



## Gerenciamento de Riscos em Projetos de Energia Solar: Fotovoltaica

### *Risk Management in Solar Energy Projects: Photovoltaic*

MENESES, Thaís Franco de<sup>1</sup>; HERVÉ, Márcio<sup>2</sup>

[thaisfranco19@gmail.com](mailto:thaisfranco19@gmail.com); [marcio\\_herve@yahoo.com.br](mailto:marcio_herve@yahoo.com.br)

<sup>1</sup> Engenheira de Petróleo, Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro-RJ.

<sup>2</sup> Mestre em Gestão Ambiental.

#### **Informações do Artigo**

Palavras-chave:  
*Geração de Energia*  
*Gerenciamento de Riscos*  
*Fotovoltaico*

Keyword:  
*Energy Generation*  
*Risk Management*  
*Photovoltaic*

#### **Resumo:**

*O presente artigo descreve uma pesquisa bibliográfica, que permitiu identificar o contexto atual em relação ao aumento na produção de energia fotovoltaica no Brasil, assim como os benefícios proporcionados aos consumidores, os incentivos existentes no país para o seu crescimento, além dos desafios que ainda devem ser superados para sua expansão. Baseando-se nessa importância e visando contribuir para as informações existentes sobre o assunto, após o levantamento do panorama do setor foi realizada uma análise de suas forças, fraquezas, oportunidades e ameaças por meio da ferramenta matriz SWOT. Conclui-se, com o auxílio do gerenciamento de riscos, oferecendo algumas possíveis soluções para a mitigação dos impactos das fraquezas e ameaças, assim como a potencialização das forças e oportunidades.*

#### **Abstract**

*This article describes a bibliographic research that allowed identifying the current context regarding the increase in photovoltaic energy production in Brazil, as well as the benefits provided to consumers, the existing incentives in the country for its growth, and the challenges that still need to be overcome for its expansion. Based on this importance and aiming to contribute to the existing information on the subject, after surveying the sector's panorama, an analysis of its strengths, weaknesses, opportunities, and threats was carried out using the SWOT matrix tool. It concludes, with the aid of risk management, offering some possible solutions to mitigate the impacts of weaknesses and threats, as well as to enhance strengths and opportunities.*

### **1. Introdução**

A energia elétrica é considerada um insumo básico em quase todos os processos comerciais e industriais. E sua demanda em escala crescente é visível não apenas no Brasil, mas no mundo todo, devido ao

aumento histórico da produção de serviços e bens nos próximos anos. [1] [2]

No entanto, atualmente a grande parte das fontes de energias são de origem não renovável, tais como derivados de petróleo e carvão. Tendo em vista a mudança desse cenário, surgiram novas tecnologias de

geração de energia renováveis que causam menos impacto ambiental, como biomassa, maremotriz, sistemas eólicos, solares térmicos, solares fotovoltaicos, hidroelétricas e geotérmicas. [3] [4]

Segundo Operador Nacional de Sistema Elétrico, o governo brasileiro estabeleceu algumas metas relacionadas a produção de energia renovável até o ano de 2025. A energia solar que no ano de 2021 obteve um valor de 4,5MW tem como objetivo alcançar um novo valor de 9,06 MW. [5]

Diante de um crescimento contínuo na área de energias, faz-se necessário a gestão de riscos nesse setor. A importância do planejamento e acompanhamento em todas as fases do projeto, garantem a prevenção e mitigação dos riscos e o entendimento do impacto financeiro.

Este trabalho visa levantar e compreender o panorama da energia solar fotovoltaica no Brasil, com a finalidade de servir de insumos para a elaboração de uma matriz SWOT. Assim, analisando

e propondo possíveis mudanças que podem ocorrer para um maior desenvolvimento do setor. Serão correlacionadas as principais metodologias disponíveis, propondo um direcionamento para o mapeamento de riscos, considerando fatores ambientais, econômicos e operacionais.

## 2. Energia solar e seu potencial no Brasil

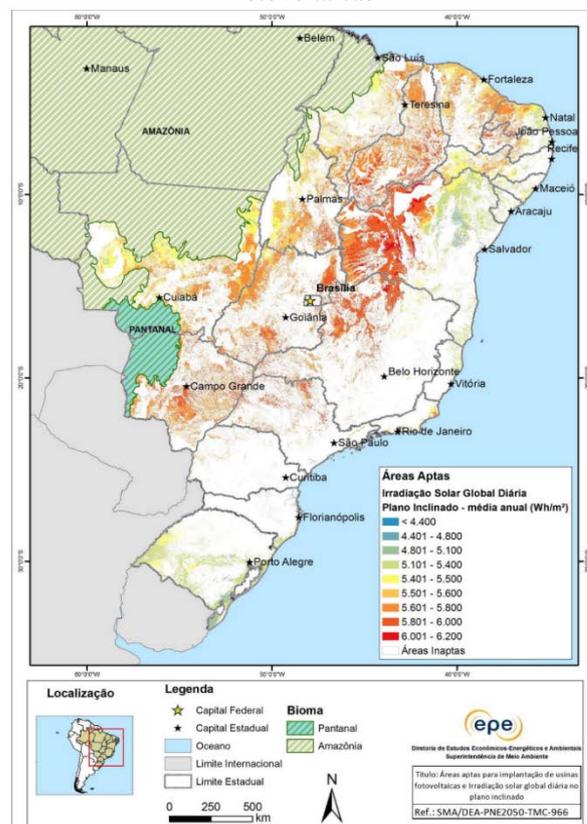
A energia solar é uma das alternativas energéticas mais promissoras para os desafios deste milênio. É uma energia totalmente limpa e renovável que possibilita reduzir as mudanças climáticas, já que não emite gases poluentes e, além disso, apresenta outras variantes positivas tanto para a administração pública, como para a população, decorrentes de toda a movimentação comercial e de serviços adjacentes que se instalam durante e depois da construção dos empreendimentos.

Ademais é uma fonte de energia de fácil acesso a todos. [3] [6]

Por sua localização geográfica e extensão territorial, o Brasil recebe elevados índices de incidência da radiação solar, comparado a outros países onde a tecnologia fotovoltaica está mais avançada. Esta irradiação é relativamente uniforme no território nacional, o que permite desenvolver projetos solares viáveis em diferentes regiões e estações do ano.[7]

Segundo o relatório final do PNE (Plano Nacional de Energia) 2050, foi realizada uma estimativa quantitativa do potencial solar fotovoltaico. Na estimativa de recursos, foram considerados apenas as melhores áreas disponíveis e excluídas unidades de conservação, terras indígenas, comunidades quilombolas, áreas de Mata Atlântica com vegetação nativa, áreas urbanas, reserva legal e área de preservação permanente. Como resultado foi obtido o mapa de potencial apresentado na figura 1.[7]

Figura 1- Áreas aptas para a instalação de usinas fotovoltaicas



Fonte: EPE [7]

O atlas Brasileiro de Energia Solar, ilustrado na figura 1, indica que o Brasil tem um potencial de geração solar de 2281 kWh/m<sup>2</sup>/ano. Destacado como o grande potencial brasileiro o Cinturão Solar, área que engloba da região nordeste até o Pantanal e parte de Minas Gerais, onde foram encontrados os maiores índices de irradiação solar. Mesmo na região menos ensolarada do Brasil encontramos índice solar de 1642 kWh/m<sup>2</sup>/ano. [6]

### 3. Matriz Energética Brasileira

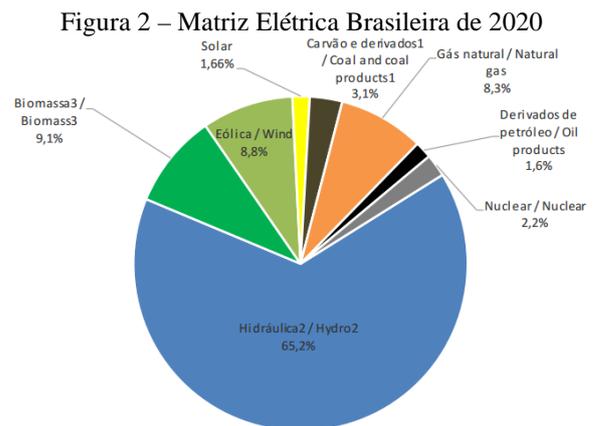
Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a matriz energética representa o conjunto de fontes de energia, sejam renováveis ou não renováveis, disponíveis em um país, estado ou no mundo para suprir a demanda de energia. [8]

O Brasil é uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo, e deve seguir assim nos próximos anos, inspirando nações no caminho rumo à transição energética. O atual processo de transição tem sido fundamentado por condicionantes como desenvolvimento sustentável, mudanças climáticas e inovações tecnológicas e a entrada na era digital.[9]

Com o crescimento da participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira, principalmente as fontes eólicas e fotovoltaicas, espera-se uma expansão contínua do sistema de transmissão. Em 2020, 48% da matriz energética brasileira foi renovável, devendo sustentar esse patamar até 2030. [9]

Com uma participação predominantemente de renováveis na matriz elétrica brasileira, destaca-se a fonte hídrica que corresponde a 65,2% da oferta interna de eletricidade no Brasil como pode-se ver na figura 2. Na imagem podemos identificar a energia solar com 1,66%. Apesar de ser uma porcentagem ainda pequena foi destaque junto com a energia eólica na capacidade instalada em 2020, onde contribuíram com o aumento de 2,7%. [10]

Já na Micro e Minigeração distribuída em 2020, houve um aumento de 137%, e a geração de energia solar fotovoltaica representou 90,4%, sendo a fonte predominante responsável pelo aumento. Este efeito foi consequência, principalmente, do aumento da implantação de painéis solares. Essa expansão de fonte solar concentrou-se nas regiões centro e sul do país. [10]



Fonte: Ben [10]

### 4. Energia Fotovoltaica

Por ser ainda pouco explorado o campo da energia solar ainda é classificado como fonte de energia renovável de pequena escala. A produção de energia elétrica a partir da energia solar ocorre pelo efeito da radiação sobre determinados materiais semicondutores, destacando dois efeitos; o termoelétrico e fotovoltaico. Nesse caso iremos focar no sistema de geração de energia fotovoltaica. [11]

Como brevemente citado a energia solar é obtida através da conversão da radiação solar em eletricidade por meio de materiais semicondutores. Este fenômeno é conhecido como efeito fotovoltaico. As células fotovoltaicas são fabricadas, na sua grande maioria, usando silício (Si) e podendo ser constituídas de cristais monocristalinos, policristalinos ou silício amorfo que, dispostas em painéis modulares e em conjunto com outros equipamentos formam o Sistema Fotovoltaico. [12]

Na figura 3, no ANEXO A, apresenta um esquema de como funcionam os dois tipos de sistema fotovoltaico. Na primeira parte do esquema apresenta sistemas conectados à concessionária da rede elétrica (On-Grid). Já na segunda parte vemos os sistemas isolados, que são utilizados remotas, embarcações, entre outras que tem o seu funcionamento independente (Off-Grid). [13]

A geração de energia fotovoltaica apresenta inúmeras vantagens por se tratar de energia renovável e que não gera nenhum tipo de poluição. Além de requerer mínima taxa de manutenção já que é composto por módulos que podem ultrapassar de 25 anos de vida útil. [14]

Suas principais vantagens são:

- Sem consumo de combustível;
- Não produz poluição;
- Fonte inesgotável;
- Necessita apenas de limpeza dos painéis, já que não é composto de peças móveis;
- Alta resistência a condições climáticas extremas, como, granizo, vento, temperatura, umidade;
- Permite a integração de módulos adicionais para o aumento da potência instalada;
- Produz energia mesmo em dias nublados;
- Não gera ruídos.

No entanto suas desvantagens podem ser descritas como:

- Uso de tecnologias sofisticadas para a fabricação das células fotovoltaicas;
- Necessidade de alto nível de investimento;
- Não gera energia no período da noite;
- O rendimento baixo de um modulo, comparado ao custo do investimento.

## 5. Incentivos e Subsídios Governamentais

O Brasil tem diversos incentivos à geração de energia solar, não tantos quando comparados com outros países como Estados Unidos, Japão e China. Essa diferença é devida ao fato desses países apresentarem uma matriz energética menos diversa e mais dependente de fontes não renováveis, ao contrário do Brasil onde maior parte de sua produção de energia é através de hidrelétricas. [15]

Um dos exemplos mais conhecidos do incentivo e da expansão da geração distribuída no Brasil é a resolução normativa nº 482, de 17 de abril de 2012 da ANEEL. Essa resolução tem o intuito de situar as condições gerais, como faixa de potência, da microgeração e minigeração de energia elétrica, além de consentir que o excedente da geração de energia, pudesse ser exportada para a rede da concessionária de distribuição. [16]

Além da Resolução Normativa da ANEEL, segundo Silva (17), existem muitos outros incentivos para o setor solar:

- **Programa luz para Todos (PLD):** o programa visa a instalação de painéis fotovoltaicos em comunidade carentes que são privadas de energia elétrica;
- **Convênio nº 101**, de 1997, do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ): define a dispensa do Imposto (ICMS) sobre equipamentos que forem utilizados para a geração de energia solar, assim como para a eólica. O problema é, esse convênio não engloba todos os instrumentos necessários para a geração de energia;
- **Venda Direta a Consumidores:** Geradores de energia solar cuja potência injetada não ultrapassa os 50.000 kW podem ser comercializados, sem a intervenção de distribuidoras;
- **Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI):** isenção de contribuição, durante, 5 anos a partir da habilitação, do pagamento do Programa de Integração Social e de Formação

do Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP) e da Contribuição para o Financiamento de Seguridade Social (COFINS), em situações de venda e importação de produtos e serviços destinados a obras e estruturas envolvendo usinas geradoras de energia solar;

- **Condições diferenciadas de financiamento:** a partir de iniciativa do BNDES, hidrelétricas, geração a partir de biomassa, energia eólica, energia solar, pequenas centrais hidrelétricas e outras energias alternativas são privilegiadas com taxas de juros reduzidas em relação ao mercado e prazo de amortização de até 20 anos;

- **Fundo Clima:** programa do Ministério do Meio Ambiente que busca fomentar estudos, projetos e iniciativas que possibilitem a redução dos impactos da mudança de clima através da disponibilização de recursos;

- **Desconto na Tarifa de Uso dos Sistemas de Transmissão (TUST) e na Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição (TUSD):** consiste na redução de 50% das tarifas para o sistema de geração de energia em que a potência injetada nos sistemas de distribuição ou transmissão seja menor ou igual a 30.000 kW.

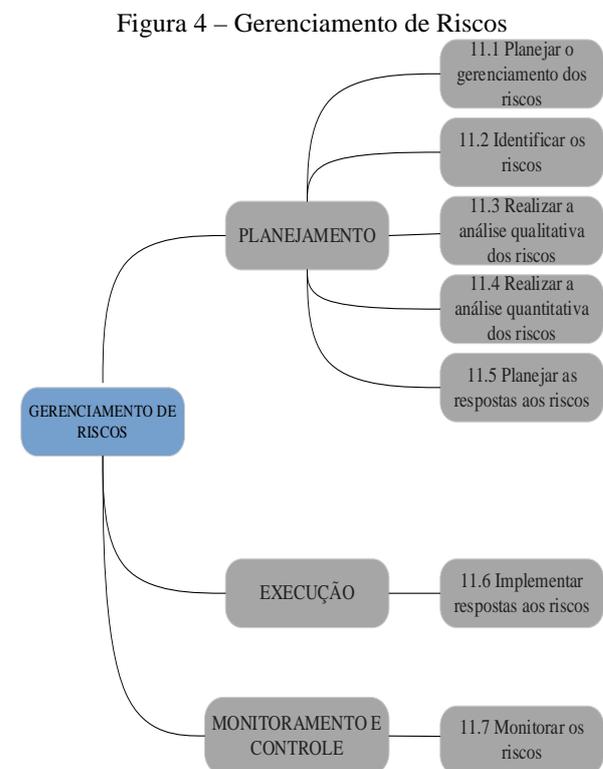
Com a finalidade de oferecer informações necessárias para a compreensão do consumidor sobre a energia solar e assim impulsionar o desenvolvimento desse setor foi criado um simulador solar, que exibe o cálculo do dimensionamento da potência de um sistema de geração solar para atender as necessidades do indivíduo ou organização. Um mapa de empresas do setor solar também foi criado para melhorar a visualização e identificação de empresas do ramo de energia solar no Brasil. [18]

## 6. Gerenciamento de Riscos

Interpretando o cenário brasileiro e, as tendências mundiais e projeções de geração de energia ficam evidentes o potencial de

crescimento de energia solar no país. Como os projetos de sistemas fotovoltaicos são geralmente ágeis, com duração de seis meses, o acompanhamento e análise são necessários para o gerenciamento de riscos nos projetos.

Segundo o PMI, os riscos do projeto são eventos ou situações incertas e não desejadas que se ocorrerem no projeto, podem provocar um efeito positivo (oportunidade) ou negativo (ameaça), podendo alterar o escopo, cronograma, custo e qualidade. Ainda de acordo com o PMBOK o gerenciamento de riscos, visa planejar, identificar, quantificar, responder e monitorar os riscos do projeto. Na figura 4 ilustra o processo proveniente do PMBOK *Guide* 6ª Edição. [19]



Fonte: PMI, (adaptado) [19].

### 6.1. Identificação de Riscos

A identificação de riscos é a detecção de todos os riscos em potencial associados ao projeto. Esse processo de identificação resulta no registro de riscos, onde eles são descritos e qualificados. Em seguida, no registro são listados os resultados da análise qualitativa dos riscos e os planos para mitigação, sendo

assim, atualizado durante todo o projeto.[19][20]

As principais técnicas para identificação dos riscos são:

- Brainstorming;
- Revisão de documentação do Projeto;
- Listas de Verificação (*Check-lists*);
- Comparação Análoga;
- Técnica do Diagrama de Causa e Efeito;
- Análise de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças (SWOT).

## 6.2. Técnicas para Avaliação dos Riscos

A avaliação dos riscos visa identificar os riscos mais importantes para o projeto, de acordo com a sua probabilidade e impacto de ocorrência, entre outras características. Esta análise pode ser feita em duas partes, análise qualitativa e quantitativa.[20]

Na análise qualitativa pode ser importante a identificação dos períodos de ocorrência dos riscos, o que pode ajudar na definição do grau de importância do risco. Já a análise quantitativa é feita quando se dispõe de um histórico de dados sobre os riscos em projetos semelhantes, o que possibilita uma análise probabilística, que teoricamente é mais confiável. Resumindo, a avaliação dos riscos tem como objetivo principal priorizar e concentrar esforços nos riscos que estão em alta prioridade. Esse processo deve ser realizado na fase de planejamento e ser repetido durante a execução do projeto, com a atualização das informações. [20][21]

As principais técnicas para avaliação de riscos são:

- Avaliação de probabilidade e impacto;
- Matriz de probabilidade e impacto;
- Avaliação de qualidade dos dados;
- Categorização dos riscos;
- Avaliação de urgência;
- Análise do valor monetário;

- Modelagem e simulação.

## 6.3. Técnicas e Ferramentas para Planejamento de Respostas aos Riscos

Planejamento de resposta aos riscos ou tratamento dos riscos consiste na tomada de decisão para reduzir as ameaças e promover as oportunidades do projeto.[21]

Esse processo deve ocorrer somente após a avaliação dos riscos, pois suas ações podem variar a probabilidade e os impactos dos riscos identificados. Um fato importante é a identificação dos custos das ações corretivas, pois muitas vezes elas podem impactar no custo estimado do projeto. [19][20]

A classificação da ação quanto a sua estratégia de ameaças pode ser definida como:

- Eliminar;
- Transferir;
- Mitigar;
- Aceitar.

Já na classificação quanto a sua estratégia das oportunidades é definida como:

- Explorar;
- Compartilhar;
- Melhorar;
- Aceitar.

## 6.4. Técnicas e Ferramentas para o Monitoramento e Controle dos Riscos

O monitoramento e controle consiste na implantação das ações corretivas, acompanhamento dos riscos identificados, identificação de novos riscos e avaliação da eficiência do processo [20]

A seguir apresentaremos algumas técnicas e ferramentas que auxiliam no monitoramento e controle dos riscos no projeto:

- Reavaliação dos riscos;
- Auditorias de riscos;
- Análises de variações e tendências;

- Análise de reservas.

## 7. Estudo e Análise da Matriz SWOT no Setor Energia Solar

A análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) ou FOFA (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças) é uma ferramenta geralmente utilizada para análise de ambiente interno e externo das corporações. É uma ferramenta para análise de cenários que identifica as inúmeras variáveis que influenciam o projeto, seja de modo direto ou indireto. [16]

Nesta análise os fatores internos são separados em forças e fraquezas, estes estão, normalmente, relacionados aos concorrentes ou empresas que atuam no mesmo ramo. Por outro lado, o fator externo trata das perspectivas de evolução no mercado, sejam elas classificadas como oportunidades ou ameaças. Podemos assim dizer que o fator externo apresenta mais chances de crescimento para a empresa e ainda alerta sobre possíveis riscos. [16]

Embora a análise SWOT tenha seu uso mais comum para o planejamento estratégico de empresa, a utilização na análise de cenários também pode ser muito útil, pois permite aliar forças às oportunidades para o crescimento do ramo e identificar as ameaças e fraquezas que devem ser neutralizadas.

### 7.1. Classificação dos Fatores

Para a construção da matriz foram elencados alguns fatores que compõem o macroambiente, que se refere ao setor de forma geral, e o microambiente que estão diretamente relacionados ao consumidor.

Começando pelo microambiente, foi possível identificar alguns elementos. Um dos que têm características mais importantes é a regulamentação consolidada pela resolução normativa nº 482/2012, a qual permitiu que os brasileiros se beneficiem com a redução da tarifa de energia ao instalar um sistema fotovoltaico, passando a ser não só consumidores, mas também, produtores de energia.[16]

Outro fato que se enquadrou como micro foi a longevidade dos componentes do sistema fotovoltaico, pois é estimado que funcione por no mínimo 30 anos, além da pouca necessidade de manutenção. E dessa mesma forma, se destaca a alta flexibilidade locacional do sistema de geração de energia solar, uma vez que a irradiação é elevada em várias regiões do Brasil, além da variedade de edificações onde pode ser instalado. [15]

O microambiente também é composto por características como a variabilidade natural, que limita a produção de energia, o fato de geração de energia não ter a duração de 24h, já que no período noturno não há possibilidade de produção. Outro fator natural que também pode interferir é a sazonalidade, podendo gerar limitação na produção devido à variação da irradiação solar dependente de cada estação do ano.[6]

Outro fator que entra no microambiente é a questão dos custos de aquisição. Ou seja, a aquisição do sistema nem sempre foi uma maneira de produção de energia tão viável. O investimento na fonte solar em 2011 já apresentava um preço mais elevado do que outras fontes de energia.[14]

Por mais que a geração de energia solar seja uma fonte de baixo impacto no meio ambiente, ainda assim há uma pequena contribuição negativa, visto que alguns componentes lidam com substâncias tóxicas em sua fabricação dos módulos e baterias. [12]

Ao analisarmos o macroambiente, uma das propriedades mais marcantes é o grande potencial de fonte de energia solar, que foi comprovado por meio do alto nível de irradiação solar. Outro atributo é a redução dos impactos ambientais na geração de energia, já que se trata de uma fonte de baixa emissão de CO<sup>2</sup>. [14]

A existência de programas e legislações de incentivo à geração de energia solar no Brasil tem como alvo, através da isenção de alguns impostos como ICMS, PIS e COFINS, eleva o interesse na aquisição do sistema. Da mesma forma, algumas instituições

financeiras, disponibilizam diferentes formas de financiamentos com taxas reduzidas em prazos de amortização de até 20 anos. [15]

Ainda é possível citar, como fatores macroambiente, algumas consequências da geração distribuída sobre o setor elétrico, tais como a redução do uso das linhas de transmissão e, uma melhor qualidade do abastecimento. Seguindo o mesmo panorama, destaca-se como consequência a diversificação da matriz elétrica, aliviando a demanda de energia elétrica nos horários de pico de consumo e aumentando a segurança no suprimento de energia nacional. [14]

Uma propriedade que também se encaixa no macroambiente é o aumento na busca de empresas engajadas a implementar os sistemas de geração de energia através de fontes solares. Através dessas iniciativas elas recebem certificações que evidenciam o compromisso com o desenvolvimento sustentável e redução de impactos no meio ambiente. [15]

Ainda que tenha um grande potencial o mercado brasileiro ainda é muito dependente da importação de células fotovoltaicas, uma vez que, mesmo possuindo a maior reserva de silício do mundo, o Brasil ainda não tem a tecnologia necessária para a fabricação. Essa situação está relacionada a escassez de atividades de pesquisa no país voltadas para o assunto. Com a necessidade da importação de componentes, o Brasil sofre diretamente com a oscilação do dólar, visto que a aquisição do sistema é feita na moeda americana. [16]

Outro elemento que se caracteriza como macroambiente é a redução do *payback*, ou seja, a redução do tempo de retorno do investimento, uma vez que esse elemento tem muita influência nas pessoas e as atraem a investir no setor. [15]

## **7.2. Construção e Análise da Matriz SWOT**

Ao analisar as informações dos fatores que compõem o micro e macroambiente, foi possível classificá-los em forças, fraquezas, ameaças e oportunidades. A classificação ilustrada na matriz, conforme figura 5 no

ANEXO B, é baseada no panorama de geração distribuída no Brasil, e essa matriz deve servir de material na identificação de riscos e definição de diretrizes estratégicas e ações favoráveis ao crescimento do setor.

A identificação de macro e microambientes é um fator essencial para detectar meios de potencializar as forças e oportunidades, e instituir ações que possam minimizar ou neutralizar as fraquezas e ameaças do ramo.

Na matriz, é possível observar uma boa quantidade de oportunidades para o setor, assim como forças que podem ser potencializadas para que a geração distribuída possa se desenvolver ainda mais no país. Buscando tal efeito, é necessário que haja a mitigação ou neutralização das ameaças e fraquezas identificadas.

Identificado com uma das fraquezas, o elevado custo na geração de energia elétrica através de sistema fotovoltaico, pode ser um risco na aquisição, mas acaba por se torna atrativo por possuir algumas qualidades, como, ser energia renovável, limpa, sem resíduos e sem ruído, além de, uma baixa emissão de CO<sup>2</sup> no meio ambiente. Ademais, a longevidade dos componentes também entra em favor da implementação do sistema, com uma durabilidade de mais de duas décadas.

Contudo, com a alta resistência dos componentes do sistema fotovoltaico e baixo gasto com manutenções, este fato pode ser considerado como fator positivo pois neutraliza o custo da aquisição, já que o consumidor não terá que arcar com custo de reparo e novas aquisições em curto prazo. Em outras palavras, o investimento pode ser alto, mas o custo de manutenção e operação tende a ser reduzido.

Para ter melhor aproveitamento de financiamento e isenção de impostos, é preciso que a informação dessa possibilidade seja divulgada para os consumidores, visto que a população não tem muito conhecimento sobre o assunto. Mesmo nos dias de hoje com a internet e todas as possibilidades de acesso

à informação, ainda há pouca divulgação sobre o assunto.

Além disso, a falta de incentivo ao estudo e desenvolvimento de novas tecnologias no setor, também pode ser neutralizada, a partir de criação de programas governamentais de investimentos no setor. Ademais, podemos diminuir a dependência do país quanto à importação de produtos e componentes que integram o sistema fotovoltaico. Vale a pena lembrar que o Brasil tem a maior reserva de silício no mundo, no entanto, mal aproveitada, visto que não há investimento nem instalações para desenvolvimento da cadeia produtiva.

A contribuição do governo, com investimentos e criação de programas que sustentem a geração de energia renovável, pode ter consequências positivas entre elas a redução do valor investido na aquisição dos painéis e componentes, que impactam na possível redução do *payback* do investimento, tornando cada vez mais o mercado atrativo e acessível para que o consumidor possa investir e aumentar a escala de geração de energia fotovoltaica.

Todavia, quando vemos a matriz podemos identificar como uma fraqueza a impossibilidade de uma eficiente geração de energia em algumas estações do ano, como exemplo, o inverno, em que pode haver a diminuição na produção de energia, por meio do sistema fotovoltaico, tornando os custos de energia mais caros. Nesse cenário, temos também a interrupção de geração no período noturno, onde a captação de luz não é possível. Nos dois casos, podemos mitigar o problema ao adicionarmos o armazenamento por meio de baterias. Neste caso, haverá um aumento do investimento em função do acréscimo de um novo componente ao sistema.

Por outro lado, o alívio do pico de demanda de energia fornecido pela geração de energia solar beneficiará a rede elétrica, trazendo maior garantia de fornecimento para a indústria de energia e beneficiando o desenvolvimento da indústria. Da mesma forma, o impacto dessa variabilidade é

minimizado porque o tempo para geração de energia solar é consistente com o horário comercial e industrial.

Apesar de grande concorrência com outras fontes de energia renováveis, como representado na matriz elétrica brasileira, em que grande parte da geração de energia é por meio de hidrelétricas, a possibilidade de a energia solar ter maior participação e cooperação na produção de energia é visível tanto pelas características de condição de irradiação que o país tem, quanto pela oportunidade que o país tem de difundir esta modalidade energética no país.

## 8. Considerações Finais

A partir da pesquisa realizada sobre a geração de energia solar fotovoltaica no Brasil, foi possível fazer uma abordagem mais específica sobre alguns dos riscos envolvidos na perspectiva expansão da matriz energética brasileira.

O objetivo amplo deste artigo foi contribuir, por meio de uma análise de características identificadas no material teórico, classificar os fatores positivos e negativos que decorrem no setor de geração de energia solar no país. Com ajuda da matriz SWOT foi possível compreender as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças presentes no setor. E assim realizar a análise com foco na mitigação ou neutralização dos riscos apresentados nas ameaças e fraquezas.

O Brasil tem grande potencial na expansão e diversificação da matriz energética. Como projetado pelo Ministério de Minas e Energia, visto no plano nacional de energia de 2050, com a ajuda da geração de energia solar o Brasil pode alcançar um novo patamar e assim se destacar entre outros países.

As condições para tal efeito são totalmente favoráveis ao país, e esta contribuição não será somente para a variação das fontes renováveis, mas também para o cumprimento do acordo de redução de emissão de CO<sup>2</sup> no meio ambiente.

Apesar do governo ser o maior interessado na mudança do cenário da matriz energética foi possível identificar a falta de incentivo, através de pesquisas de desenvolvimento neste setor.

## 9. Referências

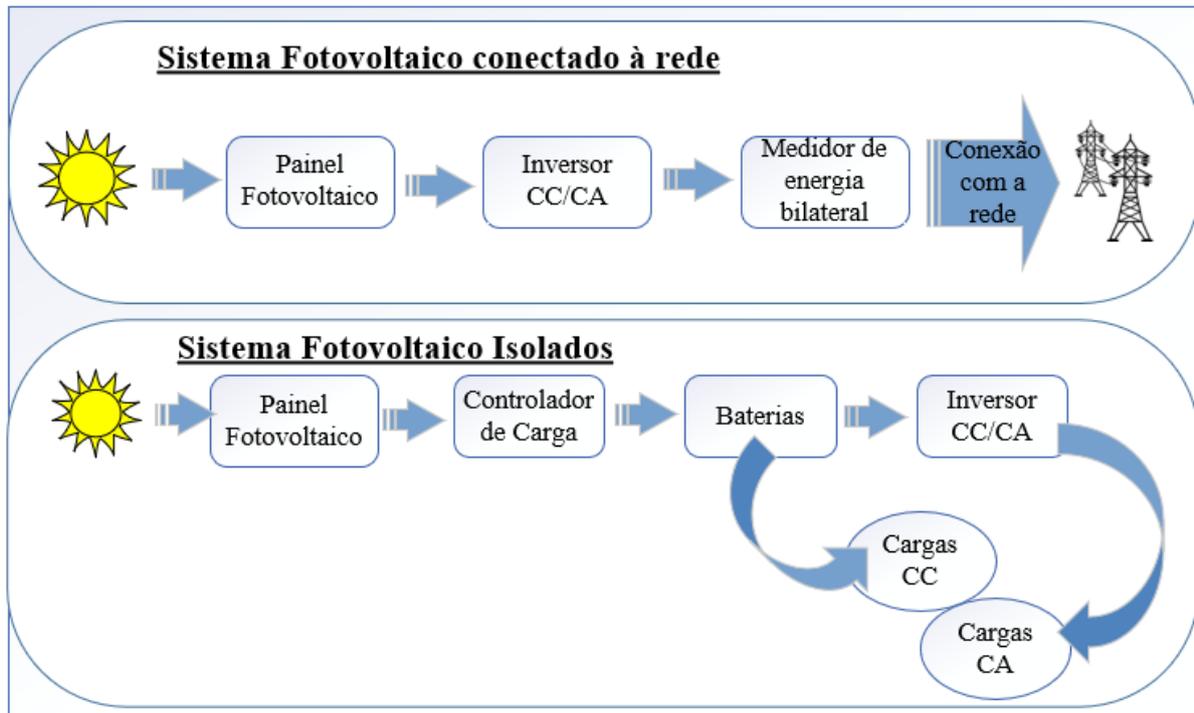
- [1] RIBEIRO, R. V. *Gerenciamento de Escopo em Projetos de Usinas Fotovoltaicas*. Rio de Janeiro: FGV, 2018.
- [2] BARBOZA, L. G. S. DACROCE, N. P. D., HOFER, E. *Análise De Viabilidade De Implantação De Um Sistema De Geração De Energia Fotovoltaica Numa Propriedade Familiar Rural: Um Estudo De Caso Com Base No PRONAF Mais Alimentos*; V SINGEP. São Paulo, 2016.
- [3] KURATA, M. E. E. *Análise de Riscos em Instalações de Sistema Fotovoltaicos*. Curitiba: UTFP, 2016.
- [4] CABRAL, I. de S. TORRES, A. C., SENNA, P. R., *Energia Solar: Análise Comparativa Entre Brasil E Alemanha.*, Salvador: ConGeA (Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental), p.1-10, 2013.
- [5] NOS. Operador Nacional do Sistema Elétrico. *O Sistema em Números*. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros>. Acesso em: 2 jan. 2022.
- [6] MOSQUEIRA, G. L. de A. *A Evolução da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil*. Rio de Janeiro: UNIRIO, 2020.
- [7] EPE. Empresa de Pesquisa Energética. *Plano Nacional De Energia 2050/Ministério De Minas E Energia*. Brasília: MME/EPE, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>. Acesso em: 7 out. 2021.
- [8] EPE – Empresa de Pesquisa Energética. *Matriz Energética e Elétrica*. Brasília: MME/EPE, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 15 out. 2021.
- [9] EPE – Empresa de Pesquisa Energética. *Plano Decenal De Expansão De Energia 2030/Ministério De Minas E Energia*. Brasília: MME/EPE, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2030>. Acesso em 20 out. 2021.
- [10] EPE – Empresa de Pesquisa Energética. *Balanco Energético Nacional 2021/Ministério De Minas E Energia*. Brasília: MME/EPE, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021>. Acesso em: 22 out. 2021.
- [11] KEMERICH, P. D. C., FLORES, C. E. B., BORBA, W. F., SILVEIRA, R. B., FRANÇA, J. R., LEVANDOSKI, N. *Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo*. Santa Maria: REGET/UFSC, 2016.
- [12] RÜTHER, R. *Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil*. Florianópolis: Editora UFSC, 2004.
- [13] MACHADO, C. T., MIRANDA, F. S. *Energia Fotovoltaica: Uma breve Revisão*. Revista Virtual de Química. Rio de Janeiro: UFF, 126-143, 2015.
- [14] OLIVEIRA, O. G., OLIVEIRA, R. H., GOMES, R. O. *Energia solar: Um passo para o crescimento*. Marília: REGRAD/UNIVEM, v. 10, n. 1, p-377, 2017.
- [15] NUNES, L. A. *Estudo da Geração Distribuída Fotovoltaica no Brasil: Uma Análise SWOT do Setor*. Juiz de Fora: UFJF, 2019.

- [16] COSTA, L. C., HOFFMANN, A. *Proposta de Metodologia de Planejamento Estratégico para uma empresa de serviços*. Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Rio de Janeiro: LATEC/UFF, 2016.
- [17] SILVA, R. M. *Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios*. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, 2015. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/507212/TD166-RutellyMSilva.pdf?sequence=1>. Acesso em: 4 nov. 2021
- [18] EPE – Empresa de Pesquisa Energética. *Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos*. Rio de Janeiro: MME/EPE, 2014.
- [19] PMI – Project Management Institute. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge - PMBOK*. 6ª Edição, EUA: PMI, 2017.
- [20] SANTINI, J. C. C. *Gestão de Riscos na Implantação de Projetos Eólicos Proposição de um Modelo de Análise de Riscos*. Florianópolis: UNISUL, 2017.
- [21] COUTINHO. M. R. *Gerenciamento integrado de riscos de projetos*. Rio de Janeiro: PUC, 2010.

## 10. Anexos e Apêndices

### ANEXO A

Figura 3 – Esquema dos sistemas fotovoltaicos conectados a rede e isolados



Fonte: Machado *et al.*, (adaptado) [13]

## ANEXO B

Figura 5 – Matriz SWOT

		Fatores Positivos	Fatores Negativos
Fatores Internos	<b>Força (Strengths)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energia renovável, limpa, sem resíduos e sem ruído;</li> <li>Baixa emissão de CO<sub>2</sub>;</li> <li>Redução de gastos com energia elétrica a partir do sistema de compensação de créditos;</li> <li>Longevidade dos componentes do sistema fotovoltaico;</li> <li>Alta flexibilidade locacional da instalação, devido às condições naturais favoráveis de vários estados brasileiros; e</li> <li>Em geral, as placas utilizadas para captar energia ocupam pouco espaço. Essa máxima também se aplica para a instalação em grande escala.</li> </ul>	<b>Fraquezas (Weaknesses)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Influência da sazonalidade sobre a geração devido à variação dependente às estações do ano;</li> <li>A captação de energia não ocorre durante o período noturno;</li> <li>Elevado custo das placas, da instalação e das manutenções que podem ser necessárias.</li> <li>Alto custo de geração de energia em relação a outras fontes de energia;</li> <li>Emissão de produtos tóxicos na confecção dos módulos e outros componentes; e</li> <li>Riscos associados aos materiais tóxicos utilizados nas baterias, como ácido sulfúrico.</li> </ul>
	<b>Oportunidades (Opportunities)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A tendência é a de que o equipamento de energia solar fique mais barato e seja amplamente utilizado pela população, por consciência socioambiental;</li> <li>O Brasil possui excelentes condições de irradiação;</li> <li>Isenção de impostos, condições diferenciadas de financiamento e disponibilização de recursos para desenvolvimento do setor;</li> <li>Podem ocorrer incentivos e movimentos do governo para a difusão dessa modalidade energética no país.</li> <li>Geração de emprego e renda;</li> <li>Marketing verde e a obtenção de certificados de compromisso com um futuro mais sustentável por parte das empresas;</li> <li>Programa de incentivos governamentais ao desenvolvimento de tecnologia para o setor;</li> <li>Possibilidade de desenvolvimento de toda a cadeia nacional e de toda cadeia produtiva, pela existência de grande quantidade de matéria prima para confecção dos componentes;</li> <li>Alívio da demanda por energia elétrica em horários de pico de consumo;</li> <li>Redução do uso das linhas de transmissão;</li> <li>Aumento da Capacidade instalada; e</li> <li>Qualidade superior de abastecimento, devido à redução de variações na frequência da tensão.</li> </ul>	<b>Ameaças (Threats)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mudanças climáticas, já que o clima é incontrolado e está atrelado a outros fatores, como o aquecimento global;</li> <li>Concorrência com as outras fontes de energia renováveis que tem custo menor;</li> <li>Número reduzido de fabricantes de componentes do sistema fotovoltaico;</li> <li>Depende da importação de alguns equipamentos;</li> <li>Baixa pressão no investimento de outras fontes renováveis, por consequência de sua maior parte da matriz elétrica ser proveniente de hidrelétricas;</li> <li>Falta de incentivos à estudos sobre o desenvolvimento de tecnologias no setor que ainda e pouco consolidado no país; e</li> <li>Diferença do preço da energia fotovoltaica gerada da consumida da concessionária.</li> </ul>
Fatores Externos			

Fonte: Próprio Autor