

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA EM  
FREDERICO WESTPHALEN  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

ISABELLA VICTÓRIA GODONIX NIZ MARVULLE

**ENERGIAS RENOVÁVEIS – O USO DA ENERGIA SOLAR NO  
BRASIL**

Frederico  
Westphalen, RS  
2023

Isabella Victória Godonix Niz Marvulle

## **ENERGIAS RENOVÁVEIS – O USO DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheira Ambiental e Sanitarista**.

Orientadora: Prof. Dra. Aline Ferrão Custodio Passini

Frederico Westphalen,  
RS 2023

Isabella Victória Godonix Niz Marvulle

## **ENERGIAS RENOVÁVEIS – O USO DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), com requisito parcial para obtenção do título de **Engenheira Sanitarista e Ambiental.**

Aprovado em 13 de março de 2023:

---

**Aline Ferrão Custodio Passini, Dra. (UFSM)**  
(Orientadora)

**William Fernando de Borba, Dr. (UFSM)**

**Lorimar Francisco Munaretto, Dr. (UFSM)**

Frederico Westphalen,  
RS 2023

## **DEDICATÓRIA**

À minha família, que sempre me apoiou e incentivou a continuar.

## **AGRADECIMENTOS**

A realização desse trabalho ocorreu principalmente, pelo apoio e compreensão dos meus pais Geny e Valcir que sempre me incentivaram a continuar respeitando meu tempo;

Aos meus amigos pela força nos momentos de dificuldade, e também por todos esses anos de amizade que fizeram com que essa fase fosse inesquecível e mais tranquila;

Aos meus professores por todo conhecimento repassado;

À UFSM, pelo ambiente de qualidade e respeito.

**A todos vocês meus sinceros votos de  
agradecimento. Muito Obrigada!**

A persistência é o menor caminho do êxito.  
(Charles Chaplin)

## RESUMO

# ENERGIAS RENOVÁVEIS – O USO DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL

AUTOR: Isabella Victória Godonix niz  
Marvulle ORIENTADOR: Prof. Dra. Aline  
Ferrão Custodio Passini

Este trabalho de conclusão de curso tem como principal objetivo analisar a utilização da energia solar no Brasil, bem como as normativas regentes, os incentivos para seu uso e sua adequação como contribuição para o desenvolvimento sustentável. Levando em consideração que o Brasil possui um grande potencial energético, este trabalho vem abordar o desenvolvimento da energia solar, assim como os impactos e projeções para 2030. Para o desenvolvimento deste trabalho, utilizou-se uma metodologia de revisão e busca bibliográfica, pois realizou-se uma pesquisa na área em questão e posteriormente ocorreu a coleta de informações nas seguintes bases de dados: *Google Scholar*, Scielo e Portal Periódicos CAPES sobre o assunto para que assim fosse possível realização da revisão. O Brasil possui fatores favoráveis ao crescimento de sua inserção no mercado, devido às suas características de incidência e irradiação solar e pela alta produção de silício, mas alguns obstáculos devem ser superados para que a energia solar possa ter um espaço maior na matriz energética nacional.

**Palavras-chave:** Energia solar, limpa, alternativa.

## **ABSTRACT**

### **RENEWABLE ENERGY – THE USE OF SOLAR ENERGY IN BRAZIL**

AUTHOR: Isabella Victória Godonix niz Marvulle  
MASTERMIND: Prof. Dra. Aline Ferrão Passini

The study in question aims to analyze solar energy in Brazil, governing standards, incentives for its use and its suitability to contribute to sustainable development. Taking into account that Brazil has a great energy potential, this work addresses the development of solar energy, as well as its impacts on it, and projections for 2030. For the development of this work, a methodology of review and bibliographical search was used, since a research was carried out in the area in question and later, information was collected in the following databases: Google Scholar, Scielo, and Periodicals portal CAPES on the subject so that the review could be carried out. Brazil has factors favorable to the growth of its insertion in the market, on reason of its characteristics of incidence and solar irradiation and its high production of silicon, but some obstacles must be overcome so solar energy can have a greater space in the national energy matrix.

**Keywords:** Solar energy, clean, alternative.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais fontes renováveis no Brasil.....	16
--	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Esquematização do funcionamento de uma placa solar .....	17
Figura 2 - Histórico da energia solar no Brasil.....	18
Figura 3 - Capacidade instalada por Estado .....	20
Figura 4 - Plano Decenal de Expansão de Energia 2030.....	21
Figura 5 - Participação percentual das energias renováveis na Oferta Interna de Energia (OIE) .....	25
Figura 6 - Fluxo simplificado para obtenção do financiamento.....	26
Figura 7 - Uso das fontes renováveis no Brasil .....	26
Figura 8 - Potência outorgada por estado .....	27

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. OBJETIVOS	12
2. METODOLOGIA	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1. ENERGIAS RENOVÁVEIS	15
3.2. ENERGIA SOLAR	17
3.3. ENERGIA SOLAR NO BRASIL	18
3.5. PROJEÇÃO DA MATRIZ ELÉTRICA NO BRASIL	21
3.6. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ENERGIA SOLAR	22
3.7. IMPACTOS AMBIENTAIS	22
3.8. ODS 7- ENERGIA ACESSÍVEL E LIMPA E AGENDA 2030	23
3.9. O QUE JÁ VEM SENDO FEITO NO BRASIL	25
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
5. REFERÊNCIAS	29

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo em questão realiza uma discussão a respeito das diversas opções de energia sustentável, em específico sobre a energia através do sol.

Ao longo do desenvolvimento da humanidade, o uso da energia se tornou essencial na vida de todos. O desenvolvimento de novas tecnologias e o crescimento da população fizeram com que fosse necessário e possível a busca por outras fontes de energia mais sustentáveis, devido o alto uso de fontes não renováveis. Diante disto, o desenvolvimento em matrizes renováveis gera um impacto menor, principalmente em relação ao meio ambiente e à sociedade em geral.

Essa forma de obtenção de energia vem crescendo cada vez mais devido a redução dos custos e dos incentivos oferecidos para que os países, como o Brasil, aproveitem seu potencial energético. O Brasil é um país que possui um grande aproveitamento de potencial energético, mesmo em regiões com pouca incidência solar (ANEEL,2005), possui regiões com características ambientais diferente, contribuindo para sua eficiência energética.

Porém, mesmo que os custos para a instalação de sua usina tenham reduzido, ainda é pouco desejada por alguns no primeiro momento.

Considerando o grande potencial energético do Brasil, este trabalho vem abordar o desenvolvimento da energia solar, assim como seus impactos nele, e projeções para 2030.

Utilizando-se de uma metodologia de revisão teórica. Realizou-se uma pesquisa na área em questão e posteriormente ocorreu a coleta de informações sobre o assunto para que assim fosse possível realização da revisão.

### 1.1. OBJETIVOS

Analisar o atual panorama da energia solar no Brasil, a legislação e os incentivos para seu uso e adequação para a contribuição do desenvolvimento sustentável.

- Realizar uma linha do tempo da evolução da energia solar no Brasil;
- Analisar os impactos positivos e negativos associados do uso da energia solar do ponto de vista ambiental;
- Verificar a contribuição da energia solar no alcance dos ODS no Brasil.

## 2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, utilizou-se de uma metodologia de revisão teórica, pesquisando assuntos da temática em questão para que assim fosse possível realização da revisão. Segundo Gil (2002), a metodologia trata-se da descrição formal das técnicas e dos métodos os quais serão aplicados na pesquisa, determinando o caminho a ser percorrido, por meio de métodos de abordagem e métodos de procedimentos, instrumentos de pesquisa a serem utilizadas, delimitações do universo da pesquisa, delimitação e seleção de amostra.

Quanto aos objetivos, este estudo pode ser caracterizado como exploratório, pois, “possui como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses [...]” (GIL, 2002, p.41).

Para a abordagem metodológica utilizou-se a pesquisa bibliográfica qualitativa por meio de acervos disponíveis em meios eletrônicos e em bibliotecas em um período de 2012 á 2023. Foram realizadas buscas em bibliografias, como livros, manuais e artigos científicos referentes ao assunto sobre energia solar, também a legislação vigente, para que assim fosse possível uma melhor compreensão sobre o tema, assim foram utilizados como instrumento de pesquisa, as seguintes bases de dados: *Google Scholar*, *SciELO* e *Portal Periódicos CAPES*, no qual possibilitam acesso à diversos materiais e pesquisas realizadas a referente ao tema.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

Para prosseguir com o estudo teórico, na presente abordagem serão explicitados itens trazendo uma revisão e análise sobre a energia solar no Brasil, vantagens e desvantagens, normativas e também uma ligação com a agenda 2030 proposta pela ONU, em seu Objetivo de desenvolvimento sustentável 7, específico para a energia limpa e acessível.

#### 3.1. ENERGIAS RENOVÁVEIS

Nas últimas décadas a temática de fontes limpas de energia vem sendo uma questão muito discutida, à medida que as pessoas começaram a perceber a importância de seus impactos ao meio ambiente. O aumento do consumo e o crescimento urbano surgiu a relevância de se repensar as práticas da sociedade no âmbito ambiental, ecológico e social. A procura por fontes renováveis vem aumentando cada vez mais nos últimos anos, devido principalmente ao aumento das mudanças climáticas. (OLIVEIRA et al.,2022).

Segundo Texeira e Pessoa (2022):

“As energias renováveis funcionam como iniciativas adaptativas às mudanças climáticas a partir de sua atuação no contexto da redução da pobreza e das vulnerabilidades. Questões estas intrinsecamente relacionadas à abordagem da adaptação, tendo em vista que este processo visa justamente antecipar os possíveis e potenciais impactos das mudanças climáticas de modo a reduzir vulnerabilidades a situações de riscos.” (TEXEIRA;PESSOA,2022)

As fontes de energia limpa são inesgotáveis, pois se renovam constantemente e emitem menos gases efeito estufa que as não-renováveis, causando menos impacto ao meio ambiente. Essas gerações de energia podem ser, hídrica, eólica, solar, oceânica, de biomassa, entre outras.

Apesar de serem fontes limpas, não são todos os lugares que podem usá-las constantemente, pois alguns locais passam por períodos de seca prolongados, possuem pouca incidência de radiação solar, não possuem mares ou têm pouco vento, não sendo possível se manter apenas com elas como forma de geração de energia. O quadro a seguir representa as principais fontes de energias renováveis e como ocorre sua conversão em energia elétrica.

Quadro 1 - Principais fontes renováveis no Brasil

Energia hidráulica	Ocorre o aproveitamento da água dos rios, onde as turbinas são movimentadas, transformando energia potencial em mecânica e depois em elétrica.
Energia Geotérmica	O calor é produzido nas camadas internas da terra geram vapor e água quente que são retrados por dutos e conduzidos a um gerador na superfície para ocorrer a conversão.
Energia Oceânica	Se aproveita o movimento das águas, transformando a energia mecânica dos oceanos em elétrica.
Biomassa	Ela pode ser queimada gerando o aproveitamento de calor ou através da decomposição da matéria vegetal, produzindo gases que podem gerar energia.
Energia Solar	É gerada através da luz, onde o sol atinge um semicondutor nas placas solares (que geralmente contêm silício), gerando eletricidade.
Energia Eólica	Obtida através do aproveitamento do vento. Para a geração de energia são usados aerogeradores que se movimentam de acordo com a quantidade do vento no local.

Fonte: EPE, (2016).

### 3.2. ENERGIA SOLAR

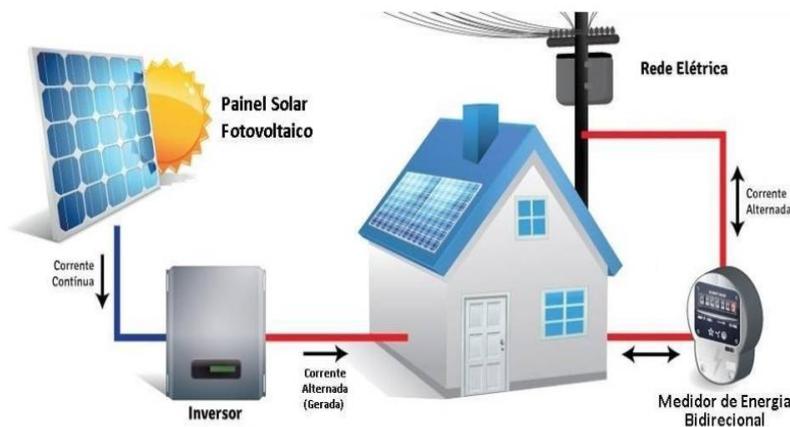
Por muito tempo a energia solar teve como principal barreira o seu elevado custo alto custo, porém com passar dos anos ocorreu sua expansão no mundo todo com a redução da mesma. Isto se deu devido aos incentivos de pesquisas pelo governo por fontes limpas (VIAN et al.,2021).

Segundo Villalva (2015), os sistemas fotovoltaicos ou solares funcionam da seguinte maneira:

[...]os sistemas fotovoltaicos têm a capacidade de captar diretamente a luz solar e produzir corrente elétrica. Essa corrente é coletada e processada por dispositivos controladores e conversores, podendo ser armazenada em baterias ou utilizada diretamente em sistemas conectados à rede elétrica. (VILLALVA,2015,p.18).

O funcionamento descrito a cima pode ser melhor representado pela figura a seguir (figura 1).

Figura 1- Esquematização do funcionamento de uma placa solar



Fonte: Mitrtech, (2022).

A geração de energia solar tem a capacidade de suprir grande parte da energia do mundo, mas algumas limitações ainda precisam ser resolvidas como seu alto custo e a necessidade de armazenamento, uma vez que ela não gera energia de noite. (PHILIPPI JR;REIS,2016).

A Energia solar possui vantagens como uma vida útil de 20-30 anos dependendo da marca do fabricante, não gera poluição ambiental e sonora, pouca

manutenção, fornece energia em dias nublados por armazenar energia. Porém possui algumas desvantagens também como, o custo inicial é elevado, depende de fatores climáticos e de uma tecnologia sofisticada.

### 3.3. ENERGIA SOLAR NO BRASIL

A primeira utilização de energia solar no Brasil aconteceu em 2011, com a instalação da primeira usina solar, localizada no município de Tauá, no sertão do Ceará que, ela foi a primeira instalada no país e também na América Latina. (Sol Brasil Energia). O histórico da energia solar no Brasil é exemplificado na figura abaixo (figura 2), possuindo não somente o histórico, mas também uma expectativa para o ano de 2024.

Figura 2 - Histórico da energia solar no Brasil



Fonte: SolFácil, (2022).

O Brasil é um país com características favoráveis para o uso de fontes renováveis de produção de energia, especialmente a eólica e solar, pois o clima e incidência solar durante o ano são elevados, permitindo o uso destas fontes (SILVA;ARAÚJO,2022).

De acordo com Mauad, Ferreira e Trindade (2017):

“Até um passado recente, a energia solar fotovoltaica era empregada no Brasil apenas em sistemas isolados ou autônomos instalados em locais não alcançados pela rede elétrica, como propriedades rurais, comunidades isoladas, centrais remotas de telecomunicação e sistemas de sinalização. Entretanto, a aprovação do uso de sistemas de geração conectados à rede pela Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica), através da resolução no 482 de 2012, permitiu o avanço recente da quantidade de sistemas fotovoltaicos conectados à rede[...]”.

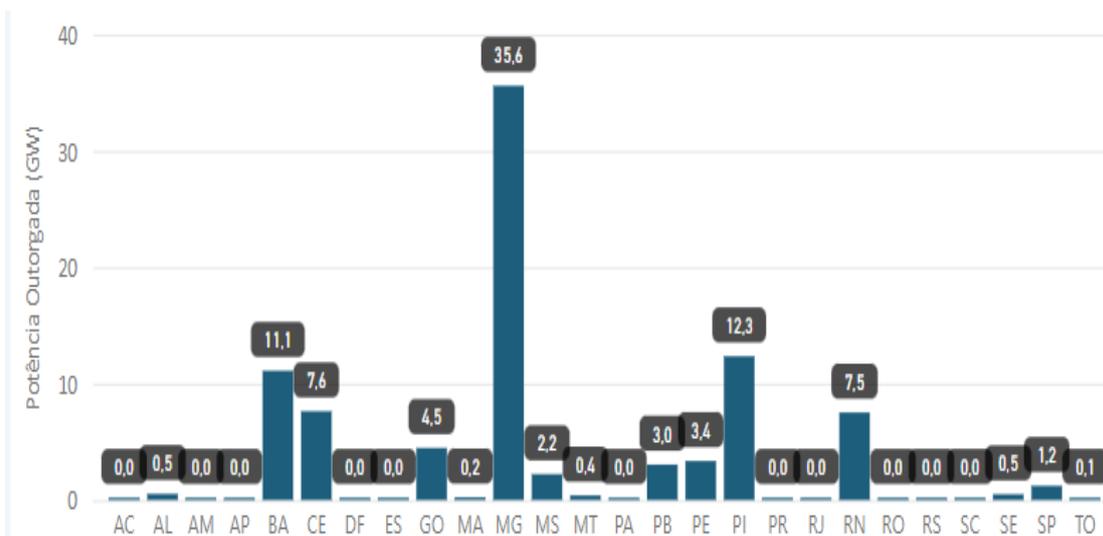
(MAUAD;FERREIRA;TRINDADE,2017).

Na região do semiárido brasileiro estão as melhores características para a instalação de uma usina solar, com valores típicos de 200 a 250 W/m<sup>2</sup> vale a cerca de 1.752 a 2.190 kWh/m<sup>2</sup> de potência contínua. Isso faz com que a região seja uma das maiores em relação ao potencial solar. (PHILIPPI JR;REIS,2016).

A maior parte da energia se concentra nas residências, isto se deve principalmente que no sistema fotovoltaico permiti com que o consumidor reduza o seu gasto mensal em até 90% ou mais. (ABSOLAR,2022). O Brasil está em um crescimento exponencial dobrando ano após ano. Segundo a ABSOLAR (2022), o impulsionamento de investimentos feitos dos consumidores com a geração de energia tem se consolidado como uma solução para o aumento da sustentabilidade no território brasileiro.

A figura 3 mostra a capacidade instalada por Estado, ficando evidente que o estado de Minas Gerais lidera em número de instalações e potência instalada. Apesar do Brasil possuir grande capacidade para instalações de sistemas fotovoltaicos, possui pouca utilização do seu potencial para gerar energia através da fonte solar.

Figura 3 - Capacidade instalada por Estado



Fonte: ANEEL, (2022).

### 3.4. FREGULAMENTAÇÕES E NORMAS

Um marco importante dentro da energia solar foi a elaboração da resolução normativa no 482, aprovada pela Aneel em abril de 2012. A mesma autorizou as micro e minigeração de energia elétrica partissem de fontes renováveis de energia com sistemas de geração distribuída conectado a redes de baixa tensão. (MAUAD;FERREIRA;TRINDADE,2017).

“A resolução nº 482 da Aneel estabelece que cada cidadão brasileiro ou empresa poderá ter em seu telhado uma usina fotovoltaica produzindo eletricidade para a complementação do consumo próprio ou para a exportação de energia (nesse caso complementando a necessidade de energia de outra localidade, de acordo com as regras da Aneel).” (VILLALVA,2015).

Essa resolução foi alterada em novembro de 2015 pela resolução normativa nº 687/2015, que defini;

[...] as características de micro e minigeração, estabelece as condições para o acesso de dessas gerações aos sistemas de compensação de créditos de energia elétrica para autoprodutores de energia, e permite a possibilidade de cada cidadão brasileiro ou empresa de ter em seu telhado uma usina fotovoltaica para a complementação do consumo próprio ou para a exportação de energia (MAUAD;FERREIRA;TRINDADE,2017).

Essa nova norma trouxe melhorias no sistema de distribuição de rede, sendo que os custos estão dispensados do cálculo da participação financeira do consumidor.

Os autores Mauad, Ferreira e Trindade (2017) trazem resumidamente as normas da ABNT:

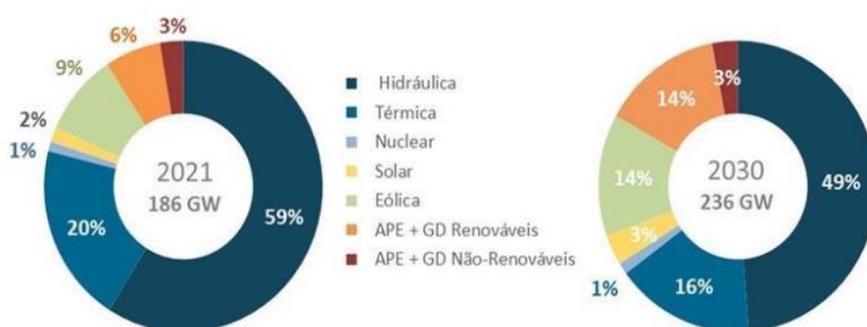
- ABNT NBR 16.149: Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição;
- ABNT NBR 16.150: Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição;
- ABNT NBR 16.274: Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho;
- ABNT NBR 62.116: Procedimento de ensaio de anti-ilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica.

### 3.5. PROJEÇÃO DA MATRIZ ELÉTRICA NO BRASIL

Segundo as Nações Unidas em um dos seus objetivos sustentáveis, ODS 7, até 2030 ocorrerá um aumento da participação de fontes limpas no mundo, gerando energia limpa e preços acessíveis as pessoas, levando a diminuição de gás carbônico na atmosfera.

A figura 4, diz respeito às perspectivas da expansão do setor de energia no Brasil em um período de dez anos (2021 – 2030).

Figura 4 - Plano Decenal de Expansão de Energia 2030



Fonte: EPE (2021).

Pode-se observar um aumento em algumas fontes, como a eólica e solar, tendo uma redução na participação hidrelétrica.

### 3.6. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ENERGIA SOLAR

A energia solar fotovoltaica possui muitas vantagens, como por exemplo;

- Casas que possuem energia solar fotovoltaica instalada podem gerar a sua própria energia renovável;
- Diminui a necessidade de utilizar termelétricas;
- Gera milhares de empregos todos os anos;
- Totalmente renovável, infinita, não polui;
- Não faz barulho;
- Pode ser usado em áreas remotas.

Porém, apesar de possuir muitas vantagens, ela apresenta algumas desvantagens. O Portal Solar lista os principais pontos negativos desta energia:

- Locais em latitudes médias e altas sofrem quedas bruscas de produção durante os meses de Inverno devido à menor disponibilidade diária de energia solar;
- Não pode ser usada durante a noite;
- As formas de armazenamento da energia solar são pouco eficientes, baterias que podem encarecer o sistema;
- Os painéis solares têm um rendimento de apenas 25%, apesar deste valor ter vindo a aumentar ao longo dos anos.

### 3.7. IMPACTOS AMBIENTAIS

Em uma visão geral, nenhuma fonte de energia, mesmo que renovável, está totalmente livre de impactos ambientais. Mas, a energia solar apresenta impacto ambiental pequeno pois não emite gases poluentes durante a sua geração de energia (Portal Solar).

Durante a construção de uma usina solar, ela pode causar impactos ao meio biótico da área, como danos às vegetações devido ao sombreamento causado pelas placas solares e também da terraplanagem realizada no local. Os animais podem ter sua alimentação prejudicada por falta de vegetação e mudanças de padrões, além disso, podem estar sujeitos á acidentes durante a construção das usinas (Portal Solar). Um outro problema está relacionado com o descarte dessas placas solares no Brasil, já que sua vida útil pode chegar á 25 anos, e restam alguns anos para que o descarte de equipamentos comece ocorrer de forma volumosa (HEIN,2021).

### 3.8. ODS 7- ENERGIA ACESSÍVEL E LIMPA E AGENDA 2030

Em setembro de 2015, foi aprovada a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável pelos países-membros da Organização das Nações Unidas, possuindo 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) e 169 metas para o seu cumprimento até o ano de 2030. (HENRICHSEN,2021).

Os ODS trabalham com a integração de ações, que auxiliam na tomada de decisão para melhorar a qualidade de vida, de forma sustentável, para a atual e futuras gerações. Também oferecem orientações claras e metas para todos os países adotarem em acordo com suas prioridades e desafios ambientais de todo o planeta (Pisco de Luz).

O objetivo da ODS 7, resumidamente, é garantir acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável para a população. Com o crescimento populacional, os investimentos em fontes alternativas de energia estão cada vez maiores. Devido esse aumento, Souza (2020) comenta sobre o surgimento dela.

“Por isso, no ano de 2015, na sede da Organização das Nações Unidas (ONU), representantes de diversos países assinaram o pacto pela promoção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que compõem a Agenda 2030. Esse documento visa a estimular os Estados signatários a assumirem compromissos perante alguns temas considerados como necessários para que se possa alcançar efetivamente o desenvolvimento social e econômico equilibrado de modo global.” (SOUZA,2020).

Os objetivos da ONU até 2030 com relação à energia são os seguintes:

- Assegurar que todos tenham acesso confiável, moderno e a preços acessíveis ao serviço de energia;
- Aumentar o percentual de energias renováveis;
- Dobrar a taxa global de eficiência energética;
- Reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso às pesquisas e às tecnologias relacionadas à energia e promover a melhoria na infraestrutura e nas tecnologias para fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis aos países em desenvolvimento.

A meta 7.2 estabelecida pela Organização das Nações Unidas em 2015, tem como meta até 2030, “aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global”. Segundo o Portal do Observatório de Indicadores da Cidade de Vitória sobre o tema;

“Para os próximos anos a tendência é aumentar a demanda por energia barata. Contudo, combustíveis fósseis e suas emissões de gases de efeito estufa provocam mudanças drásticas no clima. Atender às necessidades da economia e proteger o meio ambiente é um dos grandes desafios para o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, o ODS 7 reconhece a importância e traça metas focadas na transição energética, de fontes não renováveis e poluidoras, para fontes renováveis limpas, com especial atenção às necessidades das pessoas e países em situação de maior vulnerabilidade.” (OBSERVAVIX).

Os dados abaixo (figura 5) estão relacionados com a participação percentual das energias renováveis no Brasil durante o período de 2015 á 2020, depois da assinatura pela promoção das ODS.

Figura 5 - Participação percentual das energias renováveis na Oferta Interna de Energia (OIE)

Brasil	
Variável - Participação percentual das energias renováveis na Oferta Interna de Energia (OIE) (%)	
Ano	
2015	41,3
2016	43,5
2017	43,2
2018	45,5
2019	46,1
2020	48,4

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, (2022).

### 3.9. O QUE JÁ VEM SENDO FEITO NO BRASIL

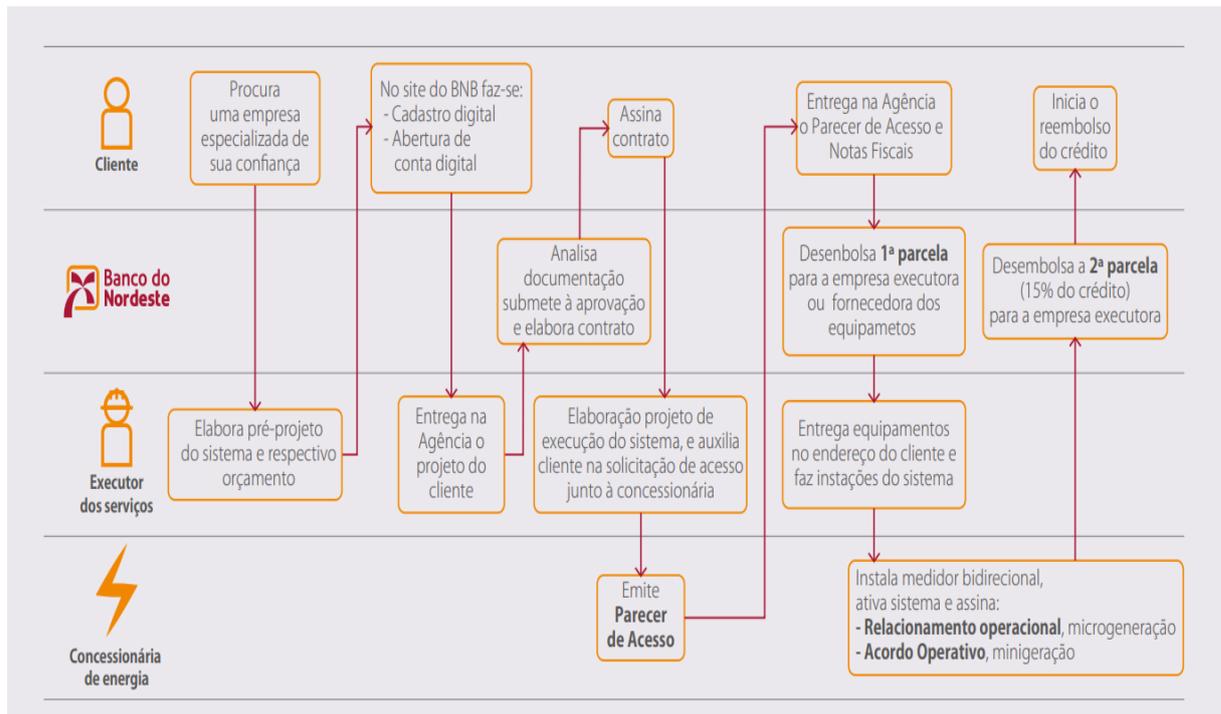
A EPE já tem em seu site um termo de referência para o Plano Nacional de Energia – 2050. O planejamento do setor precisa ser feito com antecedência, uma vez que os empreendimentos para oferta de energia costumam exigir altos investimentos – sejam eles financeiros, de pesquisa ou de negociação política entre entes da federação e a sociedade civil.

O país também tem em vigor o Plano Nacional de Energia – 2023, que prevê ampliação da capacidade energética brasileira.

O aspecto social da inclusão energética é tema do Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica – “Luz para Todos”, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia. O alvo do programa são populações do meio rural que não têm acesso ao serviço público. No nível municipal, a principal atribuição é a de informar e conscientizar a população, de modo geral, para a necessidade do uso racional de energia.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento lançou, no dia 1º de outubro de 2019, o AgroNordeste, que impulsiona o desenvolvimento econômico, social e sustentável do meio rural da região. Dentro deste plano está a implantação de energia solar nas propriedades rurais (SEBRAE, 2019). Abaixo na figura 6, está um resumo de como ocorre esse financiamento para os produtores rurais.

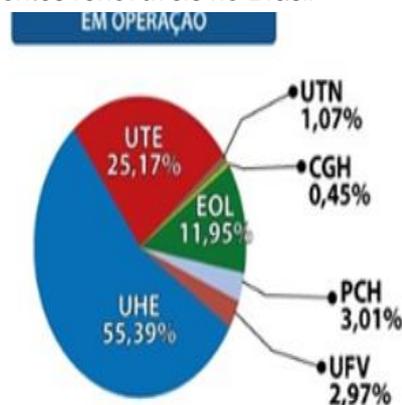
Figura 6 - Fluxo simplificado para obtenção do financiamento



Fonte: SEBRAE (2019).

Atualmente, o Brasil possui cerca de 19.962 mil empreendimentos de Central Geradora Fotovoltaica (UFV) de acordo com dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2023). O que representa uma potência outorgada em operação que chega a 90.346.803,13 kW representando 2.97% da Matriz Energética Renovável do Brasil, sendo os estados de Minas Gerais, Bahia e Piauí apresentando a maior potência instalada conforme as figuras 6 e 7 (SIGA, 2023).

Figura 7 - Uso das fontes renováveis no Brasil



Fonte: ANEEL, (2023).

Figura 8 - Potência outorgada por estado

<b>Potência Outorgada Total (kW)</b>				
<b>90.346.803,13</b>				
UF	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	Quantidade	%
AC	1.412,20	1.412,20	698	0,02%
AL	531.624,00	3.740,00	18	0,05%
AM	651,48	651,48	93	0,01%
AP	4.039,20	4.039,20	1	0,05%
BA	11.104.955,35	1.356.669,75	302	17,30%
CE	7.628.876,00	708.956,00	187	9,04%
DF	912,00	912,00	1	0,01%
ES	7.740,25	7.740,25	14	0,10%
GO	4.475.460,60	4.585,60	105	0,06%
MA	228.050,53	1.882,53	9	0,02%
MG	35.585.353,68	2.153.352,68	821	27,47%
MS	2.224.509,70	10.953,70	2913	0,14%
MT	395.001,95	18.501,95	321	0,24%
PA	14.094,96	14.094,96	13101	0,18%
PB	3.046.271,60	454.153,60	76	5,79%
PE	3.354.571,63	318.103,45	100	4,06%
PI	12.349.770,00	1.463.012,00	288	18,66%
PR	10.316,71	10.316,71	29	0,13%
RJ	4.569,30	4.569,30	11	0,06%
RN	7.516.696,34	367.137,34	178	4,68%
RO	13.573,26	13.573,26	507	0,17%
RS	15.247,84	15.247,84	29	0,19%
SC	12.245,53	12.245,53	17	0,16%
SE	500.800,00	800,00	10	0,01%
SP	1.224.999,62	888.439,62	69	11,33%
TO	95.059,40	5.059,40	64	0,06%

Fonte: ANEEL, (2023).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No futuro as energias renováveis irão se destacar ainda mais no sistema de energia. Por substituir radiação em calor ou eletricidade de forma limpa e sustentável, a energia solar tem grande potencial para ser mais explorada e desenvolvida, podendo ser produzido mais energia que é consumida atualmente, substituindo vez as fontes fósseis. E ainda possuem a vantagem de possuir baixos custos de manutenção, a facilidade de instalação, o baixo peso, uma longa vida útil, não consumir combustível, não poluir ou contaminar o meio ambiente, não gerar ruído, ser resistente as adversidades climáticas e muitos outros (CEMIG,2012).

O Brasil possui fatores favoráveis ao crescimento de sua inserção no mercado, devido às suas características de incidência e irradiação solar e pela sua alta produção de silício, material utilizado na fabricação das placas solares. O avanço tecnológico é uma barreira para a realização de mais pesquisas a respeito do desenvolvimento dessa fonte, ficando atrás de países que não possuem um clima favorável, mas investem em tecnologia e desenvolvimento de forma limpa.

Alguns obstáculos devem ser superados para que a energia solar possa ter um espaço maior na matriz energética nacional. Levando em consideração que em até 2011 antes da resolução 482/2012, essa fonte era “apagada”, além da carência de incentivos que impulsionem pequenos produtores, pessoas comuns ou pequenas empresas a adquirir mini ou microssistemas de geração fotovoltaica em seus próprios telhados. Em regiões rurais do nordeste ocorre o incentivo de geração de energia solar, tendo o Banco do Nordeste financiando aos agricultores familiares, produtores rurais e agroindústrias, com a oferta de crédito para a sua comercialização (SEBRAE,2019).

## 5. REFERÊNCIAS

ABSOLAR. 2022: o melhor ano da energia solar no Brasil. 2022. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/2022-o-melhor-ano-da-energia-solar-no-brasil/>. Acesso em: 20 fev. 2023.

Agência Nacional de Energia Elétrica. Expansão da potência instalada no Brasil em julho é de 708,78 MW. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/expansao-da-potencia-instalada-no-brasil-em-julho-e-de-708-78-mw>. Acesso em: 27 fev. 2023.

ANEEL. Capacidade Instalada por Estado. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2IiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9>. Acesso em: 27 fev. 2023.

Brasil, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética Plano Decenal de Expansão de Energia 2030 / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2021. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-490/PDE%202030\\_RevisaoPosCP\\_rv2.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-490/PDE%202030_RevisaoPosCP_rv2.pdf) . Acesso em: 27 dez. 2022.

CASSA, Caio V L; RODRIGUES, Gabriel C; PEIXOTO, Victor D s; BERNINI, Denise s D. ANÁLISE DA EXPANSÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL. **Esfera Tecnologia**, [s. l], v. 5, n. 1, p. 06-21, maio 2021. Disponível em: <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2021/05/revista-esfera-tecnologia-v05-n01-artigo01.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2023.

Companhia Energética de Minas Gerais. Alternativas Energéticas: uma visão Cemig. Belo Horizonte: Cemig, 2012. 357: ilust. Disponível em: <https://www.solenerg.com.br/wp-content/uploads/2013/04/Alternativas-Energ%C3%A9ticas-Uma-Visao-Cemig.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2023.

Energia e sustentabilidade / editores Arlindo Philippi Jr, Lineu Belico dos Reis. -- Barueri, SP : Manole, 2016. --(Coleção ambiental --vol. 19). Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555761313/pageid/4> . Acesso em: 27 dez. 2022.

Energia solar: fundamentos, tecnologia e aplicações / Ângelo Vian, Carlos Marcio Vieira Tahan, Guido Javier Rostegui Aguilar, Marcos Roberto Gouvea, Matheus Mingatos Fernandes Gemignani --São Paulo: Blucher, 2021. 130p. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555500592/pageid/4> . Acesso em: 27 dez. 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Plano Decenal de Expansão de Energia 2030. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2030> . Acesso em: 10 jan. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Matriz Energética e Elétrica. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica> . Acesso em: 27 dez. 2022.

GIL, Antônio C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

HEIN, Henrique. Painéis solares: mitos e verdades sobre o descarte dos módulos fotovoltaicos. 2021. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/paineis-solares-mitos-e-verdades-sobre-o-descarte-dos-equipamentos/>. Acesso em: 14 mar. 2023.

HENRICHSEN, Jéssica Luana. AS ODS-AGENDA 2030 PARA EDUCAÇÃO SUSTENTÁVEL: UM ESTUDO ACERCA DAS AÇÕES A SEREM EFETIVADAS PELA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA-RS. 2021. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Departamento de Engenharia e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2021.

MAUAD, Frederico Fábio; FERREIRA, Luciana da Costa; TRINDADE, Tatiana Costa Guimarães. **Energia Renovável no Brasil**: análise das principais fontes energéticas renováveis brasileiras. São Carlos: Eesc/Usp, 2017.

MITRATECH. Como funciona Energia Solar Fotovoltaica. Disponível em: <https://mitratech.com.br/como-funciona-energia-solar-fotovoltaica/> . Acesso em: 27 dez. 2022.

MONIQUE. O histórico da produção de energia solar no Brasil com infográfico. 2022. Disponível em: <https://blog.solfacil.com.br/energia-solar/o-historico-da-producao-de-energia-solar-no-brasil-com-infografico/>. Acesso em: 20 fev. 2023.

Nações Unidas Brasil. Objetivo de Desenvolvimento Sustentável: energia limpa e acessível. Energia limpa e acessível. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/7> . Acesso em: 27 dez. 2022.

MONTANHA, Arthur Domingues; LEITE, João Luiz Torres; PANIN, Livia Fernanda; LONGHI, Mirella Bellini. Energia Fotovoltaica, 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Meio Ambiente) - ETEC Padre José Nunes Dias, Monte Aprazível (SP), 2021. Disponível em: [https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/6805/1/meioambiente\\_2021\\_2\\_arthurdomingues\\_energiafotovoltaica.pdf.pdf](https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/6805/1/meioambiente_2021_2_arthurdomingues_energiafotovoltaica.pdf.pdf). Acesso em: 20 fev. 2023.

Observa Vix. 7 - ODS 7: Energia Acessível e Limpa. Disponível em: <https://observavix.vitoria.es.gov.br/objetivo/7>. Acesso em: 14 mar. 2023.

Pilissão, Yuri & Passini, Aline & Rodrigues, Alexandre & Santos, Caroline & Borba, Willian. (2021). ENERGIA LIMPA E RENOVÁVEL: SOLUÇÕES SÓCIO AMBIENTAIS PARA O ACESSO À ENERGIA SOLAR DE BAIXO CUSTO. 10.22533/at.ed.11621080124.

PISCO DE LUZ. 17 objetivos para transformar o osso mundo. Disponível em: [https://www.piscodeluz.org/desenvolvimento-sustentavel?gclid=CjwKCAjw\\_MqgBhAGEiwAnYOAehvG8pv1ghb2JQuedCb-](https://www.piscodeluz.org/desenvolvimento-sustentavel?gclid=CjwKCAjw_MqgBhAGEiwAnYOAehvG8pv1ghb2JQuedCb-)

daOJzylkdKwROUveYLorcO-VGXluHpMbPhoCkYUQAvD\_BwE. Acesso em: 14 mar. 2023.

PORTAL SOLAR. Energia Solar no Brasil. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-no-brasil.html>. Acesso em: 20 fev. 2023.

PORTAL SOLAR. Energia Solar Fotovoltaica: Impactos Ambientais. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-fotovoltaica-impactos-ambientais>. Acesso em: 27 fev. 2023.

SEBRAE. ENERGIA SOLAR PARA O PRODUTOR RURAL. 2019. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/gestao-e-comercializacao-energia-solar-para-o-produtor-rural.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2023.

SILVA, Heitor Marques Francelino da; ARAÚJO, Francisco José Costa. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação-Rease*, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 859-869, mar. 2022. Disponível em: <https://www.periodicorease.pro.br/rease/article/view/4654/1751> . Acesso em: 30 dez. 2022.

Silva, M., Rocha Lana, T., Silva Júnior, J. A., & G. Talarico, M. (2021). ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. *Revista Mythos*, 14(2), 51-61. Disponível em: <https://periodicos.unis.edu.br/index.php/mythos/article/view/467/377> . Acesso em: 20 fev. 2023.

SOUZA, Luciana Cristina de. ENERGIA E SUSTENTABILIDADE HUMANA: IMPACTO DAS METAS DO ODS 7 NO BRASIL. **Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo**, [s. l], v. 6, n. 1, p. 58-79, jan-jun. 2020. Disponível em: <https://www.indexlaw.org/index.php/Socioambientalismo/article/view/6486/pdf>. Acesso em: 20 fev. 2023.

TEIXEIRA, Rylanneive Leonardo Pontes; PESSOA, Zoraide Souza. INTERFACES ENTRE ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA E ENERGIAS RENOVÁVEIS: NOTAS PARA UM DEBATE TEÓRICO-ANALÍTICO. *Revistagestão e Sustentabilidade Ambiental*, Natal, v. 11, n. 3, p. 144-156, jul. 2022. Disponível em: [https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/10798/11918](https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/10798/11918) . Acesso em: 30 dez. 2022.

Tolmasquim, Mauricio Tiomno  
Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica / Mauricio Tiomno Tolmasquim (coord.). – EPE: Rio de Janeiro, 2016 452p.: il; 21 x 29,7cm.

TURCI, Luiz Felipe Ramos; ROA, Yull Heilordt Henao; MUNIZ, Anderson. ODS 7 - ENERGIA ACESSÍVEL E LIMPA: O CENÁRIO PECULIAR DE POÇOS DE CALDAS-MG. *Expressa Extensão*, Caldas, v. 28, n. 1, p. 5-16, jan-abr. 2023. Disponível em: <file:///C:/Users/isabe/Downloads/4649-Texto%20do%20artigo-7870-1-10-20221229.pdf> . Acesso em: 30 dez. 2022.

Villalva, Marcelo Gradella  
Energia solar fotovoltaica : conceitos e aplicações/ Marcelo  
Gradella Villalva. - 2. ed. rev. e atual. - São Paulo : Érica, 2015.