

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS**  
**ESCOLA SUPERIOR DE CIÊNCIAS SOCIAIS-ESO**  
**CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**CÁLCULO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA INSTALAÇÃO DE PAINÉIS  
FOTOVOLTAICOS PARA UM EMPREENDIMENTO COMERCIAL SITUADO NA  
CIDADE DE MANAUS**

**MANAUS-AM**

**2021**

**ANDREY GUEDES CORRÊA**

**CÁLCULO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA INSTALAÇÃO DE PAINÉIS  
FOTOVOLTAICOS PARA UM EMPREENDIMENTO COMERCIAL SITUADO NA  
CIDADE DE MANAUS**

Trabalho de conclusão de curso submetido à apreciação da Banca Examinadora do Curso de Economia da Escola Superior de Ciências Sociais – ESO – como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas, sob a orientação do professor Dr. André Frazão Teixeira.

**MANAUS-AM**

**2021**

## RESUMO

Com o desenvolvimento de novas matrizes energéticas pelo mundo, a energia solar está ganhando mais espaço na sociedade. Através do sistema de geração distribuída e das Resoluções da ANEEL, o consumidor final poderá utilizar fontes alternativas de energia elétrica para compensar a rede da concessionária, assim buscando a redução dos custos no seu orçamento familiar ou empresarial com relação ao gasto com energia. O artigo calcula a viabilidade econômica do sistema fotovoltaico e os custos envolvidos de sua instalação e manutenção em um empreendimento comercial situado na cidade de Manaus-AM. A partir do sistema citado, busca-se mensurar os benefícios gerados para o empreendimento comercial em relação a economia de energia e a redução nos gastos do orçamento empresarial. Os métodos utilizados para o desenvolvimento do trabalho será calcular os principais indicadores financeiros como o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Payback do projeto de viabilidade econômica. Os dados referente ao cálculo de viabilidade serão aplicados com auxílio do programa Microsoft Excel, além de recorrer a referências bibliográficas de artigos e livros referentes a energia solar e viabilidade econômica de projetos. Os resultados apontam a viabilidade da aplicação do recurso no investimento em Painéis fotovoltaicos, com VPL positivo, TIR de 37,52%, Payback em 3,61 anos e retorno de R\$ 4,69/7,33 kWh para cada real investido no projeto.

**Palavras-Chave:** Energia Solar; Painéis Fotovoltaicos; Viabilidade Econômica.

## ABSTRACT

With the development of new energy matrices around the world, solar energy is gaining more space in society. Through the distributed generation system and ANEEL's Resolutions, the final consumer will be able to use alternative sources of electricity to compensate the concessionaire's network, thus seeking to reduce costs in their family or business budget in relation to energy expenditure. The article calculates the economic feasibility of the photovoltaic system and the costs involved in its installation and maintenance in a commercial enterprise located in the city of Manaus-AM. Through the aforementioned system, the aim is to measure the benefits generated for the commercial enterprise in relation to energy savings and the reduction in business budget expenses. The methods used for the development of the work will be to calculate the main financial indicators such as the Net Present Value (NPV), the Internal Rate of Return (IRR) and the Payback of the economic feasibility project, the data referring to the feasibility calculation will be applied with assistance from the Microsoft Excel program, in addition to resorting to bibliographical references from articles and books on solar energy and economic feasibility of projects. The results point to the feasibility of applying the resource in investment in photovoltaic panels, with positive NPV, IRR of 37.52%, Payback in 3.61 years and return of R\$ 4.69/7.33 kWh for each real invested In the project.

**Keywords:** Solar Energy; Photovoltaic panel; Economic viability.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países com maior capacidade instalada para geração de energia elétrica, detendo, segundo anuário estatístico de energia elétrica do ano de 2017, divulgado pelo Ministério de Minas e Energia (2020), 2,3% da potência instalada global de geração energética está no Brasil, ficando a frente de países como Coreia do Sul, França e Canadá.

Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2020), a matriz energética do país, apesar de ser altamente renovável é deficitária, em termos de utilização de energia elétrica, compondo apenas 1% do total.

Com a redução dos custos com esse tipo de energia, se debate cada vez mais a migração, tanto de agentes demandantes privados quanto do próprio setor público, para o modelo solar.

A Associação Brasileira de Energia Solar e Fotovoltaica – ABSOLAR, define energia solar como uma energia limpa e renovável que têm diversas aplicações, o mais conhecido no mercado é o sistema fotovoltaico, que possui um gerador movido à irradiação solar, servindo como uma forma de substituição dos geradores tradicionais. O mercado de energia fotovoltaica vem crescendo no decorrer dos anos (ABSOLAR, 2018), com a capacidade instalada mundialmente de 402,5 gigawatts (GW), foram 98GW a mais que no ano de 2017.

Fatores como interesse do mercado e o poder de escolha do consumidor médio, que são as residências familiares ou empresas de diversos seguimentos, geraram uma explosão de investimentos em energia solar no mundo, com isso, o Brasil conseguiu ingressar no ranking mundial de países produtores de energia solar em 2017. Os impactos gerados vão desde a diminuição de custo com energia para empresas, atração de novos investimentos, crescimento de economias regionais, geração de energia com fonte limpa até a diminuição das emissões de poluentes para as metas de Contribuição Nacionalmente Determinada - NDC do país, assim contribuindo para a diversificação da matriz energética e redução de perdas. De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2019), dados energéticos da região Norte do ano de 2018 apresentam que o consumo per capita gira em torno de 1,77 kWh/hab, consumo na rede de 32.433 GWh.

Isto evidencia o problema e a necessidade de fornecer embasamento técnico (econômico de engenharia e financeiro) para que novos empreendimentos possam analisar, através deste estudo de caso, se o caminho de substituição privada desta matriz energética é a melhor alternativa no momento ou se ainda se faz necessário esperar maior acessibilidade da tecnologia.

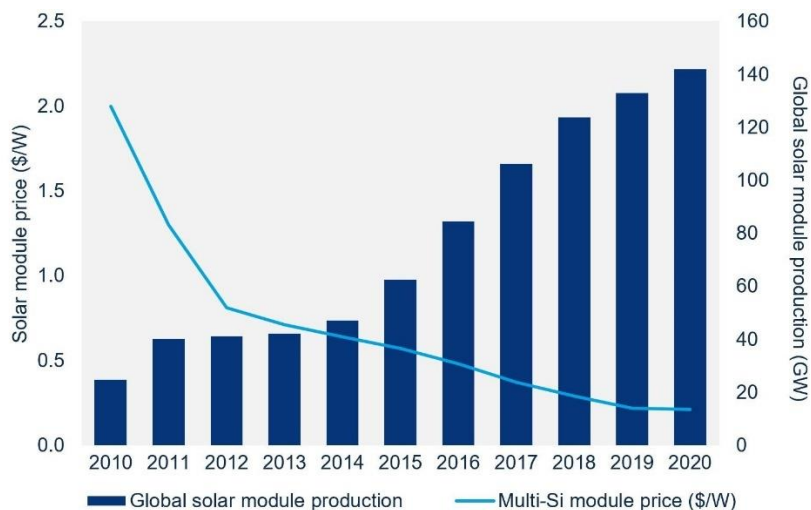
O tema tem grande relevância atualmente por explicar a energia solar e suas aplicações práticas. A diversificação da matriz energética no Brasil vem ganhando importância na sociedade, além do surgimento de incentivos através de leis e programas de financiamentos públicos ou privados para o uso de energia limpa e renovável, que podem beneficiar tanto pessoas físicas quanto pessoas jurídicas.

Associado a essa mudança de paradigma, vem ocorrendo o fenômeno da redução do custo associado ao kWh gerado pela modalidade solar de energia. Segundo Bezerra (2020) o preço médio da energia solar comercializada nos leilões promovidos pelo Governo Federal reduziram drasticamente entre os anos de 2015 a 2019, passando de R\$ 301,79 para R\$ 48,39, uma redução nominal, isto é, desconsiderando a inflação, de aproximadamente 84%.

Se comparado com os valores em US\$, menos sujeitos a ação inflacionária, Bezerra (2020) demonstra que a variação entre o período foi de redução em aproximadamente 76% do preço médio da energia solar em leilões do Governo Federal.

Esta redução de preços se dá, em parte pela evolução tecnológica do período, segundo SUN (2019) nenhuma fonte energética conseguiu acompanhar a solar em termos de redução de custo entre os anos de 2010 a 2019. A Figura 1 demonstra a redução do Custo do Watt em associação com os ganhos em escala da produção de painéis solares entre o período de 2010 a 2020, sendo este último uma projeção de dado não consolidado.

**Figura 1** – Evolução dos Preços e Produção de Energia e Painéis Solares de 2010 a 2020.



Fonte: Wood Mackenzie (disponível em: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/solar-pv-has-become-cheaper-and-better-in-the-2010s-now-what>. Acesso: 22 de jun. 2021)

O projeto de pesquisa tem como objetivo geral expor as reais expectativas com a implantação de painéis fotovoltaicos no empreendimento. De maneira específica buscando atender os custos com energia elétrica mensal antes da instalação do sistema e comparar quando os painéis fotovoltaicos estiverem em pleno funcionamento e realizar o cálculo de viabilidade econômica do projeto, considerando os métodos de análise financeira, assim gerando os indicadores financeiros do projeto como o método do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Payback.

O estudo de viabilidade econômica irá focar na alocação de painéis fotovoltaicos em empreendimento comercial, situado no município de Manaus-AM. O empreendimento comercial que será utilizado como modelo para o desenvolvimento do cálculo de viabilidade econômica é um galpão comercial, no qual estão alocadas três empresas que dividem o espaço para a realização de suas atividades.

As informações necessárias para calcular a viabilidade econômica serão levantadas *in loco*, através do levantamento da quantidade demandada de energia elétrica no galpão comercial, cotação de preços no mercado local e na internet, e também com pesquisas em sites de órgãos públicos relacionados a energia solar. Todas informações foram colocadas em planilhas com auxílio do programa Microsoft Excel para desenvolvimento do cálculo de viabilidade econômica.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

Na revisão de literatura deste estudo serão apresentadas as ideias de autores relacionados a problemática da pesquisa, assim embasando conceitualmente o artigo. Na subseção 2.1, explana-se sobre as regulações existentes aplicadas a energia fotovoltaica; e, por fim, discorre-se na subseção 2.2, sobre os indicadores para análise de viabilidade econômica financeira de projetos e no 2.3, mostra-se as especificações técnicas de painéis fotovoltaicos.

### **2.1. As regulamentações e programas de financiamento referentes a energia solar**

No ano de 2015 a ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, emitiu a Resolução Normativa enumerada de 687, que aborda sobre a mini e a micro geração de energia para consumo próprio, deste modo respeitando o limite superior de 75 quilowatts (kW) e o limite máximo de cinco megawatts (MW) para fontes renováveis de energia elétrica.

Segundo estudos da ABSOLAR (2021), o setor de energia fotovoltaica somou em torno de 270 megaWatts (mW) nos primeiros meses do ano de 2021. A demanda crescente por essa

matriz energética faz com que o setor corresponda a 1,7% do total da matriz elétrica do país. O aumento crescente dos incentivos para energia solar vem acompanhando a evolução do sistema fotovoltaico no Brasil.

A geração e comercialização de energia elétrica no Brasil entre autorizados, permissionários e concessionários estará regularizada no modelo dos Ambientes de Contratação Regulada ou Livre, assim a ANEEL expedirá a convenção de comercialização, as regras de comercialização e os procedimentos envolvidos, conforme o Art. 1º e §1º do Decreto de Lei nº 5.163, de 30 de julho de 2004. No Art. 14, declara que a geração distribuída (GD) é o processo de produção de energia elétrica proveniente dos empreendimentos dos autores citados no artigo primeiro desta lei (BRASIL, 2004).

Ao abordar sobre energia solar, o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), tem grande impacto na geração de energia distribuída no Brasil. Conforme a Confaz (2015), no que ficou conhecido como Convênio ICMS nº 16/2015, traz em seu escopo a tratativa sobre a autorização de conceder a isenção do imposto ICMS relativo à circulação de energia elétrica, de acordo com a Resolução Normativa nº 482. Entretanto, há uma divergência no texto da ANEEL (2012), o Convênio ICMS nº 16/2015 aborda em sua redação nova redação do inciso §1º da cláusula primeira, a isenção será aplicada somente no sistema de compensação elétrica por microgeração e minigeração, com respectivamente menor ou igual 75 kW e superior a 75 kW e menor ou igual 1 MW, embora a resolução 482 da ANEEL especifica que o limite da geração distribuída (GD) seja no máximo 5 MW.

No que explana o Projeto de Lei Complementar nº 207, de 2019, com a retomada da economia haverá o aumento por demanda de energia elétrica, isso abre um novo debate na sociedade referente ao crescimento econômico sustentável, assim buscando a produção de energia a baixo custo, melhorando a diversificação da matriz energética do país. Em países como Estados Unidos, Austrália e na União Europeia ocorrem fortes incentivos para a geração distribuída para o pequeno consumidor, assim trazendo diversos benefícios para o sistema elétrico. Ao contrário do Brasil, que possui diversas barreiras, a mais comum é a incidência do ICMS nas atividades de micro e mini geração de energia (BRASIL, 2019).

O Projeto de Lei nº 199, de 2016, tem como foco conceder a isenção de impostos federais sobre o sistema de energia solar. No seu Art. 2º exhibe as informações referente a isenção do imposto de importação e do imposto de produtos industrializados. A justificativa da lei está em incentivar e diminuir custos com máquinas e equipamentos necessários para a captação de energia solar, pois grande parte do material para a construção dos painéis fotovoltaicos são produzidos no exterior (BRASIL, 2016).

No Amazonas, no ano de 2019 foi publicada no Diário Oficial do Estado (DOE), a Lei nº 4.780, que aborda sobre a Política Estadual de Incentivo à Geração e Aproveitamento da Energia Solar. A lei contém seis artigos que referem-se aos processos e metodologias para conduzir a política eficiente de incentivos para geração de energia solar. No Art. 4º da lei explana sobre a concessão dos incentivos fiscais e financeiros às empresas e comunidades produtivas, pois dependendo da área de interesse de utilização, os incentivos fiscais serão diferentes. Os aspectos que podem afetar são as atividades produtivas, a natureza do projeto, ganho na projeção de sustentabilidade, a localização da instalação do sistema no estado do Amazonas, o porte do empreendimento, empresa ou da comunidade adjacente (AMAZONAS, 2019).

Atualmente, no Brasil existem diversas linhas de financiamento para a utilização da energia solar, através de bancos do setor público e do setor privado. Ambos os bancos oferecem diversas modalidades de pagamento e parcelamento do sistema. Neste trabalho será abordado para conhecimento apenas quatro programas de financiamento, que são: Financiamento de Energia Solar – Banco da Amazônia; Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES/FINAME; Banco do Brasil Financiamento PJ – Renováveis e Linha Financiamento Solar Santander.

Segundo o BNDE (2021), o programa FINAME é o financiamento para sistemas de geração de energia solar e eólica, sistemas híbridos, máquinas e equipamentos que utilizam o biocombustível ou que contribua para redução de emissão de gases do efeito estufa, mas os produtos devem ser credenciados pelo FINAME do BNDES, ser novos e de fabricação nacional. O programa de financiamento FINAME possui uma taxa de juros que é o somatório do custo financeiro, da taxa do BNDES em torno de 0,95% ao ano e a taxa do agente financeiro de até 3,5% ao ano, podendo ter 100% dos itens financiáveis, os prazos médios de até dez anos e com carência de dois anos.

De acordo com Bluesol (2019), o banco Santander possui uma linha de financiamento para utilização de fontes renováveis para pessoas jurídicas e físicas, o tempo de parcelamento de 72 meses. O público alvo do financiamento são empresas, produtores rurais e serviços relacionados à sustentabilidade, é possível englobar 100% dos itens financiáveis.

O financiamento do Banco da Amazônia – Basa (2021), tem como objetivo incitar a utilização da energia na região. O público alvo do financiamento do Basa são as empresas de todos os portes, produtores rurais e pessoas físicas. Os itens financiáveis podem chegar até 100%, podendo ter o prazo limite de 144 meses, possuindo 48 meses de carência. No regimento



do banco existem algumas observações que devem ser consultadas antes de pleitear a um financiamento do banco.

O Banco do Brasil (BB) (2021), possui uma linha de financiamento muito conhecida por produtores rurais que buscam investir em soluções sustentáveis como silvicultura. O Pronadf como é conhecido o programa do BB. O limite do financiamento é de R\$ 165.000,00 por beneficiário, o prazo médio de dez anos incluindo carência de três anos para os demais financiamentos.

O cálculo da tarifa de energia elétrica era única até o ano de 1993, nesse tempo a tarifa levava em consideração o custo do serviço, passando o caos que a economia sofria, através da Lei nº 8.631/93 que colocou o fim da uniformização e a Lei nº 8.987/95 referente ao equilíbrio econômico-financeiro, visto que o setor elétrico na época era marcado por inadimplência entre geradoras e distribuidoras (ANEEL, 2018).

## **2.2. Indicadores financeiros para cálculo de viabilidade econômico-financeira de projetos**

Diferentes tipos de indicadores econômico-financeiros podem ser utilizados, mas isso dependerá das características particulares de cada projeto de viabilidade. Neste estudo, que tem como objetivo calcular a viabilidade econômica para instalação de painéis fotovoltaicos para um empreendimento comercial, serão retratados os indicadores financeiros: o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e o payback.

Antes de explanar sobre os indicadores financeiros, é válido entender o conceito de “Projeto”. O projeto em consoante Puccini (2011), são atividades que possuem início e término perfeitamente definidos para conquistar determinada finalidade que possui relação com rotina das atividades da organização.

De acordo com Puccini (2011), o indicador financeiro valor presente líquido (VPL), em inglês “Net Present Value” (NPV), é condizente com o fluxo de caixa no seu valor presente das suas parcelas futuras, somando-se algebricamente com a grandeza situada ao ponto zero. O ponto zero é na grande maioria o valor correspondente ao investimento inicial do projeto de viabilidade econômico-financeira e possui o valor negativo, pois representa uma saída de recursos financeiros do caixa.

O valor presente líquido é a técnica para análise de investimentos mais conhecida e praticada na área de finanças em geral. O método do VPL, segundo Souza e Clemente (2008) é o agrupamento de todos os valores previsto do fluxo de caixa se equipara a zero, para que isso ocorra, utiliza-se uma taxa mínima de atratividade (TMA) aplicada.

O método do VPL em concordância Avila (2013), é especificamente recomendável para decisões de investimentos produtivos, pois o método beneficia as possibilidades para investimentos de capital. Decisões financeiras com objetivos de implantação de novos produtos, incorporação mobiliária, novas unidades fabris, entre outras, são favorecidas com a metodologia. O valor presente líquido de um projeto de viabilidade econômica corresponde com a adição dos valores presentes ligados aos fluxos de caixa constituintes do projeto, quando reduzidos a uma taxa mínima de desconto.

Segundo Puccini (2011), no campo da economia, a taxa de atratividade é percebida como o custo de oportunidade da aplicação do investidor ou da organização empresarial. O valor da TMA é considerada o custo de capital ou a volta do valor médio obtido nas atividades dos investidores, podendo ser o custo de capital aplicado a taxa básica de juros.

Como explana Souza e Clemente (2008), a TMA é taxa com menor risco para os investimentos praticados no mercado, entende-se que o capital não fica alocado no caixa, e sim, aplicado na TMA, gerando excedente de capital.

Para Avila (2013) TMA refere-se a menor rentabilidade esperada pelo investidor para a remuneração do seu capital aplicado no projeto, assim relaciona-se com alternativas de investimentos no período de escolha. A TMA pode ser definida de duas maneiras, sob a ótica do investidor ou da empresa.

O indicador taxa interna de retorno (TIR), segundo Souza e Clemente (2008) tem correlação com o VPL, pois é a taxa de desconto aplicada que torna o fluxo de desembolso igual a zero. A TIR pode ser aplicada de tal maneira para explorar a dimensão do retorno como também para análise da dimensão de risco do projeto de investimento. A dimensão de retorno pode ser considerada como a divisa superior para a rentabilidade do capital aplicado no projeto.

Em conformidade com a explicação de Puccini (2011), a TIR é considerada uma taxa de desconto aplicada aos desembolsos financeiros que torna o indicador valor presente líquido nulo de um fluxo de caixa ou que iguala em um dado momento, os valores de entradas (input) e saídas (output) de caixa. Assim, a TIR estabelece a nulidade do VPL, essa taxa representa a rentabilidade relativa do projeto de investimento e precisará ser comparada com a TMA, caso a TIR seja maior que a TMA, a aplicação é classificada como viável e atraente, caso contrário, ocorrerá a rejeição do investimento.

Do terminologia inglesa “Internal Rate of Return”(IRR), o indicador financeiro taxa interna de retorno para Puccini (2011) é o índice que faz o fluxo de caixa do valor presente líquido seja igual a zero. O VPL quando igualado a zero faz com que as grandezas futuras do

fluxo de caixa sejam abatidas com determinada taxa e produz um valor presente igual ao investimento inicial, causando o ponto zero no horizonte de investimento.

Para Ross, Westerfield, Jaffe e Lamb (2015), o método da TIR é a melhor alternativa ao VPL, pois é o mais aproximado que se pode chegar ao VPL sem precisar calculá-lo. O entendimento básico para o método da TIR em projetos de viabilidade econômica-financeira é fornecer um único valor, assim resumindo os méritos do projeto. O valor encontrado pelo método não resulta da taxa utilizada no mercado, pois esse número está intrínscico ao projeto, só dependendo dos fluxos de caixa.

O payback é uma terminologia inglesa para o método Período de Recuperação de Capital (MRC), é utilizado como parâmetro de decisão do menor tempo do capital investido. Para Avila (2013) o método consiste em averiguar o tempo de retorno do recurso financeiro aplicado em cada alternativa disponível, levando em consideração os fluxos de caixas acumulados, assim deverão selecionar de forma hierarquizada o projeto que apresentar o menor tempo recuperação.

Para Ross et al.(2015), o método do payback é utilizado na tomada de decisões para investimentos simples. O payback apresenta três problemas: arranjo no tempo dos fluxos de caixa dentro do período de payback; fluxos de desembolsos depois do período de payback e padrão aleatório do período de payback. Podendo levar a algumas decisões imprudentes quando utilizado de maneira errônea. Contudo, os investidores aplicam o método devido a sua simplicidade e a capacidade de ser utilizada como filtro para as decisões de investimentos menores.

### **2.3. As especificações de painéis solares**

No mercado de energia solar os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados de duas maneiras distintas, podendo ser on-grid, que são sistemas conectados a rede e off-grid, que são conhecidos como sistemas isolados.

Para Boso, Gabriel e Filho (2015), o sistema on-grid possui a sua conexão direta com a rede da concessionária. O sistema através dessa conexão permite que o excedente de energia produzida através dos painéis solares seja direcionada a rede após a eletrecidade ser convertida em corrente contínua para alternada por meio de dispositivos de inversores.

A energia solar utilizada nos painéis fotovoltaicos sofrem a conversão direta através de dispositivos conectados com as células dos painéis, assim transformando luz solar em eletricidade. O benefício da energia solar, fonte inesgotável, tanto como fonte de calor e luz,

tornou-se uma das mais promissoras fontes alternativas de energia limpa que existe, na concepção (IMHOFF, 2007).

Os painéis fotovoltaicos são produzidos e projetados para suportarem as intempéries, devendo funcionar em condições altamente satisfatórias por anos, estima-se em torno de 30 anos. Para Rüther (2004) O projeto solar tem funcionalidade dupla que é gerar eletricidade e integrar como parte da construção de empreendimentos residenciais, industriais e comerciais, sendo aloncados na cobertura, ambiente externos, paredes, janelas e fachadas.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho de conclusão de curso foi elaborado através de pesquisas bibliográficas, por meio de sites, livros técnicos, artigos científicos e consulta em manuais de órgãos públicos competentes, e para complementar foram realizadas cotações de preços na região e visitas *in loco* para a coleta de informações necessárias a instalação do sistema fotovoltaico para a construção do estudo de caso que propõe-se avaliar a viabilidade econômica da instalação do sistema de energia solar em um empreendimento comercial.

Em primeiro momento foi realizado a visita técnica ao empreendimento comercial escolhido para a instalação dos painéis fotovoltaicos. As empresas situadas no galpão não permitiram a citação de suas razões sociais. Portanto, somente irão ser citadas as características do imóvel com intuito de elencar as melhores condições para a instalação do sistema de energia solar de forma mais eficiente. O galpão comercial fica localizado no bairro São Francisco, próximo ao Fórum Ministro Henoch da Silva Reis, situado na cidade de Manaus-AM. O empreendimento dispõe 480 m<sup>2</sup> de área construída, mas não possui atualmente espaço no térreo suficiente para alocar os painéis solares, pois na construção do galpão foi pensado na utilização máxima de espaço para fins comerciais e também as construções adjacentes são muito próximas as laterais do empreendimento, assim não havendo possibilidade na construção de uma área externa exclusiva para os painéis. Portanto, a instalação será alocada na cobertura do galpão.

As características da cobertura do edifício comercial impactam na alocação do sistema, através da visita técnica foram levantado todos os aspectos como o tipo de telha e sua inclinação, o tipo de estrutura de sustentação da cobertura e os materiais de construção utilizados, pois os painéis serão alocados em cima das telhas da cobertura, assim necessitando de uma estrutura firme que suporte o peso dos painéis somado com o peso das telhas.

A segunda etapa, consiste no levantamento de informações *in loco* referente aos custos com energia elétrica do empreendimento comercial. Assim busca-se realizar todo o

levantamento da demanda média de energia do empreendimento e a quantidade de funcionários que trabalham no imóvel. Em paralelo a isso, será possível realizar as cotações da instalação dos painéis solares, levando em consideração as informações obtidas nas etapas anteriores. A instalação do sistema levará em conta algumas características como o local de instalação no imóvel, pois isso mudará os suportes dos módulos fotovoltaicos e conseqüentemente os valores, a região, devido a incidência solar e a quantidade demandada por energia elétrica.

A quantidade demandada foi calculada somando as potências em kWh (quiloWatts hora) de todos os equipamentos eletrônicos utilizados nas atividades operacionais e de outras áreas do galpão, levando em consideração a parte luminotécnica do ambiente, ambas as potências foram multiplicadas pela quantidade de horas em funcionamento no dia, através disso foi possível estimar a demanda média mensal levando em consideração somente os dias trabalhados nos escritórios, que é equivalente em média a 22 dias. Essa informação é importante para a realização da cotação de preços mais acertivas no mercado. Os valores das potências dos aparelhos foram retirados de tabelas de sites especializados em equipamentos eletrodomésticos.

A etapa de cotação de preços desenvolveu-se com base em pesquisas em sites especializados e empresas da região que trabalham com instalação de painéis fotovoltaicos. A partir do valor da quantidade demandada de energia do empreendimento comercial a pesquisa de preços se direcionou em buscar no mercado valores atuais correspondentes com o consumo médio levantado na visita técnica. O valor de consumo é o ponto de partida para cotação do preço mais eficiente da instalação do sistema de energia solar. É importante evidenciar a importância do valor da tarifa de energia elétrica da região onde pretende-se instalar o sistema fotovoltaico, a informação está disponibilizada em sites das concessionárias de energia elétrica.

Deste modo, definido o local que serão instalados os painéis, em média estima-se que serão utilizados aproximadamente 43 painéis solares com base na demanda mensal por energia elétrica, o sistema de energia solar levará em consideração a posição dos painéis que permitam o maior tempo de exposição à irradiação solar durante o dia. As dimensões padrões dos painéis solares utilizados para o estudo foram 1,954m x 0,99m, equivalente 1,9345m<sup>2</sup>, pesando 21,8kg e com potência de 340W, assim o total estimado para o empreendimento ocuparia em média 58,03m<sup>2</sup> de espaço da cobertura.

O VPL foi calculado com base na função do excel =vpl(taxa;valor)+valor0; a taxa é igual a TMA, que para o estudo foi considerado o valor vigente da taxa Selic da economia brasileira no período de desenvolvimento desse artigo; “valor” é igual ao intervalo de valores ou o fluxo de caixa gerado pela estimativa de projeção de economia de energia para o

empreendimento comercial; “valor0” é referente ao valor de investimento inicial no sistema solar despendido para aquisição.

O indicador da TIR foi calculado através da função =tir(valor0:valorF); o “valor0” é a mesma variável utilizada no cálculo do VPL, no entanto, o “valorF” é o último valor do fluxo de caixa da planilha do projeto de viabilidade. As nomenclaturas utilizadas nas fórmulas do excel foram adaptações próprias para facilitar o entendimento da aplicação.

O método do Payback (PB) descontado foi utilizado na planilha, pois o método estima o tempo de retorno do investimento inicial. O que diferencia o método do Payback descontado do Payback simples, é que o PB descontado leva em consideração no seu cálculo o custo do capital baseado no tempo presente. Na planilha do excel o PB descontado foi calculado somando os valores do fluxo da estimativa do gasto com consumo de energia elétrica em reais por ano, levando em consideração a projeção de inflação retirada do Relatório de Mercado Focus do Banco Central.

O fluxo de caixa foi elaborado levando em consideração o período de 25 anos, que é o tempo de duração média dos painéis solares. No método de cálculo de viabilidade foi considerado o custo de manutenção anual em torno de 0,50% a.a.

A potência do sistema foi estimada em média de 13,23 kWp considerando a irradiação no Amazonas de 5,5 kWh/m<sup>2</sup>, a potência dos módulos solares com base em pesquisa de mercado foi no valor de 340W. No desenvolvimento do cálculo será considerado o valor da tarifa elétrica de R\$ 0,693 do estado do Amazonas, em vigor desde o dia 01/11/2020.

#### 4. RESULTADOS

Para o empreendimento, estimou-se, com base no levantamento de informações, a necessidade com consumo energético em aproximadamente 2.183 kWh, para tal, a Tabela 1 apresenta a memória de cálculo para estimar a quantidade de painéis para suprir a demanda, conforme a seguir:

**Tabela 1 – Necessidade de Painéis Solares.**

Memória de Cálculo	Legenda	Valor
(A)	Whatt-Pico*	0,34 kW
(B)	Horas de Sol por dia**	5 Horas
(C)	Dias de Sol no Mês	30 Dias
(D) = (A) x (B) x (C)	Geração de Energia no Mês/painel	51,00 kWh

(E)	Consumo a Suprir	2183,32 kWh
<b>(F) = (E) / (D)</b>	<b>Quantidade de Painéis Necessários</b>	<b>43 paineis</b>

(\*) Potência Máxima de um painel em condições ideais

(\*\*) Horas de Pico para Incidência de Energia Solar

Fonte: Elaboração Própria com base em estimativas do estudo

Logo, para suprir a demanda energética calculada, serão necessários ao estudo 43 painéis solares operando 30 dias no mês por, no mínimo 5 horas em condições de Whatt-Pico.

A Tabela 2 demonstra a necessidade, em termos de investimento, para fazer frente aos valores projetados de geração energética, considerando o perfil consumidor da empresa a ser objeto do investimento e energia solar disponível.

**Tabela 2 – Investimento Inicial (I<sub>0</sub>)**

Memória de Cálculo	Legenda	Valor
(A)	Consumo a Suprir	2183,32 kWh
(B)	Dias de Sol no Mês	30 Dias
(C)	Irradiação*	5,5 kWh/m <sup>2</sup>
<b>(D) = (A)/(B)/(C)</b>	<b>Pico Necessário</b>	<b>13,23 kWp</b>
(E)	Investimento/kWp	R\$ 6.000,00
<b>(F) = (E) x (D)</b>	<b>Investimento Total</b>	<b>R\$ 79.393,45</b>

(\*) Corresponde a capacidade de absorção energética do m<sup>2</sup> do painel solar

Fonte: Elaboração Própria com base em estimativas do estudo

O empreendimento contará com 43 painéis solares, com potência de 0,34 kW e, para fazer frente a esta imobilização, será necessário o desembolso de R\$ 79.393,45. Em relação ao fluxo de caixa de desembolso, considerou-se o valor do kWh cobrado pela distribuidora no ano inicial do estudo em R\$ 0,93555 (composto por R\$ 0,693 de tarifa, acrescida de impostos), logo a despesa média com energia para o primeiro ano é elencada na Tabela 3:

**Tabela 3 – Gasto do primeiro ano com energia elétrica**

Memória de Cálculo	Legenda	Valor
(A)	Consumo a Suprir	2183,32 kWh
(B)	Custo do kWh (distribuidora)	R\$ 0,93555
(C)	Meses de Funcionamento no Ano	12 meses
<b>(D) = (A) x (B) x (C)</b>	<b>Gasto do primeiro ano com energia</b>	<b>R\$ 24.511,26</b>

Fonte: Elaboração Própria com base em estimativas do estudo

Para projeção do crescimento dos valores da tarifa e, por consequência, dos valores que, sem a implantação dos painéis, seriam despendidos com energia elétrica, considerou-se a estimativa de inflação para o ano de 2021, com base no Índice de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA estimada segundo relatório da revista FOCUS (2021) em 5,44% ao ano, devido a sua característica conjuntural, a projeção de inflação foi mantida para os 25 anos de projeção em condição inalteradas, considerando a estabilização da economia neste patamar inflacionário médio.

A Tabela 4 mostra os valores que seriam despendidos com energia sem a implantação dos painéis solares durante o período de depreciação dos painéis solares:

**Tabela 4** – Gasto anual com energia elétrica para o período de projeção

Ano	Valor	Ano	Valor	Ano	Valor
1	R\$ 24.511,26	10	R\$ 41.631,27	19	R\$ 67.060,72
2	R\$ 25.844,67	11	R\$ 43.896,01	20	R\$ 70.708,82
3	R\$ 27.250,62	12	R\$ 46.283,95	21	R\$ 74.555,38
4	R\$ 28.733,06	13	R\$ 48.801,80	22	R\$ 78.611,19
5	R\$ 30.296,14	14	R\$ 51.456,61	23	R\$ 82.887,64
6	R\$ 31.944,25	15	R\$ 54.255,85	24	R\$ 87.396,73
7	R\$ 33.682,01	16	R\$ 57.207,37	25	R\$ 92.151,11
8	R\$ 35.514,31	17	R\$ 60.319,45		
9	R\$ 37.446,29	18	R\$ 63.600,83		

Fonte: Elaboração Própria com base em estimativas do estudo

Os gastos elencados na Tabela 4 somente se efetivariam se a empresa demandasse energia elétrica da distribuidora. Como no cenário de análise a geração de energia é feita através de painéis solares que, ao gerar energia para a rede criam créditos para abatimentos em contas futuras, esses valores serão tomados como benefícios pela empresa.

Entretanto, conforme Espinosa Fuentes (2006) todo investimento precisa de manutenção para que o resultado da produção se encontre nos níveis ideais, logo, considerando o exposto, o estudo utilizou a estimativa da empresa ELYSIA (2017) de 0,50% ao ano do valor de compra do item, correspondendo a R\$ 396,97 anuais para manutenção. A Tabela 5 demonstra o fluxo de benefícios da Tabela 4, considerando a redução gerada pelos gastos com manutenção.

**Tabela 5** – Fluxo de Benefícios

Ano	Valor	Ano	Valor	Ano	Valor
-----	-------	-----	-------	-----	-------



1	R\$ 25.447,71	10	R\$ 41.234,30	19	R\$ 66.663,75
2	R\$ 26.853,66	11	R\$ 43.499,04	20	R\$ 70.311,85
3	R\$ 28.336,09	12	R\$ 45.886,98	21	R\$ 74.158,41
4	R\$ 29.899,17	13	R\$ 48.404,83	22	R\$ 78.214,22
5	R\$ 31.547,28	14	R\$ 51.059,65	23	R\$ 82.490,67
6	R\$ 33.285,04	15	R\$ 53.858,89	24	R\$ 86.999,76
7	R\$ 35.117,35	16	R\$ 56.810,40	25	R\$ 91.754,14
8	R\$ 37.049,32	17	R\$ 59.922,49		
9	R\$ 39.086,40	18	R\$ 63.203,86		

Fonte: Elaboração Própria com base em estimativas do estudo

Considerando o fluxo de benefícios presentes na Tabela 5, o estudo pode ser iniciado com o cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR), primeiro indicador a ser analisado para o estudo. Dentre a série histórica presente e considerando que o valor do ano 0 (investimento inicial) é o presente na Tabela 2, obtém-se uma **TIR de 37,52%**.

Isto significa dizer que, dentro do escopo analisado, o investimento é vantajoso até uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de mesma magnitude da TIR (desconsiderando o risco). Segundo Barbieri (2007), a interpretação de que a TIR é a indicação correta do retorno do projeto se demonstra equivocada, servindo melhor como estimador de intervalo que como retorno de realização certa.

Para dar sequência as análises, se faz necessária a definição da TMA, que, segundo Asrilhant (1995) pode ser melhor definida se associada ao grau de risco da empreitada. Como a presente viabilidade considera uma empresa já instalada que está apenas migrando de uma matriz energética para outra, não há elevado risco na atividade, pelo contrário, o risco se manterá no mesmo patamar, com ou sem a implantação dos painéis solares.

Logo, considerando o acima exposto, a TMA deve ser o investimento de baixo risco que melhor remunere o capital investido. Neste ângulo, o tesouro direto foi a alternativa escolhida por ser o título de maior segurança e melhor remuneração disponível para intervalo do investimento (25 anos). O título base escolhido tem seu rendimento composto pelo IPCA (que, no presente estudo é de 5,44%) acrescido de 4,38%. Isto posto, a **TMA do presente projeto é de 9,82%**.

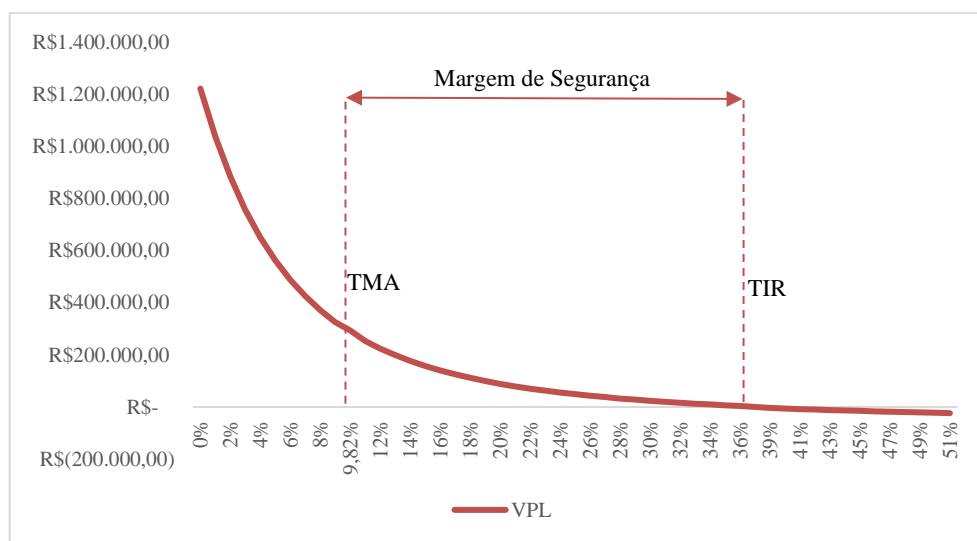
Com a TMA devidamente definida, pode-se prosseguir com a análise dos demais indicadores, começando pelo Valor Presente Líquido (VPL), que tem como função trazer todos os valores monetários a data inicial, descontando deles a TMA. Para o presente projeto o

resultado do **VPL foi de R\$ 293.711,36**. O resultado indica que o investimento é atrativo do ponto de vista econômico por apresentar VPL positivo.

Em relação a margem de segurança, que segundo Carvalho (1994) corresponde aos retornos acima do ponto de nivelamento do investimento (neste caso, a TMA), pode-se observar que o intervalo em termos percentuais entre a TIR e a TMA do projeto é de **27,70%**, isto quer dizer que, mesmo que seja encontrado um investimento em renda fixa 10% maior que o estimado para a TMA e que, concomitante, a TIR do projeto seja 10% menor que a projetada inicialmente, o investimento na geração de energia através do painel fotovoltaico será 7,70% mais vantajoso que este investimento.

Ainda em termos de margem de segurança, a Figura 2 demonstra a representação visual da margem de segurança do empreendimento, onde a primeira linha pontilhada representa a TMA e a segunda linha representa a TIR.

**Figura 2 – Margem de Segurança do Empreendimento.**



Fonte: Elaboração Própria com base em estimativas do estudo

Para o cálculo do PayBack, faz-se necessário, previamente, trazer o fluxo de benefícios para seu valor na data inicial (data 0). A Tabela 6 demonstra esse fluxo descontado.

**Tabela 6 – Fluxo de Benefícios Descontado pela TMA**

Ano	Valor	Ano	Valor	Ano	Valor
1	R\$ 23.165,87	10	R\$ 16.116,03	19	R\$ 11.186,35
2	R\$ 22.253,75	11	R\$ 15.476,72	20	R\$ 10.740,57
3	R\$ 21.376,65	12	R\$ 14.862,39	21	R\$ 10.312,39
4	R\$ 20.533,31	13	R\$ 14.272,10	22	R\$ 9.901,12

5	R\$ 19.722,48	14	R\$ 13.704,93	23	R\$ 9.506,12
6	R\$ 18.943,00	15	R\$ 13.160,02	24	R\$ 9.126,76
7	R\$ 18.193,71	16	R\$ 12.636,50	25	R\$ 8.762,42
8	R\$ 17.473,50	17	R\$ 12.133,58		
9	R\$ 16.781,28	18	R\$ 11.650,45		

Fonte: Elaboração Própria com base em estimativas do estudo

Considerando os valores dispostos na Tabela 6 e o investimento inicial de R\$ 79.393,45, o Payback para o presente projeto é de 3 anos, 7 meses e 11 dias, isto é, considerando o período de depreciação total do projeto, isto é, 25 anos, transcorrido 14,45% do tempo de vida útil dos painéis, os mesmos já terão efetivamente pago seu custo cobrindo a TMA, fornecendo ao investido um período de 21 anos, 4 meses e 19 dias em que o investimento estará apenas gerando novos fluxos de benefícios.

Outra análise que pode ser realizada com base no período de Payback segundo Lima, J. D. et al. (2013 apud Souza e Clemente 2008) e a de considerar o indicador como risco e não previsão de rentabilidade, se o investimento está sendo pago, *coeteris paribus*, após 14,45% do tempo de depreciação transcorrido, caso existam variações no horizonte de planejamento, reduzindo por exemplo o fluxo de benefícios, existe ainda elevado intervalo temporal para que o investimento seja remunerado antes do fim de sua vida útil.

Em síntese, quanto mais distante do encerramento do horizonte de projeto mais seguro é o investimento pois apresentará retorno em menor tempo e, concomitante a isto, conforme expõe Murat et al. (2015) as previsões econômicas, quanto mais distantes do presente, se tornam cada vez menos precisas, dada a interdependência de diversos indicadores não mensurados ou mensuráveis, fazendo com que as relações se tornem voláteis e imprevisíveis.

No caso do estudo em tela, por exemplo, não se pode prever a política de matriz energética do Governo Federal em 2035 (período dentro do horizonte de planejamento), caso o PayBack do projeto estivesse próximo do fim do horizonte, menores seriam as garantias de retorno.

O Índice Benefício Custo (IBC) corresponde a somatória dos fluxos de benefícios (ajustados para o tempo 0) divididos pelo investimento inicial do projeto. Para o presente projeto, a cada R\$ 1,00 incorporado ao ativo através de aquisição de painéis solares a empresa terá de retorno **R\$ 4,69 reais**.

Em termos de geração energética, somando o investimento inicial ao seu custo de manutenção (total de R\$ 89.317,64), e considerando que durante os 25 anos de vida útil do investimento os painéis gerarão 654.996 kWh de energia elétrica, **para cada R\$ 1,00 imobilizado no empreendimento serão gerados 7,33 kWh de energia elétrica no período**.

## CONCLUSÃO

Com a redução de custos experimentada nos últimos 10 anos e com os incentivos dos governos ao desenvolvimento e implantação de novos métodos de captação e geração de energia, o modelo solar ganhou força no cenário nacional.

O presente trabalho realizou a análise da viabilidade para a implantação de painéis solares em uma empresa do Amazonas localizada no bairro São Francisco, próximo ao Fórum Ministro Henoch da Silva Reis como substituição do modelo de aquisição de energia elétrica da concessionária.

Os indicadores de viabilidade demonstraram que, com base nos dados coletados e disponíveis, a implantação de painéis solares é não apenas viável como também de alta rentabilidade para a empresa. O valor presente líquido apresentou valor positivo, significando que o projeto remunera mais que a TMA de 9,82% (Investimento em tesouro direto). Em termos de valores, o investimento remunera a mais que a TMA, em valores do período 0, R\$ 293.711,36.

A TIR apresentada foi de 37,52% remunerando mais que qualquer investimento em renda com os mesmos níveis de segurança, parte disto se dá pelo baixo custo de manutenção, que corresponde a 0,5% do valor do investimento em painéis. A margem de segurança presente correspondeu a um intervalo de 27,70% para variação dos indicadores TIR e TMA, indicando elevado grau de assertividade quanto a segurança do investimento.

Em termos de tempo para recuperação do valor investido (*PayBack*) o investimento é recuperado em 3 anos e 7 meses e 11 dias, deixando livre a diferença temporal para que o investidor possa aplicar o recurso de outra forma. Em relação ao retorno do investimento, verificou-se que para cada 1 real investido neste projeto serão recuperados 4,69 reais ou, em termos de energia, serão gerados 7,33 kWh.

A implantação segue a tendência de mercado por novas fontes de energia e os indicadores demonstram que este é um momento oportuno para a realização do investimento ora presente.

O resultado do estudo poderá ser aproveitado para aplicações em trabalhos futuros em condomínios residenciais e podendo levar em consideração o cálculo para projetos financiáveis por entidades públicas ou privadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABSOLAR - Associação Brasileira De Energia Solar Fotovoltaica. **Incentivos fiscais para geradores de energia solar passam a ter validade até 2022**. São Paulo – SP, 2020.

Disponível em:< <https://www.absolar.org.br/noticia/incentivos-fiscais-para-geradores-de-energia-solar-passam-a-ter-validade-ate-2022/> >. Acessado em: 21 mai. 2021.

AMAZONAS – Secretaria de Estado da Fazenda. **Lei nº 4.780, de 18 de janeiro de 2019**. Dispõe sobre a Política Estadual de Incentivo à Geração e Aproveitamento da Energia Solar no âmbito do Estado do Amazonas, e dá outras providências.

ANEEL - Agência Nacional De Energia Elétrica. **Resolução normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015**.

ASRILHANT, Boris et al. **Taxas mínimas de atratividade associadas a diferentes graus de risco: uma metodologia aplicada a projetos de produção da indústria do petróleo no Brasil**. 1995.

AVILA, A. V. **Matemática financeira e engenharia econômica**. Florianópolis. Programa de Educação Tutorial da Engenharia Civil – UFSC, 2013.

BASA – Banco Da Amazônia. **Energia Verde Rural**. Belém, PA: BASA, 2021. Disponível em:< <https://www.bancoamazonia.com.br/index.php/produtos-servicos/agronegocio/energia-verde> >. Acessado em: 31 mai. 2021.

BARBIERI, José Carlos; ÁLVARES, Antonio Carlos Teixeira; MACHLINE, Claude. Taxa Interna de Retorno: controvérsias e interpretações. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, n. 4, p. 131, 2007.

BB – Banco Do Brasil. **Pronaf Bioeconomia**. Brasília, DF: BB, 2021. Disponível em:< <https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio---produtos-e-servicos/credito/investir-em-sua-atividade/pronaf-eco#/> >. Acessado em: 31 mai. 2021.

BEZERRA, Francisco Diniz. Energia solar. **Caderno Setorial ETENE** – Banco do Nordeste. 2020. Disponível em: < [https://g20mais20.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/227/2/2020\\_CDS\\_110.pdf](https://g20mais20.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/227/2/2020_CDS_110.pdf)>. Acessado em: 22 de jun. 2021.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **BNDES Finame – Baixo Carbono**. Brasília, DF: BNDES, 2021. Disponível em:< <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finame-baixo-carbono> >. Acessado em: 30 mai. 2021.

BOSO, A. C. M. R; GABRIEL, C. P. C; FILHO, L. R. A. G. **Análise de custos dos sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid no Brasil**. ANAP Brasil, São Paulo-SP, v. 8, n. 12, p. 57-66, 2015. Disponível em: < [https://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap\\_brasil/article/view/1138/1161](https://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap_brasil/article/view/1138/1161)>. Acessado em: 18 mai. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional de Política Fazendária. **Convênio ICMS nº 16**. Brasília, DF: Ministério da Economia, 2015. Disponível em: < [https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2015/CV016\\_15](https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2015/CV016_15) >. Acessado em: 27 mai. 2021.

\_\_\_\_\_. Lei nº 5.163, de 30 de julho de 2004. **Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências**. Brasília, DF: Palácio do Planalto, 2004. Disponível em:< [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5163.HTM](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5163.HTM) >. Acessado em: 21 mai. 2021.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. Anuário Estatístico de Energia Elétrica. Brasília, DF. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202020.pdf>>. Acessado em: 20 mai. 2021.

\_\_\_\_\_. Projeto de Lei Complementar nº 207, de 04 de setembro de 2019. Isenta do ICMS as operações de compensação de energia elétrica na microgeração e na minigeração distribuída doméstica. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2019. Disponível em: < [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=8CB9D613DC9B7D16CEE2091052BDA1E2.proposicoesWebExterno1?codteor=1807697&filename=Avuls%20+-PLP+207/2019](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=8CB9D613DC9B7D16CEE2091052BDA1E2.proposicoesWebExterno1?codteor=1807697&filename=Avuls%20+-PLP+207/2019) >. Acesso em: 28 mai. 2021.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Energia Solar**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicações/atlas/pdf/03-energia\\_solar\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicações/atlas/pdf/03-energia_solar(3).pdf)>. Acessado em: 05 abr. 2020.

CARVALHO, Silvano Fontenele R. de. **Margem de segurança e alavancagem operacional**. Fortaleza, CE, 1994.

ELYSIA – Energia Solar. **Custo de manutenção de sistema fotovoltaico: alto ou baixo?**. Disponível em: < <https://elysia.com.br/manutencao-de-painel-fotovoltaico/>>. Acesso em: 22 de jun. 2021.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2019 ano base 2018**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 06 abr. 2020.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Matriz energética e Elétrica. **ABCdaENERGIA**. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 20 mai. 2021

ESPINOSA FUENTES, Fernando Félix et al. **Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial**. Florianópolis, SC, 2006.

LIMA, J. D. et al. Propostas de ajuste no cálculo do payback de projetos de investimentos financiados. **CEP**, v. 85, p. 390, 2013.

IMHOFF, J. **Desenvolvimento de Conversores Estáticos para Sistemas Fotovoltaicos Autônomos**. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007. 146 f.

MURAT, Luiz Felipe Gomes et al. **Previsibilidade de variáveis macroeconômicas: um estudo comparativo do grau de acurácia de previsões existentes no boletim Focus**. São Paulo, SP, 2015.

PUCCINI, E. C. **Matemática financeira e análise de investimentos**. Florianópolis : Departamento de Ciências da Administração / UFSC; [Brasília] : CAPES : UAB, 2011.

PUCCINI, A. L; PUCCINI, A. **Matemática financeira: objetiva e aplicada**. Ed. São Paulo: Elsevier, 2011.

ROSS, S.A; WESTERFIELD, R. W; JAFFE, J; LAMB, R. **Administração financeira: versão brasileira de corporate finance**. Ed. 10. Porto Alegre:AMGH, 2015.

RÜTHER, R. **Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil**. Florianópolis: UFSC / LABSOLAR, 2004.

SUN, Xiaojing. **Solar Technology Got Cheaper and Better in the 2010s. Now What?**. Disponível em: < <https://www.greentechmedia.com/articles/read/solar-pv-has-become-cheaper-and-better-in-the-2010s-now-what> >. Acesso em: 22 de jun. 2021

## APÊNDICE

**Tabela 1A – Parâmetros do Estudo**

<b>Fluxo de caixa solar</b>	
Conta média mensal	
R\$ 2.042,61	
Investimento inicial	
R\$ 79.393,45	
Redução média na conta	
100%	
Entrada mensal no FC	
R\$ 2.042,61	
Entrada anual FC	
R\$ 24.511,26	
Custo de manutenção anual (%)	
0,50%	
Custo de manutenção anual (R\$)	
R\$ 396,97	
Consumo por mês (kWh)	
2183,32	
Valor da tarifa s/imposto	
0,693	
Imposto médio	
35%	
Valor da tarifa c/imposto	
0,93555	
Consumo por mês (R\$)	
2042,605026	
Módulo (Wp)	
0,340	
Total de painéis	
43	
Número de horas de sol	
5	
Cálculo kWp	
13,23224242	
kWh economizado	
1637,49	
TMA	
9,85%	
Inv/kWh instalado (R\$)	
R\$ 6.000,00	

Fonte: Elaboração Própria com base em estimativas do estudo.