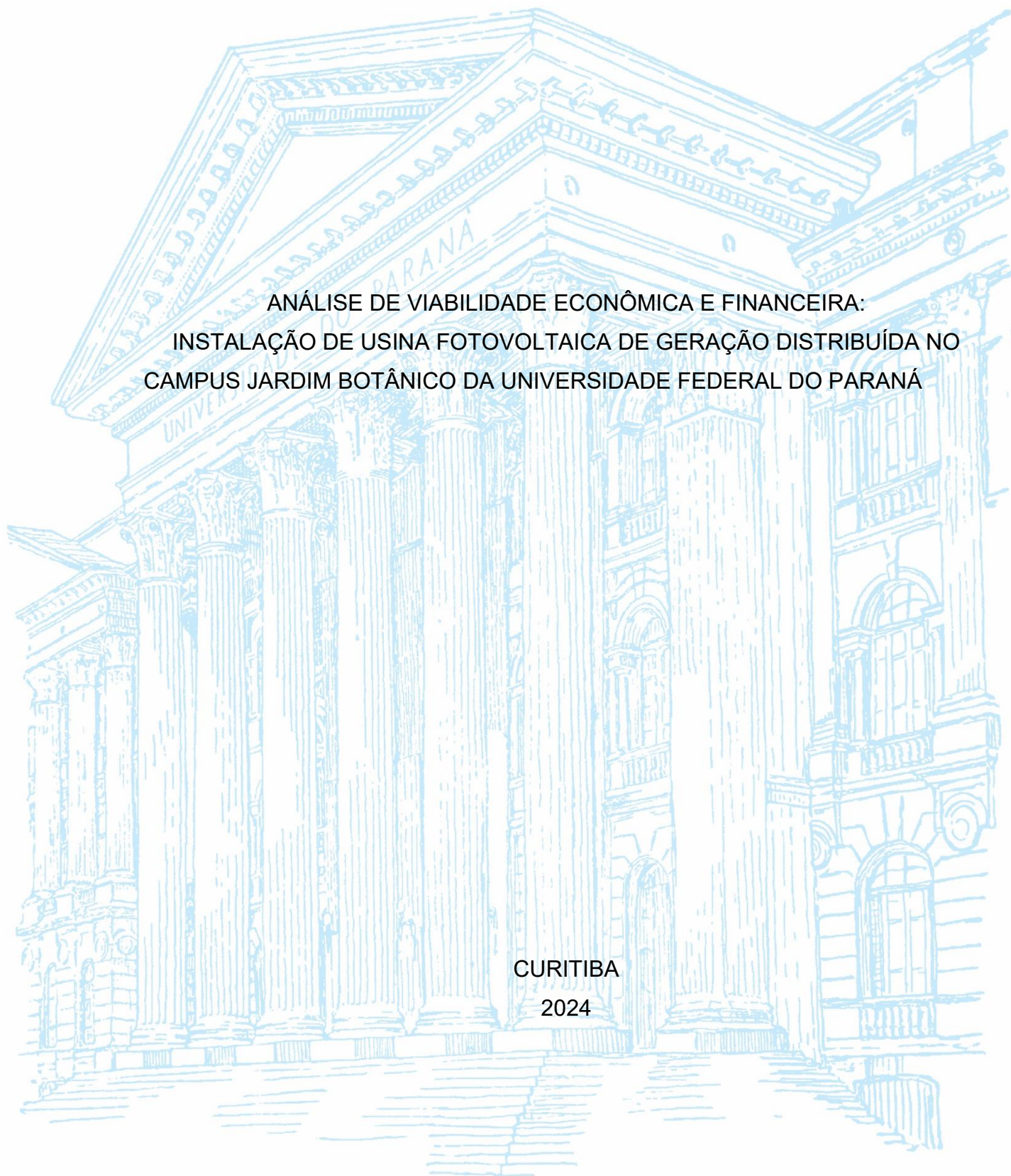


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MATHEUS ROVER RODRIGUES DO NASCIMENTO

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA:
INSTALAÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO
CAMPUS JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CURITIBA
2024



Matheus Rover Rodrigues do Nascimento

ANÁLISE DE VIABILIDADE: INSTALAÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA NO
CAMPUS JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Ciências Econômicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Lobato Torres

TERMO DE APROVAÇÃO

MATHEUS ROVER RODRIGUES DO NASCIMENTO

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA:
INSTALAÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO
CAMPUS JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Ciências Econômicas,
Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Prof(a). Dr(a)./Msc. _____

Orientador(a) – Departamento _____, INSTITUIÇÃO

Prof(a). Dr(a)./Msc. _____

Departamento _____, INSTITUIÇÃO

Prof(a). Dr(a)./Msc. _____

Departamento _____, INSTITUIÇÃO

Cidade, __ de _____ de 202__.

**Mantenha essa página em branco para inclusão do termo/folha de
aprovação assinado e digitalizado.**

Aos meus queridos pais e à minha amada irmã, cujo amor, apoio e incentivo foram fundamentais em cada passo deste caminho. A vocês, dedico este trabalho com imensa gratidão e carinho.

AGRADECIMENTOS

Ao concluir essa etapa da minha jornada acadêmica, gostaria de expressar meus mais sinceros sentimentos de gratidão a todas as pessoas que me apoiaram longo de processo atípico, marcado especialmente pela pandemia e por suas consequentes dificuldades.

Em primeiro lugar, agradeço à família, principalmente meu pai Sidiney, minha mãe Raquel e minha irmã Letícia pelo amor e suporte incondicionais que me ajudaram a chegar ao fim dessa jornada. Agradeço também aos meus professores e orientadores, que tornaram essa jornada muito rica em termos de conhecimento e experiências acadêmicas. Aos meus amigos, que compartilharam comigo os desafios, obstáculos e conquistas dessa trajetória. Suas palavras de encorajamento e motivação foram valiosas ao longo desse processo.

RESUMO

O presente trabalho tem por finalidade analisar a viabilidade econômica e financeira da instalação de uma usina fotovoltaica de geração distribuída no campus Jardim Botânico da Universidade Federal do Paraná, situado em Curitiba. A metodologia da análise foi baseada em etapas, combinando análises teóricas, qualitativas, quantitativas, regulatórias e de sensibilidade, seguindo referências de elaboração e análise de projetos (Blank, 2011). De início, realizou-se uma breve análise do sistema elétrico brasileiro e do contexto climático atual com o intuito de entender se as características do projeto seriam adequadas à infraestrutura atual do país e da região de instalação da usina. Em seguida, foram conduzidos estudos de mercado e de engenharia para verificar se o mercado, principalmente no âmbito público, é favorável a utilização de fontes de renováveis de energia em instituições públicas e se o projeto atende às normas técnicas, de materiais e requisitos mínimos de engenharia para sua concepção. Para a análise econômica e financeira, foram calculados indicadores de retorno do projeto como o valor presente líquido, fluxo de caixa, taxa interna de retorno e *payback*, considerando três diferentes cenários para a análise de sensibilidade. Os cenários considerados levaram em conta a taxa de desconto utilizada para o cálculo dos indicadores. No cenário otimista, considerou-se a taxa de desconto social do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada de 10% ao ano (IPEA, 2019). No cenário conservador, considerou-se a taxa de desconto de 14,25 a.a., baseada na taxa Selic mais alta dos últimos anos (Banco Central, 2024) e, por fim, no cenário pessimista, considerou-se a taxa de desconto a taxa do cenário conservador mais um prêmio de risco de 5,75% a.a., fazendo com que a taxa utilizada neste cenário fosse de 20% ao ano.

Palavras-chave: Fotovoltaica; Viabilidade Econômica; Sustentabilidade; Economia; ESG.

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the economic and financial feasibility of installing a distributed generation photovoltaic power plant at the Jardim Botânico campus of the Federal University of Paraná, located in Curitiba. The analysis methodology was based on several stages, combining theoretical, qualitative, quantitative, regulatory, and sensitivity analyses, following references for project development and analysis (Blank, 2011). Initially, a brief analysis of the Brazilian electrical system and the current climatic context was conducted to understand whether the project's characteristics would be suitable for the current infrastructure of the country and the region where the plant would be installed. Next, market and engineering studies were conducted to verify whether the market, especially in the public sector, is favorable to the use of renewable energy sources in public institutions and whether the project meets the technical standards, material requirements, and minimum engineering requirements for its conception. For the economic and financial analysis, return indicators such as net present value, cash flow, internal rate of return, and payback were calculated, considering three different scenarios for sensitivity analysis. The scenarios considered the discount rate used for calculating the indicators. In the optimistic scenario, a social discount rate of 10% per year from the Institute for Applied Economic Research was considered (IPEA, 2019). In the conservative scenario, a discount rate of 14.25% per year was considered, based on the highest Selic rate in recent years (Banco Central, 2024). Finally, in the pessimistic scenario, the discount rate of the conservative scenario plus a risk premium of 5.75% per year was considered, making the discount rate used in this scenario 20% per year.

Keywords: Photovoltaics; Economic Feasibility; Sustainability; Economy; ESG.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS	18
1.1.1 Objetivo geral	18
1.1.2 Objetivo específico	Erro! Indicador não definido.
1.2 JUSTIFICATIVA	18
2 ESTUDO DE MERCADO	20
2.1 MATRIZ ENERGÉTICA CONCENTRADA	20
2.2 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	21
2.3 INTERESSE PÚBLICO	22
2.4 PROTAGONISMO COM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO	22
2.5 EXEMPLOS ANTERIORES	23
3 ESTUDO DE ENGENHARIA	25
3.1 ESTRUTURA DE SUSTENTAÇÃO E SEGURANÇA.....	25
3.2 IRRADIAÇÃO SOLAR.....	28
3.3 CONSUMO DE ENERGIA ANUAL DO CAMPUS JARDIM BOTÂNICO	31
3.4 CAPACIDADE INSTALADA	31
4 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA, FINANCEIRA E AMBIENTAL	32
4.1 ESTUDO DE FINANCIAMENTO	32
4.2 CAPEX	33
4.3 OPEX	34
4.4 PAYBACK	35
4.5 VALOR PRESENTE LÍQUIDO	37
4.6 TAXA INTERNA DE RETORNO	39
4.7 FRENTE AMBIENTAL.....	39
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

Analisar possibilidades de combinação entre retorno financeiro sobre projetos e desenvolvimento sustentável é objeto de discussão dentro de empresas, governos e mundo acadêmico. Dentre os fatores de análise, destaca-se a necessidade de encontrar um meio termo entre maximização de valor para o investidor, seja ele de natureza privada ou pública e os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015).

Desde a assinatura do Acordo de Paris, idealizado dentro da 21ª Conferência das Partes (COP 21) de 2015 realizada em Paris, França, governos ao redor do mundo vêm buscando maneiras de reduzir as emissões de gases do efeito estufa para limitar o aumento da temperatura média global em 1,5°C. Uma das frentes que pode contribuir para a redução das emissões é a frente de transição energética, que busca alterar as fontes de geração de energia fósseis, como petróleo, gás e carvão para fontes de energia renováveis, como eólica e solar. Dentro desse cenário de mudanças e adaptações, observou-se a oportunidade de combinar retorno financeiro e seguimento dos ODS da ONU ao implementar uma usina fotovoltaica de geração distribuída no estacionamento do campus Jardim Botânico da Universidade Federal do Paraná (UFPR) em Curitiba, Paraná. Nesse contexto, a geração de energia solar fotovoltaica se destaca como opção alternativa promissora, oferecendo, além dos benefícios ambientais como de redução de emissão de gases do efeito estufa, vantagens econômicas e financeiras. A escolha da energia solar se deu a partir do atendimento de critérios técnicos, como nível de irradiação solar na região, área espacial disponível para instalação da usina e capacidade de geração de energia elétrica, que se traduz em geração de indireta de receita para a Universidade. Além disso, considerou-se também a capacidade de redução de emissões que uma usina fotovoltaica (International Energy Agency, 2021). No caso brasileiro, a instalação e operação de usina solar fotovoltaica de geração distribuída vêm sendo incentivada pelo governo e pela iniciativa privada, com linhas de crédito específicas para projetos de desenvolvimento sustentável.

O presente trabalho de conclusão de curso se propõe a realizar uma análise de viabilidade econômica e financeira para a instalação de uma usina solar fotovoltaica de geração distribuída no Câmpus Jardim Botânico da Universidade

Federal do Paraná (UFPR) como estratégia de redução de custos operacionais e da sua pegada de carbono. A redução de custos será através da economia com a conta de luz, ocasionada pela geração própria de energia elétrica. Já a diminuição da pegada de carbono se daria com a opção pelo uso de energia de fontes renováveis, diminuindo a emissão de gases do efeito estufa lançados à atmosfera pelo uso de fontes de energia tradicionais. O método técnico adotado para possibilitar a economia na conta de luz da Universidade é a geração distribuída. Esse método consiste em, basicamente, injetar a energia elétrica gerada pela usina geradora na rede pública de distribuição e transmissão, possibilitando o cálculo da diferença entre o consumo e a geração, com o uso de medidores bidirecionais. Essa prática é regulamentada pela Resolução Normativa nº 482/2012 (ANEEL, 2012) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que dispõe entendimentos sobre o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE).

Sobre a localização geográfica e espacial do local escolhida para abrigar a usina, o campus Jardim Botânico da Universidade Federal do Paraná foi escolhido para a presente análise motivado por fatores práticos e estratégicos. Em primeiro lugar, levou-se em consideração a ampla área disponível ao longo do estacionamento, que conta com cerca de 280 vagas de estacionamento em seu vão central, excluindo os estacionamentos anexos. Considerou-se também o nível de irradiação solar da região do campus, que se mostrou suficiente para comportar uma usina fotovoltaica. Para a parte do estudo de engenharia, foram considerados aspectos técnicos de engenharia elétrica, civil, financeira, regulatórios, ambientais e materiais relevantes para o desenvolvimento do projeto, objetivando garantir a plena conformidade com as normas e regulamentações vigentes.

Por fim, para a análise de viabilidade, considerou-se a análise do projeto em termos de retorno sobre o investimento. Para tal, conforme disposto na obra de Leland Blank, Engenharia econômica (2011), foram analisados os seguintes indicadores: fluxo de caixa, valor presente líquido, *payback* e a taxa interna de retorno. Dentro do cálculo, três cenários foram considerados para a análise de sensibilidade do projeto.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos do trabalho se dividem entre objetivo geral e objetivo específico. Do ponto de vista geral, busca-se analisar a viabilidade econômica e financeira da instalação de uma usina fotovoltaica de geração distribuída no estacionamento do campus Jardim Botânico da UFPR. Já do ponto de vista específico, busca-se analisar se a instalação da usina contribuiria para a diminuição da pegada de carbono da Universidade.

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral da presente análise é a verificação da viabilidade econômica e financeira da construção de uma usina fotovoltaica de geração distribuída no vão central do estacionamento do campus Jardim Botânico da UFPR. Para tal, será necessário analisar se o retorno do projeto é positivo em termos econômicos e financeiros, bem como analisar outros indicadores de viabilidade, como o valor presente líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o *payback*.

1.2 JUSTIFICATIVA

A escolha do tema para este trabalho de conclusão de curso (TCC) se deu especialmente pelo avanço na necessidade de desenvolvimento sustentável no Brasil e no mundo. Ao longo da última década, a velocidade com que mudanças climáticas vêm acontecendo se intensificou, com diversos incidentes ocorrendo mundo afora, desde secas históricas na Europa até enchentes não vistas há décadas na região sul do Brasil. Diante disso, a forma de geração da energia elétrica utilizada se torna ponto chave para o desenvolvimento econômico e social de um país. Além disso, com o avanço da tecnologia, o uso de energias limpas vem se tornando cada vez mais atrativo da ótica econômica e financeira. A partir disso, a implementação de uma usina de geração fotovoltaica distribuída no campus Jardim Botânico da UFPR representa uma oportunidade de conscientização ambiental na comunidade acadêmica e de melhor uso dos recursos públicos, demonstrando na prática a viabilidade de projetos de infraestrutura renovável no âmbito público.

Além disso, outros projetos similares de eficiência energética vêm sendo desenvolvidos no Paraná com financiamento da concessionária Copel, como por exemplo o projeto de eficiência energética do hospital Erastinho (Agência Estadual de Notícias, 2023), situado a poucos quilômetros do campus Jardim Botânico da Universidade Federal do Paraná. Ainda na capital do estado, o programa da Copel também contribuiu para a instalação de usina geradoras nos campi Ecoville e Neoville da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. No primeiro exemplo citado, a usina geradora, assim como no presente trabalho, foi alocada no estacionamento do hospital.

Por fim, este TCC não busca apenas analisar a viabilidade econômico e financeira de um projeto, mas busca também contribuir para o debate de como recursos públicos podem ser utilizados no âmbito do desenvolvimento sustentável em outras instituições públicas, tendo em mente os objetivos de desenvolvimento sustentável e preservação do meio ambiente.

2 ESTUDO DE MERCADO

Para a análise proposta, o estudo de mercado irá se concentrar em entender quais aspectos relevantes poderiam levar a UFPR – ou qualquer outra instituição pública - a considerar a instalação de uma usina fotovoltaica. Diferentemente de projetos de viabilidade econômica para empresas privadas ou até mesmo pessoas físicas, o intuito do presente estudo não é o lucro propriamente, mas sim a análise de como os recursos públicos podem ser utilizados de forma inteligente, a fim de maximizar a utilidade do dinheiro do pagador de impostos brasileiro.

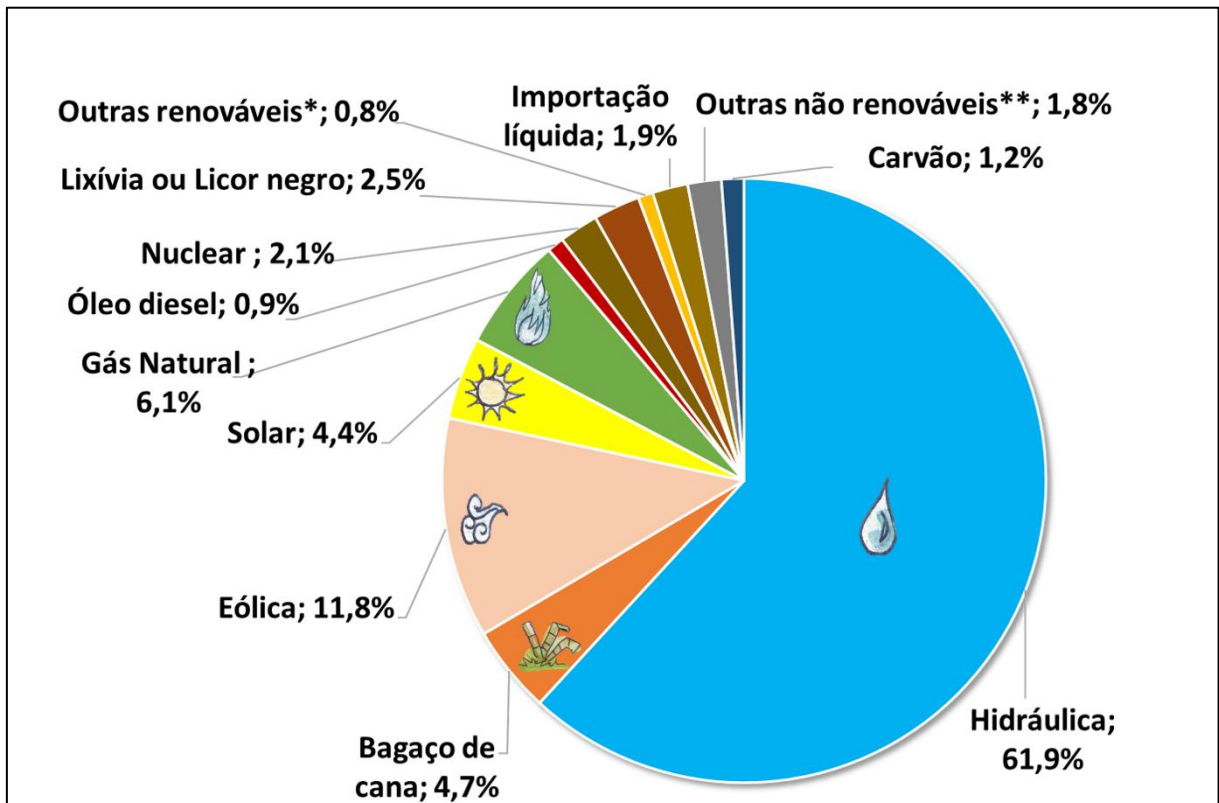
2.1 MATRIZ ENERGÉTICA CONCENTRADA

De acordo com o Balanço Energético Nacional de 2023 (BEN, 2023), realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 61,9% de toda a energia elétrica gerada no país é oriunda de fonte hídrica. Por um lado, isso faz com que o Brasil seja destaque quanto ao percentual renovável da sua matriz energética, mas por outro, também faz com que aumente a dependência de uma fonte de geração específica.

Mais recentemente em 2021, o Brasil passou por uma crise hídrica histórica associada a queda dos índices de pluviosidade, ou seja, estava chovendo pouco. Isso fez com que parte da população tivesse que racionar o uso de água para que fosse possível continuar gerando energia elétrica. Outra consequência da forte dependência das hidrelétricas é o sistema de bandeiras tarifárias, que consiste em impor uma taxa extra caso um valor determinado de energia seja consumido em excesso. Com a intenção de desincentivar o consumo de energia, isso faz com que a conta de luz aumente significativamente. Apesar disso, nas últimas duas décadas o sistema de geração do país passou por um processo de diversificação, diminuindo a concentração de geração da fonte hídrica e atenuando riscos de apagões e racionamentos de energia elétrica, como os casos de 1999 e 2001 (Salgado, 2003) respectivamente.

Ainda assim, é importante deixar claro que, apesar de ter diminuído de forma considerável, a principal fonte de geração de energia elétrica no Brasil continua a ser a fonte hidrelétrica, portanto o risco atrelado ao uso expressivo de somente uma fonte de geração existe e deve ser considerado.

Figura 1 - Matriz Energética brasileira em 2022

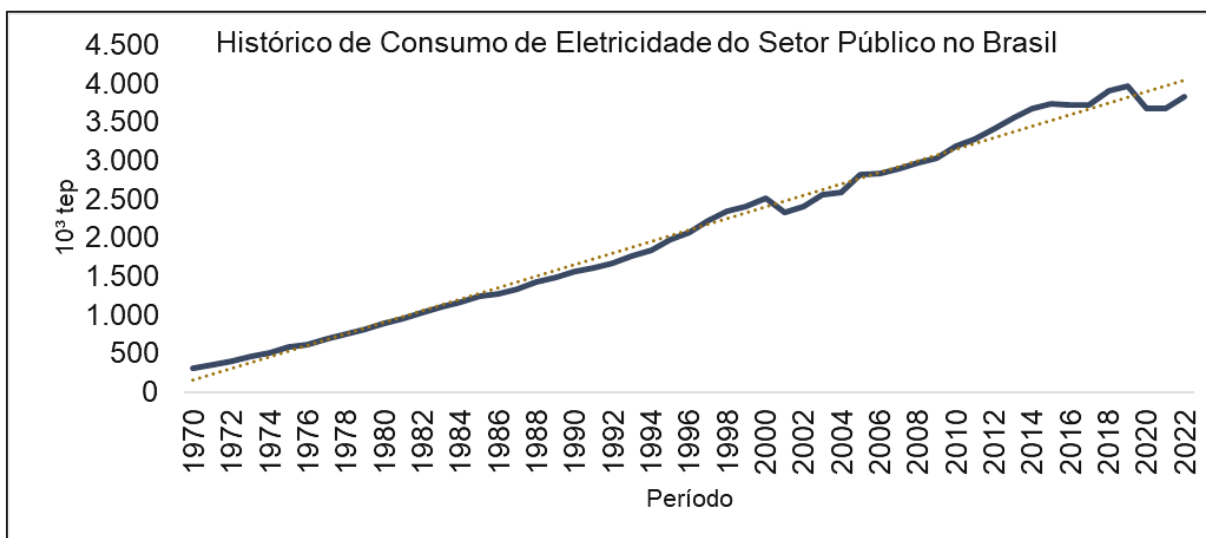


Fonte: BEN (2023).

2.2 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Tratando-se de uma análise de viabilidade que, dentre outros pontos, avalia o consumo de energia em uma instituição pública, é interessante entender como se deu o consumo de energia elétrica no setor público como um todo ao longo dos últimos anos. De acordo com o Balanço Energético Nacional de 2023, publicado pela Empresa de Pesquisa Energética, o setor público brasileiro consumiu em 2022, aproximadamente $3.833 \cdot 10^3$ tep de eletricidade (BEN, 2023). Em comparação com o início do século XXI, houve um aumento de 64% no consumo de energia elétrica do setor público.

Figura 2 - Histórico de Consumo de Eletricidade do Setor Público no Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do BEN (2024).

2.3 INTERESSE PÚBLICO

Na última década, as universidades públicas brasileiras vêm sofrendo cortes orçamentários mais frequentes (ANDIFES, 2022). Ao trazer essa afirmação para uma realidade mais próxima, em setembro de 2022, o Decreto nº 11.216, que previa o contingenciamento no orçamento do Ministério da Educação. Ou seja, as universidades públicas sempre estarão à mercê de decisões tomadas por governos, seja qual for o espectro político da administração. Com isso em mente, a busca pela autossuficiência energética pode ajudar a “blindar” o orçamento da universidade contra eventuais cortes súbitos de verba. É evidente que ter um sistema próprio de geração de energia não é a solução para todos os problemas e tampouco é a única ferramenta para minimizar os riscos de se lidar com decisões *top-down* oriundas de outros meios que não os da própria universidade. Entretanto, ter algum mecanismo para depender menos dos recursos vindos do Ministério da Educação traz para a universidade uma autonomia interessante.

2.4 PROTAGONISMO COM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

Desde o início dos estudos sobre a energia solar, as universidades públicas brasileiras assumiram o papel de pioneirismo em relação à pesquisa e desenvolvimento de sistemas fotovoltaicos ligados a edificações. Antes mesmo da

instalação de energia solar em uma residência ser regulamentada, foi em uma universidade pública brasileira que o primeiro sistema de geração solar fotovoltaica integrado à rede elétrica pública foi instalado. Nesse período, final dos anos 1990, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) foi a pioneira. Com o pontapé inicial, diversos laboratórios foram criados em diversas universidades do país para entender o papel da energia solar fotovoltaica como componente da matriz energética nacional, seja por geração centralizada (parques de geração), seja por geração residencial, pública ou industrial.

2.5 EXEMPLOS ANTERIORES

No ano de 2022, a UFPR foi responsável pelo projeto de estações-tubo geradoras de energia solar na cidade de Curitiba. Utilizando a tese de doutorado de Anna Gabriela Tempesta do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências dos Materiais, a proposta da instituição era de utilizar módulos solares orgânicos (painéis solares flexíveis), também conhecidos, do inglês, como OPVs (Organic Photovoltaics) para transformar a energia solar em corrente elétrica. Nesse projeto, a energia gerada é utilizada para suprir o consumo da própria estação-tubo, desonerando a rede pública de energia e gerando economia para os cofres públicos. Seguindo os mesmos moldes do projeto apresentado neste relatório, toda energia gerada em excedente seria injetada na rede pública.

Além do exemplo citado acima, no campus vizinho ao Jardim Botânico, o Campus Centro Politécnico já possui uma usina de geração de energia solar fotovoltaica, com a diferença de que o sistema existente nesse campus é chamado de *off-grid*, ou seja, não está ligado à rede de distribuição. Isso significa que o sistema instalado do campus que abriga a maioria dos cursos de ciências exatas está ligado a um sistema de baterias. Para o cenário abordado neste relatório, esse sistema não será analisado, uma vez que encarece o projeto por conta da necessidade de um banco de baterias, que ainda é caro, mesmo considerando o avanço das pesquisas sobre esse tema. No ano de 2021, a usina do campus Centro Politécnico gerou 533 MWh de energia. A título de comparação, o consumo anual de energia do campus Jardim Botânico foi de 190 MWh nesse mesmo ano.

Mais recentemente em 2023, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) foi contemplada pelo Programa de Eficiência Energética (PEE) da Copel,

com mais de R\$2.000.000 (dois milhões de reais) em recursos destinados à construção de uma usina solar fotovoltaica. O objetivo do projeto é reduzir o consumo de energia elétrica da Universidade em 50%, favorecendo tanto a própria universidade quanto a própria Copel, que busca reduzir a quantidade demanda de energia por meio do PPE. Em projeto similar ao proposto pela presente análise, o hospital Erastinho, situado na cidade de Curitiba, também recebeu recursos da concessionária paranaense para a construção de uma usina fotovoltaica de geração distribuída em seu estacionamento. Desde o início do ano, a usina financiada pela Copel está em operação, gerando economia para o hospital.

3 ESTUDO DE ENGENHARIA

Para tirar a ideia do papel e conseguir analisar a viabilidade econômica e financeira de um projeto como este, é necessário entender se também há viabilidade do ponto de vista técnico. Para tal, alguns temas que dizem respeito à engenharia do projeto foram destrinchados abaixo para avaliar, com dados, a viabilidade de engenharia.

3.1 SISTEMA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Para o presente modelo de usina fotovoltaica, optou-se por utilizar o sistema de geração distribuída, também conhecido como *on-grid*. O motivo pelo qual esse tipo de sistema foi escolhido reside na sua natureza: a possibilidade de injetar o excedente de energia produzida na rede pública de distribuição. Isso é possível pois a usina seria ligada à rede de distribuição de energia da Copel, possibilitando a geração de créditos, que podem ser compensados em faturas futuras. Por exemplo, se em algum determinado mês a usina gerar 1 KWH a mais do que foi consumido, esse excedente seria injetado na rede e geraria créditos, com valor estipulado pelo ONS (Operador Nacional do Sistema). Outro ponto interessante do sistema *on-grid* é que o contrário é verdadeiro, ou seja, se a usina gerar menos energia do que o consumo mensal do campus, a Copel – ou seja qual foi a concessionária – fornece a diferença. Além disso, esse tipo de sistema é regulamentado por diversas normas, resoluções e leis, que buscam incentivar o uso de fontes renováveis descentralizadas de energia no Brasil, como a Lei nº 14.300/2022, que institui o Marco Legal da Microgeração e Minigeração Distribuída.

3.2 ESTRUTURA DE SUSTENTAÇÃO E SEGURANÇA

Como suporte, os painéis solares serão instalados sobre estruturas de carport ao longo do vão central do estacionamento do campus. Esse projeto segue os moldes da usina fotovoltaica instalada no estacionamento do Centro Politécnico e no hospital Erastinho. Na parte de segurança, o projeto também prevê a readequação do estacionamento como um todo. Quem frequente o campus Jardim Botânico da Universidade durante o período noturno pode perceber que a iluminação atual é

demasiadamente fraca, gerando uma sensação de insegurança dentro do ambiente. Com isso em mente, o projeto prevê a instalação de 30 novos postes de iluminação led, que ajudarão a dar luminosidade e segurança para os alunos e servidores que frequentam e utilizam o estacionamento no período noturno. Para a sinalização, prevê-se a repintura e instalação de placas de sinalização ao longo do vão central do estacionamento, buscando aumentar o ordenamento do espaço e aumentar a segurança no tráfego dentro do local. Para ilustrar de forma gráfica, abaixo é possível ver, mesmo que de forma não profissional, como ficaria o estacionamento com a usina fotovoltaica construída:

Figura 3 - Estacionamento com a Usina



Fonte: Adaptado Google Earth View (2024).

Figura 4 - Usina Fotovoltaica do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná



Fonte: Comunicação, UFPR (2022).

Mesmo não sendo o objetivo principal, a conclusão do projeto pode gerar externalidades positivas, como estacionamento coberto e sombra para os veículos estacionados, além de gerar mais segurança para os estudantes e servidores que utilizam o estacionamento.

Figura 5 - Estrutura Carport com Painéis Solares



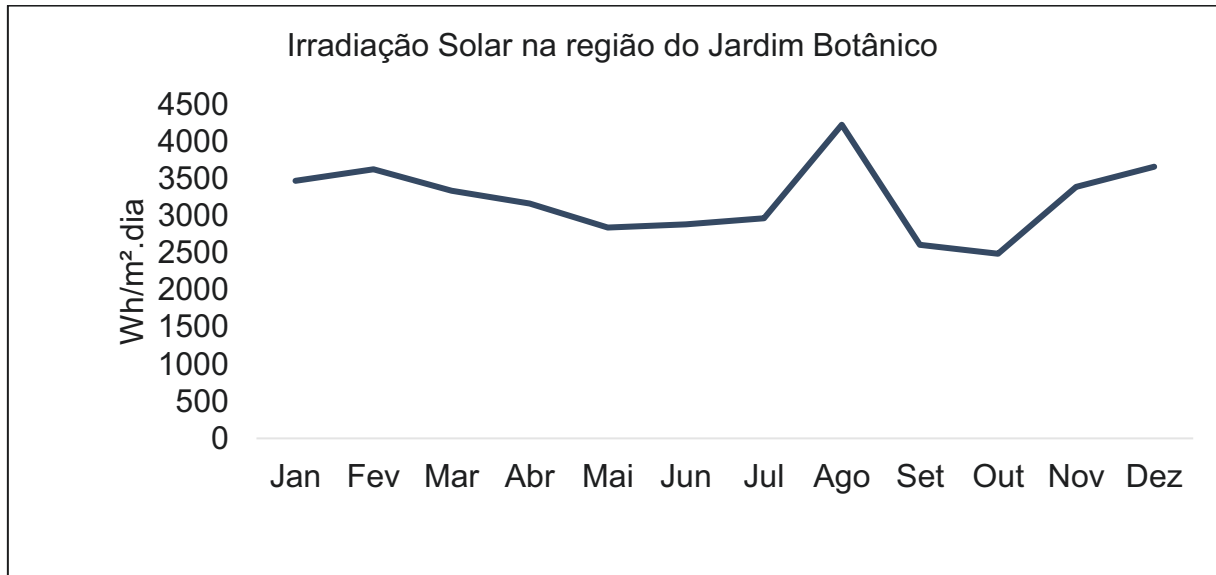
Fonte: Portal Solar (2024).

Como é possível ver na imagem acima, além de maximizar a utilização do espaço para gerar energia, a usina solar fotovoltaica construída no estacionamento também gera mais conforto térmico e segurança para quem faz uso do estacionamento.

3.3 IRRADIAÇÃO SOLAR

O elemento básico para gerar energia solar fotovoltaica, por mais elementar que isso pareça, é o sol. Afinal de contas, numa cidade que é famosa pelos dias nublados e chuvoso, paira-se a dúvida se a cidade recebe sol suficiente para gerar o montante necessário de energia que justifique a instalação de uma usina de geração de energia elétrica a partir do sol. Para sanar essa incógnita, é necessário verificar qual o nível de irradiação solar da região. Segundo dados obtidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a irradiação solar na região do Jardim Botânico, teve a seguinte distribuição ao longo do ano de 2022.

Gráfico 1 - Irradiação Solar na Região do Campus Jardim Botânico



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do INPE (2024).

Como pode ser observado no gráfico acima, a média de irradiação anual é de cerca de $3.220 \text{ Wh/m}^2.\text{dia}$, que é um valor de irradiação solar considerado satisfatório para instalação de uma usina solar fotovoltaica por engenheiros eletricitistas. Além de possuir um exemplo interno de sucesso sobre energia solar (usina de geração do Centro Politécnico), a cidade de Curitiba possui diversas outras usinas, tanto residenciais, quanto industriais ou até mesmo em instituições públicas. Como exemplo maior, o Palácio 29 de março da PMC (Prefeitura Municipal de Curitiba) possui uma usina de geração de energia solar fotovoltaica situada na laje do prédio, como pode ser observado na imagem abaixo:

Figura 6 - Usina Solar Fotovoltaica no Prédio da Prefeitura Municipal de Curitiba



Fonte: Luiz Costa, Agência Estadual de Notícias do Paraná (2019).

O projeto da PMC foi desenvolvido e concluído no ano de 2019, com apoio financeiro da COPEL (Companhia Paranaense de Energia Elétrica) por meio de chamada pública para o Programa de Eficiência Energética regulado pela ANEEL.

Além desse exemplo, em um caso parecido com a análise realizada neste relatório, há também o projeto da UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), que está em fase de liberação técnica para construção de mais uma usina solar fotovoltaica em um dos seus campi na cidade de Curitiba. Da mesma maneira como ocorreu com o projeto da PMC, chamado de Palácio Solar, a UTFPR foi contemplada pelo Programa de Eficiência Energética da COPEL, que destina 0,5% da receita líquida para projetos com esse. Com os exemplos citados, que são somente alguns dentre tantos existentes na capital paranaense, pode-se concluir com clareza que os requisitos técnicos mínimos – principalmente irradiação solar – são suficientes que justifiquem a instalação de uma usina de geração solar fotovoltaica de geração distribuída no campus Jardim Botânico da UFPR em Curitiba, PR.

3.4 CONSUMO DE ENERGIA ANUAL DO CAMPUS JARDIM BOTÂNICO

Antes de analisar a quantidade de placas a serem utilizadas no projeto, é necessário compreender qual o padrão de consumo do campus. Ao tomar como base o consumo de energia do ano de 2019 – ano pré-pandemia de COVID-19 em que o consumo de energia ainda seguia um padrão normal –, o consumo anual de energia do campus foi de 187.568 KWh/ano, de acordo com a fatura de energia elétrica na Universidade. Dentre os campi da UFPR, tantos os da capital quanto os avançados (interior), o campus Jardim Botânico está na 13ª posição levando em consideração o consumo energético das edificações. Apesar de não figurar entre os campi com maior consumo, o campus Jardim Botânico está na primeira colocação quando se trata da relação de consumo energético anual por estudante. Por ano, cada estudante consome em média 762 kWh de energia (CICE, 2019). Para ilustrar melhor esse consumo, 711 pinheiros deveriam ser cultivados anualmente para compensar as emissões de CO₂ lançados à atmosfera, que contribuem para o efeito do aquecimento global.

3.5 CAPACIDADE INSTALADA

Após entender o perfil de consumo do campus analisado, é necessário compreender qual a quantidade de painéis que será utilizada para gerar a energia total que o campus necessita. Considerando que o consumo de energia irá aumentar no futuro, visto que isso é uma tendência do desenvolvimento econômico e social, será levado em consideração o total de 200.000 KWh/ano para a análise do projeto. Mesmo que a usina instalada produza mais energia do que a demanda do campus, o excedente pode ser injetado na rede pública de distribuição, uma vez que o projeto é de geração distribuída. No cenário em que a usina produza um excedente de energia, esse excedente é comprado pela concessionária, gerando créditos para a próxima fatura. É importante ressaltar que o contrário é verdadeiro. Ou seja, em um cenário em que a geração de um determinado mês seja menor do que a energia demandada, a Copel fornece a diferença consumida.

4 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA, FINANCEIRA E AMBIENTAL

4.1 ESTUDO DE FINANCIAMENTO

Com mais de 20 anos em operação e mais de R\$500.000.000 (500 milhões de reais) direcionados para projetos de eficiência energética, tanto em instituições públicas quanto privadas, o PEE (Programa de Eficiência Energética) da Copel tem como objetivo a promoção do consumo consciente e o combate ao desperdício de energia elétrica em todos os setores da economia brasileira. A existência do programa tem como princípios a economia e a gestão da demanda de energia por todas as classes de consumo, uma vez que, ao focar em eficiência, mais pessoas podem ser atendidas sem que seja necessário obrigatoriamente aumentar o investimento em geração de energia.

Em termos de recursos financeiros, a Copel destina até de 2% da sua Receita Operacional Líquida (ROL) para o financiamento de projetos ligados ao PEE. Ainda sobre o PEE, a última chamada pública feita pela empresa foi no final de 2022. A chamada pública PEE 006/2022 destinou R\$ 30.000.000 (trinta milhões de reais) para projetos de eficiência energética dos seguintes segmentos: a) Industrial; b) Residencial; c) Comércio e Serviços; d) Poder Público; e) Rural; f) Serviços públicos e g) Iluminação pública. O resultado da chamada pública foi a seleção de 29 empresas, instituições e associações situadas dentro da área de concessão da empresa de distribuição paranaense. Dentre os projetos selecionados, destaca-se o projeto de eficiência energética da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, que previu a construção de uma usina fotovoltaica de geração distribuída nos campi Neoville e Ecoville, situados em Curitiba. Diferentemente do projeto proposto pelo presente trabalho, a usina da UTFPR utilizou como sustentação as lajes dos prédios dos campi universitários.

Além de contribuir financeiramente com os projetos selecionados, a Copel acompanha o desenvolvimento do projeto para confirmar que os recursos empenhados de fato serão aplicados de acordo com os itens dispostos no edital. Portanto, o programa de eficiência energética da Copel seria a fonte financiadora ideal para o projeto de construção de uma usina fotovoltaica de geração distribuída no campus Jardim Botânico da Universidade Federal do Paraná.

4.2 CAPEX

Por se tratar de um projeto cujo investimento inicial para a construção da usina solar fotovoltaica, que envolve as mais variadas disciplinas de engenharia elétrica, civil e financeira, é natural que o *Capital Expenditure (CAPEX)* seja elevado. Além de considerar ativos para construção da usina per se, considerou-se também materiais para readequação do estacionamento, como postes de luz led com placas fotovoltaicas, tinta branca, tinta amarela e placas de sinalização. Ainda dentro do escopo da contemplação do projeto, considerou-se também os custos de engenharia, projeto e mão de obra especializada para a instalação e comissionamento da usina.

Tabela 1 - CAPEX

Item	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Placas fotovoltaicas	1.120	R\$ 1.000,0	R\$ 1.120.000
Estrutura carport	280	R\$ 1.400,0	R\$ 392.000
Cabos elétricos	4.000	R\$ 9,5	R\$ 38.000
Tinta branca	500	R\$ 22,2	R\$ 11.111
Tinta amarela	100	R\$ 33,3	R\$ 3.333
Postes luz led	30	R\$ 2.333,3	R\$ 70.000
Placas de sinalização	10	R\$ 120,0	R\$ 1.200
Mão de Obra	-	-	R\$ 163.564

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Na tabela 1, há uma divisão dos itens: Construção da Usina e Readequação do Estacionamento. Dentre os itens necessários para a construção da usina, temos: placas fotovoltaicas; estrutura carport; cabos elétricos e a maior parte da mão de obra. Já dentro os materiais necessários para a readequação do estacionamento, temos: tinta branca; tinta amarela; placas de sinalização; postes de luz led e a menor parte da mão de obra. Para o início imediato do projeto, os itens a serem adquiridos são os descritos na parte de construção da usina e, após instalação dos módulos e comissionamento, os itens restantes devem ser adquiridos. Sobre a mão de obra para a construção da usina, considerou-se um a importância de 10% da soma dos itens citados na tabela como valor projetado para essa finalidade. Ademais, considerou-se um o percentual de 15% do valor total do CAPEX para eventuais valores excedentes,

para evitar a necessidade de aditivos de obra. O intuito desse *timeline* é de aliviar o dispêndio de recursos em só um momento, tornando-o o fluxo financeiro do projeto mais atrativo do ponto de vista de retorno do investimento.

Para chegar aos preços citados, foram realizadas pesquisas na internet em sites de empresas referência no meio de energia solar, como a Neosolar, para aquisição de itens novos. É importante citar que como as quantidades são expressivas e o comprador seria uma instituição pública (UFPR), é possível que o preço final possa variar negativamente, diminuindo o *CAPEX* do projeto e, conseqüentemente, tornando-o mais atrativo. Dessa forma, chegou-se ao valor de R\$ 2.069.090,22 de investimento inicial do projeto.

4.3 OPEX

Para ser possível chegar ao valor do *Operational Expenditure* (*OPEX*) do projeto de instalação da usina fotovoltaica *on-grid* no campus Jardim Botânico da UFPR, considerou-se os custos operacionais contínuos associados à operação e manutenção do sistema durante o período posterior a sua implementação. Dentro da área de gestão de projetos, o *OPEX* tradicionalmente costuma ser responsabilidade da equipe de Operação e Manutenção (O&M).

Dentre os custos mencionados, considerou-se a manutenção regular dos painéis solares, inversores e demais componentes. Nesse sentido, levou-se em conta a limpeza dos módulos, que é fundamental para que seja possível extrair a sua máxima eficiência e também custos associados a softwares de monitoramento de geração, que serão responsáveis por sinalizar a equipe de orçamento do campus quanto aos níveis de geração. Ademais, o nível de irradiação solar varia de acordo com condições climáticas e, conseqüentemente, a quantidade de energia elétrica solar gerada também varia. Por conta disso, o sistema de monitoramento é fundamental para dar previsibilidade à gestão orçamentária da universidade em cenários fora da normalidade, como o de geração menor que a energia consumida. Dado a natureza do projeto *on-grid*, nesse cenário a conta de energia da universidade viria maior que o projetado, sendo necessário deslocar recursos para cobrir a diferença. O caso contrário também é verdadeiro.

Para fins de cálculo e mensuração do *OPEX* do projeto, considerou-se a importância de 1% do *CAPEX*, seguindo o direcionamento de exemplos internacionais

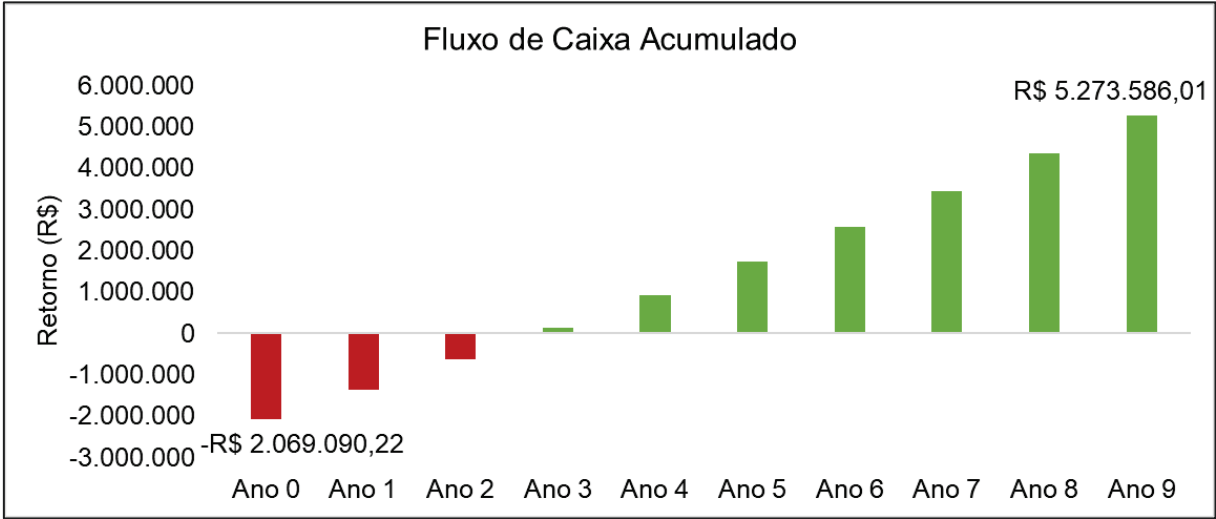
(IRENA, 2019). Esse percentual foi escolhido pois, por se tratar de uma usina fotovoltaica de porte pequeno, não haverá a necessidade de gastos mais expressivos, como por exemplo, uma equipe de O&M designada exclusivamente para a usina. Com isso, o OPEX anual inicial do projeto é de R\$ 20.069,90.

4.4 PAYBACK

As experiências com projetos de geração de energia elétrica, desde hidrelétricas até usinas solares, mostram que o CAPEX possui relação inversa com o OPEX – e vice-versa -, ou seja, projetos dessa natureza possuem um baixo custo de manutenção. Segundo a *International Renewable Energy Agency* (2019), o OPEX de um projeto de infraestrutura de geração de energia renovável pode variar entre 1% e 2% do valor do CAPEX ao ano. Para o presente projeto, para fins de cálculo, considerou-se o percentual de 1% para o OPEX. Essa característica se traduz em uma geração de caixa mais acelerada após a implementação da usina, reduzindo o *payback* do projeto. Para projetos com CAPEX elevado, é imprescindível que o retorno do capital ocorra da forma mais rápida possível, para que o investimento comece a ser rentável. Para o projeto analisado por este trabalho, o retorno financeiro significa a redução do dispêndio financeiro com a conta de energia elétrica, o que se traduza em maior disponibilidade de recursos, que podem ser canalizados para atividades que gerem mais retorno para a sociedade, como pesquisas científicas por exemplo. Sobre o retorno financeiro propriamente, esse se dará de forma indireta por meio da redução do dispêndio financeiro com a conta de energia. Ou seja, após a entrada em operação da usina fotovoltaica, a universidade não teria mais necessidade de pagar mensalmente a concessionária de energia pela energia consumida, uma vez que a usina geradora estaria injetando na rede de distribuição toda a energia produzida. Sobre esse tema, existem três cenários possíveis: i) geração de energia igual a energia consumida, o que implicaria em uma conta com valores próximos de zero; ii) geração de energia maior que a energia consumida, o que acarretaria créditos para a fatura do período seguinte; iii) energia gerada menor do que a energia consumida, o que implicaria em valores positivos na conta de luz, ou seja, dispêndio financeiro. Para o presente projeto, considerou-se somente o primeiro cenário. Ademais, é importante mensurar o índice de reajuste anual do valor da energia. Nesta análise, considerou-se que o reajuste anual do preço da energia seria a mediana do índice geral de preços

ao consumidor amplo (IPCA) de 2009 até 2019, que foi de 5,91% (Banco Central do Brasil, 2024).

Gráfico 2 - Fluxo de Caixa Acumulado



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O investimento inicial do projeto é de R\$ 2.069.090, já com fluxos monetários positivos nos anos subsequentes à implementação da usina fotovoltaica. Abaixo tem-se o cálculo do tempo de retorno do capital (*payback*):

Tabela 2 - Fluxo de Caixa Acumulado

Período	Valor (R\$)
Ano 0	-2.069.090
Ano 1	-1.352.852
Ano 2	-614.974
Ano 3	145.821
Ano 4	930.888
Ano 5	1.741.662
Ano 6	2.579.661
Ano 7	3.446.495
Ano 8	4.343.869
Ano 9	5.273.586

Fonte: Elaborado pelo autor, (2024).

De acordo com o cálculo realizado, o *payback* do projeto se dá aproximadamente no 34º mês, antes do terceiro ano terminar. Observando o número de forma analítica, o resultado mostra que a partir do 34º mês, o projeto começará a gerar retornos líquidos positivos, cobrindo totalmente o investimento inicial. O prazo calculado para o *payback* do projeto é, em comparação com outros tipos de investimento de baixo risco, bastante atrativo e reforça sua viabilidade econômico e financeira. Além disso, é importante considerar a vida útil de uma placa fotovoltaica que, segundo o Portal Solar, website referência em estudos sobre energia solar, varia entre 25 e 30 anos. Ou seja, até que seja necessário realizar a troca dos módulos, tudo mais constante, o projeto já teria “se pagado” diversas vezes.

4.5 VALOR PRESENTE LÍQUIDO

O Valor Presente Líquido (VPL) é um indicador amplamente utilizado em análises de projetos e investimentos. O cálculo do VPL é feito ao descontar os fluxos de caixa futuros do projeto ao seu valor presente, utilizando uma taxa de desconto, que traduz o custo de oportunidade do capital investido. Sendo que, um projeto é pode ser considerado viável caso o VPL seja positivo e não viável caso o VPL seja negativo. A fórmula do VPL é dada por:

$$VPL = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{Fc_t}{(1+i)^n}$$

Para mensurar o valor presente líquido do projeto, considerou-se três cenários em que a taxa de desconto utilizada varia. No cenário otimista, a taxa de desconto utilizada é a taxa social de desconto, seguindo a recomendação da Diretoria de Estudos e Políticas Macroeconômicas do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). O IPEA considera que para projetos de infraestrutura realizados juntamente às instituições públicas, a taxa de desconto, ou taxa social de desconto, como mencionam os pesquisadores do instituto, deve ser de 10% (IPEA, 2019). A recomendação feita pelo IPEA e divulgada pelo Ministério da Economia foi realizada a partir de uma série de estudos e comparações com diversos países. Para o cenário

conservador, considerou-se a maior taxa Selic dos últimos anos (Banco Central, 2024), que é de 14,25 ao ano. Por fim, para o cenário pessimista, considerou-se a taxa de desconto utilizada no cenário conservador mais um prêmio de risco de 5,75 a.a., chegando-se ao percentual de 20% ao ano.

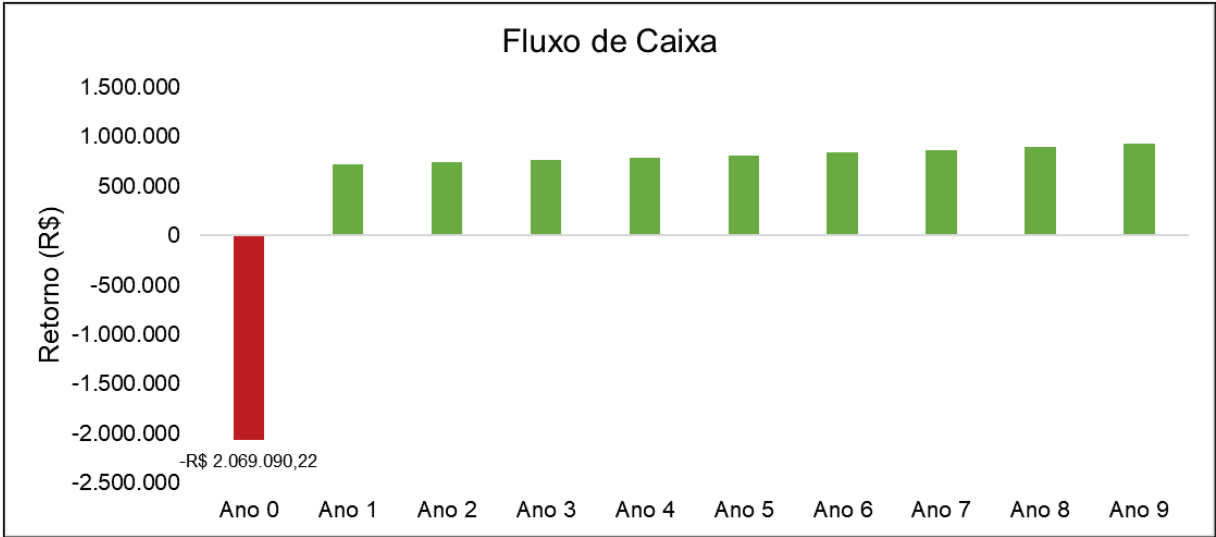
Ao realizar o cálculo do indicador no cenário otimista, chegou-se ao valor de R\$ 2.533.860,52. Esse resultado mostra que, além de recuperar o capital investido, o projeto irá gerar fluxos de caixa futuros positivos, reforçando mais uma vez a viabilidade do projeto e sua atratividade financeira. Já para o cenário conservador, o VPL foi de R\$ 1.817.903,10. Por fim, para o cenário pessimista, em que a taxa de desconto utilizada foi de 20% a.a., o VPL calculado foi de R\$ 1.096.345,49. Em todos os cenários, o valor presente líquido do projeto manteve-se positivo, indicando sua viabilidade do ponto de vista financeiro.

Tabela 3 - Análise de Sensibilidade

TMA	10%	14%	20%
VPL	R\$ 2.533.860,52	R\$ 1.817.903,10	R\$ 1.096.345,49

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Gráfico 3 - Fluxo de Caixa Indireto



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Ao observar o gráfico acima, é possível perceber que já a partir de ano 1, o projeto já começa a gerar fluxo de caixa positivo, o que contribui para a diminuição do *payback*, já observado anteriormente. Isso ocorre, pois, a construção e entrada de

operação da usina fotovoltaica possuiu uma característica interessante: maturação nula. Em outras palavras, desde o momento em que a conexão é feita a rede de distribuição, a usina já está gerando energia e injetando-a a rede elétrica, o que, por consequência, contribuiu para a diminuição da fatura de energia da universidade.

4.6 TAXA INTERNA DE RETORNO

A taxa interna de retorno (TIR) é um indicador financeiro utilizado em análise de projetos e investimentos para mensurar a rentabilidade potencial de um projeto ou investimento, dada pela seguinte equação:

$$0 = \sum_{n=1}^N \frac{FC_n}{(1 + TIR)^n}$$

Tomando como base a equação acima para o projeto de instalação de uma usina fotovoltaica no estacionamento do campus Jardim Botânico da UFPR, a TIR calculada foi de aproximadamente 34,63%, superando consideravelmente as taxas de desconto utilizada para o cálculo do VPL. Levando em consideração a TIR calculada do projeto, é possível concluir pela viabilidade econômica e financeira do projeto.

4.7 FRENTE AMBIENTAL

Além da parte econômica e financeira, há também a externalidade positiva gerada pela entrada em operação da usina: redução de emissões de gás carbônico.

Ao utilizar o projeto de eficiência energética do campus politécnico, com dados da Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) como referência, foi possível calcular quantos pinheiros deveriam ser cultivados para compensar a emissão atual de gás carbônico realizada pelo campus Jardim Botânico. Ao realizar a conta, chegou-se ao montante de 186 pinheiros necessários para sequestrar o montante de gás carbônico lançado a atmosfera decorrente do consumo energético de 200 kWh/ano do campus.

É importante ressaltar que esse valor pode variar e é necessário a avaliação e análise de um engenheiro do meio ambiente para que seja possível mensurar

exatamente qual seria a quantidade de gás carbônico deixado de ser lançado à atmosfera. Todavia, qualquer quantidade que possa deixar de ser gerada se traduz em uma contribuição para o ODS 7 da ONU. Por fim, vale mencionar que o campus Jardim Botânico da Universidade Federal do Paraná é somente um campus dentre os milhares de campi de diversas instituições país afora, sejam eles públicos ou privados, com os mais variados perfis de consumo energético, o que auxilia a visualizar o potencial desse tipo de projeto em termos ambientais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho de conclusão de curso foi analisar a viabilidade econômica e financeira da instalação de uma usina fotovoltaica de geração distribuída no campus Jardim Botânico da Universidade Federal do Paraná, visando contribuir para a promoção do debate sobre o desenvolvimento econômico sustentável e amigável com o meio ambiente. Ao tratar de investimentos e desinvestimentos no setor público, a burocracia estatal é um passo que não pode ser desprezado. O intuito aqui não é o de atacar o Estado, mas sim levar em consideração que processos de investimentos que envolvem dinheiro público devem seguir um rito processual, que muitas vezes tornam o processo de construção de um projeto de infraestrutura moroso. Ou seja, mesmo que existam recursos disponíveis de imediato, o projeto tratado neste trabalho ainda precisaria passar por diversos crivos burocráticos para ser contemplado.

Os estudos de viabilidade indicaram que o projeto é viável, tanto sobre a ótica econômica e financeira, quanto sobre a ótica ambiental e mercadológica. Os resultados indicam que, apesar de um investimento inicial alto, o projeto é promissor no médio e longo prazo, especialmente ao considerar a redução de custos com energia elétrica. Além disso, o projeto pode servir como modelo para o estudo de viabilidade para outras instituições públicas e privadas. Todavia, deve-se considerar também que a análise considerou o cenário em que o preço da energia elétrica no Brasil não sofresse grandes oscilações. Ao considerar o cenário atual de mudanças climáticas e a forte dependência do país com hidrelétricas para gerar energia, o preço da eletricidade pode sim variar consideravelmente para cima. Em um cenário de seca, por exemplo, o custo de geração aumentaria consideravelmente e,

consequentemente, o preço por cada Watt consumido também aumentaria, considerando ainda o mecanismo de bandeiras tarifárias já existente para esse tipo de situação. Indo além, em um cenário de inundação, como infelizmente ocorrido em maio deste ano no Estado do Rio Grande do Sul, o custo de transmissão de energia ficaria mais alto, dado os estragos ocasionados por uma eventual enchente, o que por sua vez se traduziria em aumento de preços. Diante disso, para uma próxima análise, seria interessante considerar cenários de variação positiva do preço da energia, verificar se o retorno sobre o capital investido se manteria positivo e qual o ponto em que vale ou não vale a pena investir na construção de uma usina fotovoltaica de geração distribuída.

Por fim, tendo em mente os pressupostos, cenários e limitações expostas, este estudo reforça que investimentos em projetos de solução energética são atrativos não somente do ponto de vista ambiental, mas também do ponto de vista financeiro, o que contribui para a aceleração desse tipo de projeto.

REFERÊNCIAS

BLANK, Leland; TARQUIN, Anthony. **Engenharia econômica**. Porto Alegre: AMGH, 2011.

SALGADO, Lúcia Helena. **Apagão: Crônica de uma Crise Anunciada**. Rio de Janeiro: Mauad Editora, 2003.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Taxas de juros básicas – Histórico**. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>. Acesso em 12 abr. 2024.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **Renewable Power Generation Costs 2019**. 2020. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2019>. Acesso em 12 mai. 2024.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA. **O que é o SIN?**. 2023. Disponível em: <https://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-que-e-o-sin>. Acesso em: 12 dez. 2023.

UNITED NATIONS. **The 17 Goals**. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals>. Acesso: 30 nov. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Matriz energética e elétrica**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 12 dez. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2023**. 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-687/BEN2023.pdf>. Acesso em: 09 out. 2023.

ENGIE. **Tudo o que você precisa saber sobre a crise hídrica de 2021**. 2022. Disponível em: <https://www.alemداenergia.engie.com.br/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-a-crise-hidrica/>. Acesso em 13 set. 2023.

ANDIFES. **Governo federal faz novo corte na educação e inviabiliza funcionamento das universidades**. 2022. Disponível em: <https://www.andifes.org.br/?p=94444>. Acesso em: 29 nov. 2023.

AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS. **Copel viabiliza energia solar no prédio da Prefeitura de Curitiba**. 2019. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Copel-viabiliza-energia-solar-no-predio-da-Prefeitura-de-Curitiba>. Acesso em: 30 nov. 2023.

NOTÍCIAS DA UFSC. **Gerador solar fotovoltaico produz energia desde 1997 na UFSC**. Disponível em: <https://noticias.ufsc.br/2015/11/gerador-solar-fotovoltaico-produz-energia-desde-1997-na-ufsc/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

PORTAL SOLAR. **Carport solar: como funciona o estacionamento que gera energia solar (guia completo)**. Disponível em:

<https://www.portalsolar.com.br/carport-solar>. Acesso em: 30 nov. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 11.216, de 30 de Setembro de 2022**. Altera o Decreto nº 10.961, de 11 de fevereiro de 2022, que dispõe sobre a programação orçamentária e financeira e estabelece o cronograma de execução mensal de desembolso do Poder Executivo federal para o exercício de 2022. Disponível em:

<https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=11216&ano=2022&ato=0fbg3Yq5kMZpWT1ed>. Acesso em 16 abr. 2024.

COPEL. **Programa de eficiência energética**. Disponível em:

<https://www.copel.com/site/copel-distribuicao/eficiencia-energetica/pro.grama-de-eficiencia-energetica/>. Acesso em: 10 abr. 2024

NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE. ***Relationship between Economic Growth and Energy Consumption from the Perspective of Sustainable Development***.

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9328951/>. Acesso em: 10 abr. 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Consumo Mensal de Energia Elétrica por Classe (regiões e subsistemas)**. Disponível em:

<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/consumo-de-energia-eletrica>. Acesso em: 16 abr. 2024.

COPEL. **Resultados 1T24**. Disponível em: <https://ri.copel.com/dados-financeiros/central-de-resultados/>.

Acesso em: 13 mai. 2024.

AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS. **Programa de eficiência da Copel reduzirá pela metade o consumo de energia em sedes da UTFPR**. Disponível em:

<https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Programa-de-eficiencia-da-Copel-reduzira-pela-metade-o-consumo-de-energia-em-sedes-da-UTFPR>. Acesso em 13 mai. 2024.

ECOSOLI. **Kit de Poste Solar Completo 4 metros 30 Watts**. 2024. Disponível em:

<https://www.ecosoli.com.br/kit-de-poste-solar-completo-4-metros-30-watts>. Acesso em 10 abr. 2024.

NEOSOLAR. **Cabo Lafeber 6mm² - Preto 1,8 Kv (metro)**. 2024. Disponível em:

<https://www.neosolar.com.br/loja/cabo-solar-lafeber-cable-6mm-preto-1-8kv.html>.

Acesso em 10 abr. 2024.

TINTAS VERGINIA. **Piso Branco Coral 3,6L**. 2024. Disponível em:

<https://www.tintasverginia.com.br/piso-branco-coral-3-6l/p>. Acesso em 10 abr. 2024.

TINTAS VERGINIA. **Piso Amarelo Suvinil 3,6L**. Disponível em:

https://www.tintasverginia.com.br/piso-amarelo-suvinil-3-6l/p?idsku=67&qad_source=1&qclid=Cj0KCQjw0ruyBhDuARIsANSZ3wr3wZg.wwPf6i2ff5xFT7tl4oaqYwwK1GG7tPdf7IXbOGmEYeqMGD8waAmZ0EALw_wcB.

Acesso em 10 abr. 2024

U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. ***Levelized Costs of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2022***. 2022. Disponível em:

https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/electricity_generation.pdf. Acesso em 23 mai. 2024.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Renewables 2021**. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/renewables-2021>. Acesso em: 23 mai. 2024.

PORTAL SOLAR. **Quanto tempo duram os painéis solares?**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/quanto-tempo-duram-os-paineis-solares>. Acesso em 25 mai. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Estimação da taxa social de desconto para investimentos em infraestrutura no Brasil**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/arquivos/TDTaxaSocialdeDesconto.pdf>. Acesso em 25 mai. 2024.