

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
ENGENHARIA ELÉTRICA

ADEMIR RODRIGUES JÚNIOR

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE LONGO PRAZO ENTRE A
INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO E A MIGRAÇÃO PARA O
MERCADO LIVRE DE ENERGIA PARA UMA INDÚSTRIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CORNÉLIO PROCÓPIO
2021

ADEMIR RODRIGUES JÚNIOR

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE LONGO PRAZO ENTRE A
INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO E A MIGRAÇÃO PARA O
MERCADO LIVRE DE ENERGIA PARA UMA INDÚSTRIA**

**LONG TERM ECONOMIC FEASIBILITY ANALYSIS BETWEEN THE
INSTALLATION OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM AND THE MIGRATION TO THE
DESREGULATED MARKET FOR AN INDUSTRY**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientadora: Prof. Dr^a. Gabriela Helena Bauab Shiguemoto.

CORNÉLIO PROCÓPIO
2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt_BR)

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt_BR

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Cornélio Procópio
Departamento Acadêmico de Elétrica
Curso de Engenharia Elétrica



FOLHA DE APROVAÇÃO

Ademir Rodrigues Junior

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE LONGO PRAZO ENTRE A INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO E A MIGRAÇÃO PARA O MERCADO LIVRE DE ENERGIA PARA UMA INDÚSTRIA

Trabalho de conclusão de curso apresentado às 13:30hs do dia 01/12/2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista no programa de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

Prof(a). Dr(a). Gabriela Helena Bauab Shiguemoto - Presidente (Orientador)

Prof(a). Dr(a). Edson Luis Bassetto - (Membro)

Prof(a). Dr(a). Cleverson Flor da Rosa - (Membro)

A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação do curso.

AGRADECIMENTOS

Neste momento gostaria de agradecer à minha família por todo o apoio durante o meu período de graduação, em especial aos meus pais, Ademir e Kelen, meu irmão, Lucas e minha namorada Marian.

Agradeço também aos meus amigos de universidade, Ivaldo, Matheus, William e Rogério por todo o apoio e grandes momentos compartilhados durante este período de muitos aprendizados e crescimento.

Por fim, agradeço a todos os professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná por todos os conhecimentos compartilhados durante a minha graduação.

RESUMO

RODRIGUES, ADEMIR JÚNIOR. **ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE LONGO PRAZO ENTRE A INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO E A MIGRAÇÃO PARA O MERCADO LIVRE DE ENERGIA PARA UMA INDÚSTRIA.** 2021. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Elétrica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2021.

Sendo a energia um dos maiores custos para uma indústria, a busca por meios de adquirir energia de maneira mais barata se torna cada vez mais necessária. Atualmente, a migração para o mercado livre de energia e a instalação de sistemas fotovoltaicos vem sendo uma das principais alternativas analisadas para a obtenção de energia elétrica mais barata. Desse modo, o objetivo deste estudo, consiste em analisar a viabilidade econômica para a escolha de uma determinada indústria entre migrar para o mercado livre de energia e instalar um sistema fotovoltaico para suprir o seu consumo de energia elétrica. O estudo tem como base os indicadores econômicos e no retorno à longo prazo, sempre ponderando principalmente as vantagens e desvantagens econômicas de cada opção.

Palavras-chave: Economia. Energia. Mercado Livre de Energia. Sistema Fotovoltaico.

ABSTRACT

RODRIGUES, ADEMIR JUNIOR. **LONG TERM ECONOMIC FEASIBILITY ANALYSIS BETWEEN THE INSTALLATION OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM AND THE MIGRATION TO THE DESREGULATED MARKET FOR AN INDUSTRY**. 2021. 35f. Final Paper - Electrical Engineering. Federal Technological University of Paraná. Cornélio Procópio, 2021.

As energy is one of the biggest costs for an industry, a search for ways to acquire energy more cheaply becomes increasingly necessary. Currently, a migration to the deregulated energy market and the installation of photovoltaic systems has been one of the main alternatives analyzed for obtaining cheaper electricity. Thus, the objective of this study, is to analyze the economic feasibility for choosing a specified industry between migrating to the deregulated energy market and installing a photovoltaic system to supply its electricity consumption. The study is based on economic indicators and long-term returns, always considering the advantages and disadvantages of each option.

Keywords: Economy. Energy. Deregulated Energy Market. Photovoltaic System.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 PROBLEMAS E PREMISSAS.....	8
1.2 JUSTIFICATIVAS.....	8
1.3 OBJETIVOS.....	9
1.3.1 Objetivo Geral	9
1.3.2 Objetivos Específicos	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1 AMBIENTES DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA	10
2.2 AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO REGULADA	11
2.3 AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE.....	12
2.3.1 Processo de Migração para o Mercado Livre de Energia	13
2.4 SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICO.....	15
2.5 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA	17
2.5.1 Payback Descontado	17
2.5.2 Valor Presente Líquido (VPL).....	17
2.5.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)	18
3 PROCEDIMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	20
3.1 PROCEDIMENTOS.....	20
4 CÁLCULOS DOS INDICADORES ECONÔMICOS	22
4.1 LEVANTAMENTO DE DADOS DA CONTA DE ENERGIA DA INDÚSTRIA.....	22
4.2 INDICADORES ECONÔMICOS COM A INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO	22
4.3 INDICADORES ECONÔMICOS COM A MIGRAÇÃO MERCADO LIVRE DE ENERGIA.....	25
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	30
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um dos principais insumos utilizados por todos os segmentos da sociedade e com uma grande importância e impacto na cadeia produtiva do setor industrial. Assim sendo, a busca por aquisição de energia elétrica mais barata tornou-se um fator decisivo para manter uma indústria competitiva no seu mercado a nível nacional e mundial.

Um estudo realizado pela FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (2016), mostra que a energia elétrica pode representar até 40% do custo de produção de uma determinada indústria. Além disso, de acordo com um estudo de Barros, Borelli e Gedra (2020), o setor industrial é responsável por utilizar aproximadamente 37,7% de toda energia elétrica gerada no país.

O Brasil, mesmo com sua matriz energética predominantemente de energia renovável, que apresenta um custo de produção inferior comparada a outras fontes, demonstra uma alta disparidade de preços na tarifa de energia para as indústrias quando comparada com outros países e também entre os seus próprios estados. O motivo para isso, é uma matriz energética que mesmo com muitas fontes renováveis, é muito penalizada pela vulnerabilidade hidrológica, o que requer a produção de energia utilizando fontes mais caras em alguns momentos, bem como o sistema de tributação da energia nos estados brasileiros.

Segundo um estudo realizado pela FIRJAN (2011), a tarifa média da energia para a indústria no Brasil, quando comparada a 27 outros países, é quase 50% superior à média do conjunto desses países, ficando atrás somente de 3 países. Além disso, a tarifa de energia elétrica industrial no Brasil varia 63% entre o estado mais caro e o mais barato.

Desse modo, a busca por alternativas que possibilitam a compra de energia mais barata para manter uma indústria competitiva no mercado nacional e mundial vem aumentando cada vez mais nos últimos anos, sendo a instalação de um sistema de energia solar para algumas empresas e a migração para o mercado livre de energia para outras, umas das principais alternativas procuradas.

De acordo com Faddul (2021), a quantidade de sistemas de energia fotovoltaica instalados e grandes usinas fotovoltaicas em construção no Brasil vêm crescendo nos

últimos anos, se tornando uma das principais alternativas para residências, comércios e indústrias adquirirem energia elétrica por um preço mais atrativo. Sendo a oferta de incentivos pelo governo, linhas de financiamento atrativas, a queda de preços dos sistemas de energia solar e o seu considerável retorno financeiro, os motivadores pelo grande aumento de aderência no Brasil.

No entanto, para algumas empresas e indústrias, além da oportunidade de um investimento em um sistema de energia solar próprio para a geração de sua energia, o mercado livre de energia também se torna uma outra excelente opção, oferecendo a possibilidade de comprar energia elétrica por preços bem menores encontrados no mercado cativo. Atualmente, o mercado livre de energia está apenas disponível para negociação para usuários que utilizem entre 500 kW e 1.500 kW de demanda contratada por mês, desde que a energia comprada seja de fornecedores com geração a partir de fontes que recebam estímulos, como solar, eólica, biomassa ou pequenas centrais hidrelétricas, e também está disponível para empresas que utilizam acima de 1.500 kW de demanda contratada, sendo que esses podem escolher seu próprio fornecedor com total liberdade (CPFL SOLUÇÕES, 2021).

1.1 Problema e Premissa

O alto custo da energia elétrica no mercado cativo do Brasil requer que as empresas, principalmente as indústrias, busquem por alternativas de adquirir energia por preços mais baratos para conseguirem se manter competitivas no seu mercado. Para alguns grupos de consumidores, torna-se possível analisar diferentes possibilidades de obter essa energia por um preço mais atrativo. Desse modo, para a indústria escolhida para o estudo, foi analisado em termos econômicos e no longo prazo, se a melhor escolha seria instalar um sistema próprio de energia solar ou comprar energia diretamente do mercado livre de energia para suprir o seu consumo.

1.2 Justificativa

Este trabalho de graduação tem como objetivo analisar e comparar a viabilidade econômica no longo prazo para duas possibilidades de investimento de uma determinada indústria do estado do Paraná, com o intuito de conseguir adquirir energia elétrica por um preço mais atrativo. Atingir o objetivo proposto neste estudo é

de muita importância, à medida que o sucesso de qualquer investimento se dá por meio de um bom estudo inicial da melhor alternativa disponível para a empresa.

Ambos, mercado livre de energia e o de sistemas de energia solar vem nos últimos anos ganhando cada vez mais atratividade e a atenção de profissionais. O trabalho mostra-se importante para a empresa escolhida, à medida que com base nos resultados encontrados, foi possível realizar uma análise, com base em indicadores econômicos, sobre qual investimento é mais atrativo para a empresa com objetivo de adquirir energia elétrica mais barata.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho consiste em analisar a viabilidade econômica de longo prazo para a escolha de uma determinada indústria entre migrar para o mercado livre de energia e instalar um sistema fotovoltaico para suprir o seu consumo de energia elétrica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Compreender e calcular os custos envolvidos para a instalação de um sistema de energia solar e para a migração para o mercado livre de energia;
- b) Calcular os principais indicadores econômicos de um investimento em uma instalação de um sistema de energia solar e para a migração para o mercado livre de energia em um período de 25 anos;
- c) Analisar e expor os dados econômicos encontrados, ponderando as vantagens e desvantagens econômicas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são abordados todos os conceitos necessários para o entendimento e o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso.

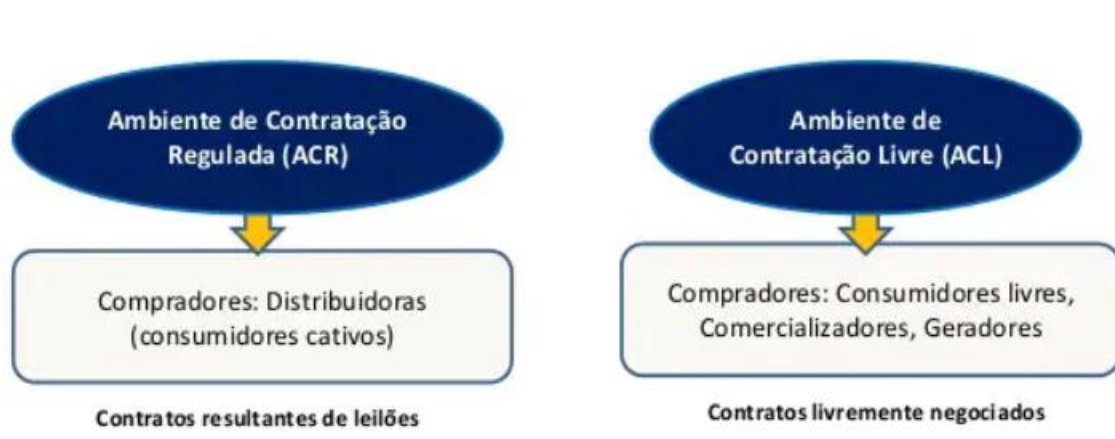
2.1 Ambientes de Comercialização de Energia

No Brasil e em outros países do mundo, o setor elétrico passa por diversos estágios evolutivos, com inúmeras reformas e aprimoramentos de sua estrutura ao longo do tempo.

Após muitas modificações na política estatal e na regulação do setor elétrico brasileiro nas décadas de 1990 e 2000, entrou em vigência, no ano de 2004, o intitulado “Novo Modelo” do setor elétrico brasileiro, instituído pela Lei nº 10.848/2004 e pelo Decreto nº 5.163/2004 (SCHOR, 2018).

Entre as principais alterações, esse novo modelo instituiu no Brasil dois âmbitos de negociação e contratação de energia elétrica: O Ambiente de Contratação Regulada - ACR e o Ambiente de Contratação Livre - ACL, com a adoção de regulação específica para cada um deles. A figura 1 abaixo, ilustra os dois ambientes de comercialização.

Figura 1 – Ambientes de Comercialização



Fonte: CCEE, 2011

2.2 Ambiente de Contratação Regulada

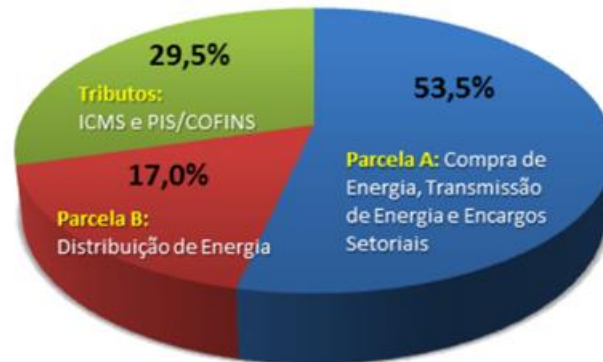
O chamado Ambiente de Contratação Regulada - ACR, é o segmento do mercado no qual realizam as operações de compra e venda de energia elétrica entre agentes vendedores, normalmente os geradores, e os agentes compradores, as distribuidoras, por meio de leilões e licitações, ressalvados os casos previstos por lei, conforme as regras e procedimentos previstos na regulamentação. As distribuidoras compram energia dos geradores e a repassam para os consumidores cativos. Este ambiente é destinado ao atendimento de consumidores cativos e a contratação é formalizada por contratos bilaterais regulados e de longa duração (MAYO, 2012).

Com base na demanda projetada por cada distribuidora em sua área de concessão, estas participam dos leilões regulados e adquirem a energia necessária para atender seus consumidores. O critério de menor tarifa é utilizado para definir os vencedores do leilão, onde cada empresa vencedora firma um contrato de compra e venda com cada distribuidora. A Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE é a responsável pela realização dos leilões de energia elétrica.

Para as distribuidoras fornecerem a energia necessária para os seus consumidores, além do custo de compra da energia nos leilões, são inseridos outros custos na formação do preço final repassado para os chamados consumidores cativos, que são definidos como aqueles que só é permitido comprar energia da distribuidora detentora da concessão na área onde se localizam as instalações desses usuários. O preço final da tarifa é definido pela ANEEL e composto por: custo da compra de energia, custos de transmissão e distribuição, encargos setoriais, tributos como PIS/COFINS, ICMS cobrados pelo governo, além da taxa de iluminação pública, entre outros.

A figura 2, ilustra em porcentagem como cada custo influência no valor final da tarifa de energia repassada para os consumidores da distribuidora.

Figura 2 - Composição do Preço da Tarifa de Energia



Fonte: ANEEL, 2019

Os consumidores cativos estão condicionados ao pagamento de tarifa de energia determinada pela ANEEL, e não podem optar pelo seu fornecedor. Nessa modalidade de consumo, o fornecimento de energia dá-se pela distribuidora local, que firma contratos de adesão com os usuários.

2.3 Ambiente de Contratação Livre

O chamado Ambiente de Contratação Livre - ACL, é o segmento do mercado no qual se realizam as operações de compra e venda de energia elétrica, objeto de contratos bilaterais livremente negociados, conforme as regras e procedimentos previstos na regulamentação. Este ambiente é destinado ao atendimento de consumidores livres, cujas condições são livremente negociadas entre os agentes de geração, comercialização e consumidores livres (MAYO, 2012).

De acordo com a Lei nº 9.074/1995, a mudança para o mercado livre de energia é de escolha do usuário e permitido caso ele se enquadre com as exigências dispostas.

Atualmente, podem tornar-se consumidores livres, usuários atendidos em qualquer tensão e com demanda contratada com a distribuidora igual ou superior a 1.500 kW.

Além desses usuários, uma outra categoria também pode ter acesso ao mercado livre de energia, no entanto como consumidores especiais, são eles os atendidos em qualquer tensão, com demanda contratada igual ou superior a 500 kW

e que contratem seu fornecimento de energia exclusivamente a partir de fontes incentivadas, como pequenas centrais hidrelétricas, biomassa, eólica ou solar. Além disso, estes consumidores têm direito a redução de 50% nas tarifas de uso do sistema de distribuição e transmissão, pelo fato das fontes serem incentivadas.

De acordo com a comercializadora 2W Energia, no ambiente de contratação livre, o usuário consegue uma redução nos custos dos preços da energia quando comparado com o ambiente de contratação regulado, visto que existe uma maior competitividade nos preços devido à livre negociação entre as partes. Além disso, consumidores do mercado livre não estão sujeitos a acréscimos de custos de energia conforme vigência de determinado patamar de bandeira tarifária, bem como não há diferenciação no preço da energia durante as 24 horas do dia, diferentemente do ambiente de contratação regulado.

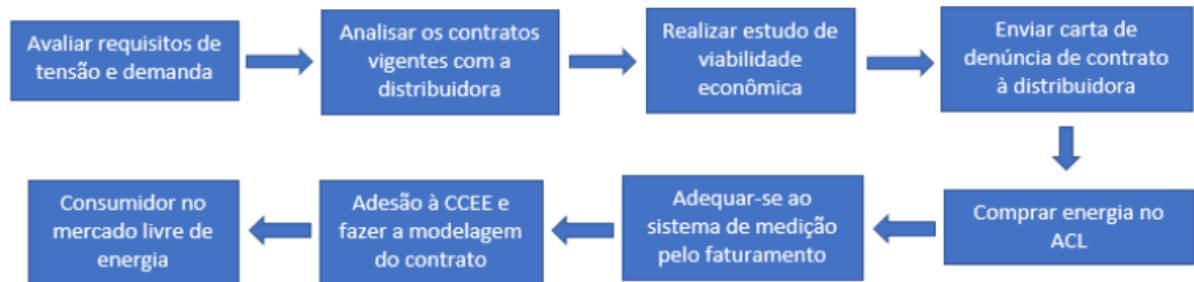
Outros fatores vantajosos no mercado livre de energia, é o poder de escolha do consumidor nas decisões referentes à compra de energia, podendo escolher a fonte desejada e seus parceiros comerciais, além da previsibilidade, pois uma vez firmado o contrato, o consumidor consegue prever os custos de energia elétrica que serão estabelecidos até o término do contrato, independente das oscilações no preço da energia.

Em um levantamento realizado pela CCEE, o número de consumidores no mercado livre de energia cresceu em 21% de fevereiro de 2020 até o mesmo período em 2021, totalizando 8.875 consumidores participantes. Esse crescimento é reflexo do crescimento da adesão em 22% dos consumidores especiais e 12% dos consumidores livres.

2.3.1 Processo de Migração para o Mercado Livre de Energia

A ABRAEEL - Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia, ilustra em sua cartilha “ Mercado Livre de Energia Elétrica - Um guia básico para consumidores potencialmente livres e especiais ” o procedimento necessário para a migração para o mercado livre de energia. A figura 3, ilustra as etapas.

Figura 3 - Etapas necessárias para a migração para o mercado livre de energia



Fonte: ABRACEEL, 2016.

Inicialmente, o consumidor deve analisar se a sua demanda contratada se enquadra, conforme exposto anteriormente, aos níveis mínimos para se tornar um consumidor especial ou livre. Em seguida, estando apto para aderir ao mercado livre, o consumidor deve analisar junto a sua concessionária de energia a situação do seu contrato vigente antes de iniciar o processo de migração.

Posteriormente, a empresa deve analisar por meio de um estudo de indicadores, todos os custos que terá no mercado livre de energia em comparação com o mercado regulado. E caso, o estudo de viabilidade mostra-se interessante e o consumidor decida pela migração para o mercado livre, este deve realizar a denúncia do seu contrato com a sua concessionária de energia, o qual avisa que a empresa em questão não comprará mais energia da sua concessionária e sim no mercado livre de energia.

O próximo passo é a negociação de compra da energia no mercado livre por meio de contratos livremente acordados com comercializadores, geradores ou outros consumidores. Além disso, o novo consumidor do mercado livre de energia deve adequar todo o seu sistema de medição conforme a regulamentação vigente.

Por fim, deve o consumidor fazer a adesão a CCEE, sendo necessário cumprir com toda a documentação e os pagamentos solicitados.

2.4 Sistema de Energia Fotovoltaico

Os sistemas de energia fotovoltaica vêm sendo utilizados em residências, comércios, indústrias, áreas rurais e também na própria geração de energia elétrica com grandes usinas solares, como sendo uma ótima opção para economia na conta de luz, além de ser uma energia alternativa, renovável e limpa.

Essa tecnologia utiliza o princípio do efeito fotovoltaico, descoberto pelo físico francês Alexandre Edmond Becquerel, em 1839. Basicamente, o efeito fotovoltaico consiste no surgimento de uma tensão elétrica em um material semicondutor, quando este é exposto à luz visível. A partir dessa descoberta, muitos outros estudos foram realizados em busca de aprimorar os conhecimentos nesse campo e conseguir utilizar esse efeito em tecnologias cada vez mais sofisticadas (CRESESB, 2008).

Durante o século XX, muitos estudos foram realizados e muitos avanços foram conquistados. Foi nesse período que foi criada a primeira célula fotovoltaica de mono-silício prática, começaram a ser utilizados os primeiros painéis solares e os estudos para o avanço da eficiência de uma célula solar começaram a ter melhores resultados.

No entanto, foi no século XXI, que o mercado de energia solar expandiu em vários países do mundo, estando atualmente em alto crescimento em alguns deles.

O Brasil é um dos países que continua crescendo a cada ano os investimentos no mercado de energia solar. De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), em 2020, a geração de energia elétrica pelos sistemas fotovoltaicos cresceu cerca de 58% no Brasil.

Em 2012, a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, instituiu a Resolução Normativa nº 482, a qual estabeleceu as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e ao sistema de compensação de energia elétrica. Desse modo, a resolução permite a qualquer consumidor brasileiro gerar sua própria energia renovável ou cogeração qualificada, além de possibilitar o acúmulo de créditos energéticos, o qual um consumidor que tenha geração própria consegue injetar o excedente de energia elétrica na rede da concessionária e ser abatido futuramente no seu consumo o mesmo valor de energia injetada, assim usando a rede da concessionária como um banco de baterias.

Em 2015, a ANEEL divulgou a Resolução Normativa nº 687 em busca de aprimorar as regras instituídas pela Resolução Normativa nº482. As principais determinações nessa nova resolução de 2015, foram que geradores de potência de até 75 kW seriam classificados como microgeração de energia fotovoltaica, enquanto geradores acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW seriam classificados como minigeração. Além disso, criou modalidades para a geração distribuída de energia: autoconsumo remoto, geração compartilhada e empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras.

A grande redução nos preços dos equipamentos dos sistemas de energia solar nos últimos anos, junto com um retorno sobre o investimento em um tempo atrativo, além do alto tempo de vida útil dos equipamentos, em torno de 25 anos, foram os principais fatores que impulsionaram a expansão mundial da energia solar. Além disso, no Brasil, existem muitos incentivos e subsídios que possibilitam que os sistemas de energia solar apresentem uma alta atratividade de investimento para os consumidores quando comparado ao preço pago na tarifa de energia no mercado cativo ao longo do tempo.

Vale ressaltar, que ao investir em um sistema fotovoltaico, o consumidor ainda continua no mercado cativo de energia, no entanto agora ele é capaz de produzir a sua própria energia, não precisando compra-lá das distribuidoras.

Uma análise de viabilidade econômica deve ser feita levando em consideração o alto investimento inicial necessário para a instalação do sistema de energia solar, os possíveis custos de manutenção necessários, o tempo de retorno do investimento do capital inicial, bem como o lucro total acumulado durante o tempo de vida útil do equipamento.

2.5 Análise de Viabilidade Econômica

O estudo de viabilidade econômica é o processo de análise dos retornos que poderão ser obtidos com determinados investimentos, com objetivo de decidir se vale a pena ou não investir, bem como comparar as opções disponíveis em busca de escolher a mais viável possível.

Para a realização da análise comparativa de viabilidade econômica a que se refere este trabalho, serão analisados e comparados três indicadores econômicos. Sendo eles o payback descontado, o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR).

2.5.1 Payback Descontado

O payback descontado é o período de tempo necessário para que se obtenha retorno de todo o investimento feito em alguma aplicação. Esse indicador é muito utilizado como um primeiro parâmetro sobre o investimento. O indicador payback descontado leva em consideração a correção monetária em seus cálculos, demonstrando o valor onde o lucro líquido iguala ao valor aplicado no investimento analisado (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2020).

Para encontrar o payback será analisado o investimento inicial de cada uma das opções e também a economia financeira gerada ao longo do tempo por cada uma delas, para que desse modo seja descoberto quanto tempo foi necessário para que a economia financeira se igualasse ao valor inicial investido.

2.5.2 Valor Presente Líquido (VPL)

O VPL é um indicador que tem por finalidade calcular todos os fluxos de caixa esperados pelo investimento em termos de valor presente. Caso o resultado encontrado no cálculo do VPL for positivo, significa que o investimento tem capacidade de gerar lucros. Caso o valor encontrado seja igual a zero, isso significa que o investimento se paga ao longo dos anos, mas sem gerar lucro. Por fim, se o resultado encontrado for negativo, significa que o projeto gera prejuízo para o investidor. Esse indicador possibilita descobrir se o retorno mínimo esperado será alcançado, e é calculado pela equação 1 (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2020).

$$VPL = I_0 + \sum_{t=0}^N \frac{F_e}{(1+i)^t} \quad (1)$$

sendo,

VPL: o valor presente líquido, em R\$;

I_0 : o valor inicial do investimento, em R\$;

F_c : o fluxo de caixa no período t , em R\$;

i : a taxa de desconto, em porcentagem;

t : o período em questão, em unidade de tempo.

2.5.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

O indicador TIR representa a taxa de retorno de um projeto de investimento. A TIR indica se o retorno mínimo foi alcançado quando ela é maior do que a uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) que seria a taxa de retorno sem risco que o investidor poderia obter. Para definir a TMA é comum utilizar a Taxa Selic, taxa básica de juros do Brasil (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2020).

Com o resultado o TIR calculado, é possível obter três possíveis respostas. Caso a TIR seja maior que a TMA, seu projeto consegue pagar o investimento e ainda gera lucro. No entanto, se a TIR for igual a TMA, isso significa que seu projeto consegue pagar o investimento sem gerar lucro. Por fim, se a TIR é menor que a TMA, significa que seu projeto não consegue pagar o investimento e gera prejuízo. Este indicador é calculado pela equação 2.

$$0 = -I_0 + \sum_{t_0}^N \frac{F_e}{(1 + TIR)^t} \quad (2)$$

sendo,

I_0 : o valor inicial do investimento, em R\$;

F_c : o fluxo de caixa no período t , em R\$;

TIR: a taxa interna de retorno, em porcentagem;

t : o período em questão, em unidade de tempo.

3 PROCEDIMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Nesta seção serão definidos os procedimentos utilizados para a elaboração deste trabalho de conclusão de curso e a obtenção dos resultados esperados.

A metodologia aplicada neste trabalho é um estudo de caso, cujo o objetivo principal é analisar a viabilidade econômica para a escolha de uma determinada indústria entre migrar para o mercado livre de energia e instalar um sistema fotovoltaico para suprir o seu consumo de energia elétrica.

Segundo Cury (2018), para a obtenção dos resultados esperados existem várias técnicas econômico-financeiras de análise de investimento, neste estudo serão analisadas três delas: Payback Descontado, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR).

3.1 Procedimentos

- a) Levantamento dos dados necessários com a empresa escolhida;
- b) Análise e organização no software excel dos principais dados;
- c) Cálculos de dimensionamento do sistema de energia solar;
- d) Cotação com 1 empresa do valor do investimento para a instalação do sistema de energia solar, bem como do custo de manutenção do sistema ao longo do tempo;
- e) Cálculo e organização dos principais indicadores econômicos no software excel;
- f) Cálculos do valor do investimento para a migração para o mercado livre de energia;
- g) Cotação com 1 comercializadora do valor de compra da energia;
- h) Cálculos e organização dos principais indicadores econômicos software excel;
- i) Análise e exposição comparativa dos principais indicadores econômicos encontrados para ambos os casos.

Inicialmente, foi solicitado para a empresa escolhida, os dados necessários para a realização do estudo. Para este trabalho, solicitou-se um histórico de 12 meses da fatura de energia da empresa.

Com a conta de energia entregue pela empresa, foram analisados, coletados e organizados em uma planilha no software excel os principais dados necessários para o estudo.

A medida que os dados foram coletados e organizados, foi realizado o cálculo do dimensionamento do sistema de energia solar necessário para suprir o consumo de energia da empresa escolhida.

Posteriormente, com o sistema de energia solar dimensionado, foi entrado em contato com 1 empresa prestadora de serviços de venda e instalação de sistemas fotovoltaicos, em busca de um orçamento do valor de investimento do sistema necessário e informações sobre os custos de manutenção necessário durante o tempo de vida útil do sistema.

Neste momento foram calculados e organizados no software excel os principais indicadores econômicos do investimento em um sistema de energia solar, os quais são: Payback Descontado, VPL e TIR.

Em seguida, foi calculado os custos para a migração de uma empresa para o mercado livre de energia.

Posteriormente, foi entrado em contato com uma comercializadora de energia em busca de uma projeção para o custo da compra de energia para os próximos anos.

Neste momento foram calculados e organizados no software excel os principais indicadores econômicos do investimento para a migração para o mercado livre de energia, os quais são: Payback Descontado, VPL e TIR.

Por fim, foi analisado e exposto de forma clara e objetiva os principais dados econômicos referentes a escolha entre a instalação de um sistema de energia solar e a migração para o mercado livre de energia.

4 CÁLCULOS DOS INDICADORES ECONÔMICOS

4.1 Levantamento de Dados da Conta de Energia da Indústria

Foi solicitado à empresa uma fatura de energia atual, com o histórico completo de consumo dos últimos 12 meses. A empresa está situada na cidade de Londrina - Paraná e é cliente da concessionária de energia COPEL, atendida por uma tensão de 13,8kV, pertencente ao grupo A, subgrupo A4, de modalidade tarifária horossazonal verde. Com base na conta de energia da indústria no mercado cativo, foi possível selecionar as principais informações para desenvolvimento deste trabalho, sendo estas expostas no Quadro 1.

Quadro 1 – Dados coletados na conta de energia da indústria

Demanda Contratada	710KW
Consumo Médio Mensal Fora de Ponta	94.000 KWh/mês
Consumo Médio Mensal Ponta	3.500 KWh/mês
Tarifa Demanda Contratada	R\$ 26,18
Tarifa Horário Fora Ponta	R\$ 0,55
Tarifa Horário Ponta	R\$ 2,14
Gasto Anual Conta de Energia - 2020	R\$ 840.791,10

Fonte: Autoria Própria

Além disso, na conta de energia da indústria, foram obtidos os valores referentes aos tributos pagos, sendo estes o ICMS: 29% e o PIS/COFINS: 5,79%. Os tributos são dados em porcentagem, aplicados em cima das tarifas TUSD e TE. Para este trabalho, foi considerado as porcentagens dos impostos como sendo fixas para todos os períodos estudados, ou seja, possíveis variações futuras nos seus valores não foram consideradas. Para este trabalho, cada período analisado corresponde a 1 ano.

4.2 Indicadores Econômicos com a Instalação de um Sistema Fotovoltaico

Para a instalação de um sistema foi analisado o consumo médio anual da indústria, sendo considerado o período ponta e fora ponta. Com isso, foi encontrado um consumo médio anual de aproximadamente 100.000 KWh/mês.

Com o consumo de energia necessário pela indústria encontrado, foi solicitado uma reunião e um orçamento completo com uma empresa do mercado de energia fotovoltaico referente ao investimento para a indústria em um sistema próprio de energia solar, sendo o valor orçado para este projeto de R\$ 5.000.000,00.

Em contato com a empresa do ramo de energia solar, foi definido que o sistema fotovoltaico necessário para a geração de 100.000 KWh/mês, será composto por aproximadamente 1.920 módulos de 450W, além de 2 inversores de 300KW, totalizando uma potência instalada de 864KWp. Neste trabalho, foi considerado que a indústria tem espaço destinado para a alocação dos módulos fotovoltaicos e que o consumo de energia gerado pelo sistema fotovoltaico será instantâneo.

Para os cálculos dos indicadores econômicos, além do custo inicial para a instalação da usina fotovoltaica, foi previsto um valor fixo de 0,5% do investimento inicial ao ano para gastos de manutenção e possíveis trocas de equipamentos, sendo essas informações coletadas com a empresa selecionada de energia solar em específico para este projeto. Além disso, foi considerado, um fator de degradação na performance da geração dos módulos de aproximadamente 0,4% ao ano, conforme o datasheet disponibilizado pela fabricante dos módulos utilizados, a Jinko Solar.

A taxa básica de juros da economia, taxa Selic, a qual está em 7,75% ao ano no momento deste trabalho, foi escolhida como a taxa de mínima de atratividade do investimento.

Além disso, para os cálculos dos indicadores econômicos foi utilizada uma correção anual nos preços das tarifas TUSD e TE na ponta e fora ponta pagas pelo cliente à concessionária de energia no mercado cativo baseada na média do histórico de inflação do Brasil nos últimos 10 anos. De acordo com o instituto Acende Brasil, o histórico da inflação energética tem sido compatível com o índice de inflação da economia, o IPCA. Para os cálculos, foi utilizado o valor da inflação média dos últimos 10 anos, aproximadamente 6,3% ao ano.

Por fim, nos valores das tarifas de energia a cada período, foram considerados os tributos cobrados na TUSD e TE, sendo estes o ICMS: 29% e PIS/COFINS: 5,79%.

Para encontrar o fluxo de caixa anual economizado, foi realizado os cálculos apresentados na tabela 1, referente a economia do primeiro período.

Tabela 1 - Economia em reais no primeiro ano

Economia Anual	Geração Anual (KWh)	Tarifa (R\$)	Total (R\$)
Energia Fora Ponta	1.128.000	0,55	620.400,00
Energia Ponta	42.000	2,14	89.880,00
Manutenção	-	-	-25.000,00
Total	-	-	685.280,00

Fonte: Autoria Própria

Como a geração de energia do sistema fotovoltaico proposto é para suprir toda o consumo de energia elétrica da indústria, foi considerado no fluxo de caixa de cada período, o montante economizado, em reais, referente a energia elétrica, sendo subtraído o valor do gasto com manutenção anualmente.

Para os períodos seguintes, foram realizados os mesmos cálculos, apresentados na tabela 1, para encontrar o fluxo de caixa referente a economia de cada ano, sendo considerado também a depreciação na geração de energia elétrica pelos módulos e a inflação na tarifa de energia.

Os cálculos do fluxo de caixa economizado ao longo dos 25 períodos foram feitos no software excel e os resultados encontrados estão expostos na tabela 2.

Além disso, na tabela 2, foi realizado no software excel, os cálculos referentes ao valor presente líquido - VPL de acordo com a equação 1, bem como foi calculado o valor presente acumulado, o qual é a subtração do valor inicial investido e o valor presente líquido de cada período.

Tabela 2 - Dados necessários para análise econômica do sistema fotovoltaico

Período	Fluxo de Caixa	Valor Presente Líquido	Valor Presente Acumulado
0	R\$ -5.000.000,00	R\$ -5.000.000,00	R\$ -5.000.000,00
1	R\$ 685.280,00	R\$ 635.990,72	R\$ -4.364.009,28
2	R\$ 727.007,53	R\$ 626.187,44	R\$ -3.737.821,84
3	R\$ 771.186,47	R\$ 616.463,78	R\$ -3.121.358,06
4	R\$ 817.960,83	R\$ 606.824,90	R\$ -2.514.533,17
5	R\$ 867.483,09	R\$ 597.275,40	R\$ -1.917.257,77
6	R\$ 919.914,69	R\$ 587.819,35	R\$ -1.329.438,42
7	R\$ 975.426,54	R\$ 578.819,35	R\$ -750.978,04
8	R\$ 1.034.199,60	R\$ 569.201,63	R\$ -181.776,41
9	R\$ 1.096.425,45	R\$ 560.045,87	R\$ 378.269,46
10	R\$ 1.162.306,96	R\$ 550.995,50	R\$ 929.264,96
11	R\$ 1.232.058,87	R\$ 542.052,55	R\$ 1.471.317,50
12	R\$ 1.305.908,56	R\$ 533.218,76	R\$ 2.004.536,27
13	R\$ 1.384.096,78	R\$ 524.495,58	R\$ 2.529.031,85
14	R\$ 1.466.878,39	R\$ 515.884,18	R\$ 3.044.916,02
15	R\$ 1.554.523,27	R\$ 507.385,49	R\$ 3.552.301,52

16	R\$ 1.647.317,10	R\$ 499.000,23	R\$ 4.051.301,74
17	R\$ 1.745.562,38	R\$ 490.728,90	R\$ 4.542.030,64
18	R\$ 1.849.579,38	R\$ 482.571,82	R\$ 5.024.602,46
19	R\$ 1.959.707,17	R\$ 474.529,14	R\$ 5.499.131,60
20	R\$ 2.076.304,75	R\$ 466.600,84	R\$ 5.965.732,44
21	R\$ 2.199.752,20	R\$ 458.786,79	R\$ 6.424.519,23
22	R\$ 2.330.451,94	R\$ 451.086,69	R\$ 6.875.605,93
23	R\$ 2.468.830,03	R\$ 443.500,16	R\$ 7.319.106,09
24	R\$ 2.615.337,56	R\$ 436.026,67	R\$ 7.755.132,76
25	R\$ 2.770.452,11	R\$ 428.665,64	R\$ 8.183.798,40

Fonte: Autoria Própria

Com o fluxo de caixa, valor presente líquido e valor presente acumulado encontrados para todos os períodos, foi calculado pelo software excel os indicadores TIR e payback descontado, como expostos na tabela 3.

Tabela 3 - Resultados dos indicadores econômicos para o sistema fotovoltaico

Valor Presente Líquido - VPL	R\$ 8.183.798,40
Taxa Mínima de Retorno - TIR	18,97%
Payback Descontado	8 anos

Fonte: Autoria Própria

De acordo com os indicadores calculados, o investimento é viável a medida que o VPL é positivo, ou seja, o investimento tem capacidade de gerar lucros. Além disso, a TIR ficou em um valor acima da TMA - Taxa Mínima de Atratividade, demonstrando que a rentabilidade do investimento atinge a expectativa proposta.

A previsão de economia na conta de energia anual da indústria para o primeiro ano é de R\$ 685.280,00.

4.3 Indicadores Econômicos com a Migração para o Mercado Livre de Energia

Para a compra de energia no mercado livre foi analisado o consumo médio anual da indústria, sendo considerado o período ponta e fora ponta. Com isso, foi encontrado baseado nos cálculos um consumo médio anual em torno de 100.000 KWh/mês.

A indústria se enquadra como consumidor especial no mercado livre. Para o estudo, o preço médio da energia comprada no mercado livre foi considerado em R\$300,00/MWh (R\$0,30/kWh) para o ano de 2021, de acordo com a média dos valores negociados da energia pelo PLD - Preço de Liquidação das Diferenças em

2021 para o submercado sul, divulgados pela CCEE. Para o intervalo entre 2022 e 2028, foi considerado que a empresa aderiu a um contrato de longo prazo com uma fornecedora, sendo estes contratos uma maneira de conseguir comprar energia mais barata e ter uma previsibilidade dos seus gastos para os próximos anos. Os valores, em R\$/MWh, para a compra de energia da empresa com um contrato com a fornecedora COPEL estão expostos na tabela 4, conforme os valores informados em contato com a fornecedora.

Tabela 4 - Valores Contrato Bilateral com a COPEL

Ano	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Preço	419,64	287,64	215,00	195,11	182,90	172,55	167,39

Fonte - COPEL Energia

Além disso, sendo a energia comprada de fontes incentivadas e pela indústria se enquadrar como consumidor especial, foi calculado um desconto de 50% na TUSD e na tarifa TUSD na ponta. Como exposto no quadro 1, a demanda contratada da indústria é 710KW.

A migração para o mercado livre de energia exige basicamente dois investimentos iniciais, a adesão a CCEE e a adequação do sistema de medição de faturamento, sendo o valor do primeiro investimento em torno de R\$ 6.700,00 conforme exposto no site da CCEE, e o segundo aproximadamente R\$ 40.000,00 de acordo com informações coletadas em contato com a COPEL para esta indústria. Algumas outras taxas podem ser cobradas durante o processo de migração, no entanto estas variam de caso a caso e os valores não são impactantes para os cálculos.

A taxa básica de juros da economia, taxa Selic, a qual está em 7,75% ao ano no momento da elaboração do trabalho, foi escolhida como taxa de mínima de atratividade do investimento.

Além disso, para os cálculos econômicos foi utilizada uma correção anual nos preços das tarifas TUSD e TE na ponta e fora ponta paga pelo cliente à concessionária de energia baseada na média do histórico de inflação do Brasil nos últimos 10 anos. De acordo com o instituto Acende Brasil, o histórico da inflação energética tem sido compatível com o índice de inflação da economia, o IPCA. Para os cálculos, foi utilizado o valor da inflação médio em aproximadamente 6,3% ao ano.

Por fim, nos valores das tarifas de energia a cada período, foram considerados os tributos cobrados na TUSD e TE, sendo estes o ICMS: 29% e PIS/COFINS: 5,79%.

Devido a impossibilidade de previsão do valor da energia para compra em um período longo de 25 anos, foi considerado para os cálculos um total de 8 anos, entre 2021 a 2028, nos quais foram possíveis coletar com uma fornecedora os valores negociados no mercado livre de energia. Mesmo que para uma análise entre investimentos o tempo seja um fator importante para o resultado final encontrado, os indicadores calculados no intervalo de 8 anos já permitem que as conclusões necessárias para este trabalho sejam realizadas.

Para encontrar o fluxo de caixa anual economizado, foi realizado os cálculos apresentados na tabela 5, 6 e 7, referente a economia do primeiro período.

Tabela 5 - Conta de energia mensal no mercado cativo

Conta de Energia	Consumo Anual (KWh)	Tarifa (R\$)	Total (R\$)
TUSD - Ponta (KWh)	3.500	1,47	5.145,00
TUSD - Fora Ponta (KWh)	94.000	0,13	12.220,00
TUSD – Demanda (KW)	710	26,18	18.585,65
TE - Ponta (KWh)	3.500	0,67	2.345,00
TE – Fora Ponta (KWh)	94.000	0,42	39.480,00
Total (R\$)	-	-	77.775,65

Fonte: Autoria Própria

Tabela 6 - Conta de energia mensal no mercado livre

Conta de Energia	Consumo Anual (KWh)	Tarifa (R\$)	Total (R\$)
TUSD - Ponta (KWh)	3.500	0,735	2.572,50
TUSD - Fora Ponta (KWh)	94.000	0,13	12.220,00
TUSD – Demanda (KW)	710	13,09	9.292,82
Consumo de Energia (KWh)	100.000	0,46	46.005,21
Total (R\$)	-	-	70.090,54

Fonte: Autoria Própria

Tabela 7 - Economia em reais no primeiro ano

Conta de Energia Mercado Cativo (R\$)	933.307,80
Conta de Energia Mercado Livre (R\$)	841.086,48
Total (R\$)	92.221,31

Fonte: Autoria Própria

Para o cálculo do fluxo de caixa de cada período, foi considerado o montante economizado em reais, referente a subtração do valor da conta de energia no mercado cativo e no mercado livre.

Nos períodos seguintes, foram realizados os mesmos cálculos apresentados para encontrar o fluxo de caixa referente a economia anual. No mercado cativo, a cada período, foi considerado a inflação energética no preço da tarifa de energia da TUSD e TE. No mercado livre de energia, também foi considerado a inflação energética no preço da tarifa de energia da TUSD e o valor referente a compra de energia a cada ano, além do desconto aplicado de 50% na tarifa da TUSD Demanda e TUSD Ponta, devido a contratação de energia por fontes renováveis.

Os cálculos do fluxo de caixa economizado ao longo dos períodos foram feitos no software excel e os resultados encontrados estão expostos na tabela 8.

Além disso, na tabela 8, foi realizado no software excel, os cálculos referentes ao Valor Presente Líquido - VPL de acordo com a equação 1, bem como foi calculado o valor presente acumulado, o qual é a subtração do valor inicial investido e o valor presente líquido de cada período.

Tabela 8 - Dados necessários para análise econômica do mercado livre de energia

Período	Fluxo de Caixa	Valor Presente Líquido	Valor Presente Acumulado
0	R\$ -46.500,00	R\$ -46.500,00	R\$ -46.500,00
1	R\$ 92.221,31	R\$ 85.588,22	R\$ 39.088,22
2	R\$ 94.376,73	R\$ -81.288,74	R\$ -42.200,51
3	R\$ 184.209,87	R\$ 147.251,95	R\$ 105.051,44
4	R\$ 355.809,48	R\$ 263.966,25	R\$ 369.017,69
5	R\$ 432.727,47	R\$ 297.939,49	R\$ 666.957,18
6	R\$ 498.052,59	R\$ 318.252,29	R\$ 985.209,47
7	R\$ 563.666,98	R\$ 334.273,26	R\$ 1.319.482,73
8	R\$ 620.024,42	R\$ 341.248,35	R\$ 1.660.731,08

Fonte: Autoria Própria

Com o fluxo de caixa, valor presente líquido e valor presente acumulado encontrados para todos os períodos, foi calculado pelo software excel os indicadores TIR e payback descontado, como expostos na tabela 9.

Tabela 9 - Resultados dos indicadores econômicos no mercado livre de energia

Valor Presente Líquido - VPL	R\$ 1.660.731,08
Taxa Mínima de Retorno - TIR	159%
Payback Descontado	3 anos

Fonte: Autoria Própria

De acordo com os indicadores calculados, o investimento é viável a medida que o VPL é positivo, ou seja, o investimento tem capacidade de gerar lucros. Além disso,

a TIR ficou em um valor acima da TMA - Taxa Mínima de Atratividade, demonstrando que a rentabilidade do investimento atinge as expectativas.

A previsão de economia na conta de energia anual da indústria para o primeiro ano é de R\$ 92.221,31.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Analisando os resultados encontrados pelos indicadores para os dois investimentos propostos neste trabalho, foi possível mensurar o impacto econômico que ambas as opções apresentam para a indústria selecionada, como exposto nas tabelas 3 e 9.

O investimento em um sistema fotovoltaico apresentou viabilidade a medida que o valor do VPL ficou positivo ao fim do período de estudo, além de apresentar um montante considerável acumulado de retorno financeiro. O TIR encontrado também ficou bem acima da TMA proposta, a qual foi considerada o valor da taxa Selic. No entanto, devido ao alto investimento inicial, o payback descontado encontrado ficou em aproximadamente 8 anos, o que demonstra que será a partir desse momento que o investimento começará a se tornar lucro para indústria. Mesmo com o payback descontado em 8 anos, o montante acumulado no decorrer de 25 anos e a rentabilidade do investimento apresentaram expressivos retornos, comparando-as com as premissas iniciais.

Além dos ótimos resultados apresentados pelo investimento no sistema fotovoltaico, a empresa consegue ter uma alta previsibilidade nos valores gastos com energia elétrica para os próximos 25 anos.

O investimento para a migração para o mercado livre de energia também apresentou viabilidade a medida que o valor do VPL ficou positivo ao fim do período de estudo, além de também apresentar um valor considerável acumulado de retorno. O TIR encontrado também ficou bem acima da TMA proposta, a qual foi considerada o valor da taxa Selic e também acima do TIR encontrado no investimento com o sistema fotovoltaico. Devido ao baixo investimento inicial, o payback descontado encontrado ficou em aproximadamente 3 anos, o que demonstra que no curto prazo, o investimento já começará a se tornar lucro para indústria.

No entanto, mesmo com os ótimos resultados apresentados pelo investimento para a migração para o mercado livre de energia, diferentemente do sistema fotovoltaico, a empresa não consegue uma previsibilidade tão alta dos seus gastos com energia em um grande período de tempo, pois depende das renovações dos contratos de compra e venda nos seus vencimentos e encontrar novamente um bom

preço de compra de energia naquele momento, ou seja, dependendo do valor negociado nos contratos de energia no futuro pela indústria, o montante acumulado de retorno até os mesmos 25 anos, pode ser maior ou menor do que o mesmo encontrado para o sistema fotovoltaico, dependendo da situação encontrada no momento das renovações.

Desse modo, conclui-se que ambos os investimentos apresentam viabilidade como apresentado pelos indicadores, sendo necessário que a indústria selecionada via seus responsáveis, analise os indicadores, os investimentos iniciais necessários e as perspectivas de longo prazo apresentadas, para que a melhor decisão de acordo com os planos da indústria seja escolhida.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo objetivou analisar a viabilidade econômica entre a migração de um cliente do mercado cativo para o mercado livre de energia e a instalação de um sistema fotovoltaico como alternativa para redução de custos relacionado a energia elétrica para indústria de Londrina - Paraná.

Para a análise da viabilidade econômico-financeira de ambos investimentos foram analisados o payback descontado, o valor presente líquido e a taxa interna de retorno.

O resultado esperado era obter uma análise bem elaborada e organizada, para que desse modo, baseado neste documento, possa ser feita conclusões pelas pessoas que tiverem acesso a esse trabalho e pelos responsáveis pela empresa, se para a indústria analisada, a melhor escolha, baseado em indicadores econômicos, seria a migração para o mercado livre de energia ou a instalação de um sistema de energia solar.

Para ambos investimentos, nota-se baseado nos indicadores encontrados que a economia gerada nos gastos com energia é significativa e que o retorno no longo prazo apresenta ótimos resultados.

No caso do investimento em um sistema fotovoltaico, o principal ponto de análise por parte da dos responsáveis pela empresa seria o alto valor do investimento inicial e o payback descontado em 8 anos.

Já para o investimento na migração para o mercado livre de energia, devem-se atentar aos riscos referente ao preço da energia no futuro à medida que o tempo dos contratos forem vencendo.

Portanto, pode se concluir que baseado nos indicadores estudados neste trabalho ambos os investimentos sendo necessário que a indústria via seus responsáveis, analise os indicadores, os investimentos iniciais necessários e as perspectivas de longo prazo apresentadas, para que a melhor decisão de acordo com os planos da indústria seja escolhida.

Como sugestão para trabalhos futuros, poderia ser analisado os riscos dos contratos no mercado livre de energia e como podem interferir na rentabilidade do investimento no longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRACEEL. Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia. **Cartilha - Mercado Livre de Energia Elétrica: Um guia básico para consumidores potencialmente livres e especiais**. Brasília, 2019.

ABSOLAR. Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **Geração de energia solar cresceu 58% em 2020 e espera Casa Verde e Amarela**. São Paulo, 2020.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Como é Composta a Tarifa**. Brasília, 2017.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Geração Distribuída**. Brasília, 2015.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Tarifas de Fornecimento de Energia Elétrica. Brasília**. Brasília, 2021.

BARROS, Benjamin Ferreira; BORELLI, Renaldo; GEDRA, Ricardo Luis. **Gerenciamento de energia: Ações administrativas e técnicas de uso adequado da energia elétrica**. 3. ed. São Paulo. Editora Érica, 2020.

CCEE. Câmara Comercializadora de Energia Elétrica. **Mercado livre: volume de consumidores cresceu 21% em fevereiro frente a 2020**. Brasília, 2020.

CCEE. Câmara Comercializadora de Energia Elétrica. **Média Mensal**. Brasília, 2021.

CRESESB. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito. **Tutorial de Energia Solar Fotovoltaica**. Rio de Janeiro, 2008.

CURY, Marcus Vinicius Quintella. **Análise de Projetos de Investimentos**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2018.

FADDUL, Juliana. Energia Solar cresce 70% no Brasil apesar da pandemia e espera 2021 positivo. **CNN Brasil**, 2021. Disponível em:

<<https://www.cnnbrasil.com.br/business/energia-solar-cresce-70-no-brasil-apesar-da-pandemia-e-espera-2021-positivo/>>. Acesso em: 30 de outubro de 2021.

Afinal, como migrar para o mercado livre de energia? Nós explicamos. **CPFL Soluções**, 2021. Disponível em: <<https://cpflsolucoes.com.br/afinal-como-migrar-para-o-mercado-livre-de-energia-nos-explicamos/>>. Acesso em: 30 de outubro de 2021.

INSTITUTO ACENDE BRASIL. **Evolução das tarifas de energia elétrica e a formulação de políticas públicas**. 22^o ed. 28p. São Paulo, 2020.

MAYO, Roberto. **Mercados de Eletricidade**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Synergia, 2012.

SCHOR, Juliana Melcop. **Abertura do Mercado Livre de Energia Elétrica**. Rio de Janeiro: Editora Synergia, 2018.

SISTEMA FIRJAN. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. **Quanto custa a energia elétrica para a indústria no Brasil?**. Rio de Janeiro, 2016.

SISTEMA FIRJAN. Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. **Quanto custa a energia elétrica para a pequena e média indústria no Brasil?**. Rio de Janeiro, 2016.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Fundamentos, técnicas e aplicações**. 6º ed. 194 p. São Paulo: Atlas, 2019.

10 Vantagens do Mercado Livre de Energia. **2W Energia**, 2020. Disponível em: <<https://2wenergia.com.br/10-vantagens-do-mercado-livre-de-energia/>>. Acesso em: 30 de outubro de 2021.