térmico, o *Passivhaus* é um padrão internacionalmente reconhecido. De acordo com Feist (2019), o *Passivhaus* requer altos níveis de isolamento, vedação, ventilação controlada e qualidade do ar interno.

2.4 CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS E CLIMÁTICAS DO BRASIL

O Brasil é um país de grande extensão territorial, com uma enorme diversidade de ecossistemas e clima. Devido a essa diversidade, as características ambientais e climáticas variam significativamente de uma região para outra, influenciando em diversos aspectos, como as atividades econômicas, a qualidade de vida da população e a conservação da biodiversidade.

O clima do Brasil é influenciado por diversos fatores, como a latitude, a altitude, as massas de ar e as correntes marítimas. De forma geral, o país apresenta um clima predominantemente tropical, com temperaturas elevadas e chuvas bem distribuídas ao longo do ano. No entanto, essa característica geral esconde uma grande diversidade de sub-regiões climáticas, com características específicas. De acordo com Nobre (2016), o clima do Brasil é notavelmente diverso, abrangendo desde a região amazônica, com seu clima equatorial, até o sul do país, com seu clima subtropical.

O país possui uma das maiores áreas de florestas tropicais do mundo, com a Amazônia como principal destaque. Essa região é fundamental para a manutenção do equilíbrio climático do planeta, além de abrigar uma enorme diversidade de espécies de fauna e flora. Além da Amazônia, o país também conta com outros biomas importantes, como a Mata Atlântica, o Cerrado, a Caatinga, o Pantanal e o Pampa.

De acordo com Ab'Sáber (2003), cada um desses biomas possui características únicas em termos de clima, vegetação, fauna e solo, resultantes de fatores geográficos como relevo, latitude, altitude e proximidade do oceano. O autor enfatiza a importância desses domínios de natureza na formação da paisagem brasileira e ressalta a necessidade de conservação e manejo adequado dessas áreas para a preservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

O Brasil é um país rico em recursos naturais, como a água, o solo fértil, as florestas, os minérios e o petróleo. A Amazônia, por exemplo, é considerada a maior reserva de água doce do mundo, e o país possui grandes reservas de minério de ferro, ouro, cobre e nióbio.

Embora o Brasil possua uma grande quantidade de recursos hídricos, sua distribuição não é uniforme. De acordo com Santos *et al.* (2018), algumas regiões desfrutam de abundância de água, enquanto outras enfrentam períodos prolongados de seca e escassez. Na Região Norte, a Bacia Amazônica se destaca como a principal fonte hídrica, contribuindo com cerca de 73% dos recursos do país (ANA, 2019). No Nordeste, a distribuição é irregular, e a Bacia do São Francisco desempenha um papel fundamental, fornecendo água para diversas finalidades

(ANA, 2019; Santos *et al.*, 2018). Já na Região Centro-Oeste, a distribuição é mais equilibrada, com destaque para a Bacia do Paraná, que desempenha um papel relevante na geração de energia hidrelétrica e na navegação (ANA, 2019).

No Sudeste, onde a maior parte da população está concentrada, há uma demanda significativa por água, e a Bacia do Paraná assume importância tanto na geração de energia quanto no abastecimento (ANA, 2019). Por fim, na Região Sul, a distribuição de recursos hídricos é relativamente equilibrada, com a Bacia do Paraná sendo relevante para a geração de energia hidrelétrica (ANA, 2019).

Nesse sentido, é importante considerar as características ambientais e climáticas do Brasil na elaboração de políticas públicas e na busca por um desenvolvimento mais sustentável. O uso inadequado desses recursos pode comprometer a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos, afetando a qualidade de vida das pessoas e a sustentabilidade do planeta.

Para enfrentar esses desafios, é necessário desenvolver políticas e práticas sustentáveis, que promovam o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental. É preciso investir em fontes de energia renováveis, gestão de resíduos e conservação dos ecossistemas naturais, além de promover a conscientização da população sobre a importância da preservação ambiental e do uso sustentável dos recursos naturais.

2.5 CARACTERÍSTICAS DA CIDADE DE PALOTINA – PR

Palotina é um dos municípios que faz parte da região oeste do Paraná, localizada na Região Sul do Brasil. Segundo Gomes *et al* (2020), a região é composta por florestas subtropicais e perenifólias e tropicais sub-perenifólias, intercalando entre o clima subtemperado e o subtropical. O clima de Palotina é Subtropical úmido, com verões quentes e invernos frios ou amenos. Geadas são frequentes no período mais frio, podendo acontecer no período entre o fim de maio e o início de setembro. A média anual de temperatura é de 20 °C.

Segundo o site Cidade Brasil (2021), o município se estende por 651,2 km² e contava com 31 846 habitantes no último censo. A densidade demográfica é de 48,9 habitantes por km² no território do município. Situado a 341 metros de altitude, de Palotina tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 24° 16' 54" Sul, Longitude: 53° 50' 25" Oeste.

Conforme mostra o site Caravela (2023), Palotina é uma cidade que se destaca pelo elevado potencial de consumo e pelo alto crescimento econômico. O município de Palotina fica

no entorno da região de Toledo, Paraná. Dentro de sua área de influência, a cidade atrai maior parte dos visitantes pelos esportes. Palotina fica em 4º lugar entre os municípios mais populosos da região de Toledo. O PIB da cidade é de cerca de R\$ 2,7 bilhões de reais. Com esta estrutura, o PIB per capita de Palotina é de R\$ 83,3 mil, valor superior à média do estado (R\$ 42,4 mil), da grande região de Cascavel (R\$ 47,6 mil) e da pequena região de Toledo (R\$ 49,3 mil).

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (ano), afirmam que Palotina apresenta 40.9% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 98% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 47% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

Os solos dos municípios de Palotina, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos são predominantemente do tipo Latossolo Vermelho ao qual apresentam predominância de material mineral bastante intemperizado, com horizonte diagnóstico B latossólico (EMBRAPA, 2007).

3. METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a metodologia que foi utilizada para desenvolver o projeto de edificação sustentável na cidade de Palotina, no estado do Paraná, com o objetivo de criar uma construção que promovesse sustentabilidade e se adaptasse às condições climáticas da região. A metodologia adotada para o desenvolvimento do projeto de edificação sustentável na cidade de Palotina, no estado do Paraná, contemplou etapas específicas que possibilitaram a criação de uma construção com soluções sustentáveis e que atendesse às condições climáticas da região. Foram realizados levantamentos de informações e requisitos para verificar as necessidades da construção, incluindo o reaproveitamento da água da chuva, ventilação e iluminação natural, e o uso de energia solar. Em seguida, conduziu-se o desenvolvimento do projeto arquitetônico e o estudo de vegetações para a execução do paisagismo.

3.1 PROGRAMA DE NECESSIDADES

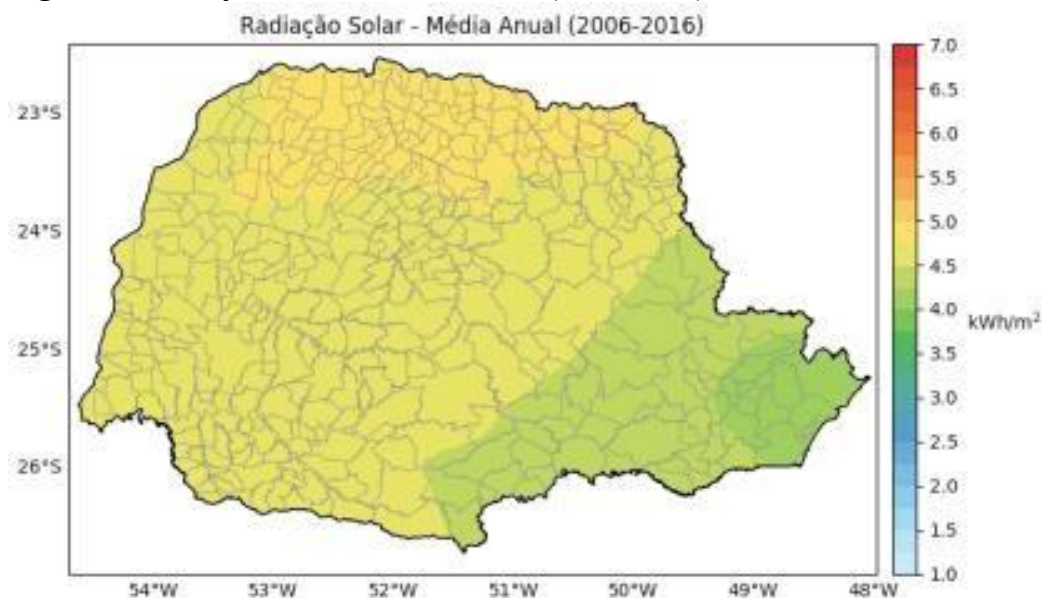
Foi conduzido um levantamento de requisitos com o objetivo de identificar as necessidades dos futuros usuários da edificação. Nessa fase, foi dada especial atenção às necessidades de um casal fictício de idosos aposentados, abrangendo aspectos como:

a) Uso de painéis solares: o mundo vive uma grande transformação energética, com as taxas de crescimento das fontes renováveis de energia, em particular, da fonte solar e eólica (IRENA, 2019).

De acordo com Bezerra (2021), a disponibilidade de energia solar na superfície terrestre é muito superior à demanda global de energia elétrica. À medida que as tecnologias que fazem uso da energia solar se tornam mais competitivas ante outras opções, a participação dessa fonte na matriz elétrica tende a crescer.

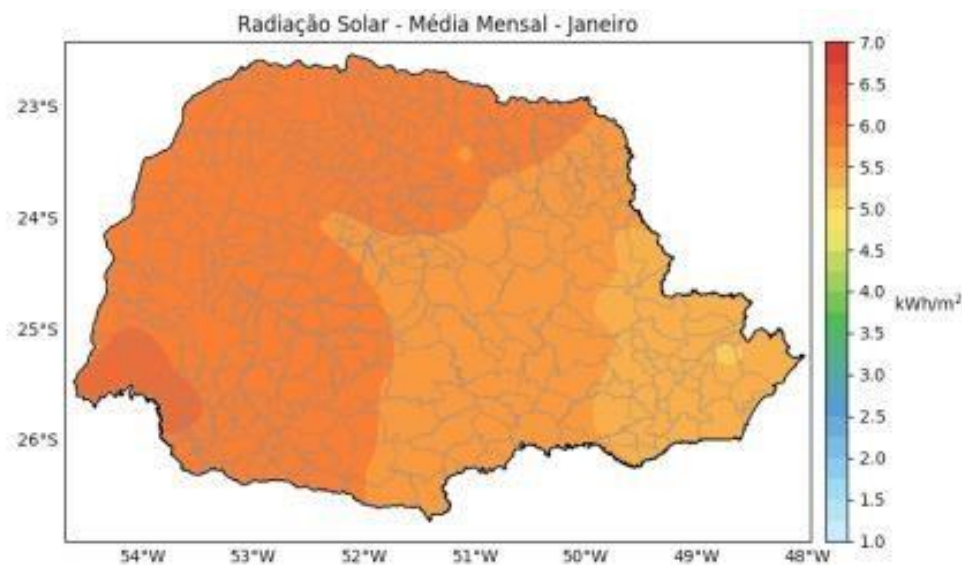
Pensando nisso, a escolha de utilizar painéis solares em Palotina, no Paraná, é respaldada por diversas razões significativas. Primeiramente, a região é conhecida por apresentar um índice de irradiação solar favorável, recebendo uma média de $4,5 \text{ kWh/m}^2$ de radiação solar durante todo o ano, podendo chegar até picos de 6 kWh/m^2 , de acordo com as Figuras 1 e 2. Isso cria um cenário propício para a instalação de painéis solares, que, por sua vez, oferecem a vantagem de uma redução significativa nas contas de eletricidade.

Figura 1: Radiação Solar – Média Anual (2006-2016)



Fonte: COPEL (2023)

Figura 2: Radiação Solar – Média Mensal - Janeiro (2006-2016)



Fonte: COPEL (2023)

Esta economia a longo prazo é especialmente atrativa, uma vez que permite que os moradores gerem sua própria eletricidade a partir da luz solar, reduzindo assim a dependência da rede elétrica convencional e suas flutuações de preços. Além disso, a utilização de energia solar é uma escolha ecologicamente responsável, uma vez que não emite poluentes atmosféricos e contribui para a redução da pegada de carbono, auxiliando na preservação do meio ambiente. Além disso, a instalação de painéis solares também pode valorizar a propriedade, tornando-a mais atraente para compradores preocupados com eficiência energética e sustentabilidade. Por fim, essa opção proporciona uma maior autossuficiência energética, reduzindo a dependência de fontes de energia convencionais sujeitas a flutuações de preços e problemas de abastecimento, tornando-se uma escolha inteligente e ambientalmente consciente.

b) Ventilação e iluminação natural: A ventilação natural responsável pelo conforto térmico, afinal ela renova o ar e proporciona salubridade aos ambientes. Esse sistema ocorre por meio da entrada de aberturas de um ambiente, através do deslocamento das massas de ar, pelas zonas de pressão e subpressão (FROTA, 2003).

Segundo França (2013), a otimização do uso da iluminação natural proporciona a economia no consumo de energia elétrica, pois a mesma, quando bem utilizada, atinge níveis de iluminância satisfatórios em boa parte das horas do dia. Partido disso, a escolha de incorporar

iluminação e ventilação natural no projeto foi fundamentada em uma análise das fontes de luz e ventilação natural disponíveis, como janelas e aberturas na construção, bem como na orientação da edificação para otimizar a entrada de luz e vento natural. De acordo com as Figuras 3 e tabela 1, em Palotina, os dados revelam predominância de vento nordeste (NE), contendo uma velocidade média de $2,2 \text{ ms}^{-1}$. De acordo com Nimer (1989), os ventos que sopram do noroeste e do sudeste no hemisfério sul, são ventos Alísios e são comumente associados ao Centro de Alta Pressão do Atlântico. Esses sistemas de ventos apresentam duas direções predominantes, sendo nordeste e leste durante a primavera e o verão, e sudeste durante o outono e o inverno.

Figura 3: Direção predominante do vento



Fonte: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia (2009)

Figura 4: Direção do vento na véspera de dias propícios à ocorrência de geadas



Fonte: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia (2009)

Tabela 1: Velocidades médias diárias (ms-1) observadas em diferentes níveis de probabilidade.

P(V ≤ v) Local	0,50	0,90	0,95	0,99
Cambará	2,6	2,8	2,9	3,2
Bandeirantes	2,8	3,2	3,3	3,6
Londrina	2,4	2,6	2,7	2,8
Ibiporã	2,5	2,9	3,0	3,4
Paranavaí	2,3	2,8	3,0	3,5
Cianorte	2,2	2,5	2,5	2,7
Telêmaco Borba	1,6	1,8	1,8	1,9
Palotina	2,0	2,1	2,2	2,3
Cascavel	3,5	4,1	4,3	4,9
Morretes	1,3	1,5	1,5	1,7
Pinhais	2,3	2,5	2,6	2,9
Lapa	2,7	2,9	2,9	3,1
Ponta Grossa	3,4	3,7	3,8	4,1
Guarapuava	2,9	3,1	3,2	3,4
Laranjeiras do Sul	2,3	2,6	2,7	2,9
Clevelândia	3,7	3,9	4,1	4,3

Fonte: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia (2009)

Durante esse processo, identificaram-se áreas que requerem iluminação constante, bem como áreas que podem se beneficiar da luz e do vento natural, com base nas atividades cotidianas do casal fictício, objeto deste trabalho. Com o intuito de maximizar o aproveitamento da luz natural em toda a casa, foram consideradas estratégias de design que possibilitam uma distribuição eficiente da luz natural. Essa abordagem não apenas contribui para a redução do consumo de energia, mas também cria um ambiente mais saudável e agradável, promovendo o bem-estar dos moradores e otimizando o uso de recursos naturais disponíveis.

c) **Descarte Sustentável de Resíduos:** De acordo com Claro Junior (2023), a construção civil, por ser grande responsável parte da poluição ambiental, tem preocupado estudiosos e ambientalistas para o descarte adequado dos resíduos da construção, de forma que gere menos impacto à natureza. A partir disso, a escolha do descarte sustentável de resíduos no projeto se baseou na necessidade de estabelecer um sistema de gerenciamento de resíduos que promovesse a separação e reciclagem de materiais, além de reduzir a produção de resíduos não recicláveis.

Nesse contexto, identificaram-se áreas adequadas para armazenamento temporário de resíduos e definiram-se procedimentos para a coleta seletiva. Além disso, o projeto explorou a possibilidade de incorporar a compostagem de resíduos orgânicos, visando a redução do desperdício de resíduos biodegradáveis. Para maximizar a sustentabilidade, também foram

considerados materiais de construção sustentáveis e de baixa emissão de poluentes, com o objetivo de minimizar o impacto ambiental durante a construção e ao longo da vida útil do edifício. A escolha do local e o planejamento detalhado do sistema de gestão de resíduos demonstram um compromisso com a responsabilidade ambiental e a promoção de práticas sustentáveis ao longo do ciclo de vida do projeto.

d) **Telha ecológica:** A opção pelas telhas ecológicas aluminizadas se baseia em sua resistência notável e longa vida útil, que a tornam superior a outras telhas. Além disso, essas telhas têm a capacidade de refletir a luz do sol, o que ajuda a manter o interior dos ambientes mais fresco. De acordo com pesquisas realizadas pela Universidade Federal de Campina Grande, o alumínio presente nas telhas reduz a temperatura interna em até 25% a 30%. Nesse estudo também foi constatado que essas telhas são mais leves, pesando cerca de metade das telhas de fibrocimento, com apenas 12kg.

A escolha das telhas ecológicas para o projeto sustentável em Palotina foi motivada pela busca por materiais de construção que contribuam para a redução do impacto ambiental e promovam a sustentabilidade. Telhas ecológicas demonstram um compromisso com a redução do consumo de recursos naturais e a diminuição da quantidade de resíduos sólidos. Além disso, essas telhas são projetadas para serem duráveis e eficientes em termos energéticos, contribuindo para o isolamento térmico e a eficiência energética da edificação. Sua escolha não apenas minimiza o impacto ambiental da construção, mas também pode resultar em economia de energia a longo prazo, tornando-a uma opção sustentável que se alinha com os princípios de um projeto ecologicamente responsável em Palotina.

Para o projeto, será considerada uma área construída de aproximadamente 70 metros quadrados e um programa de necessidades modelado a partir de uma habitação residencial típica, que apresenta o seguinte *layout*:

- Sala de estar;
- Sala de jantar;
- Cozinha;
- Um dormitório;
- Duas instalações sanitárias;
- Lavanderia.
- Área externa

3.2 ESTUDO DE VEGETAÇÕES

Considerando a importância da harmonização da edificação sustentável com o meio ambiente, foi realizado um estudo detalhado das vegetações adequadas para o local, a fim de definir elementos paisagísticos que preservassem a biodiversidade local e contribuíssem para o conforto térmico dos usuários.

Nesse estudo, foram identificadas as espécies vegetais que se adaptariam às condições climáticas da região, preservando a biodiversidade local e contribuindo para o conforto térmico dos usuários. A análise das vegetações considerou fatores como o clima e a disponibilidade de água, o tipo de solo do local, a incidência de luz solar, e a resistência das vegetações às condições climáticas locais. Através da seleção cuidadosa das espécies vegetais, foi possível escolher aquelas que proporcionariam benefícios tanto estéticos quanto funcionais.

3.3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO ARQUITETÔNICO

Após a definição dos requisitos, o levantamento de informações e o estudo de vegetações, a próxima etapa foi o desenvolvimento do projeto arquitetônico em 3D. Nessa fase, foram criadas as volumetrias da edificação, utilizando o software *Revit*. Essa ferramenta permitiu a modelagem tridimensional precisa, considerando os aspectos dimensionais e funcionais do projeto, que foi realizado de acordo com os requisitos pressupostos, a partir de leituras e estudos bibliográficos.

A modelagem em 3D proporcionou uma visão mais completa e detalhada da edificação, permitindo uma melhor compreensão dos espaços e volumes. Com isso, foi possível analisar a distribuição dos ambientes, a relação entre eles e a integração com o entorno. Além disso, essa etapa possibilitou uma análise mais precisa dos aspectos estéticos e de design, permitindo a visualização de diferentes opções de materiais, cores e texturas.

A fim de proporcionar uma visualização ainda mais realista do projeto, foram criadas imagens renderizadas. A renderização foi um processo que utilizou técnicas de iluminação, texturização e sombreamento para produzir imagens fotorrealistas da edificação. Essas imagens foram geradas a partir do modelo 3D, utilizando o *software Lumion*, onde foram adicionados

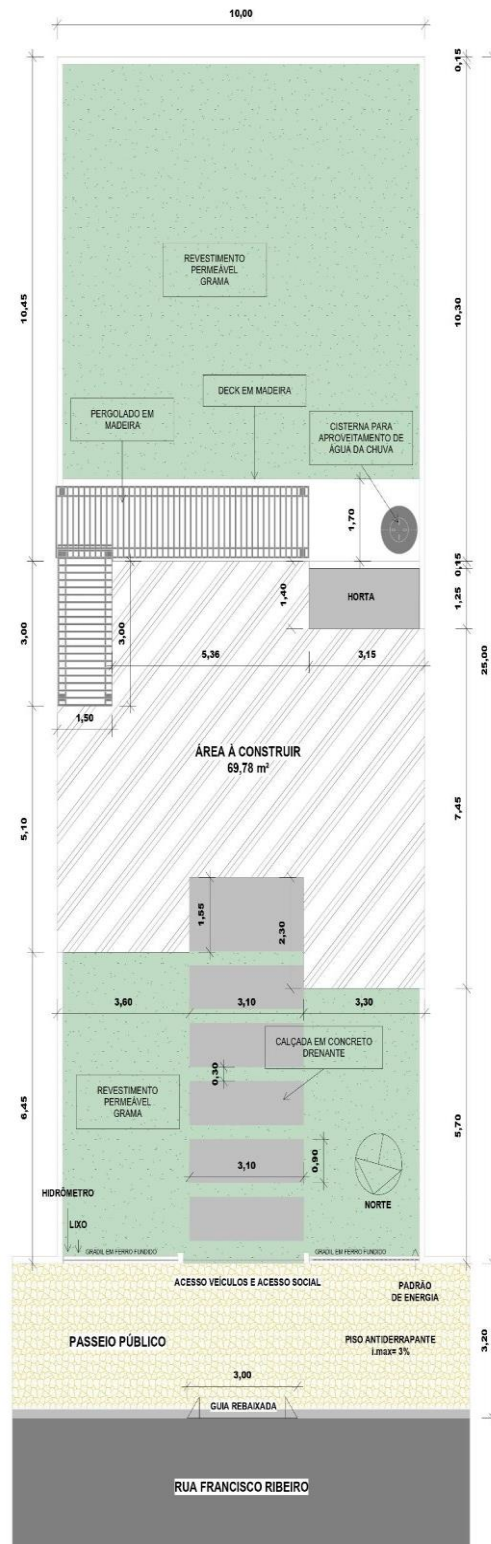
elementos como texturas de materiais, mobiliário, paisagismo e iluminação adequada. Dessa forma, foi possível ter uma representação visual mais próxima do resultado final da construção. As imagens realistas geradas a partir da renderização foram extremamente úteis para auxiliar na comunicação do projeto com os clientes, investidores e demais partes interessadas, pois possibilitaram uma melhor compreensão e visualização dos espaços, facilitando a tomada de decisões e contribuindo para a avaliação do projeto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto de construção residencial incorporou práticas sustentáveis, como a utilização de janelas amplas para aproveitar a luz natural e promover a ventilação natural, contribuindo assim para a redução do consumo de energia elétrica destinada à iluminação e resfriamento do ambiente, e também a implementação de painéis solares para geração de energia.

A planta de implantação, representada na Figura 5, revela a disposição estratégica da casa em relação ao terreno, cuja testada está quase perfeitamente orientada a 90° em relação ao norte. Essa precisão na orientação proporciona benefícios significativos, destacando-se uma iluminação consistente e a captação eficiente de calor, especialmente benéficos em climas mais frios. Os principais ambientes, como o quarto, sala de esta e de jantar, foram deliberadamente posicionados ao longo dessa fachada, evidenciando uma priorização do conforto dos moradores e a otimização da eficiência energética.

Figura 5: Planta de implantação

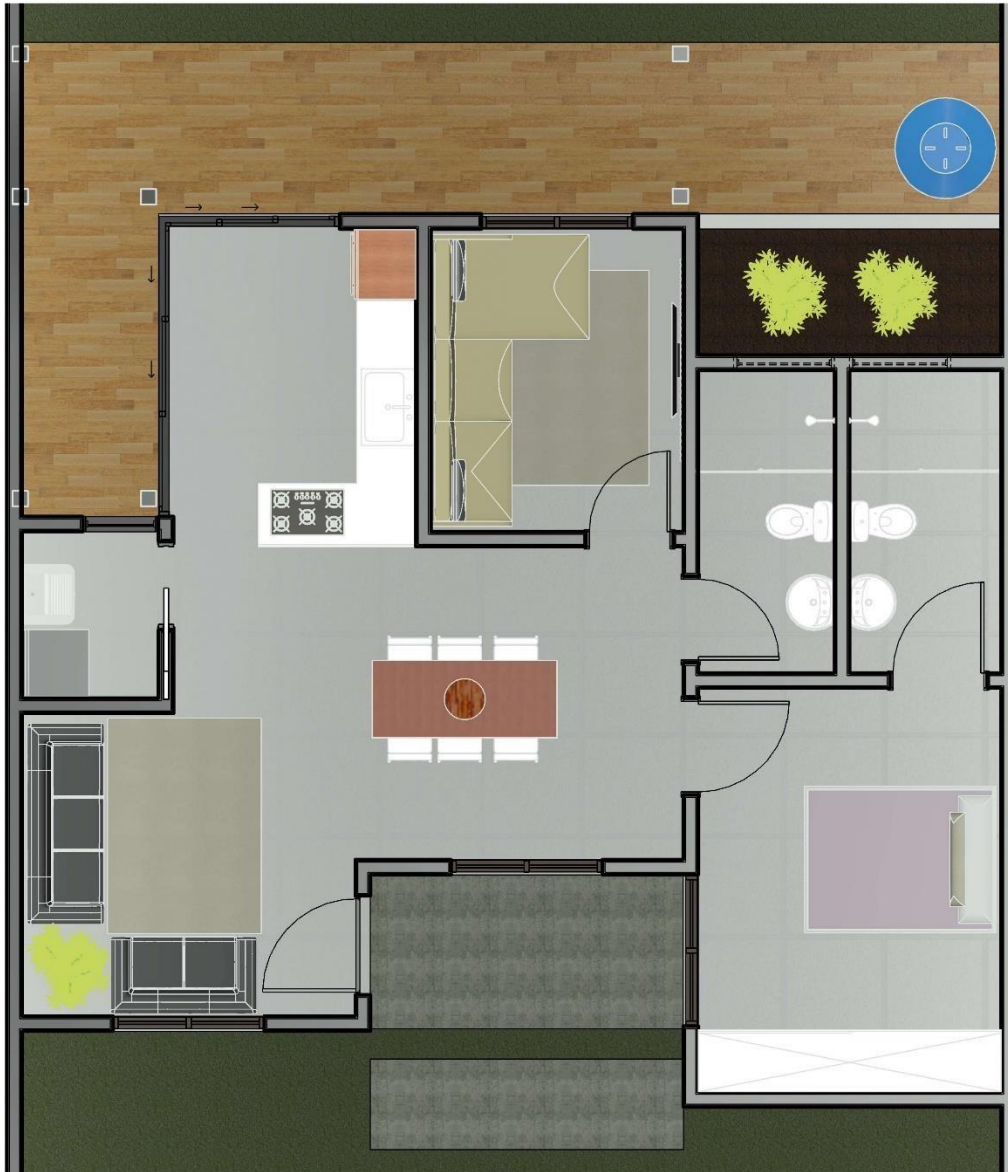


Fonte: Autores (2023).

Na planta baixa apresentada na Figura 6, os espaços foram projetados levando em consideração as necessidades de um casal de idosos aposentados, visando proporcionar praticidade e conforto em seu cotidiano. Destaca-se o único quarto da residência, uma suíte espaçosa, dotada de um amplo banheiro equipado com portas de 90 centímetros de largura, permitindo futuras adaptações para acessibilidade. Além disso, foi projetada uma sala de televisão privativa, proporcionando um ambiente íntimo para os moradores. A sala de estar, por sua vez, foi concebida para receber familiares, proporcionando um espaço aconchegante e convidativo. A sala de jantar, com dimensões adequadas, permite acomodar uma generosa mesa com seis lugares, promovendo encontros familiares e refeições compartilhadas. A cozinha e a área de serviço foram estrategicamente posicionadas lado a lado, visando a praticidade na execução de atividades simultâneas, como a preparação de alimentos e a lavagem de roupas. Essa disposição cuidadosa reflete o compromisso com a funcionalidade e o bem-estar dos moradores. A residência será construída em alvenaria convencional, reforçando o compromisso não apenas com a funcionalidade e o bem-estar dos moradores, mas também com a durabilidade e solidez da estrutura, proporcionando um lar seguro e acolhedor.

Ao todo, a casa terá uma área de 69,78 metros quadrados.

Figura 6: Planta baixa.



Fonte: Autores (2023).

A Tabela 2 apresenta o quadro de janelas, fornecendo informações sobre as dimensões e os tipos de janelas adotados no projeto.

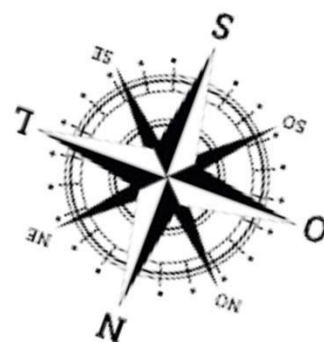
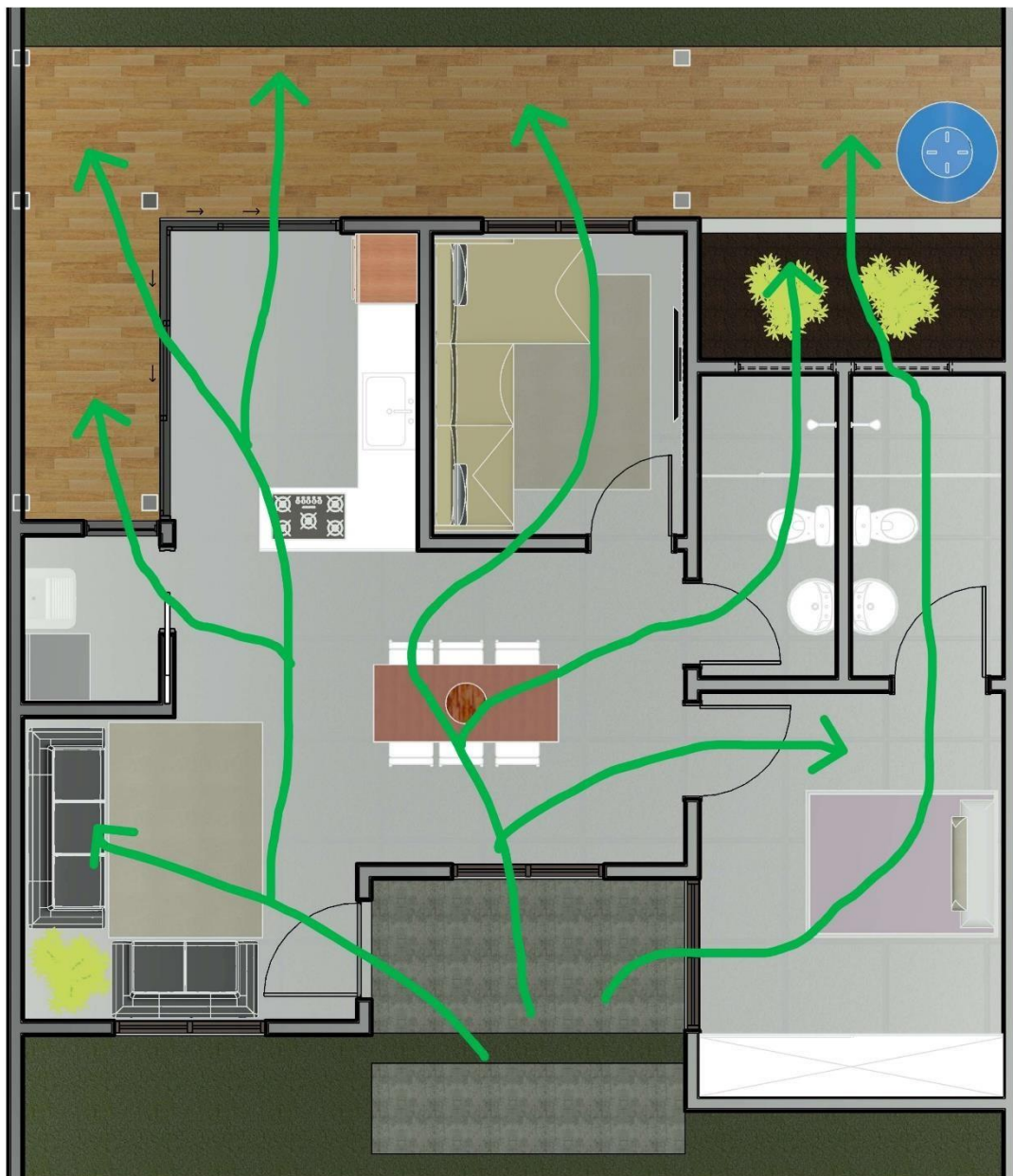
Tabela 2: Quadro de janelas

QTD	ID	DIMENSÕES	DESCRIÇÃO
4	J1	1,50 X 1,90 M	JANELA 2 FOLHAS EM ESQUADRIAS DE ALUMINIO
1	J2	0,75 X 1,10 M	JANELA 2 FOLHAS EM ESQUADRIAS DE ALUMINIO
2	J2	1,00 X 0,55 M	JANELA 2 FOLHAS EM ESQUADRIAS DE ALUMINIO

Fonte: Autores (2023).

No contexto da ventilação, as aberturas foram estrategicamente localizadas na direção noroeste, correspondente à prevalência dos ventos na cidade de Palotina, Paraná. O projeto arquitetônico foi concebido para otimizar a posição das aberturas, visando proporcionar uma ventilação eficaz aos residentes, minimizando ao máximo o consumo de energia em casos de necessidade de ventilação por meio de equipamentos. A disposição da planta de ventilação pode ser visualizada na Figura 7, evidenciando a abordagem adotada para promover um ambiente sustentável e confortável.

Figura 7: Planta humanizada de direção dos ventos.



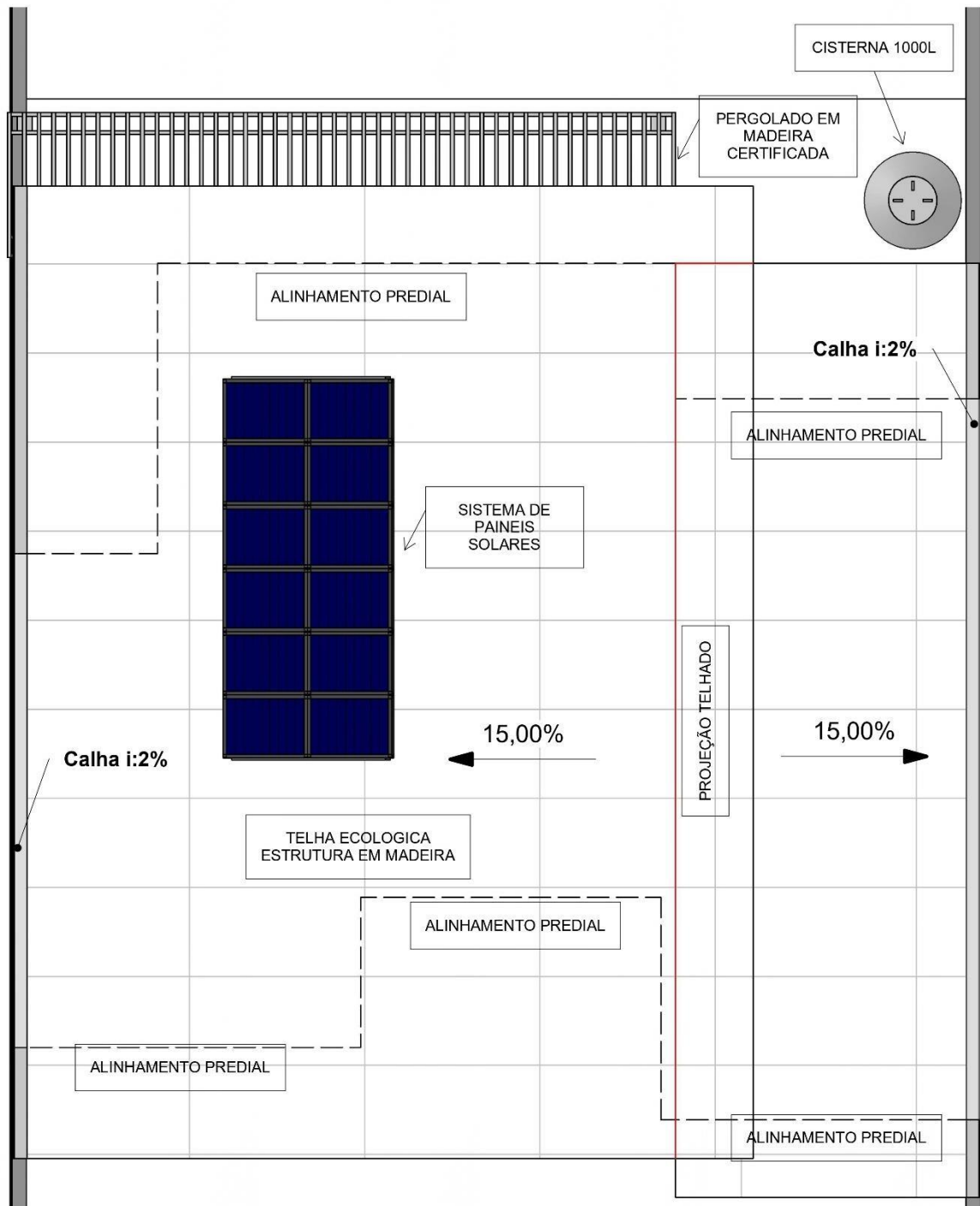
Fonte: Autores (2023).

A planta de cobertura representada na Figura 8 revela duas soluções essenciais que fundamentam o projeto: a integração de energia solar e a aplicação do reaproveitamento da água da chuva.

A água, coletada pela calha do telhado direito, passa por um processo de filtragem antes de ser direcionada para uma cisterna de mil litros. Nesse contexto, a cisterna assume o papel de reservatório equipado com uma torneira destinada à irrigação do jardim, rega da horta e lavagem do *deck*. Esta prática se destaca pela sua sustentabilidade e também pela eficiência ao integrar um sistema de captação de água da chuva. Essa abordagem permite aos moradores reduzir a dependência da água potável para atividades externas, fomentando uma gestão consciente dos recursos hídricos e oferecendo uma alternativa valiosa para a preservação ambiental.

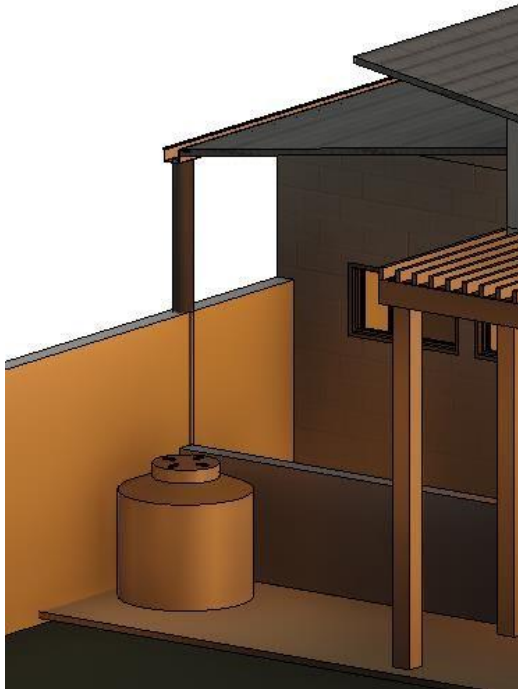
Os painéis solares, localizados a leste na edificação, desempenham um papel crucial ao complementar as soluções sustentáveis do projeto. Posicionados para capturar a luz solar da manhã, esses painéis proporcionam benefícios específicos para o consumo de energia residencial. A orientação leste otimiza a eficiência na geração de eletricidade durante as primeiras horas do dia, alinhando-se com a demanda típica desse período. Essa escolha não só contribui para a eficiência energética, mas também visa à redução das contas de energia a longo prazo. Ao integrar os painéis solares na edificação, os moradores promovem não apenas a sustentabilidade, mas também a autonomia energética.

Figura 8: Planta de cobertura.



Fonte: Autores (2023).

Figura 9: Representação de cisterna.



Fonte: Autores (2023).

Para a execução desse projeto foi escolhido madeira certificada, usada no pergolado, *deck* e madeiramento da cobertura. Essa escolha garante o manejo sustentável das florestas. Também serão utilizadas telhas ecológicas para minimizar o impacto ambiental, elas são fabricadas a partir de diversos materiais sustentáveis. Comumente, essas telhas são confeccionadas utilizando polietileno tereftalato (PET) reciclado, proveniente de garrafas plásticas, fibrocimento composto por cimento, areia e fibras naturais ou sintéticas, bambu como uma alternativa leve e sustentável, ou até mesmo alumínio reciclado, um material durável e altamente reciclável.

Figura 10: Telha ecológica.



Fonte: www.mercadaodaobra.com (2023).

4.1 ESTUDO DE VEGETAÇÕES

O estudo das vegetações em Palotina, no Paraná, é de extrema importância para a preservação e manejo consciente dos recursos naturais dessa região. Palotina, localizada no coração da agricultura paranaense, apresenta uma rica diversidade de vegetação que abrange desde as matas ciliares que margeiam os rios até os campos nativos que resistiram ao avanço da agricultura. Compreender e monitorar essas vegetações é fundamental para garantir a conservação da biodiversidade, a qualidade da água, e o equilíbrio ecológico da região. Nesse estudo, foram identificadas as espécies vegetais que se adaptariam às condições climáticas da região, preservando a biodiversidade local e contribuindo para o conforto térmico dos usuários. A análise das vegetações considerou fatores como o clima de Palotina, subtropical úmido, a disponibilidade de água, o tipo de solo do local, sendo Latossolo, a incidência de luz solar, identificando as áreas da propriedade onde a luz solar incide com maior ou menor intensidade, orientando a escolha das plantas de acordo com suas necessidades de luz, e a resistência das vegetações às condições climáticas locais. Através da seleção cuidadosa das espécies vegetais, foi possível escolher aquelas que proporcionariam benefícios tanto estéticos quanto funcionais, como:

a) Ipê (Tabebuia spp.): A escolha das árvores de sombreamento, mais especificamente o Ipê (Tabebuia spp.), para o projeto sustentável foi motivada por diversos fatores que ressaltam sua importância na promoção da sustentabilidade ambiental e bem-estar dos ocupantes. Além de sua notável floração e beleza, o Ipê é uma espécie nativa da região, o que não apenas preserva

a biodiversidade local, mas também promove a adaptação natural à área, tornando-a resistente às condições climáticas locais. Além disso, o Ipê fornece uma generosa sombra, reduzindo a exposição direta à luz solar, o que ajuda a diminuir a demanda por sistemas de refrigeração, resultando em economia de energia. Essa escolha demonstra um compromisso com a sustentabilidade ao mesmo tempo em que valoriza as características naturais e culturais da região, contribuindo para um ambiente equilibrado e agradável.

Figura 11: Ipê (*Tabebuia* spp.)



Fonte: Manuaisdecultivo-plantamundo.blogspot.com (2017).

b) Quaresmeira (*Tibouchina granulosa*): A escolha da Quaresmeira é motivada por uma série de razões relevantes para a promoção da sustentabilidade e conservação ambiental. Essa árvore nativa não apenas se adapta perfeitamente ao ambiente local, o que minimiza a necessidade de cuidados intensivos, mas também preserva a biodiversidade da região, ao oferecer habitat e alimento para a fauna local, incluindo polinizadores. Além disso, a Quaresmeira é valorizada por suas flores roxas vibrantes, o que contribui para a estética do projeto e cria um ambiente agradável para os ocupantes. Ao escolher essa espécie, o projeto demonstra um compromisso com a integração harmoniosa entre o ambiente construído e o ambiente natural, promovendo assim a sustentabilidade e a conservação das características naturais da região.

Figura 12: Quaresmeira (*Tibouchina granulosa*)



Fonte: wikimedia.org (2007).

c) *Bougainvillea spectabilis*: Essa planta trepadeira é uma opção ideal devido à sua adaptabilidade às condições climáticas da região e aos diversos benefícios que oferece. A *Bougainvillea* é uma trepadeira resistente que, quando adequadamente cultivada, pode cobrir paredes e estruturas, fornecendo um isolamento natural que ajuda a regular a temperatura interna do edifício. Além disso, suas vistosas brácteas coloridas, que envolvem as pequenas flores, adicionam um toque de beleza ao ambiente. Essa planta requer poucos cuidados, é de baixa manutenção e, quando em flor, atrai polinizadores, o que contribui para a biodiversidade local. A escolha da *Bougainvillea* para o projeto sustentável em Palotina, além de seu valor estético, destaca-se pela sua capacidade de melhorar o conforto térmico e a eficiência energética do edifício, tornando-a uma opção sustentável e funcional.

Figura 13: *Bougainvillea spectabilis*



Fonte: www.jardimcor.com (2020).

d) Hortelã (*Mentha spp.*): A escolha da Hortelã para o projeto é altamente pertinente devido aos inúmeros benefícios que essa planta aromática e comestível oferece. A Hortelã é conhecida por suas folhas refrescantes, que são amplamente utilizadas na culinária, em chás e como tempero em pratos diversos. Além de suas aplicações gastronômicas, a Hortelã é apreciada por suas propriedades aromáticas, que podem melhorar a qualidade do ar interior e criar um ambiente mais agradável para os ocupantes do edifício. Ela é de fácil cultivo, requer poucos cuidados e se adapta bem ao clima de Palotina. Além disso, a Hortelã pode ser colhida de forma sustentável, promovendo a produção local de alimentos e a redução da pegada de carbono associada ao transporte de ervas e temperos. A escolha da Hortelã para o projeto sustentável não apenas acrescenta um toque de frescor e sabor à culinária local, mas também contribui para a promoção de práticas sustentáveis, como o cultivo de alimentos em escala reduzida e a melhoria do ambiente interno, tornando-a uma opção versátil e ecologicamente responsável.

Figura 14: Hortelã (*Mentha spp.*)



Fonte: Professoralucianekawa.blogspot.com (2013).

e) Manjericão (*Ocimum basilicum*): O Manjericão é amplamente utilizado na culinária de várias culturas e é conhecido por seu sabor e aroma distintivos, o que o torna uma adição valiosa às refeições. Além de seu valor culinário, o Manjericão é apreciado por suas propriedades aromáticas, que podem melhorar a qualidade do ar interno do edifício e criar um ambiente mais agradável. Essa planta é de fácil cultivo, requer cuidados mínimos e adapta-se bem ao clima de Palotina. Ao incorporar o Manjericão no projeto, não apenas se promove a produção local de ervas aromáticas, reduzindo a pegada de carbono associada ao transporte de alimentos, mas também se incentiva a sustentabilidade e a produção de alimentos saudáveis. A escolha do Manjericão representa, assim, um passo em direção à integração harmoniosa entre a produção

de alimentos e o ambiente construído, além de proporcionar benefícios estéticos e sensoriais aos ocupantes do edifício.

Figura 15: Manjerição (*Ocimum basilicum*)



Fonte: Daniel Gabrielli – Organicidade (2020).

Além de agregarem beleza estética ao ambiente, as vegetações adequadas puderam desempenhar funções importantes, como o sombreamento, auxiliando na redução do ganho de calor e proporcionando um ambiente mais fresco e confortável. Adicionalmente, a escolha de vegetações nativas ou adaptadas à região promoveu a conservação da biodiversidade local, uma vez que essas espécies estavam naturalmente adaptadas ao ecossistema e contribuíram para a preservação da fauna e flora locais.

A imagem renderizada com vegetação no projeto arquitetônico desempenhou um papel crucial ao transmitir a integração harmoniosa entre a edificação e o entorno natural. Essas representações visuais não apenas entregaram realismo e vivacidade ao projeto, mas também destacaram o impacto estético e funcional das áreas verdes. Ao incorporar elementos vegetais, como árvores, arbustos e gramados, o render proporcionou uma perspectiva mais completa, permitindo que seja visualizada uma imagem realista do projeto a ser executado. Além do aspecto estético, a presença de vegetação nas imagens também destaca considerações importantes sobre sombreamento, ventilação, e a interação sustentável entre a construção e o meio ambiente, ressaltando a importância da natureza no design arquitetônico contemporâneo.

Figura 16: Elevação frontal



Fonte: Autores (2023).

Figura 17: Elevação fundos.



Fonte: Autores (2023).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como resultado, a pesquisa contribuiu significativamente para o desenvolvimento de práticas sustentáveis na região e na construção civil, por meio da disseminação dos conhecimentos adquiridos durante o processo. A incorporação de painéis solares, captação e utilização de água pluvial, ventilação e iluminação natural, descarte sustentável de resíduos, bem como o uso de vegetações sustentáveis e nativas, reforça a preocupação com a redução do impacto ambiental e o bem-estar dos futuros moradores. A combinação dessas práticas sustentáveis não apenas contribuirá para a economia de recursos naturais, mas também para a melhoria da qualidade de vida das comunidades locais, ao mesmo tempo em que preserva a beleza natural da região.

Este projeto é um exemplo notável de como a inovação e a sustentabilidade podem coexistir para criar um ambiente habitacional que atende às necessidades do presente sem comprometer o futuro.

A edificação habitacional sustentável projetada para Palotina, no Paraná, representa um passo importante na busca por um estilo de vida mais ecoconsciente. A integração dos elementos sustentáveis demonstra um profundo comprometimento com a sustentabilidade ambiental. Este projeto exemplifica a capacidade de harmonizar o conforto e a qualidade de vida dos habitantes com a preservação do meio ambiente, lembrando a todos que é possível criar ambientes habitacionais que respeitem a natureza e proporcionem um futuro mais promissor para Palotina e as gerações futuras.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas**. Editora Ateliê, 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Brasil - Abastecimento Urbano de Água**. Disponível em: <www.gov.br/ana/pt-br>. Acesso em 04 de jun. de 2023.

ALMEIDA, J. M. *et al.* **Avaliação do ciclo de vida de materiais de construção civil: uma revisão bibliográfica**. In: SEMINÁRIO DE ENGENHARIA CIVIL DO VALE DO RIO PARDO, 2020.

ALMEIDA, M. T.; BRITO, P. F.; ALMEIDA PRADO, R. T. de. **Análise das características e influências dos sistemas de certificação ambiental aplicados à construção civil no Brasil**. Revista Ambiente Construído, v. 16, n. 2, p. 165-178, 2016.

BARBIERI, G.M.L.; *et al.* **Atlas Solarimétrico do Estado do Paraná.** Disponível em: <https://solar.copel.com/solar/atlas-solarimetrico-copel.pdf>. Acesso em 04 de novembro de 2023.

BEZERRA, Francisco Diniz. **Energia solar.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n.174, jul. 2021. (Caderno Setorial Etene)

CAMACHO, J.; CARMONA, J. C.; GONÇALVES, O. **Programa Procel Edifica e a eficiência energética de edificações no Brasil.** Revista Brasileira de Energia, v. 25, n. 1, p. 67-86, 2019.

CARAVELA, **Dados e Estatísticas.** Disponível em: <https://www.caravela.info>. Acesso em 04 de junho de 2023.

CLARO JUNIOR, Vagner Roberto et al. **ARQUITETURA SUSTENTÁVEL: projeto arquitetônico para uma escola.** 2023

COELHO, W. L. V.; SILVA, F. S.; DALLACORT, R.; CARNEIRO, P. A. V. **Análise do potencial de geração de energia elétrica a partir dos resíduos do setor sucroenergético no estado de Mato Grosso em diferentes cenários produtivos.** Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/46305/pdf>. Acesso em 30 de mar. 2023.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação do solo.** Brasília: EMBRAPA, 2007. p.412.

FERREIRA, T. S. *et al.* **Análise do desempenho sustentável na construção civil: contribuições da Agenda 21.** Revista Ambiente Construído, v. 18, n. 4, p. 17-33, 2018.

FRANÇA, José Geraldo Ferreira. A importância do uso da iluminação natural como diretriz nos projetos de arquitetura. **Revista on-line IPOG ESPECIALIZE.**, v. 5, n. 1, p. 1-21, 2013.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico.** 6.ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

GOMES, J. B. V.; WREGE, M. S.; HOLLER, W. A.; BOGNOLA, I. A. **Características gerais dos municípios da bacia do Paraná e Palotina. 2020.** Disponível em: <https://ainfo.cnpia.embrapa.br/digital/bitstream/item/219125/1/1805-capitulo-.pdf>. Acesso em: 04 de junho de 2023.

IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em 04 de junho de 2023

IRENA – International Renewable Energy Agency. **Global energy transformation: A roadmap to 2050** (2019 edition). International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. 2019. Disponível em: <http://www.irena.org/publications>. Acesso em: 04 nov. 2023

LIMA, A. S.; OLIVEIRA, J. R. **Projeto arquitetônico sustentável: Estratégias para redução do consumo de energia e conforto ambiental.** Revista Brasileira de Arquitetura Sustentável, v. 10, n. 2, p. 45-62, 2022.

PEREIRA, L. M. P. et al. Caracterização do regime de ventos no estado do Paraná. In: **XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia.** 2009. p. 1-5.

MARTINS, E. F., *et al.* (2021). **Construção sustentável: um estudo sobre a percepção dos profissionais da construção civil.** Revista Tecnologia e Sociedade, 17(44), 36-49.

OLIVEIRA, L. H. *et al.* **Construção sustentável e a gestão dos resíduos sólidos na indústria da construção civil: uma revisão sistemática.** Revista Gestão & Tecnologia, v. 17, n. 3, p. 82-105, 2017.

PILLAR, V. D. Clima e vegetação. **UFRGS, Departamento de Botânica**, 1995.

RIBEIRO, A. S. J. **Sustentabilidade na Construção Civil: Histórico, Conceito, algumas Técnicas e Tecnologias utilizadas no Brasil.** Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil).

SANTOS, I. G. *et al.* **A sustentabilidade na construção civil: estudo de caso em uma empresa de construção de casas populares.** Revista Brasileira de Gestão e Engenharia, v. 12, n. 2, p. 194-215, 2019.

SANTOS, J. M. *et al.* **Estimativa do potencial de exploração de água subterrânea para abastecimento público na região semiárida do Brasil.** Revista Brasileira de Geociências, v. 48, n. 3, p. 507-520, 2018.

SANTOS, L. P. *et al.* **Construção sustentável: análise das práticas sustentáveis em obras de edificações.** Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, v. 9, n. 2, p. 311-329, 2020.

SILVA, A. B.; SANTOS, C. D.; OLIVEIRA, E. R. **A sustentabilidade na construção civil: Uma revisão bibliográfica.** Revista de Engenharia Civil IMED, v. 5, n. 2, p. 61-76, 2018.

SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. C. **Sustentabilidade na construção civil: uma revisão bibliométrica da produção científica.** In Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP).

SILVA, A. C. *et al.* **Sustentabilidade na construção civil: uma análise bibliométrica da produção científica internacional.** Revista Ambiente Construído, v. 18, n. 3, p. 35-50, 2018.

SILVA, M. C.; SANTOS, R. A. **Práticas sustentáveis na construção civil: O uso de materiais e a eficiência energética.** In: Anais do Congresso Nacional de Sustentabilidade na Construção Civil, p. 123-136. São Paulo, Brasil, 2021.

SOUZA, T. C. *et al.* **Construção sustentável: aplicação da certificação LEED em edifícios residenciais no Brasil.** Revista Ambiente Construído, v. 20, n. 1, p. 179-194, 2020.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S.A. **Integrated Solid Waste Management - Engineering Principles and Management Issues**, McGraw-Hill International Editions, 1993.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. de. **Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011.