

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO ESTRATÉGICA - CEGE**

**POLYANA FERNANDA REIS ASSIS GUIMARÃES**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA ENERGIA SOLAR PARA UMA  
PEQUENA EMPRESA EM MG**

**Belo Horizonte**

**2020**

**POLYANA FERNANDA REIS ASSIS GUIMARÃES**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA ENERGIA SOLAR PARA UMA  
PEQUENA EMPRESA EM MG**

Monografia apresentada no Centro de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como pré-requisito para o título de Especialista em Gestão Estratégica em Negócios.

Orientador: Prof. Antônio Artur de Souza, Ph.D.

**Belo Horizonte**

**2020**

Ficha catalográfica

G963a 2020 Guimarães, Polyana Fernanda Reis Assis.  
Análise de viabilidade financeira energia solar para uma  
pequena empresa em MG [manuscrito] / Polyana Fernanda Reis  
Assis Guimarães. – 2020.  
57 f.

Orientador: Antônio Artur de Souza  
Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas  
Gerais, Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração.  
Inclui bibliografia.

1. Administração. I. Souza, Antônio Artur de. II.  
Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Pós-Graduação  
e Pesquisas em Administração. III. Título.

CDD: 658



**Universidade Federal de Minas Gerais**  
**Faculdade de Ciências Econômicas**  
**Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração**  
**Curso de Especialização em Gestão Estratégica**

ATA DA DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO do Senhor **POLYANA FERNANDA REIS ASSIS GUIMARÃES**, REGISTRO N° **2018702909**. No dia 04/12/2020 às 15:00 horas, reuniu-se em sala virtual, a Comissão Examinadora de Trabalho de Conclusão de Curso - TCC, indicada pela Coordenação do Curso de Especialização em Gestão Estratégica - CEGE, para julgar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "**ANÁLISE DA VIABILIDADE FINANCEIRA DO USO DA ENERGIA SOLAR POR UMA PEQUENA EMPRESA EM MINAS GERAIS**", requisito para a obtenção do Título de Especialista. Abrindo a sessão, o orientador e Presidente da Comissão, Professor Antônio Artur de Souza, após dar conhecimento aos presentes do teor das Normas Regulamentares de apresentação do TCC, passou a palavra a aluna para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, seguido das respostas da aluna. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença da aluna e do público, para avaliação do TCC, que foi considerado:

APROVADO

NÃO APROVADO

70 pontos (setenta) trabalhos com nota maior ou igual a **60** serão considerados aprovados.

O resultado final foi comunicado publicamente a aluna pelo orientador e Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Senhor Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 04/12/2020.

Prof. Antônio Artur de Souza  
(UFMG - Orientador)

Eduardo Amat Silva  
(Doutorando/UFMG)

João José Simões  
(Doutorando/UFMG)

ANTONIO ARTUR DE  
SOUZA:52123790915

Assinado de forma digital por  
ANTONIO ARTUR DE  
SOUZA:52123790915  
Dados: 2021.02.10 14:28:44 -03'00'

Dedico este trabalho ao meu marido, à  
minha família, e aos meus amigos por  
todo apoio e carinho ao longo do curso.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus.

Agradeço a minha família pelo apoio que sempre me deram durante toda a minha vida.

Ao meu marido que acima de tudo é um grande amigo, sempre presente nos momentos difíceis com uma palavra de incentivo.

Agradeço também a todos os professores e mentores e que, ao longo de toda a pós-graduação, compartilharam comigo seu conhecimento e suas experiências, bem como contribuíram para que eu me tornasse um profissional melhor.

Agradeço, ainda, a todas as amizades adquiridas durante o curso de pós-graduação e a todos os colegas que fomentaram as discussões e debates nas aulas, enriquecendo o conteúdo da sala e tornando o curso mais aplicado e dinâmico.

Finalmente, agradeço, em especial, ao meu orientador Prof. Antônio Artur que que apesar da intensa rotina de sua vida acadêmica aceitou me orientar nesta monografia. Assim, deixo aqui meu muito obrigado.

## RESUMO

A geração e avaliação de propostas de investimento é uma tarefa de grande importância para ser deixada a cargo apenas de especialistas em finanças; pelo contrário, é responsabilidade de todos os administradores. Em empresas bem administradas, o processo inicia-se no nível estratégico, quando a alta administração especifica as atividades em que a empresa concorre e determina as metas estratégicas. Os administradores das áreas operacionais, então, traduzem essas metas estratégicas em planos de ação concretos que envolvem propostas específicas de investimento. Um aspecto fundamental desse processo é a avaliação financeira das propostas de investimento. O objetivo principal desse trabalho foi analisar a viabilidade econômica e financeira para implantação de um sistema de painel fotovoltaico em uma pequena de manufatura, com o intuito de verificar se o reaproveitamento da luz solar é uma oportunidade de investimento. Ao buscar responder ao problema da pesquisa verificou-se que mesmo em cenários extremamente positivos o retorno do investimento seria apenas a longo prazo e mostraria dificuldades entre o 11º e o 12º ano no fluxo de caixa. Por sua vez, os investimentos no Tesouro Direto, lastreados e garantidos pelo governo federal, e foram usados como base de comparação para o investimento. Neste estudo foi considerado como receita apenas o valor economizado com o pagamento pela energia elétrica fornecida pela operadora. Esse valor economizado seria empregado para o pagamento do empréstimo e para gerar um retorno futuro. O investimento se mostrou viável diante das incertezas quanto aos valores futuros do comércio de energia. A venda de energia por troca de espécie não existe, dando lugar a compensação, ou seja, crédito para usar futuramente ou possibilidade para transferência. Porém, como visto na análise da viabilidade econômica, os preços praticados do sistema fotovoltaico atualmente na região sudeste não estimulam muito as empresas, sendo utilizadas para abater os custos dos investimentos.

**Palavras-chaves:** Energia solar; Investimentos; Tesouro nacional.

## ABSTRACT

The generation and evaluation of investment proposals is too important a task to be left to financial experts; on the contrary, it is the responsibility of all administrators in the organization. In well-managed companies, the process starts at the strategic level, when top management specifies the activities in which the company will compete and determines strategic goals. The managers of the operational areas then translate these strategic goals into concrete action plans that involve specific investment proposals. A fundamental aspect of this process is the financial evaluation of investment proposals. The main objective of this work is to analyze the economic and financial feasibility for implementing a photovoltaic panel system in a small industry, in order to show the reuse of sunlight as an opportunity for a good investment. Even in extremely positive scenarios, the return on investment would be long term and would show difficulties between the 11th and 12th years in the cash flow. Investments in the National Treasury are investments backed by the government and are therefore safe. In this study, only the value of the company's energy revenue was considered, which would provide the basis for the payment of the loan and a future return. Therefore, in view of the presented, the investment is still viable in view of the uncertainties regarding the future values of the energy trade. The sale of energy for exchange of species does not exist, giving rise to compensation, that is, credit to use in the future or possibility for transfer, but as seen in the presentation of economic viability, the prices currently practiced in the southeast region do not stimulate companies much, being used to lower investment costs.

**Keywords:** Solar energy; Investments; National treasure.



## LISTA DE GRÁFICOS E TABELAS

Tabela 1 – Equipamentos.....	37
Tabela 2- Custos de construção.....	38
Tabela 3 – Receitas*.....	40
Tabela 4 – Investimento inicial.....	42
Tabela 5 – Fluxo de caixa/20 anos.....	43
Tabela 6 – Fluxo de caixa resumido/20 anos.....	43
Tabela 7 – Ganho de Capital Equipamentos Novos.....	44
Tabela 8 – Alíquotas.....	44
Tabela 9 – Demonstrações de análises financeiras.....	45
Tabela 10 – Investimento inicial.....	45
Tabela 11 – Fluxo de caixa/20 anos.....	46
Tabela 12 – Fluxo de caixa resumido /20 anos.....	46
Tabela 13 – Ganho de Capital Equipamentos Novos.....	47
Tabela 14 – Alíquotas.....	47
Tabela 15 – Demonstrações de análises financeiras .....	47
Tabela 16 – Investimento inicial.....	48
Tabela 17 – Fluxo de caixa/20 anos.....	49
Tabela 18 – Fluxo de caixa resumido/20 anos.....	49
Tabela 19 – Ganho de Capital Equipamentos Novos.....	50
Tabela 20 – Alíquotas.....	50
Tabela 21 – Demonstrações de análises financeiras.....	50
Tabela 22 - Rendimentos do Tesouro Direto.....	51

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução da Capacidade Instalada de Energia Solar Fotovoltaica.....	19
Figura 2 – Energia Solar – Casa ilustrando sistema solar instalado.....	23

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1 Tema e problema.....	10
1.2 Objetivos.....	11
1.3. Justificativa.....	12
1.4 Estrutura do trabalho.....	14
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
2.1 Energia sustentável.....	15
2.2 Energia Solar Fotovoltaica.....	17
2.2.1 Energia Solar Fotovoltaica no Mundo.....	17
2.2.2 Energia Solar Fotovoltaica no Brasil.....	19
2.3 Sistemas solares para geração de eletricidade.....	20
2.3.1 Painel fotovoltaico de uso doméstico.....	22
2.3.2 Painel fotovoltaico de uso empresarial.....	24
2.4 Viabilidade econômica do painel fotovoltaico.....	26
2.5 Tipos de investimentos.....	28
2.5.1 Poupança.....	29
2.5.2 Certificados de Depósitos Bancários (CDB) e Renda Fixa.....	30
2.5.3 LCI e LCA.....	31
2.5.4 Títulos Público (Tesouro direto) .....	32
2.5.5 Renda variável.....	32
2.5.6 Ações .....	33
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>35</b>
3.1 Abordagem.....	35
3.2 Análise de dados.....	36
<b>4 ANÁLISE ECONÔMICA-FINANCEIRA DO PROJETO.....</b>	<b>37</b>
4.1 Análise por cenário.....	39
4.1.1 Análise por cenário otimista.....	42
4.1.2 Análise por cenário intermediário.....	45
4.1.3 Análise por cenário pessimista.....	47

<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Dentre os principais determinantes daquilo que uma empresa se tornará, um dos componentes é o investimento que ela faz hoje. A geração e avaliação de propostas de investimento é uma tarefa importante demais para ser deixada a cargo de especialistas em finanças; pelo contrário, é responsabilidade de todos os administradores da organização. Em empresas bem administradas, o processo inicia-se no nível estratégico, quando a alta administração especifica as atividades em que a empresa concorrerá e determina as metas estratégicas.

Os administradores das áreas operacionais, então, traduzem essas metas estratégicas em planos de ação concretos que envolvem propostas específicas de investimento. Um aspecto fundamental desse processo é a avaliação financeira das propostas de investimento. O alcance de um objetivo exige desembolso de dinheiro no tempo presente na expectativa de maiores benefícios futuros. Assim, é preciso decidir se os benefícios futuros previstos são grandes o bastante, diante dos riscos, para justificar o desembolso no presente; em segundo lugar, é preciso decidir se o investimento proposto é a maneira mais eficaz em termos de custos para alcançar o objetivo (HIGGINS, 2014).

As técnicas de estudo voltadas para a questão da viabilidade econômica são relevantes sempre que uma empresa esteja considerando uma ação que envolva custos ou benefícios que vão além do presente exercício. Isso inclui dentre outros fatores decisões sobre investimentos em ações ou títulos da dívida pública, a análise da aquisição ou da venda de equipamentos, a escolha entre diferentes tecnologias de produção, a decisão de lançar ou não um novo produto, a avaliação de divisões ou de empresas inteiras para compra ou venda, a análise de campanhas de marketing ou programas de P&D e até a concepção de uma estratégia corporativa (ROSS, 2015).

### 1.1 Tema e problema

A principal fonte de energia elétrica no Brasil é a hidrelétrica, seguida pela termoelétrica (gás natural). Mas devido à crise hídrica que o país vem enfrentado desde 2014 têm sido evidenciando os conflitos entre a geração de energia e o uso

múltiplo das águas. Um dos principais desafios enfrentados pelas empresas brasileiras nos últimos anos, é a busca por fontes de energia renováveis que vem ganhando cada vez mais notoriedade, devido ao aumento da tarifa da conta de energia e a preocupação com o meio ambiente (GUIMARÃES, 2017).

Existem vários meios de resolver essa questão, uma delas será estudada nesse presente artigo que é uma fonte limpa e gratuita de energia, reaproveitando a energia fornecida pelo sol, conhecido como sistema fotovoltaico. A energia gerada através da conversão direta da radiação solar em eletricidade é conhecida como energia solar fotovoltaica. Esse fenômeno da conversão da luz solar em eletricidade acontece por meio de um dispositivo, a célula fotovoltaica, que atua utilizando o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico (GUIMARÃES, 2017).

A conversão direta da luz solar em eletricidade com sistemas fotovoltaicos ligados à rede leva a uma série de benefícios para o sistema elétrico e o meio ambiente. A principal vantagem técnica é a possibilidade de produzir energia elétrica limpa e renovável perto dos consumidores ou até mesmo no local de uso, além de poder integrar geradores fotovoltaicos em edifícios ou em áreas urbanas. A principal desvantagem é o custo elevado de instalação.

Diante desse cenário, o problema do estudo busca responder: existe viabilidade financeira para o investimento em energia fotovoltaica para as empresas?

## 1.2 Objetivos

- O objetivo geral desse trabalho foi analisar a viabilidade econômica e financeira para implantação de um sistema de painel fotovoltaico em uma pequena indústria, com o intuito de mostrar que o reaproveitamento da luz solar é uma oportunidade de investimento para a empresa.

Dois objetivos específicos foram propostos:

- Realizar por meio dos principais indicadores econômicos, tempo de retorno do investimento (*Payback*), do valor presente líquido (VPL) gerado e da taxa interna de retorno (TIR), uma análise de atratividade em relação ao capital investido e o lucro fornecido;

- Comparar o investimento definido para a implantação de um sistema de painel fotovoltaico com a rentabilidade do mercado financeiro, como títulos de renda fixa do Tesouro Direto.

### 1.3 Justificativa

De acordo com Gonçalves (2015), os progressos tecnológicos e de redução de custos na área fotovoltaica levou ao aproveitamento de energia solar para geração de energia elétrica. Sua utilização nesta área se mostra como uma alternativa energética promissora para enfrentar os desafios provocados pela demanda de energia. Como características principais da energia solar, tem-se principalmente a qualidade de ser uma fonte inesgotável, sendo capaz de reduzir os efeitos nocivos criados pelo uso dos combustíveis fósseis, e não ter em sua cadeia produtiva impactos negativos similares as das grandes centrais de produção de energia.

Esta energia pode ser aproveitada tanto como fonte de calor, quanto de luz e eletricidade, o que facilita seu uso em substituição a energia elétrica, mais comum no Brasil. O consumo nacional de energia elétrica somou 482.085 GWh em 2019, crescimento de 1,4% na comparação com o ano anterior, de acordo com os dados da Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica, divulgados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE). O aumento em termos relativos se deu em maior escala em função do comércio e dos serviços, que apresentaram alta de 4% em relação a um a 2018. O segmento industrial, contudo, apresentou uma queda de 1,6% ante 2018. Os ramos químico, metalúrgico e extrativo de minerais metálicos foram os principais responsáveis pelo fraco desempenho no consumo de energia elétrica no ano de 2019. Nas residências, o consumo de energia elétrica aumentou 3,1% no mesmo ano.

O Brasil tem passado por um momento difícil no qual apresenta inúmeros desafios para a sociedade. Um destes desafios está relacionado com o fornecimento de um serviço que traz impactos de todos os níveis e a toda sociedade: a energia elétrica. A falta de energia elétrica atualmente pode gerar algumas consequências no desenvolvimento do país e da sociedade, que é totalmente dependente do uso de energia elétrica em diversas atividades de seu cotidiano diminuindo sua capacidade produtiva (DUARTE, 2019). Dados indicam que no ano de 2019 também marcou um

maior crescimento do mercado livre em relação ao cativo<sup>1</sup>. Enquanto o primeiro cresceu 1,9%, o segundo foi pouco superior a 1%. A fatia de consumo cativo permanece maior que a livre considerando todas as classes de consumo de energia elétrica.

Embora seja uma tendência, o crescimento do mercado livre no Brasil embute riscos e oportunidades. Entre os riscos está a possibilidade de o consumidor contratar mais ou menos energia do que utilizou causando penalidades e gastos desnecessários. Entre as vantagens está a livre negociação de preços da energia. Segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia 2029 (PDE 2029), a previsão é que a participação da energia solar salte de 2%, em 2019, para 8%, em 2029.

Em 2019, capacidade instalada de energia solar cresceu em quase 44%, chegando a 3,3 gigawatts (GW) da fonte em operação. A expansão teve ênfase na chamada geração distribuída — em que placas solares em telhados ou terrenos geram energia para atender à demanda de casas ou de estabelecimentos comerciais e indústrias. Os projetos de geração distribuída (GD) chegaram a acrescentar 628,5 megawatts (MW) em capacidade solar ao país, um crescimento de 125%, enquanto grandes usinas fotovoltaicas somaram 383 MW mostrando um crescimento de 21%, em relação ao ano anterior.

Diante desse cenário, este estudo de análise de viabilidade econômica de um sistema solar fotovoltaico tem por finalidade realizar um planejamento para minimizar riscos, conhecer o mercado de energia fotovoltaica e estimular potenciais investidores para o negócio, apresentando as vantagens desse sistema. Dessa forma, o trabalho tem ainda a intenção de auxiliar na tomada de decisão para investimento nesse sistema baseado em análise de indicadores de investimentos. A relevância desse trabalho pode ser observada uma vez que o investidor poderá tanto se beneficiar do negócio para consumo próprio. Desta forma, o estudo se

---

<sup>1</sup> No Brasil, de acordo com a Associação Brasileira de Comercializadores de Energia (ABRACEEL), há dois ambientes para a contratação de energia: Ambiente de Contratação Regulada (ACR), mais conhecido como mercado cativo e o Ambiente de Contratação Livre (ACL), também conhecido como mercado livre. No primeiro, o consumidor contrata energia compulsoriamente via a distribuidora da região em que está. As tarifas pelo consumo são fixadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e não podem ser negociadas. Todos os consumidores residenciais estão nesse mercado, assim como algumas empresas comerciais, indústrias e consumidores rurais. Quanto ao segundo este ocorre quando os consumidores podem escolher livremente seus fornecedores de energia, exercendo seu direito à portabilidade da conta de luz. Nesse ambiente, consumidores e fornecedores negociam as condições de contratação de energia. Nos contratos de energia são estabelecidos os preços, garantias e condições de pagamento, prazo de entrega, entre outros.

justifica uma vez que é necessário divulgar estudos que abonem o investimento em energias limpas e mais econômicas para as empresas.

#### **1.4 Estrutura do trabalho**

Este trabalho apresenta conceitos relevantes, além da revisão bibliográfica sobre os temas centrais para implantação de uma mini estação de energia fotovoltaica. Inicialmente foi realizada uma revisão da literatura sobre energia solar fotovoltaica, viabilidade de investimentos e opções de investimentos no mercado financeiro. Posteriormente, é apresentada a metodologia na qual o estudo foi embasado e as ferramentas utilizadas. Por fim, são apresentados os resultados obtidos na pesquisa de modo a avaliar a viabilidade econômica e financeira para a implantação da mini estação para geração de energia elétrica a partir de painéis eletro voltaicos.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O Referencial Teórico apresentado neste trabalho contextualiza amplamente, em seu primeiro momento, a energia sustentável. Posteriormente foca na energia solar fotovoltaica no Mundo, Brasil e por fim em sua utilização em residências e empresas, seus benefícios e desvantagens. Além disto também foi tema da pesquisa bibliográfica as alternativas de investimento no mercado financeiro de renda fixa (Tesouro Nacional) e as técnicas empregadas na avaliação de projetos de investimentos (TIR, *Payback* e VPL).

### 2.1 Energia Sustentável

Estamos inseridos em uma sociedade globalizada, na qual enfrenta diversos problemas que necessitam ser sanados urgentemente de forma eficiente e não paliativa. Um dos principais problemas encarados é a preservação do meio ambiente, diretamente relacionado com o aquecimento global que afeta o mundo em que vivemos (DUNPONT; GRASSI; RIMITTI, 2015). É notável que a integridade dos sistemas naturais, os quais são essências para sobrevivência e qualidade de vida da humanidade, está em risco devido às grandes mudanças climáticas. Em contrapartida, no mesmo período e cenário, um terço da população mundial não tem acesso aos sérvios básicos de energia. Forte evidência que a sociedade tecnológica, na qual estamos inseridos, enfrenta gravíssimos e preocupantes desafios no que diz a respeito sua sustentabilidade (NASCIMENTO, 2017).

Além disso, se faz necessário uma maior quantidade de energia para que o desenvolvimento da sociedade ocorra de forma equilibrada e sustentável em diversas áreas. O custo elevado na produção dos sistemas solares para produção da energia, a competição pela distribuição dos recursos de forma não igualitária, elevam o risco à segurança energética global (RELLA, 2017). Obviamente, um problema global necessita de soluções globais. Apesar de ainda em passos lentos, o governo da China e do Brasil, solicitou que a Diretoria do Conselho InterAcademias – IAP reunisse cientistas e engenheiros renomados pelo mundo todo em prol de produzirem “Um futuro com energia sustentável”. Neste projeto, a ciência fornecerá os pilares com o intuito de avaliar riscos, ganhos, prioridades de pesquisa e

desenvolvimento (P&D), além de visualizar novas oportunidades (BORBA, GASPAR 2007).

É necessário entender o que realmente é a energia sustentável, e o que de fato a contempla, uma vez que, o termo é muitas vezes utilizado sem um conhecimento real ao ser aplicado de forma genérica. Sendo que, dar-se-á uma grande diferença da explicação científica e o uso pela percepção comum (MATTOZO, CAMARGO, LAGE, 2004). A capacidade de capturar, coletar e aproveitar energia, está ligada com o desenvolvimento da humanidade desde os primórdios. Para que os homens da caverna fizessem a transição de nômades para sociedade estável, ou seja, com possibilidade de gerar riqueza coletiva e posteriormente consolidar civilizações; o controle do fogo, a domesticação de animais, e o domínio da agricultura está interligada com a capacidade do homem de utilizar energia a seu favor (MATTOZO, CAMARGO, LAGE, 2004).

Desde aquela época até hoje, é necessário ter energia para produzir alimentos para cozinhar e conseqüentemente sobreviver (BORBA, GASPAR, 2007). Contudo, uma regra simples e primordial, é praticamente desprezada, sendo ela: não gastar mais do que se possui. Em outras palavras, ao extrapolar a utilização dos recursos naturais, para que, estes trabalhem conforme a necessidade, vontade e demanda do homem, resultará em um desequilíbrio não natural, qual terá conseqüências, muitas destas já são evidentes atualmente. Em suas abrangências, a sustentabilidade está diretamente condicionada a essa regra, seja financeiramente ou na visão de recursos naturais (DUNPONT, GRASSI, ROMITTI, 2015).

Há aproximadamente 10 mil anos atrás o homem dominava a energia de animais de tração, sendo que os recursos naturais estavam ao seu alcance. Com o passar do tempo, dominou o fogo para se aquecer e cozinhar. Necessitou elevar a produtividade ao obter recursos por intermédio da agricultura (GOLDEMBERG, LUCON, 2007). O aumento das populações urbanas e a industrialização exigiram necessidades crescentes de energia.

Apesar de fontes renováveis de energia não serem um assunto novo, uma vez que, desde muitos séculos atrás, estas já fizeram parte do desenvolvimento da história da humanidade. Apenas nas últimas décadas, essas energias passaram a ser aproveitadas e exploradas de forma mais efetiva perante as fortes melhorias tecnológicas. Situação qual beneficia o suprimento da crescente demanda exponencial por tais alternativas energéticas (DUPONT, GRASSI, ROMITTI, 2015).

As energias fotovoltaicas juntamente com a energia eólica estão em destaque quando o assunto é energia sustentável, sendo a fotovoltaica em maior ascensão (GOLDEMBERG, LUCON, 2007).

## **2.2 Energia Solar Fotovoltaica**

É sabido que os países desenvolvidos como, por exemplo, Alemanha, Itália, Espanha Japão, China, Estados Unidos, Canadá são os principais produtores e consumidores de energia solar do mundo. Atualmente, em alguns desses países a energia para a população tem um valor extremamente baixo, em alguns casos até gratuito. Estes países investem fortemente em energias limpas pelos benefícios que elas trazem, desde a manutenção mais barata, redução no custo para produção e para utilização de energia elétrica, além de um menor índice de poluição (GOLDEMBERG, LUCON, 2007).

### **2.2.1 Energia Solar Fotovoltaica no Mundo**

A Revolução Industrial marca claramente o início de um processo de transformações que vêm ocorrendo em diversas áreas da humanidade. Em destaque na tecnologia, economia, meio ambiente e na sociedade. As máquinas a vapor, representam o início do acelerado aumento do consumo de combustíveis fósseis. Sendo o carvão mineral o principal combustível do século XIX. No século XXI, o aquecimento global é um problema de extrema relevância e alerta. As matrizes energéticas utilizam combustíveis fósseis ou minerais não renováveis, como: petróleo, carvão, gás natural e urânio para produção de energia nuclear (BARBIERI et al, 2010).

O efeito fotoelétrico foi observado por Heinrich Hertz, em 1886, descobrindo acidentalmente a possibilidade de gerar energia por intermédio de uma célula que utilizava a radiação solar como fonte energética (FOWLER, 2007). Em 1905, Einstein sugeriu que a luz se comportava como uma partícula e não como uma onda, gerando uma natureza dual onda-partícula. Tal trabalho lhe rendeu um prêmio Nobel, baseando-se na ideia de que se pode pensar na luz como num fluxo de partículas, fótons, funcionando como um pequeno pacote de energia. Tal energia

correspondente a cada um destes fótons é diretamente proporcional à frequência da onda do fóton (RESNICK, 2002).

A primeira célula solar foi criada em 1953 por um químico em *New Jersey*, nos Estados Unidos da América. Esta célula era de silício (eficiência da energia sendo muitas vezes superior do que a célula de selênio). Por intermédio do resultado das iniciativas de estímulo deste mercado, no final da década de 90, que resultou no crescimento exponencial do mercado da eletricidade solar. O silício é uma matéria-prima abundante, enquanto outros materiais são escassos (GONÇALVES, 2015).

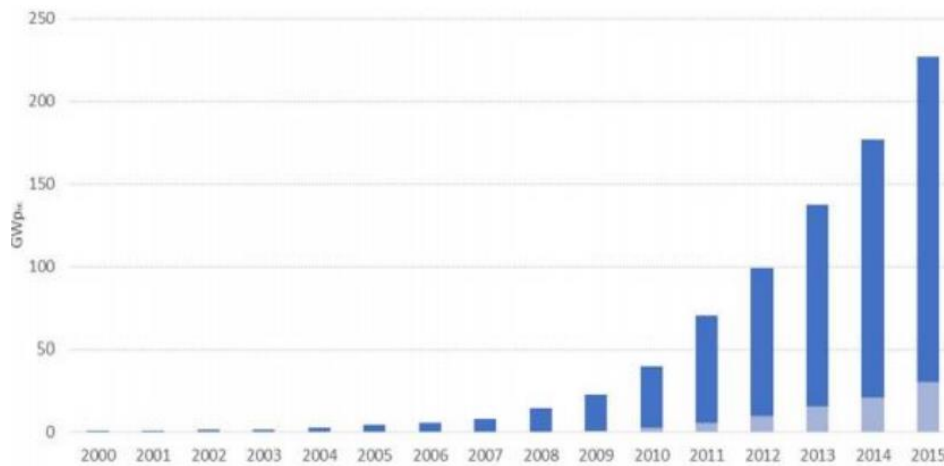
O consumo exagerado e o padrão de produção das últimas décadas à nível global, tem gerado diversos problemas ambientais, bem como a emissão de poluentes e gases de efeito estufa, os quais geram risco a sociedade e os suprimentos de longo prazo do planeta (GOLDEMBERG, LUCON, 2007). Tais efeitos provocados por essas matrizes têm feito empresas, organizações e instituições públicas reestruturarem de forma mais intensa as questões que dizem respeito à sustentabilidade global (BLACKBURN, 2007; ELKINGTON, 2012).

De acordo com esta percepção, uma série de alternativas em relação à geração de energia vem sendo desenvolvidas ao longo dos últimos anos considerando, questões ambientais, tecnológicas, políticas, sociais, econômicas e biomassa (ABRAMOWSKI, POSORSKI, 2000; MARTINS; GUARNIERI, PEREIRA, 2008; BRASIL, 2010). Após meio século desde a construção da primeira célula solar de silício, a tecnologia fotovoltaica se encontra em um período de maturidade, permitindo que esta fonte de energia se transforme em uma das mais importantes fontes de produção de eletricidade no mundo nas próximas décadas (CUNHA; MENDONÇA, NASCIMENTO, 2012).

Economistas acreditam que com o passar do tempo e com a manipulação das células fotovoltaicas os especialistas conseguirão elevar a eficiência usando nanotecnologia (GONÇALVES, 2015).

Apenas em 2015, foram implementados no mundo cerca de 50 GW de capacidade instalada de geração, um aumento de 25% em relação a 2014. A taxa de crescimento anual composta da capacidade instalada de geração de energia solar fotovoltaica entre 2000 e 2015 foi de aproximadamente 41% (NASCIMENTO, 2017, p.16).

**Figura 1 – Evolução da Capacidade Instalada de Energia Solar Fotovoltaica<sup>2</sup>**



Fonte: GONÇALVES, 2015.

O governo alemão estima que a energia fotovoltaica irá satisfazer aproximadamente 25% das necessidades globais até 2050. Observa-se que a capacidade de geração de energia solar fotovoltaica vem crescendo significativamente desde 2003 (NASCIMENTO, 2017).

A *European Photovoltaic Industry association* – EPIA, formalizou em 2004, uma previsão do crescimento da implementação de energia solar no mundo sendo superior a 30% ao ano e uma redução nos custos proporcional ao crescimento de painéis instalados, no mercado de energia fotovoltaica. Evidenciando que em 2020 aproximadamente 1% da eletricidade consumida no mundo será de origem fotovoltaica. Como o crescimento é exponencial, essa fração sobe para 25% em 2040 (CUNHA, MENDONÇA, NASCIMENTO, 2012).

### **2.2.2 Energia Solar Fotovoltaica no Brasil**

O Sol pode ser considerado como uma fonte de energia inesgotável perante as nossas necessidades e consumo de energia. A energia solar fotovoltaica é uma das alternativas energéticas mais promissoras para a humanidade. Em termos de comparação, a energia hidroelétrica é responsável por mais de 90% da energia elétrica gerada no Brasil (GALDINO, LIMA, 2002). O uso de energia fotovoltaica

<sup>2</sup> Watt (W) é uma medida de potência energética. Watt-pico (Wp) representa uma medida de potência energética associada às células fotovoltaicas. No caso da energia solar gerada por essas células, as condições de produção de energia elétrica dependem bastante de fatores externos à célula. Por isso, o valor da potência dado em Wp é um valor obtido em condições ideais específicas. Para as demais fontes de energia, utiliza-se apenas W.

ainda é relativamente pequeno. Conforme o Ministério de Minas e Energia – MME (2017),

possuía, ao final de 2016, 81 MWp de energia solar fotovoltaica instalados, o que representa cerca de 0,05% da capacidade instalada total no país. Do total de 81 MWp existentes em 2016, 24 MWp correspondiam à geração centralizada e 57 MWp à geração distribuída. A baixa utilização da energia solar no Brasil chama mais atenção quando verificamos as condições favoráveis ao desenvolvimento da fonte no país (NASCIMENTO, 2017, p.16).

O Brasil recebe uma grande quantidade/amplitude de incidência dos raios solares na região tropical, o que o torna um país com enorme potencial para o uso de energia solar. Perante o elevado índice de insolação no decorrer do ano, pode ser considerado altamente favorável para o aproveitamento solar. Os seres vivos dependem necessariamente da radiação solar para se desenvolver, assim como a energia da biomassa é diretamente dependente desta radiação. Sendo assim, as principais fontes de energia possuem aproveitamento direto ou indireto da energia solar, sendo elas: solar, hidroelétrica, eólica, biomassa e combustíveis fósseis (GALDINO, LIMA, 2002).

As tecnologias energéticas estão presentes nos países desenvolvidos com o intuito de solucionar os problemas de esgotamento do petróleo, e da preocupação global com a camada de ozônio. Espera-se que rapidamente a legislação do país incentive (incluindo incentivos fiscais) a instalação de sistemas fotovoltaicos tanto em residências quanto em áreas comerciais, uma vez que as expectativas para o crescimento e aproveitamento da fonte de energia no Brasil são excelentes (BOSO, 2015).

### **2.3 Sistemas solares para geração de eletricidade**

Conforme apresentado por Zille (2012), os sistemas baseados no uso da energia transmitidos a Terra pelo sol para geração de eletricidade podem ser divididos em alguns tipos básicos, dos quais os dois mais conhecidos são: (i) sistemas fotovoltaicos autônomos, que efetuam a transformação de energia solar em elétrica diretamente; (ii) sistemas termossolares, em que a energia solar é usada para produzir o vapor que acionará uma termelétrica ou uma máquina (*motor Stirling*, por exemplo) a vapor.

Zille (2012) também apresenta que em todos os sistemas fotovoltaicos desenvolvidos, a variável básica para o aproveitamento da energia solar é a radiação solar incidente no sistema de geração de eletricidade. A transmissão da energia do sol para a Terra se dá pela radiação eletromagnética de ondas curtas, pois 97% da radiação solar está contida entre comprimentos de ondas que variam entre 0,3 e 3,0  $\mu\text{m}$ . Devido às flutuações climáticas, a radiação solar incidente no limite superior da atmosfera sofre uma série de reflexões, dispersões e absorções durante o seu percurso até o solo. Além disso, os níveis de radiação solar variam ao longo das estações do ano, região, altitude, latitude e condições meteorológicas.

As aplicações dos sistemas fotovoltaicos podem ser divididas, conforme explicado por Reis (2013), em: (i) sistemas autônomos isolados; (ii) híbridos; e (iii) sistemas conectados à rede elétrica. Os sistemas autônomos isolados consistem num sistema puramente fotovoltaico, não conectado à rede elétrica de distribuição. Entre os sistemas isolados, existem muitas configurações possíveis. As configurações mais comuns são: (i) Carga CC (corrente contínua) sem armazenamento, em que a energia elétrica é usada no momento da geração por equipamentos que operam em corrente contínua; (ii) Carga em CC com armazenamento no caso em que se deseja utilizar equipamentos elétricos, em corrente contínua, independentemente de haver ou não geração fotovoltaica simultânea, sendo necessário a utilização de baterias para seu devido armazenamento.

A carga CA (corrente alternada) com armazenamento tem o objetivo de proporcionar energia para equipamentos que operem em corrente alternada, sendo necessária a utilização de um inversor. Um caso típico de aplicação desses sistemas é no atendimento de residências isoladas que permitem o uso de eletrodomésticos convencionais (REIS, 2013).

Quanto aos sistemas autônomos híbridos, tratam de sistemas em que a configuração não se restringe apenas à geração fotovoltaica. Isto é, são sistemas que, estando isolados da rede elétrica, existe mais de uma forma de geração de energia, como, gerador diesel, turbinas eólicas e módulos fotovoltaicos. Esses são mais complexos e necessitam de algum tipo de controle capaz de integrar os vários geradores, de forma a otimizar a operação para o usuário (REIS, 2013).

E por último, os sistemas conectados à rede que são basicamente de um único tipo em que o arranjo fotovoltaico representa uma fonte complementar ao

sistema elétrico de grande porte ao qual está conectado. São sistemas que não utilizam armazenamento de energia, pois toda a potência gerada é entregue à rede instantaneamente. As potências instaladas vão desde poucos kWp em instalações residenciais, até alguns MWp em grandes sistemas operados por empresas. Esses sistemas se diferenciam quanto à forma de conexão à rede (REIS, 2013).

Outras aplicações de células fotovoltaicas, conforme Rella (2017), são: (i) Produtos de consumo em que sua aplicação abarca sistemas com baixa potência instalada, em geral menores que 10 Wp. Como, por exemplo, calculadoras, relógios, lanternas e rádios portáteis; e (ii) Aplicações profissionais que diz respeito a sistemas de telecomunicação (rádios, telefones remotos, estações repetidoras), sinalização marítima e cercas eletrificadas, entre outras.

Há também o sistema solar passivo, que consiste na absorção da energia diretamente por uma edificação em função do seu projeto arquitetônico, com o intuito de reduzir a energia requerida para aquecer o ambiente interno. Normalmente, esse tipo de sistema se utiliza do próprio ar para coletar a energia, em geral, sem a necessidade de utilizar bombas ou ventiladores, sendo o sistema parte integrante da edificação.

Pesquisas feitas nos últimos dez anos, resultando em aumento de eficiência dos módulos e diminuição considerável nos custos de produção, sinalizam boas perspectivas futuras, inclusive para aplicações de maior porte. Esse futuro depende também do aumento das pressões mundiais para a utilização de fontes energéticas renováveis e limpas e a continuidade da linha de pensamento governamental dos países industrializados, que buscam uma diversificação das fontes de suprimento energético (RELLA, 2017). Assim a energia solar pode ser convertida diretamente em eletricidade utilizando-se das tecnologias de células fotovoltaicas. Esta é vista como uma tecnologia do futuro, já que se utiliza de uma fonte limpa e inesgotável que é o sol (RELLA, 2017).

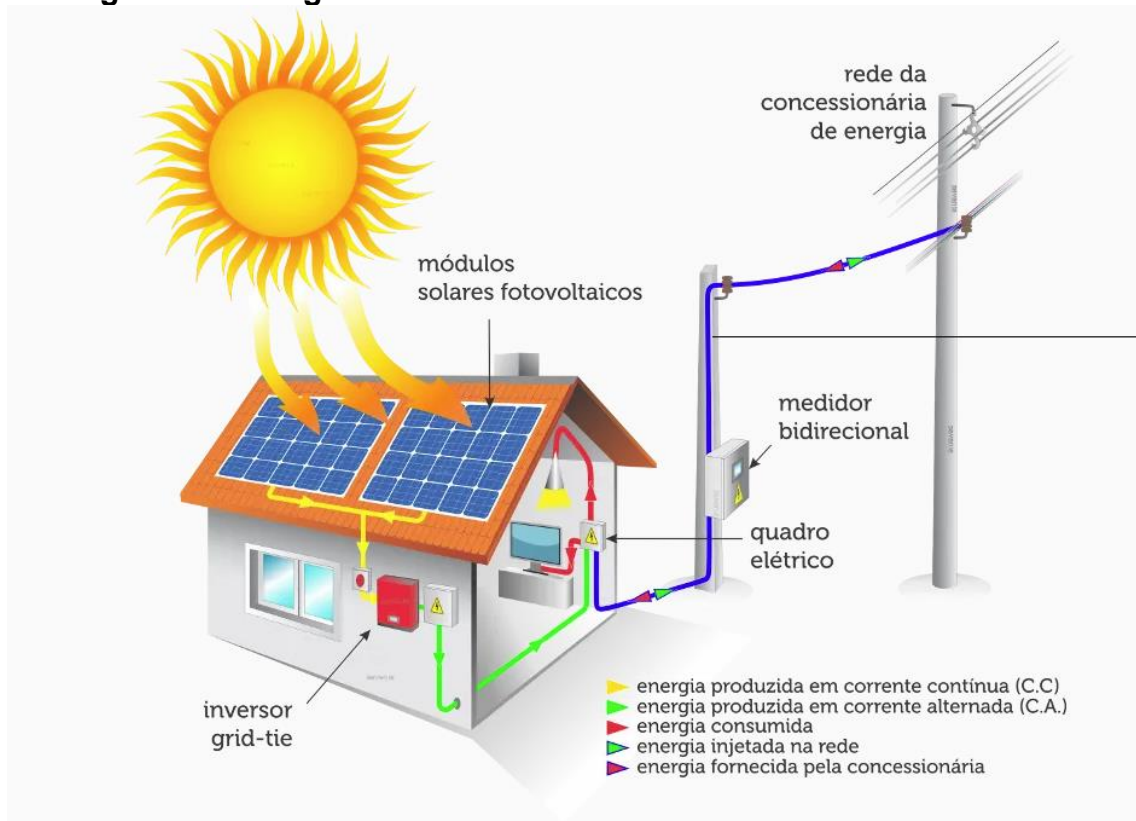
### *2.3.1 Painel fotovoltaico de uso doméstico*

Os sistemas solares podem ser adaptados para o uso doméstico. Conforme Rella (2017, p. 3) um sistema de energia fotovoltaico, também chamado de sistema de energia solar (...) é um sistema capaz de gerar energia elétrica através da radiação solar. Esse sistema permite que os consumidores domésticos gerenciem



sua própria energia elétrica a partir da energia solar”. Na Figura 2 está representada um sistema de Geração Fotovoltaico Residencial.

**Figura 2 – Energia Solar – Casa ilustrando sistema solar instalado**



Fonte: RELLA, 2017

A maior vantagem do sistema solar de geração de energia fotovoltaico destinados as residências é sua simples instalação. Permite a geração de energia pelos próprios consumidores domésticos, que, em vista de algum excedente podem revendê-lo, ou simplesmente fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Os painéis têm uma vida útil longa, e acima de tudo são sustentáveis, seu custo de manutenção é baixo, praticamente se atendo a limpeza dos painéis (MEDRADO, 2018).

Como desvantagens desse sistema, se pode listar principalmente as oscilações na geração de energia em função das diferenças climáticas e altitudes. Longos períodos de chuva comprometem a produção, e muitas vezes é necessário investir em tecnologias de armazenagem, sendo ainda que estas são pouco eficientes se comparadas aos sistemas de armazenagem dos combustíveis fósseis e

a energia hidroelétrica. Ainda, “(...) os painéis solares têm um rendimento de apenas 25%, apesar deste valor ter vindo a aumentar ao longo dos anos” (REIS, 2017).

### 2.3.2 Painel fotovoltaico de uso empresarial

Os sistemas solares podem ser adaptados para o uso empresarial. A utilização de sistemas de geração de energia alternativa pode ser uma boa opção para empresas, já que em muitas delas, os custos de energia são bastante consideráveis.

Em tempos de crise energética e aumento de até 60% nas tarifas da conta de luz, a adoção de energia solar em empresas tem sido cada vez mais buscada. Além do impacto econômico, essas corporações também buscam, com a instalação de painéis fotovoltaicos, provocar melhorias sociais e ambientais no espaço de trabalho, que melhorem a imagem e o valor da empresa. Grandes companhias, como a Petrobras e a Light, têm apostado neste recurso natural e seus vários benefícios (GUIMARÃES, 2017, p. 1).

Para Guimarães (2017, p.1) “o aumento dos incentivos governamentais de crédito para a adoção de tecnologias sustentáveis de geração de energia” tem levado as empresas a adotarem esse sistema, senão em toda sua extensão, pelo menos em alguns setores. Outros benefícios são a sustentabilidade dessa forma de energia e o chamado “Marketing do bem”, no qual o respeito e o reconhecimento de seus clientes e da sociedade compensam os investimentos. Existe uma redução considerável nas contas de energia das empresas, o que efetivamente será um bom investimento em longo prazo.

Primeiramente, a conta de energia elétrica diminui drasticamente, ou pode até mesmo zerar, dependendo do tipo de instalação e das condições do local. Isso faz com que o investimento inicial se pague entre 6 e 12 anos, em média. A partir desse período, toda a energia gerada se converte em economia para a empresa. Além disso, a vida útil das placas é muito grande, podendo chegar a 25 anos, o que reduz muito as despesas de manutenção (GUIMARÃES, 2017, p. 2).

O maior benefício da energia solar empresarial é quanto a sua instalação. Os painéis fotovoltaicos são geralmente colocados nos telhados das construções. Segundo Guimarães (2017, p. 1) através da adoção do “sistema *plug-and-play*” (conectar e utilizar), em que o processo se torna muito mais fácil e rápido, com o mínimo de interferência no sistema elétrico do edifício”. Tem-se ainda, que a expansão do sistema de energia se torna extremamente fácil caso a empresa cresça

ou necessite de expansões posteriores para maior geração de energia (MEDRADO, 2018). O baixo nível de ruído e de poluição também é considerado um benefício extra das instalações de energia solar (BLUE SOL, 2018).

O sistema de energia conectado à rede (*on-grid*) que é o sistema mais utilizado no país. A empresa pode pelo sistema de compensação de energia elétrica<sup>3</sup>, receber inclusive créditos energéticos pela energia extra disponibilizada. Como desvantagem do sistema de energia solar para as empresas encontra-se o valor cobrado de sua tecnologia. De acordo com Elektosolar (2018) os custos que envolvem a adoção desse tipo de energia desestimulam algumas empresas.

O preço dos sistemas fotovoltaicos ainda é o principal entrave na tomada de decisão para aquisição da solução fotovoltaica. Um sistema de 1,5kWp de potência, que gera uma economia de aproximadamente 170kWh por mês, não sai por menos de R\$ 11.000,00 (já com projeto e instalação). Os módulos correspondem a, aproximadamente, 45% do custo de um sistema. Porém, com o avanço da tecnologia e dos meios de produção, os preços têm caído rapidamente e a eficiência dos componentes, aumentado. Além disso, já estão disponíveis no mercado opções de financiamento junto à bancos privados e consórcios (ELEKTOSOLAR, 2018, p. 1).

A aquisição e instalação de um sistema fotovoltaico, quer ele seja conectado à rede (*On-Grid*) ou isolado (*Off-Grid*), representa um alto investimento inicial, já que sistemas conectados de 1.500 Watts, por exemplo, não saem por menos de R\$ 10.000,00. Grande parte desse custo vem dos inversores interativos ou "*grid-tie*", que para essa potência, custam aproximadamente R\$ 3.500,00. Já nos sistemas isolados de mesma potência, um de seus principais componentes, as baterias estacionárias, custam em média R\$ 1.500,00 a unidade (BLUE SOL, 2018, p.2).

Porém, como é observado em estudos sobre os custos dos projetos de instalação, existem alternativas para o alto custo inicial. Existem consórcios que podem ser feitos entre empresas, que disponibilizam linhas de crédito especiais para investimentos em energias sustentáveis. Além disso, o custo desses projetos deve ser visto pelas empresas como investimentos, com retorno em longo prazo (ELEKTOSOLAR, 2018, BLUE SOL, 2018).

---

<sup>3</sup> Foi criado pela Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica) em sua resolução normativa N° 482, de 2012, que é permitido aos consumidores economizarem na conta de luz, através desse sistema, pois o consumidor recebe de volta toda a energia concedida, com os créditos sendo gerados e abatidos na mesma proporção, ou seja, um Watt (W) injetado, gera 1 crédito, que por sua vez abate 1 W consumido da rede quando não há geração do sistema.

Em função principalmente de fatores climáticos, que são incontroláveis, a energia gerada pelo sistema fotovoltaico é intermitente. Os sistemas isolados das redes (*off-grid*) permitem que a energia seja aproveitada a noite, pois possuem baterias para armazenamento. Esse banco de baterias deve ser calculado em função da demanda de cada empresa, o que implica em mais um custo adicional no projeto, uma vez que as baterias disponíveis no Brasil (estacionárias, de níquel e cádmio) possuem vida útil bem menor que a do sistema (placas solares e demais componentes), em uma proporção de 7 anos para baterias e 25 anos para o sistema de geração de energia, e possuem uma manutenção cara (ELEKTOSOLAR, 2018, BLUE SOL, 2018).

Por fim, os sistemas de energia solar podem comprometer a estética dos ambientes em que forem instalados. As instalações de painéis e placas fotovoltaicas ocupam espaços, e são, geralmente, instaladas nos telhados dos prédios. Assim, a indicação de engenheiros e arquitetos para uma avaliação do custo-benefício e indicação de alternativas de instalação são muitas vezes necessários para a melhor solução quanto a este requisito. Imóveis mais modernos e projetos novos já levam em consideração a utilização de placas solares em empresas e, normalmente possuem soluções arquitetônicas compatíveis para a instalação segura e arquitetonicamente adequada desses painéis (ELEKTOSOLAR, 2018, BLUE SOL, 2018).

Acredita-se que a opção pela energia solar não seja apenas uma decisão sobre suas vantagens e desvantagens, mas a opção por uma energia limpa e sustentável, que pode ser a solução mais viável para um país com as características de clima como o Brasil.

#### **2.4 Viabilidade econômica do painel fotovoltaico**

As empresas, ao se depararem com a necessidade de fazer novos investimentos, precisam optar entre obter uma linha de financiamento ou utilizar seus recursos próprios, de modo que tal decisão pode assegurar uma posição no mercado mais satisfatória durante um dado período. Entretanto, se algo der errado, o volume de recursos envolvidos poderá comprometer irremediavelmente a liquidez e a rentabilidade (OLIVEIRA; FRANCISCO; ESMANHOTO, 2015).

De acordo com Gitman (2010, p. 24), “investimento é definido como um desembolso de fundos que uma empresa faz na expectativa de produzir benefícios”, uma forma de adquirir capital que possa agregar valor à empresa e gerar maior lucratividade conseqüentemente.

A análise da viabilidade econômica de um projeto consiste em um estudo que visa medir ou analisar se um determinado investimento é viável ou não, onde irá comparar com outros investimentos disponíveis os retornos que poderão ser obtidos com os investimentos propostos, para decidir se vale a pena ou não investir. Com isso, o investidor consegue eliminar projetos em que não compensa investir e direcionar seu esforço e dinheiro para projetos mais promissores, especialmente quando é necessário decidir entre dois ou mais projetos e se tem dinheiro para investir em apenas um.

Os principais indicadores para analisar a viabilidade projetos de investimentos segundo Oliveira; Francisco e Esmanhoto (2015), são: o Valor presente líquido (VPL), o *Payback* e a Taxa interna de retorno (TIR). É fundamental para o gestor compreender os princípios da administração financeira para sua tomada de decisão.

A teoria da administração financeira fornece inúmeras fórmulas para avaliar à viabilidade de investimentos, podem-se ressaltar alguns dos mais utilizados no âmbito acadêmico e organizacional:

A TIR (Taxa Interna de Retorno) é uma técnica sofisticada de orçamento de capital, trata-se de uma taxa de retorno composta em que a empresa obterá ao investir em um projeto, considerando as entradas de caixa prevista. Gitman (2010), aponta que deve se aceitar apenas projetos com TIR's superiores ao custo de capital, evidenciando se a oportunidade de investimento é viável para o investidor. Conforme Hoji (2012), a TIR é uma taxa de juros implícita numa série de pagamentos (saídas) e recebimentos (entradas), que tem a função de descontar um valor futuro ou aplicar o fator de juros sobre um valor presente, conforme o caso, para trazer ou levar cada valor do fluxo de caixa para uma data local (data base de comparação de valores correntes de diversas datas). Segundo Ross (2015), a TIR pode ser definida como um método de avaliar a rentabilidade absoluta a determinado custo de capital (processo de atualização). Geralmente, adota-se a data de início da operação – momento zero – como a data focal de comparação dos fluxos de caixa. A soma das saídas deve ser igual à soma das entradas, em valor da data focal, para se anularem (ROSS, 2015). O método da TIR não tem como

finalidade a avaliação da rentabilidade absoluta a determinado custo de capital (processo de atualização), como o VPL; mas objetiva encontrar uma taxa intrínseca de rendimento.

Uma variação da TIR é a TIR-M, que corresponde à Taxa Interna de Retorno Modificada. De acordo com Assaf Neto (2006, p. 318), geralmente adota-se, para contornar essas deficiências da TIR, o método da Taxa Interna de Retorno Modificada (TIRM), que utiliza em seus cálculos taxas de investimento para reaplicação dos fluxos de caixa intermediários mais compatíveis com o mercado.

O método VPL (Valor Presente Líquido) é o critério mais recomendado por especialistas em finanças para decisão de investimento. Esta recomendação está fundamentada no fato que o VPL considera o valor temporal do dinheiro (um recurso disponível hoje vale mais do que amanhã. O objetivo do VPL é encontrar alternativas de investimento que valham mais do que custam para os patrocinadores, alternativas que tenham um valor presente líquido positivo (ROSS, 2015).

O *Payback* corresponde ao período de tempo necessário para que as entradas de caixa se igualem ao valor a ser investido, ou seja, o prazo de recuperação de um investimento. O *Payback* descontado é bem semelhante ao *Payback*, o que difere é que nele calcula-se o tempo de retorno do capital investido a partir do valor presente dos fluxos de caixa, considerando o custo de capital (OLIVEIRA; FRANCISCO; ESMANHOTO, 2015).

## **2.5 Tipos de investimentos**

O mercado financeiro oferece um leque amplo de produtos disponíveis. Os investimentos são separados em dois grupos de aplicações: os de renda fixa e os de renda variável. Oriente e Alves (2017) afirmam que o investimento se trata da aplicação de determinado tipo de recurso com perspectiva de ganhar um retorno futuro superior ao capital investido. Os produtos de renda fixa são destinados, de forma geral, a investidores que possuem perfil conservador, pois possui baixa volatilidade e baixíssimo risco. Os produtos mais conhecidos hoje no mercado de renda fixa são os Certificados de Depósito Bancário (CDB), Letra de Crédito Imobiliário (LCI), Letra de Crédito do Agronegócio (LCA), títulos do tesouro e a caderneta de poupança. Como o próprio nome diz, aplicações em renda fixa possuem uma rentabilidade contínua, no qual o cliente sabe qual a taxa contratada,

sendo assim, é possível realizar uma simulação do valor que será recebido no vencimento (DUARTE, 2019).

Dentre os produtos em renda fixa, têm-se aqueles que são pré-fixados e pós-fixados. Quando o produto escolhido possui taxa pré-fixada, o cliente vai receber o valor da taxa contratada no momento da aplicação. Quando o tipo escolhido é o pós-fixado, a rentabilidade do investidor vai variar de acordo com o indexador da aplicação, que pode mudar no decorrer do tempo. Neste último caso, se a taxa do indexador aumenta, a rentabilidade aumenta, e vice-versa (ORIENTE; ALVES, 2017).

Já as aplicações em renda variável possuem volatilidade e risco altos, portanto, os lucros ou os prejuízos são superiores se comparado com as aplicações em renda fixa. As aplicações em renda variável envolvem ações e fundos de investimentos. As ações nada mais são que uma parte de uma empresa, sendo que, quando uma pessoa adquire esses produtos, ela passa a ter uma parte da empresa, como um sócio. A valorização neste tipo de produto vai depender da cotação da empresa. Se ela apresentar bons resultados, o preço da ação tende a subir fazendo com que o acionista lucre, mas se passar por dificuldades, o preço do ativo tende a cair, sendo assim, o acionista terá prejuízo (KERR, 2011).

Quanto aos fundos de investimentos, que reúnem os recursos de diversos investidores, chamados de cotistas, que aplicam recursos em uma série de ativos financeiros, que vão variar de acordo com o tipo e estratégia do fundo, como por exemplo, carteiras ou cestas de investimento que podem ser compostas por títulos públicos, títulos de renda fixa, ações, derivativos, *commodities* e até mesmo cotas de outros fundos (KERR, 2011).

### 2.5.1 Caderneta de Poupança

Segundo Kerr (2011), a caderneta de poupança se trata de um investimento considerado de baixo risco, consiste no mais comum tipo de aplicação quando se fala nesta categoria, uma vez que é isento de imposto de renda e de taxas administrativas, contudo o seu *feedback* financeiro é muito baixo. Popularmente denominada como poupança, foi criada no ano de 1861, no período de Dom Pedro II, com finalidade de recompensar depósitos com juros de 6% ao ano sob a garantia do Governo Imperial. Esse investimento era proposto para pessoas de baixa renda e

foi estabelecido que a sua taxa de juros remuneratórios jamais seria superior a 6% a.a. Atualmente trata-se do exclusivo investimento principiado com valores mais baixos do mercado financeiro.

Informações da Federação Brasileira de Bancos – FEBRABAN (2019), mostram que se trata de uma aplicação conservadora, ideal para compor a reserva do dia a dia. Os rendimentos são mensais, isentos de imposto de renda e continuamente creditados nas datas de aniversário da poupança, que é o dia em que foi realizada a aplicação. As aplicações efetivadas nos dias 29, 30 e 31 terão como data de aniversário sempre o dia 1º. A poupança é um investimento de baixo risco recomendado para a parcela conservadora de seus investimentos e proporciona rendimentos com o benefício da isenção de impostos para pessoa física (imposto de renda e IOF) (BERGER, 2015).

O rendimento é mensal e é a resultado de juros de 0,5% ao mês mais TR (Taxa Referencial). São 28 datas de aniversário e um sistema inteligente, que resgata automaticamente a data mais vantajosa. Os rendimentos da poupança são calculados pelo Banco Central e publicados diariamente na imprensa (BERGER, 2015).

### *2.5.2 Certificados de Depósitos Bancários (CDB) e Fundos de Renda Fixa*

Conforme Oriente e Alves (2017), o Certificado de Depósito Bancário (CDB), é o título de renda fixa mais popular e abundantemente usado pelos os investidores pessoas físicas no mercado brasileiro, que do mesmo modo se trata de uma ampla fonte de captação de recursos para as instituições financeiras. Se caracteriza por se tratar de um título em que no período da contratação se determina o prazo e a maneira de rendimento, bem como sua remuneração podendo ser prefixada ou pós-fixada.

Segundo Oriente e Alves (2017), os Certificados de Depósitos Bancários (CDB) são aplicações de renda fixa que admitem que o investidor conheça, com antecedência, o prazo e as condições de remuneração. Possui a solidez do banco que aplica o valor e com a segurança do Fundo Garantidor de Crédito (FGC) até o limite de R\$ 250 mil por Cadastro de Pessoas Físicas (CPF) e Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) por instituição financeira em casos de intervenção, liquidação ou de falência.



De acordo com informações da FEBRABAN (2019), a maior parte das instituições financeiras comercializa determinados tipos de fundo de renda fixa, sendo que cada tipo de aplicação é bem peculiar para o tipo de rendimento CDB que o investidor espera. Ainda conforme a FEBRABAN (2019), os fundos de renda fixa são aqueles em que o investidor conhece no momento de investir o quanto ganhará de rendimento sobre valor aplicado.

Deste modo, o investimento em fundos de renda fixa expõe sua fundamental distinção sobre o investimento em renda variável, uma vez que prevê se o investimento terá determinada valorização ao decorrer do tempo. É recomendado para investidores com um perfil mais conservador tendo boa liquidez com amplas probabilidades de resgates imediatos, bem como não há cobrança de Imposto sobre Operações de Crédito, Câmbio e Seguros (IOF) se a aplicação for de pelo menos 30 dias. Para investir em fundos de renda fixa é necessário aprender que cada investimento possui sua norma característica de funcionamento, sendo indispensável avaliar quais fundos mais se adaptam as suas necessidades como investidor (FEBRABAN, 2019).

### *2.5.3 LCI e LCA*

A Letra de Crédito Imobiliário (LCI) é emitida por instituições financeiras – bancos comerciais, múltiplos e lastreados por empréstimos imobiliários. Foi um tipo de investimento criado com a finalidade de elevar o crédito destinado ao setor imobiliário. O investidor pode saber precisamente quanto vai receber no decorrer do período de aplicação ou então terá um retorno que flutuará conforme as taxas de juros exercitadas no mercado

Segundo Oriente e Alves (2017), um dos benefícios desse tipo de investimento é a isenção do imposto de renda. Outro benefício é a LCI ser assegurada pelo Fundo Garantidor de Crédito (FGC) até o limite de R\$ 250.000,00 (duzentos e cinquenta mil). Ou seja, no caso da instituição bancária em que se concretizou o investimento ter problemas e, na pior das suposições, entre e falência ou liquidação judicial, o FGC assegura até este limite aplicado.

De acordo com Oriente e Alves (2017), a Letra de Crédito Agronegócio (LCA) se trata de um investimento de baixo risco, isento de imposto de renda. Foi designada com a finalidade de elevar o crédito destinado ao agronegócio. Possui

ainda como diferencial o fato de serem emitidas do mesmo modo com a cobertura do Fundo Garantidor de Crédito (FGC) até o limite instituído pelo fundo de R\$ 250.000,00 (duzentos e cinquenta mil) por CPF e por instituição financeira. O LCA é muito similar ao LCI em diversas particularidades, contudo, os recursos do empréstimo serão destinados para financiar o agronegócio e as datas de vencimento são pré-estabelecidas, quando é efetivado um contrato com o credor. Para o setor do agronegócio trata de uma extraordinária fonte de financiamento.

#### *2.5.4 Títulos Público (Tesouro direto)*

Os títulos públicos são ativos de renda fixa em que o tomador ao contrair este título empresta dinheiro para o governo, com vistas a receber no futuro o valor emprestado acrescido de juros, compreendendo que o título de renda fixa tem como particularidade a certeza de quanto será o retorno pelo empréstimo no dia da compra (ASSAF NETO, 2009).

Segundo Oriente e Alves (2017), se trata de uma aplicação segura e rentável, que o governo emprega os recursos obtidos nos gastos do país. A operação não origina nenhum documento físico, porém isso não constitui que não há segurança comprobatória da obtenção do título, uma vez que é originado um número de protocolo que ficará registrado no CPF, podendo ser examinado a qualquer ocasião, através do extrato no site do Tesouro Direto.

Conforme Hill (2009), o Tesouro Direto é um programa nacional desenvolvido com a B3 para venda de títulos públicos federais para pessoas físicas, através da internet. É recomendável para quem procura baixo risco e previsibilidade, que proporcionam dois tipos de títulos públicos, conforme a rentabilidade oferecida: pré-fixados apresentam rentabilidade determinada na ocasião da compra; pós-fixados possuem seu valor corrigido por um indexador, que fará com que a rentabilidade possa alterar conforme o comportamento do indexador (inflação ou juros) e da taxa contratada na hora da compra.

#### *2.5.5 Renda variável*

Até o início do ano de 2020, os investimentos em renda variável por pessoas físicas tiveram um aumento considerável. Conforme Laporta (2020, p.1), a bolsa de

valores brasileira mais que dobrou sua base de investidores, “um incremento de 868 mil pessoas. A proporção de pessoas físicas no mercado de ações era de 16,2% em março de 2020”. Diante de um número maior de informações e do aumento da confiabilidade no mercado financeiro nacional, segundo Berger (2015), as pessoas passaram a se interessar por investimentos diferentes da tradicional caderneta de poupança.

Outro fator importante que elevou a procura por este tipo de investimentos mais arriscados foi a baixa remuneração da taxa da Selic que não se mostrou atrativa para os investidores. De acordo com publicação na plataforma Investnews, a participação do capital nacional (52%) no mercado de ações, em 2020, ultrapassou a do capital estrangeiro (48%) (LAPORTA, 2020). Conforme com Kerr (2011), a renda variável se fundamenta em indexadores, como taxa de juros, taxa de inflação etc.

Trata-se de outra forma de investimento em que a remuneração ou o sistema de cálculo não pode ser informado no instante da aplicação. Esta forma de investimento é mais atraente para investidores que possuem o perfil dinâmico, uma vez que esses investimentos sofrem variações ao longo tempo. Em determinados casos, o investidor pode perder parte do capital primeiramente investido. Ressaltando que embora possa apresentar um risco maior, a renda variável admite retornos muito maiores do que da renda fixa.

#### 2.5.6 Ações

Conforme Oriente e Alves (2017), as ações tratam de papéis que concebem uma pequena parte do capital social de uma empresa. São valores mobiliários emitidos por sociedades anônimas representativos de uma parcela do seu capital social. Ou seja, são títulos de propriedade que atribuem a seus detentores (investidores) a participação na sociedade da empresa.

As ações podem ser de dois tipos, ordinárias ou preferenciais. As ordinárias oferecem direito ao acionista votar em assembleias gerais da empresa, bem como de receber lucro distribuído pela a empresa. As preferenciais não podem votar em assembleias, mas recebe os lucros distribuídos primeiro (em uma porcentagem maior que as ordinárias), e na ocorrência de que a empresa venha a falência e são os primeiros a ganharem a compensação. O proprietário de ações emitidas por uma

companhia tem *status* de sócio e é denominado acionista, possuindo direitos e deveres dentro dos limites das ações junto à empresa (KERR, 2011).

A procura por melhores rentabilidades continuamente seduz investidores para o segmento de ações. Ainda que tenha um maior risco envolvido em comparação com a renda fixa, investir em ações pode acarretar maiores rendimentos quando os papéis comprados estão ligados a empresas em desenvolvimento e que trazem efeitos sólidos em seus balanços financeiros. Quando se determina investir em ações, é importante pensar que deve existir o foco em longo prazo. Com isso, é plausível seguir a evolução da companhia indicada para investir. Na prática, o acionista se torna um sócio da empresa (FEBRABAN, 2019).

### **3 METODOLOGIA**

Neste capítulo será apresentado os métodos que foram utilizados para realização da pesquisa tais como tipo de abordagem adotada, cenário utilizado e quais instrumentos foram utilizados para a coleta e análise de dados.

#### **3.1 Abordagem**

A presente pesquisa utilizou a abordagem quantitativa baseada em cálculos de estimativas de custos de implantação de um sistema de energia solar em uma empresa. No desenvolvimento foi realizado um estudo de caso de caráter exploratório, quantitativo. Conforme Gil (2008) o estudo de caso pressupõe uma investigação que tenha como objeto organizações reais, reunindo várias informações para atender o objetivo da pesquisa. A pesquisa exploratória segundo Gil (2008) visa proporcionar maior familiaridade com o problema de modo a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Como método de abordagem optou-se pela realização de uma pesquisa de abordagem descritiva qualitativa com a utilização de roteiros estruturados de entrevistas e pesquisa documental sobre dados disponíveis sobre a força de vendas na empresa.

O tipo de pesquisa a ser realizada é a descritiva qualitativa. Para Perovano (2014), o processo descritivo visa à identificação, registro e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com o fenômeno ou processo. Esse tipo de pesquisa pode ser entendido como um estudo de caso em que, após a coleta de dados, é realizada uma análise das relações entre as variáveis para uma posterior determinação dos efeitos resultantes em uma empresa, sistema de produção ou produto (GIL, 2008).

Primeiramente foi realizada, no estudo, uma pesquisa bibliográfica, uma fonte de coleta de dados secundária, podendo ser definida como: contribuições culturais ou científicas realizadas no passado sobre um determinado assunto, tema ou problema que possa ser estudado (GIL, 2008). Quanto aos métodos de pesquisa, para essa pesquisa bibliográfica, foi utilizada a coleta de artigos, utilizando a estratégia de pesquisas em revistas acadêmicas voltadas para a área de energia solar, assim pesquisas científicas que tenham como foco neste tema. Em relação aos dados da pesquisa, estes são considerados secundários, pois, são editados e

sistematizados para disponibilização ao público. As palavras-chave para nortear a pesquisa inicial, juntamente com outras, como: energia solar; painéis solares; custos e investimentos. Os dados foram coletados por meio de busca eletrônica.

Como método utilizado, este foi escolhido o estudo de caso. Para Yin (2001), o estudo de caso deve ser a melhor estratégia quando se quer responder as questões “como” e “porque” sobre um assunto específico a partir de pesquisas. Assim passa ser mais fácil entender e obter os resultados esperados sobre a o setor de vendas da empresa selecionada. Conforme Lakatos e Marconi (2003, p. 174) a pesquisa documental é ~~que~~ a fonte de coleta de dados estando restrita a documentos, escritos ou não, constituindo o que se denomina de fontes primárias. Como instrumento de pesquisa será utilizada a entrevista. A entrevista padronizada é aquela em que o entrevistador segue um roteiro previamente estabelecido; “as perguntas feitas ao indivíduo são predeterminadas seguindo um formulário elaborado e é efetuada de preferência com pessoas selecionadas de acordo com um plano” (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 197).

Para tal análise foi realizada uma entrevista semiestruturada com o Gestor da empresa a ser consultada para coletar as informações dos bens a serem adquiridos e, identificar qual seria o valor final do investimento em energia solar, com vistas a cobrir 40% dos gastos total de energia na empresa, uma vez que a energia solar, em função de oscilações não pode cobrir a totalidade dos gastos em energia elétrica da empresa já que em função de fatores incontroláveis, a energia gerada pelo sistema fotovoltaico é intermitente, ou seja, não se mantém na mesma ordem em situações adversas como grandes períodos de chuva, que impedem a luz solar de chegar até aos captadores de forma satisfatória.

### **3.2 Análise de dados**

A empresa escolhida para o estudo é a empresa B. O Grupo B Ltda. atua no segmento de cimento e agregados, está há 25 anos no mercado. Atualmente, conta com seis empresas, sendo quatro de artefatos de concreto (postes, cruzetas, mourões etc.) e outra duas de tijolos com tecnologia de concreto. Houve o interesse do grupo de fazer um teste em apenas uma das empresas localizada na Região Metropolitana de Belo Horizonte – MG. O Grupo está em expansão de mercado, procurando reduzir custos e aumentar sua produtividade. Diante do interesse da

empresa em adquirir um sistema alternativo de energia, a pesquisadora desenvolveu através de métodos e técnicas de análise de investimentos, qual seria a viabilidade de adquirir esse sistema.

O investimento inicial do projeto considerou tanto a aquisição de painéis solares quanto os custos de instalação e construção, indicados pela empresa prestadora de serviço, para cobrir cerca de 40% da energia utilizada pela empresa.

Por fim, para a obtenção dos resultados financeiros, foram ainda apresentadas as receitas, os indicadores de capital financeiro, fluxos de caixa de 20 anos e indicadores financeiros – VPL; TIR; TIR-M; Payback. Para isso foram ainda criados 3 tipos de cenários, comparando a média dos resultados com o investimento do Tesouro direto. Para a realização dos cálculos de estimativas supracitados foram analisados documentos de órgãos reguladores do setor elétrico, revisão sistemática de artigos e trabalhos acadêmicos relacionados ao tema. Destaca-se também a utilização de dados de da empresa prestadora do serviço de energia solar fotovoltaica.

#### 4 ANÁLISE ECONÔMICA-FINANCEIRA DO PROJETO

A fim de estabelecer uma estimativa do custo da instalação fotovoltaica em uma empresa foi realizada uma pesquisa de preços junto a importadores de equipamentos, por meio de uma empresa localizada na Região Metropolitana de Belo Horizonte, aqui chamada de “Empresa A”. Os dados dessa pesquisa de preços são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 – Equipamentos**

Equipamento	Custo (R\$)
Módulo solar fotovoltaico TRINA Solar de 330W – TSM330P é ideal para uso em sistemas conectados à rede (grid-tied) e também sistemas isolados com baterias (off-grid).	1.100,00
Inversor de frequência (CANADIAN) 2mppt Monofásico Csi 5k	3.000,00

Fonte: dados fornecidos pela Empresa A em agosto de 2019.

Para capturar a energia do sol é necessário ter um elemento que pode recebê-lo e transferi-lo para um fluido que está em contato direto com o dispositivo de coleta. Esta função de captura e transferência de calor é confiada a painéis solares, que geralmente são compostos pelos seguintes itens: (i) superfície que coleta radiação solar; (ii) circuito através do qual o fluido circula capaz de transferir o calor capturado pela superfície de coleta; (iii) capa transparente; (iv) isolamento térmico; (v) caixa de proteção capaz de acoplar o conjunto ao resto da instalação. A placa coletora ou superfície absorvente é o elemento principal de um painel solar, já que sua missão é coletar a radiação solar e transmitir o calor que ela transporta. Normalmente é construído com um material metálico preto.

A Tabela 2 mostra os valores dos custos de cada componente para a confecção do sistema fotovoltaico. Os valores de inversores, projeto, sistema de fixação e cabos de proteção são estimados de acordo levantamento sugerido por uma empresa do ramo de energia solar, localizada em Porto Alegre/RS e especializada em empresas e indústrias (aqui tratada como “Empresa C”).

**Tabela 2- Custos de construção**

<b>Equipamento</b>	<b>Custo (valores R\$)</b>
Painéis	361.000,00
Inversor	81.000,00
Sistema de fixação	12.000,00
Cabos	9.000,00
Demais custos da obra	15.000,00
<b>Total</b>	<b>478.000,00</b>

**Fonte: dados fornecidos pela Empresa C em agosto de 2019.**

Com base em um projeto liderado pela equipe de engenharia da Elysia, reconhecida pela alta qualidade técnica, a instalação distribuiu no telhado da empresa painéis solares policristalinos. Os módulos, que estão interligados a inversor solar de frequência (CANADIAN) 2mppt monofásico Csi 5k, fazendo a captação da luminosidade do sol. O módulo solar fotovoltaico produz 330W, 8,85A e 37,3V em corrente contínua.



É ainda apresentado uma estimativa de valores tanto dos equipamentos que precisarão ser adquiridos para a construção do sistema solar da empresa quanto o valor total do projeto. Como exposto nesta tabela o maior custo está na compra dos painéis que representam cerca de 75% do investimento.

#### **4.1 Análise por cenário**

O Brasil possui grandes potenciais para a geração de energia solar térmica ou fotovoltaica em todo seu território nacional. No entanto, a utilização da energia solar ainda é pequena, em comparação com países como Alemanha, China, Estados Unidos, entre outros, principalmente devido aos custos de implantação e demais alternativas disponíveis no país. Assim, torna-se necessário análises econômicas que apresentem a realidade destes investimentos. Geralmente o valor de venda do sistema é calculado mensalmente e, o tipo de tecnologia e desempenho tecnológico afetam custo final da energia e conseqüentemente o dimensionamento do sistema e, por sua vez, a viabilidade econômica de implantação do sistema. Para as receitas desse estudo, o valor de venda é definido em função dos dados de Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) médio da região sudeste no ano de 2020 extraídos de Câmara de comercialização de Energia elétrica (CCEE) cujo valor médio teve a projeção indica PLD médio de R\$ 101,57/ MWh no Sudeste em 2020 (TABELA 3).

**Tabela 3 – Receitas (valores R\$)\***

<b>ANO</b>	<b>GERAÇÃO</b>	<b>VALOR</b>	<b>RECEITA</b>
<b>0</b>	707	101,57	-----
<b>1</b>	700	101,57	71.881.089
<b>2</b>	699	101,57	70.997,43
<b>3</b>	698	101,57	70.895,86
<b>4</b>	698	101,57	70.895,86
<b>5</b>	698	101,57	70.895,86
<b>6</b>	697	101,57	70.794,29
<b>7</b>	696	101,57	70.692,72
<b>8</b>	695	101,57	70.591,15
<b>9</b>	694	101,57	70.489,58
<b>10</b>	694	101,57	70.489,58
<b>11</b>	693	101,57	70.388,01
<b>12</b>	693	101,57	70.388,01
<b>13</b>	692	101,57	70.286,44
<b>14</b>	692	101,57	70.286,44
<b>15</b>	691	101,57	70.184,87
<b>16</b>	691	101,57	70.184,87
<b>17</b>	689	101,57	69.981,73
<b>18</b>	689	101,57	69.981,73
<b>19</b>	688	101,57	69.880,16
<b>20</b>	687	101,57	69.778,59

**Fonte: dados fornecidos pela Empresa C em agosto de 2019.**

**\*valores arredondados**

Apesar de a matriz elétrica brasileira ser composta principalmente por usinas hidrelétricas (64,5%) e termelétricas (27,4%), A utilização e expansão da hidroeletricidade encontram limitações em relação às questões ambientais envolvidas com a construção das usinas e à crise hídrica vivenciada pelo país desde 2014. Além disso, nas últimas décadas foram notórios os conflitos de interesses sobre usos das águas e sobre os grandes reservatórios (CARVALHO; MAGALHÃES; DOMINGUES, 2019).

Observa-se diante desse quadro, que uma das alternativas propostas para suprir a demanda energética tem sido a utilização das termoelétricas que, no

entanto, é desvantajosa do ponto de vista ambiental (aumento da poluição por gases de efeito estufa) e financeiro, uma vez que gera custos mais elevados se comparados a geração de energia elétrica oriunda de hidroelétricas), devido a estas condições relativamente mais custosas, acaba refletindo em aumentos de tarifas. De modo que, entende-se que a energia solar tem se tornado uma opção viável, estimulando o surgimento de estudos sobre a viabilidade econômica do seu aproveitamento através de painéis fotovoltaicos.

Diante dessa sugestão, é necessário elaborar uma análise financeira que apresente informações que possa vir a justificar o empreendimento de instalação de painéis fotovoltaicos em indústrias e empresas. Em relação à análise financeira deste investimento foram inicialmente calculados o fluxo de caixa e as receitas. O fluxo de caixa de um investimento é projetado sobre o período em que se pretende manter o investimento. Para o caso de venda de energia fotovoltaica esse período será de 20 anos, pois esse tem sido o prazo de contratos da concessão em leilões no mercado de energia alternativa. Esse prazo está relacionado com a vida útil do sistema, de 25 anos em média. Para estimar o fluxo de caixa e avaliar a rentabilidade do investimento é necessário estimar as receitas, os custos, as despesas gerais e o custo de capital do empreendimento.

Entretanto é possível considerar a perda de eficiência durante os anos de geração os módulos em torno de 1% ao ano, esse valor foi considerado ao realizar a estimativa da receita bruta ao longo dos anos. Diante dos preços praticados na região sudeste, foi elaborada uma projeção das receitas. Quanto aos custos operacionais referem se basicamente com manutenção e gastos com o local físico. Cabe destacar que não foram encontrados dados sobre os custos de manutenção e operação de um sistema fotovoltaico.

A Projeção de Cenários é um conceito difundido por estudos e consultorias, sendo hoje amplamente utilizado como ferramenta de gestão. Ela permite que estratégias sejam estabelecidas considerando-se um contexto futuro, onde fatores que podem impulsionar o negócio são identificados, a fim de obter um avanço perante um cenário competitivo.

#### 4.1.1 Análise por cenário otimista

Neste caso a ideia central é prever um ambiente extremamente favorável para a organização, em que todas as metas de faturamento sejam alcançadas, haja o menor custo de produção, que as despesas operacionais fiquem abaixo dos limites estabelecidos. A primeira projeção desse cenário será o investimento inicial, seguido do fluxo de caixa dos próximos 20 anos. O investimento inicial é o gasto necessário para a implantação do projeto de energia fotovoltaica. A taxa de juros praticada será, no caso, 13% ao ano e o tempo de pagamento é projetado para 10 anos.

**Tabela 4 – Investimento inicial (valores R\$)**

<b>(-) Valor do Investimento</b>	<b>- 361.000,00</b>
<b>(-) Dispêndio</b>	<b>- 102.000,00</b>
<b>(+) Venda dos Eq. Antigos</b>	0,00
<b>(+) Financiamento</b>	478.000,00
<b>(-) Instalação</b>	<b>- 15.000,00</b>
<b>(=) Total do Investimento Próprio</b>	0,00
<b>Pagamento de Empréstimo</b>	478.000,00
<b>Juros anual</b>	13,00%
<b>Anos</b>	10
<b>Total a ser pago</b>	<b>- 1.144.603,21</b>

Fonte: dados fornecidos pela Empresa B em agosto de 2019.

A Tabela 5 apresenta os fluxos de caixa dos próximos 20 anos da empresa. O pagamento do empréstimo será realizado em 10 anos. Conforme projeções apenas no 11º e 12º anos haverá saldo negativo no fluxo de caixa da empresa. A tabela 6 mostra os fluxos de caixa resumidos desses mesmos 20 anos.

Tabela 5 – Fluxo de caixa/20 anos (valores R\$)

Fluxos de Caixa	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6	FC7	FC8	FC9	FC10	FC11	FC12	FC13	FC14	FC15	FC16	FC17	FC18	FC19	FC20
(+) Receita Adicional	147.124,30	145.653,06	144.196,53	142.754,56	141.327,02	139.913,75	138.514,61	137.129,46	135.758,17	134.400,59	133.056,58	131.726,01	130.408,75	129.104,67	127.813,62	126.535,48	125.270,13	124.017,43	122.777,25	121.549,48
(-) TSEE	735,62	728,27	720,98	713,77	706,64	699,57	692,57	685,65	678,79	672,00	665,28	658,63	652,04	645,52	639,07	632,68	626,35	620,09	613,89	607,75
(-) TSUD	4.597,06	4.551,09	4.505,58	4.460,52	4.415,92	4.371,76	4.328,04	4.284,76	4.241,91	4.199,49	4.157,50	4.115,92	4.074,76	4.034,02	3.993,68	3.953,74	3.914,20	3.875,06	3.836,31	3.797,95
(-) Manutenção/ Outras despesas	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00
(+) Pagamento de empréstimo	-	-	114.460,32	114.460,32	114.460,32	114.460,32	114.460,32	114.460,32	114.460,32	114.460,32	114.460,32	114.460,32	-	-	-	-	-	-	-	-
(=) Lucro Tributável	127.331,62	125.913,70	10.049,64	8.659,94	7.284,14	5.922,10	4.573,67	3.238,73	1.917,14	608,77	686,52	1.968,86	111.221,95	109.965,13	108.720,87	107.489,07	106.269,58	105.062,28	103.867,06	102.683,79
(-) IR	11.969,17	11.835,89	944,67	814,03	684,71	556,68	429,93	304,44	180,21	57,22	0,00	0,00	10.454,86	10.336,72	10.219,76	10.103,97	9.989,34	9.875,85	9.763,50	9.652,28
(=) Lucro Líquido	115.362,45	114.077,81	10.994,31	9.473,98	7.968,85	6.478,77	5.003,60	3.543,17	2.097,35	665,99	686,52	1.968,86	121.676,81	120.301,85	118.940,64	117.593,04	116.258,92	114.938,13	113.630,56	112.336,06

Fonte: dados da pesquisa, 2020

Tabela 6 – Fluxo de caixa resumido /20 anos (valores em R\$)

FC 0	FC 1	FC 2	FC 3	FC 4	FC 5	FC 6	FC 7	FC 8	FC 9	FC 10	FC 11	FC 12	FC 13	FC 14	FC 15	FC 16	FC 17	FC 18	FC 19	FC 20
478.000,00	115.362,45	114.077,81	10.994,31	9.473,98	7.968,85	6.478,77	5.003,60	3.543,17	2.097,35	665,99	686,52	1.968,86	121.676,81	120.301,85	118.940,64	117.593,04	116.258,92	114.938,13	113.630,56	112.336,06

Fonte: dados da pesquisa, 2020

A Tabela 7 apresenta o ganho de capital obtido com a valorização dos equipamentos adquiridos para os projetos. Destaca-se que o investimento e valor líquido continuam os mesmos.

**Tabela 7 – Ganho de Capital Eq. Novos**

<b>Valor de Mercado</b>	<b>R\$ 361.000,00</b>
<b>Valor Contábil</b>	<b>R\$ 361.000,00</b>
<b>Ganho de Capital</b>	<b>R\$ 0,00</b>
<b>(-) IR</b>	<b>R\$ 0,00</b>
<b>Valor Líquido</b>	<b>R\$ 361.000,00</b>

Fonte: dados fornecidos pela Empresa B em agosto de 2019.

A Tabela 8 apresenta as alíquotas utilizadas nos cálculos do projeto, conforme fornecido pela Empresa B.

**Tabela 8 – Alíquotas**

<b>TRR</b>	<b>IR</b>	<b>Taxa de desconto</b>	<b>Perda de produção</b>
<b>7,00%</b>	<b>9,40%</b>	<b>7,00%</b>	<b>1,0%</b>

Fonte: dados fornecidos pela Empresa B em agosto de 2019.

A Tabela 9 mostra os resultados do *Payback*, VPL, TIR e TIR-M. O *Payback* é um indicador que determina o prazo de recuperação de um investimento. Este indicador é utilizado para avaliar a atratividade de um investimento, deve ser visto como um indicador, não servindo de seleção entre alternativas de investimento. Conforme os cálculos e valores apresentados na Tabela 8, o investimento seria viável, com tempo de retorno dentro do prazo de 20 anos. O VPL é uma métrica que tem como objetivo calcular o valor presente de uma sucessão de pagamentos futuros, deduzindo uma taxa de custo de capital.

Esse cálculo é relevante devido ao fato de que os recursos obtidos no período futuro não terão o mesmo valor que este mesmo recurso possui no tempo presente. Segundo apurado o valor do VPL seria de R\$72.462,85. A taxa de retorno apresenta a relação entre a quantidade de dinheiro ganho (ou perdido) como resultado de um investimento e a quantidade de dinheiro investido. No caso, conforme previsto no *payback* o retorno ocorrendo em 20 anos, a taxa de retorno seria de 18,94% ao ano. Em relação a Taxa Interna de Retorno Modificada (TIR-M) serve, assim como a Taxa Interna de Retorno convencional (TIR), para avaliar a viabilidade econômica de um determinado projeto. Logo, a rentabilidade encontrada é usada para auxiliar no

processo de tomada de decisão de um investimento, que no caso da empresa será de 7,76%. Por fim, o *payback* encontrado foi de 18,94 anos.

**Tabela 9 - Demonstrações de análises financeiras**

VPL	TIR	TIR-M	Payback (anos)
R\$ 72.462,85	8,60%	7,76%	18,94

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

#### 4.1.2 Análise por cenário intermediário

Um cenário intermediário apresenta uma situação em que não haveria grandes expectativas quanto ao alcance das metas, assim como as reduções nas despesas operacionais por parte da empresa. A primeira projeção neste caso será o investimento inicial, seguido do fluxo de caixa dos próximos 20 anos. O investimento inicial é o gasto necessário para a implantação do projeto de energia fotovoltaica. A taxa de juros anual será de 13,5% previsão de pagamento em 10 anos.

**Tabela 10 – Investimento inicial**

(-) Valor do Investimento	<b>361.000,00</b>
(-) Dispêndio	102.000,00
(+) Venda dos Eq. Antigos	R\$ 0,00
(+) Financiamento	R\$ 478.000,00
(-) Instalação	15.000,00
(=) Total do Investimento Próprio	<b>R\$ 0,00</b>
Pagamento de Empréstimo	R\$ 478.000,00
Juros anual	13,50%
Anos	10
<b>Total a ser pago</b>	<b>1.217.846,39</b>

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

A Tabela 11 apresenta os fluxos de caixa dos próximos 20 anos da empresa. O pagamento do empréstimo será realizado em 10 anos. Conforme projeções apenas do 5º ao 12º ano haverá saldo negativo no fluxo de caixa da empresa. A tabela 12 mostra os fluxos de caixa resumidos desses mesmos 20 anos.

Tabela 11 – Fluxo de caixa/20 anos (valores em R\$)

Fluxos de Caixa	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6	FC7	FC8	FC9	FC10	FC11	FC12	FC13	FC14	FC15	FC16	FC17	FC18	FC19	FC20
<b>(+) Receita Adicional</b>	147.124,30	145.505,93	43.905,37	42.322,41	40.756,86	39.208,54	37.677,24	36.162,79	34.665,00	33.183,69	31.718,67	30.269,76	28.836,79	27.419,59	26.017,97	24.631,78	23.260,83	21.904,96	20.564,00	19.237,80
<b>(-) TSEE</b>	735,62	727,53	719,53	711,61	703,78	696,04	688,39	680,81	673,33	665,92	658,59	651,35	644,18	637,10	630,09	623,16	616,30	609,52	602,82	596,19
<b>(-) TSUD</b>	4.597,06	4.551,09	4.505,58	4.460,52	4.415,92	4.371,76	4.328,04	4.284,76	4.241,91	4.199,49	4.157,50	4.115,92	4.074,76	4.034,02	3.993,68	3.953,74	3.914,20	3.875,06	3.836,31	3.797,95
<b>(-) Manutenção/Outras despesas</b>	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00
<b>(+) Pagamento de empréstimo</b>			21.784,64	21.784,64	21.784,64	21.784,64	21.784,64	21.784,64	21.784,64	21.784,64	21.784,64	21.784,64								
<b>(=) Lucro Tributável</b>	127.331,62	125.767,31	2.435,62	905,63	607,48	2.103,90	3.583,82	5.047,42	6.494,87	7.926,36	9.342,06	10.742,15	109.657,85	108.288,47	106.934,21	105.594,88	104.270,32	102.960,37	101.664,87	100.383,66
<b>(-)IR</b>	12.605,83	12.450,96	241,13	89,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.856,13	10.720,56	10.586,49	10.453,89	10.322,76	10.193,08	10.064,82	9.937,98
<b>(=) Lucro Líquido</b>	114.725,79	113.316,35	2.676,75	995,29	607,48	2.103,90	3.583,82	5.047,42	6.494,87	7.926,36	9.342,06	10.742,15	120.513,97	119.009,03	117.520,69	116.048,77	114.593,08	113.153,45	111.729,70	110.321,65

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

Tabela 12 – Fluxo de caixa resumido /20 anos (valores em R\$)

FC 0	FC 1	FC 2	FC 3	FC 4	FC 5	FC 6	FC 7	FC 8	FC 9	FC 10	FC 11	FC 12	FC 13	FC 14	FC 15	FC 16	FC 17	FC 18	FC 19	FC 20
<b>478.000,00</b>	114.725,79	113.316,35	2.676,75	995,29	607,48	2.103,90	3.583,82	5.047,42	6.494,87	7.926,36	9.342,06	10.742,15	120.513,97	119.009,03	117.520,69	116.048,77	114.593,08	113.153,45	111.729,70	110.321,65

Fonte: dados da pesquisa, 2020.



A Tabela 13 apresenta o ganho de capital com a valorização dos equipamentos comprados para o projeto de energia solar da empresa. No caso, o investimento e valor líquido continuam os mesmos.

**Tabela 13 – Ganho de Capital Eq. Novos**

Valor de Mercado	R\$ 361.000,00
Valor Contábil	R\$ 361.000,00
Ganho de Capital	R\$ 0,00
(-) IR	R\$ 0,00
<b>Valor Líquido</b>	<b>R\$ 361.000,00</b>

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

A tabela 14 apresenta as alíquotas utilizadas para os cálculos das projeções do projeto.

**Tabela 14 – Alíquotas**

TRR	IR	Taxa de desconto	Perda de produção
7,00%	9,90%	8,00%	1,1%

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

A Tabela 15 mostra os resultados do VPL, TIR, TIR-M e *Payback*. Conforme cálculos do retorno, o investimento não seria viável dentro do prazo de 20 anos, o VPL seria de R\$ 14.591,00. A taxa de retorno será de 7,32%, enquanto a TIR-M será de 7,66%. O *payback* será de 21,97 anos.

**Tabela 15 - Demonstrações de análises financeiras**

VPL	TIR	TIR-M	Payback (anos)
R\$ 14.591,00	7,32%	7,66%	21,97

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

#### 4.1.3 Análise por cenário pessimista

No cenário pessimista, prevê-se as piores situações de receita, custos, despesas e investimentos para empresa. Neste caso, o investimento inicial é o gasto necessário para a implantação do projeto de energia fotovoltaica, e permanece o mesmo dos outros cenários, com taxa de juros de 14% e pagamento em 10 anos, aumentando os custos iniciais para R\$ 1.294.051,79

**Tabela 16 – Investimento inicial**

(-) Valor do Investimento	<b>361.000,00</b>
(-) Dispêndio	<b>102.000,00</b>
(+) Venda dos Eq. Antigos	R\$ 0,00
(+) Financiamento	R\$ 478.000,00
(-) Instalação	<b>15.000,00</b>
<b>(=) Total do Investimento Próprio</b>	<b>R\$ 0,00</b>
Pagamento de Empréstimo	R\$ 478.000,00
Juros anual	14,00%
Anos	10
<b>Total a ser pago</b>	<b>1.294.051,79</b>

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

A Tabela 17 apresenta os fluxos de caixa dos próximos 20 anos da empresa. O pagamento do empréstimo será realizado em 10 anos. Conforme projeções apenas do 3º ao 12º ano haverá saldo negativo no fluxo de caixa da empresa. A Tabela 18 mostra os fluxos de caixa resumidos desses mesmos 20 anos.

Tabela 17 – Fluxo de caixa/20 anos (valores em R\$)

Fluxos de Caixa	FC1	FC2	FC3	FC4	FC5	FC6	FC7	FC8	FC9	FC10	FC11	FC12	FC13	FC14	FC15	FC16	FC17	FC18	FC19	FC20
<b>(+) Receita Adicional</b>	147.124,30	145.358,81	143.614,50	141.891,13	140.188,44	138.506,17	136.844,10	135.201,97	133.579,55	131.976,59	130.392,87	128.828,16	127.282,22	125.754,83	124.245,78	122.754,83	121.281,77	119.826,39	118.388,47	116.967,81
<b>(-) TSEE</b>	735,62	726,79	718,07	709,46	700,94	692,53	684,22	676,01	667,90	659,88	651,96	644,14	636,41	628,77	621,23	613,77	606,41	599,13	591,94	584,84
<b>(-) TSUD</b>	4.597,06	4.551,09	4.505,58	4.460,52	4.415,92	4.371,76	4.328,04	4.284,76	4.241,91	4.199,49	4.157,50	4.115,92	4.074,76	4.034,02	3.993,68	3.953,74	3.914,20	3.875,06	3.836,31	3.797,95
<b>(-) Manutenção/Outras despesas</b>	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00	14.460,00
<b>(+) Pagamento de empréstimo</b>			129.405,18	129.405,18	129.405,18	129.405,18	129.405,18	129.405,18	129.405,18	129.405,18	129.405,18	129.405,18	129.405,18	129.405,18	129.405,18	129.405,18	129.405,18	129.405,18	129.405,18	129.405,18
<b>(=) Lucro Tributável</b>	127.331,62	125.620,92	5.474,33	7.144,03	8.793,60	10.423,29	12.033,34	13.623,98	15.195,44	16.747,96	18.281,77	19.797,08	108.111,05	106.632,04	105.170,87	103.727,31	102.301,16	100.892,20	99.500,22	98.125,02
<b>(-) IR</b>	12.987,83	12.813,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11.027,33	10.876,47	10.727,43	10.580,19	10.434,72	10.291,00	10.149,02	10.008,75
<b>(=) Lucro Líquido</b>	114.343,79	112.807,59	5.474,33	7.144,03	8.793,60	10.423,29	12.033,34	13.623,98	15.195,44	16.747,96	18.281,77	19.797,08	119.138,37	117.508,51	115.898,30	114.307,50	112.735,88	111.183,20	109.649,24	108.133,78

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

Tabela 18 – Fluxo de caixa resumido /20 anos

FC 0	FC 1	FC 2	FC 3	FC 4	FC 5	FC 6	FC 7	FC 8	FC 9	FC 10	FC 11	FC 12	FC 13	FC 14	FC 15	FC 16	FC 17	FC 18	FC 19	FC 20
478.000,00	114.343,79	112.807,59	5.474,33	7.144,03	8.793,60	10.423,29	12.033,34	13.623,98	15.195,44	16.747,96	18.281,77	19.797,08	119.138,37	117.508,51	115.898,30	114.307,50	112.735,88	111.183,20	109.649,24	108.133,78

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

A Tabela 19 apresenta o ganho de capital com a valorização dos equipamentos adquiridos. O investimento e valor líquido continuam os mesmos.

**Tabela 19 – Ganho de Capital Eq. Novos**

<b>Valor de Mercado</b>	<b>R\$ 361.000,00</b>
<b>Valor Contábil</b>	R\$ 361.000,00
<b>Ganho de Capital</b>	R\$ 0,00
<b>(-) IR</b>	R\$ 0,00
<b>Valor Líquido</b>	<b>R\$ 361.000,00</b>

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

A tabela 20 apresenta as alíquotas utilizadas para os cálculos das projeções do projeto de energia solar.

**Tabela 20 – Alíquotas**

<b>TRR</b>	<b>IR</b>	<b>Taxa de desconto</b>	<b>Perda de produção</b>
<b>7,00%</b>	10,20%	9,00%	1,2%

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

A Tabela 21 mostra os resultados do VPL, TIR, TIR-M e Payback. Conforme os resultados, o valor do VPL seria de 42.834,06. A TIR seria de 6,07%, enquanto a TIR-M seria de 7,59%. O *payback* do projeto só teria retorno após 25 anos, não sendo viável dentro do prazo de 20 anos.

**Tabela 21 - Demonstrações de análises financeiras**

<b>VPL</b>	<b>TIR</b>	<b>TIR-M</b>	<b>Payback (anos)</b>
<b>42.834,06</b>	6,07%	7,59%	25,67

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

Por fim, na Tabela 22 são apresentados os retornos do investimento no Tesouro Nacional. Nestes cálculos foram utilizados como Taxa de rendimento (anual) 7,00% e a Taxa de desconto (anual) de 7,00%. Como as taxas de rendimento do Tesouro Nacional são pré-fixadas, não se justifica a análise de cenários. Segundo cálculos projetados do investimento esses serão os resultados.

**Tabela 22 - Rendimentos do Tesouro Direto**

Ano	Rendimentos
0	478.000,00
1	R\$478.000,00
2	R\$511.460,00
3	R\$547.262,20
4	R\$585.570,55
5	R\$626.560,49
6	R\$670.419,73
7	R\$717.349,11
8	R\$767.563,55
9	R\$821.292,99
10	R\$878.783,50
11	R\$940.298,35
12	R\$1.006.119,23
13	R\$1.076.547,58
14	R\$1.151.905,91
15	R\$1.232.539,32
16	R\$1.318.817,08
17	R\$1.411.134,27
18	R\$1.509.913,67
19	R\$1.615.607,63
20	R\$1.728.700,16

**Fonte: dados da pesquisa, 2020.**

Como as taxas de rendimento do Tesouro Nacional o investimento inicial de R\$478.000,00, o retorno em 20 anos chegará a R\$1.728.700,16, uma valorização de quase 4 vezes mais do valor investido.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maior parte da energia elétrica utilizada pelas empresas no Brasil provém de hidrelétricas, fator que reflete a dependência no sistema hidrelétrico, que apesar de bem menos danoso que outras formas de energia, como a nuclear; térmica (petróleo, carvão mineral e gás natural); ou biomassa, é impactante para o meio ambiente. A substituição dessas fontes de energia mais utilizadas pelas sustentáveis seria um exagero, uma vez que não há uma possibilidade real de renunciar a grandes usinas hidrelétricas e térmicas existentes. Como a sociedade demanda cada vez mais energia, as fontes renováveis certamente contribuirão com o suprimento do crescimento da demanda. Porém, não há real possibilidade de migração total, mas a utilização de parte dessa energia por alternativas mais limpas é um caminho que muitas empresas vêm adotando.

Os setores de aplicação da energia solar fotovoltaica são diversos e claramente diferenciados; entre eles pode-se citar especialmente locais remotos, que estão em distantes das centrais e distribuidoras de energia. Considera-se que atualmente seja lucrativo ter um painel fotovoltaico nestas áreas que, apesar de seu custo, é a solução mais econômica. Ressalta-se que neste tipo de aplicação é necessário considerar o uso de baterias.

Já a geração de energia fotovoltaica pelas indústrias normalmente é conectada à rede, usando a energia solar como base de consumo e da rede como complemento. Nestes casos é possível até prever a venda do excedente de eletricidade para a companhia elétrica. Muitas empresas brasileiras vêm adotando a utilização da energia solar em função dos benefícios e oportunidades que essa fonte gera para a sociedade, seja a nível ambiental, econômico e/ou social. Conclui-se que o impacto das energias sustentáveis no negócio das empresas merece análises cuidadosas, principalmente porque envolvem aspectos muito além dos custos de investimento.

As energias sustentáveis possuem um forte impacto no campo ambiental, social e econômico, uma vez que, reduzem expressivamente a poluição e danos já causados ao meio ambiente. Bem como contribuem para com a comunidade e possibilita oportunidade para novos negócios. Apesar do seu grande potencial, a maior vantagem da energia solar é sua abundância por intermédio do Sol, porém em

contrapartida o custo elevado e o longo *payback* são as principais barreiras para sua implantação em larga escala.

Ao buscar responder ao problema da pesquisa, verificou-se que mesmo em cenários extremamente positivos o retorno do investimento seria a longo prazo e mostraria dificuldades entre o 11<sup>o</sup> e o 12<sup>o</sup> ano no fluxo de caixa. Neste estudo foi considerado apenas o valor da receita da energia da empresa que traria a base para o pagamento do empréstimo e um retorno futuro. Portanto, as projeções sugerem, diante do apresentado, que o investimento ainda se mostra viável diante das incertezas quanto os valores futuros do comércio de energia.

A venda de energia com fins pecuniários não existe, ocorrendo a compensação, ou seja, um crédito para ser utilizado posteriormente ou ainda a possibilidade para transferência para a concessionária de energia, porém como visto na apresentação da viabilidade econômica, os preços praticados atualmente na região sudeste não estimulam as empresas a sua utilização.

Entende-se que os resultados encontrados no presente estudo são uma aproximação crível das possibilidades de expansão da utilização de energia solar no presente, dado que a utilização de energia solar corresponde a uma parcela ainda muito pequena da demanda de energia em indústrias e empresas de modo geral.

A migração total para energia sustentável pelas empresas ainda está muito longe de ocorrer, tendo em vista que, a mudança no setor é bastante complicada e não ocorre rapidamente. Contudo, as energias sustentáveis fornecem forte apoio para suprir a crescente demanda por energia. A geração distribuída traz uma mudança de paradigma para o setor elétrico, principalmente no que envolve novas oportunidades de negócios.

Acredita-se que o investimento na energia alternativa como a solar será futuramente uma opção mais viável para as empresas frente aos constantes aumentos dos custos da energia elétrica.

## REFERÊNCIAS

- ABRAMOWSKI, J.; POSORSKI, R. Wind energy in developing countries. **DEWI Magazine**, n. 16, p.46-53, February, 2000.
- ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças Corporativas e Valor**. 2. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2006.
- ASSAF NETO, Alexandre. **Matemática financeira e suas aplicações**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- BARBIERI, J. C.; VASCONCELOS, I. F. G.; ANDREASSI, T.; VASCONCELOS, F. C. Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. **Revista de Administração de Empresas**, v. 50, n. 2, pp. 146-154, 2010.
- BERGER, Paulo. **Mercado de renda fixa no Brasil: ênfase nos títulos públicos**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2015.
- BLACKBURN, W. R. **The sustainability handbook: the complete management guide to achieving social, economic and environmental responsibility**. Washington: ELI Press, 2007.
- BLUE SOL. **Entendendo as Vantagens e Desvantagens da Energia Solar: o guia definitivo para você não errar na escolha do seu gerador elétrico**. 2018. Disponível em:< <https://blog.bluesol.com.br/vantagens-e-desvantagens-da-energia-solar/>> acesso em: abr. 2020.
- BORBA, Maria Cristina; GASPAR, Neide. Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho / Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São [Paulo São Paulo]: **FAPESP** ; InterAcademy Council ; Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 2010.Disponível em:<<http://www.fapesp.br/publicacoes/energia.pdf>> acesso em: maio, 2020.
- BOSO, Ana Claudia. Análise de custos dos sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid no Brasil. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 8, n. 12, 2015, p. 57-66. Disponível em: < file:///C:/Users/User/Downloads/1138-2287-1-SM.pdf> Acesso em: maio, 2020.
- BRASIL. **Plano decenal de expansão de energia**. 2019. Brasília, DF: MME/EPE, 2010.
- CARVALHO, M. MAGALHÃES, A.; DOMINGUES, E. Impactos econômicos da ampliação do uso de energia solar residencial em Minas Gerais. *Nova Economia*. v.29 n.2 2019. Disponível em:< <https://www.scielo.br/pdf/neco/v29n2/1980-5381-neco-29-02-0459.pdf>> acesso em: ago. 2020.
- CUNHA, Sieglinde. NASCIMENTO, Thiago MENDONÇA, Andréa; Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil. **Revista FGV**. 2001. Disponível em:< <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/cadernosebape/article/view/5488>> acesso em: maio, 2020.



DUARTE, Renan. **Análise dos fundos renda fixa e variável no Brasil, período de 2007-2017**: um estudo sobre a volatilidade entre fundos agressivos e conservadores. Monografia [Graduação] Ciências Econômicas. Universidade de Caxias do Sul. 2019. Disponível em: < <https://repositorio.ucs.br/xmlui/handle/11338/5052> > acesso em: abr. 2020.

DUPONT, Fabrício Hoff; GRASSI, Fernando; ROMITTI, Leonardo. Energias renováveis: buscando por uma matriz energética sustentável. **REGET**, V. 19, 2015, Edição Especial: Universidade Regional Integrada Do Alto Uruguai E Das Missões – URI – Campus De Frederico Westphalen – RS. Disponível em: < <https://periodicos.ufsm.br/reget/issue/view/929> > acesso em: maio, 2020.

ELEKTOSOLAR. **Energia Solar Fotovoltaica**: vantagens e desvantagens. 2018. Disponível em: < <https://elektosolar.com.br/energia-solar-fotovoltaica-vantagens-e-desvantagens/> > acesso em: abr. 2020.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE BANCOS – FEBRABAN. **Quem sonha poupa**: um guia prático para aprender a guardar dinheiro. Disponível em: < [https://www.quemsonhapoupa.com.br/content/doc/quem\\_sonha\\_poupa\\_ebook\\_1.pdf](https://www.quemsonhapoupa.com.br/content/doc/quem_sonha_poupa_ebook_1.pdf) >. aceso em: abr. 2020.

FOWLER, Michael. **The Photoelectric Effect**. 2007. Disponível em < [http://galileo.phys.virginia.edu/classes/252/photoelectric\\_effect.html](http://galileo.phys.virginia.edu/classes/252/photoelectric_effect.html) >, último acesso em: maio, 2020.

GALDINO, M.A.; LIMA, J. Energia Solar. **PRODEM**. Programa Nacional De Eletrificação Rural Baseado Em Energia Solar Fotovoltaica. **CAPEL**. Congresso brasileiro de energia. 2002.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GITMAN, LAWRENCE J. **Princípios de Administração Financeira**. 12. Ed. São Paulo: Pearson, 2010.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energia e meio ambiente no Brasil. **Revista do estudante**. 2007, vol.21, n.59, pp.7-20. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142007000100003&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142007000100003&script=sci_abstract&tlng=pt) > acesso em: abr. 2020.

GONÇALVES. Andriago Filipo. **Avaliação do desempenho de geradores solares fotovoltaicos conectados à rede elétrica no Brasil**. 2015. Dissertação [Mestrado] Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Disponível em: < <http://fotovoltaica.ufsc.br/sistemas/fotov/dissertacoes-de-mestrado/> > acesso em: abr. 2020.

GUIMARÃES, Gabriel. **Conheça os benefícios de ter energia solar em empresas**. 2017. Disponível em: < <https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/conheca-os-beneficios-de-ter-energia-solar-em-empresas/> > acesso em: abr. 2020.

GITMAN, L. J. **Princípios da Administração Financeira**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

HOJI, M. **Administração Financeira e orçamentária: matemática financeira aplicada, estratégias financeiras, orçamento empresarial**. 10 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

HIGGINS, Robert C. **Análise para administração** Porto Alegre: AMGH, 2014.

HILL, Napoleon. **Quem pensa enriquece**. São Paulo: Fundamento Educacional, 2009.

KERR; Roberto Borges. **Mercado Financeiro e de Capitais**. São Paulo. Editora Person. 2011.

LAKATOS, Eva; MARCONI, Marina. Fundamentos da metodologia científica. São Paulo: Atlas, 2003.

LAPORTA, Tais. **Bolsa já tem quase 2 milhões de investidores**. 2020. Disponível em:< <https://investnews.com.br/financas/bolsa-ja-tem-quase-2-milhoes-de-investidores/>> acesso em: abr. 2020.

MATTOZO, Vânia; CAMARGO, Cornélio; LAGE, Nilson. Jornalismo científico aplicado à área de energia no contexto do desenvolvimento sustentável. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 101-107, jan./abril 2004. Disponível em:< [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-19652004000100012&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19652004000100012&lng=pt&tlng=pt) > acesso em: abr. 2020.

MEDRADO, Valeriana. **Os 5 maiores benefícios de investir em energia solar fotovoltaica em empresas**. 2018. Disponível em:< [http://blog.alsolenergia.com.br/2018/04/os-5-maiores-beneficios-de-investir-em-energia-solar-fotovoltaica-em-empresas/?gclid=EAlaIqobChMIhcXk7aTo5QIVjwuRCh28oAEzEAAYAiAAEgJBc\\_D\\_BwE](http://blog.alsolenergia.com.br/2018/04/os-5-maiores-beneficios-de-investir-em-energia-solar-fotovoltaica-em-empresas/?gclid=EAlaIqobChMIhcXk7aTo5QIVjwuRCh28oAEzEAAYAiAAEgJBc_D_BwE)> acesso em: abr. 2020.

NASCIMENTO, Rodrigo Limp. **Energia solar no Brasil: situação e perspectivas**. Brasília: Câmara dos Deputados. 2017.

OLIVEIRA, S.; FRANCISCO, A.; ESMANHOTO, E. O uso das técnicas de valor presente líquido, taxa de interna de retorno e payback descontado: um estudo de viabilidade de investimentos no Grupo Breda Ltda. **Desafio Online**, Campo Grande, v.3, n.2, art.8, Mai./Ago. 2015. Disponível em:< <https://periodicos.ufms.br/index.php/deson/article/view/1251/796>> acesso em: abr. 2020.

ORIENTE, Anderson Carlos Nogueira; ALVES, Leandro Oliveira. Investimentos: um estudo de caso na formação de poupança dos jovens universitários. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – Seget. **Anais... Ética e Gestão**, 26 e 27 out. 2017. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos17/28225319.pdf>>. acesso em: abr. 2020.

PEROVANO, D.G. **Manual de metodologia científica para a segurança pública e defesa social**. Curitiba: Juruá, 2014.

RELLA, Ricardo. Energia solar fotovoltaica no Brasil. **Revista de Iniciação Científica**, Criciúma, v. 15, n. 1, 2017. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/2937-10765-1-PB.pdf> acesso em: abr. 2020.

REIS, L. B. D. **Geração de Energia Elétrica**. 2. ed. São Paulo: Manole. 2013.

REIS, Pedro. Vantagens e desvantagens da energia solar. **Portal-Energia**, 2017. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/vantagens-e-desvantagens-da-energia-solar/#:~:text=As%20formas%20de%20armazenamento%20da,aumentar%20ao%20longo%20dos%20anos>> acesso em: abr. 2020.

RESNICK, Halliday Walker. **Fundamentos de Física**. Rio de Janeiro: LTC- Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2002.

ROSS, S. A. et al. **Fundamentos de administração financeira**. São Paulo: McGraw-Hill, 2009.

ROSS, Stefhem. **Administração financeira**: versão brasileira de corporate finance Porto Alegre: AMGH, 2015.

YIN, Robert K. Estudo de caso – planejamento e métodos. 2ed. Porto Alegre: Bookman. 2001.

ZILLE, Roberto. MACÊDO, Wilson Negrão. GALHARDO, Marcos André Barros. OLIVEIRA, Sérgio Henrique Ferreira de. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica**. Oficina de Textos, São Paulo, 2012.