



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE
CAMPUS ARARANGUÁ
DEPARTAMENTO DE ENERGIA E SUSTENTABILIDADE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ENERGIA

Beatriz Hack Monguilhott

**Empreendedorismo em energia solar: análise dos desafios e perspectivas do
setor na região de Araranguá**

Araranguá

2024

Beatriz Hack Monguilhott

**Empreendedorismo em energia solar: análise dos desafios e perspectivas do
setor na região de Araranguá**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia de Energia do Centro de Ciências e Tecnologias da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Energia.

Orientadora: Profa. Kátia Cilene Rodrigues Madruga, Dra.

Araranguá

2024

Monguilhott, Beatriz Hack
Empreendedorismo em energia solar : desafios e
perspectivas do setor na região de Araranguá / Beatriz
Hack Monguilhott ; orientadora, Kátia Cilene Rodrigues
Madruga, 2024.
51 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá,
Graduação em Engenharia de Energia, Araranguá, 2024.

Inclui referências.

1. Engenharia de Energia. 2. Energia Solar
Fotovoltaica. 3. Empreendedorismo. 4. Sustentabilidade. 5.
Geração Distribuída. I. Madruga, Kátia Cilene Rodrigues.
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia de Energia. III. Título.

Beatriz Hack Monguilhott

**Empreendedorismo em energia solar: análise dos desafios e perspectivas do
setor na região de Araranguá**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheira de Energia e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia de Energia.

Araranguá, 24 de novembro de 2024.

Prof (a). Carla Abreu D'aquino, Dr.(a)
Coordenação do Curso

Profa. Kátia Rodrigues Cilene Madruga professora, Dra.
Orientadora

Beatriz Hack Monguilhott
Autora

Araranguá, 2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, à minha família, pelo suporte, compreensão e incentivo nesse momento tão desafiador.

Aos meus amigos que acompanharam esta trajetória, pelas palavras de motivação, apoio e presença.

Aos chefes e colegas de trabalho, pelo auxílio, aprendizado e a oportunidade de aplicar conhecimentos na prática. Cada experiência e conhecimento compartilhados contribuíram para enriquecer este trabalho e minha formação.

À minha orientadora, Kátia Madruga, expresso minha profunda gratidão pela paciência, pelos ensinamentos e comprometimento.

Por fim, gostaria de agradecer aos técnicos, professores e colaboradores da Universidade Federal de Santa Catarina, campus Araranguá, pelos seus serviços que garantem a oferta de um ensino público, gratuito e de qualidade.

RESUMO

O empreendedorismo, especialmente voltado ao setor de energia solar fotovoltaica, vem ganhando relevância em Santa Catarina, impulsionado por transformações econômicas e avanços tecnológicos. Com o aumento de empresas nesse segmento, cresce também a necessidade de entender os desafios e perspectivas que impactam a atuação dos empresários e o mercado local. O presente trabalho tem como objetivo caracterizar as empresas da região de Araranguá que atuam no setor de energia solar fotovoltaica, e analisar os principais desafios e oportunidades desse segmento. Para tanto, foi realizado um levantamento bibliográfico e documental sobre o setor, além da aplicação de um questionário aos empreendedores locais, visando identificar suas dificuldades e expectativas de acordo com as experiências vivenciadas nesse âmbito. Os dados coletados foram analisados com base em variáveis como porte da empresa, tempo de mercado e perfil de atuação, e comparados com estudos disponíveis na literatura. Como resultado, notou-se que as microempresas predominam o setor fotovoltaico da região atuando em múltiplas etapas da cadeia produtiva e enfrentando desafios similares para empreender na área. Concluiu-se que o setor apresenta potencial de crescimento, impulsionado pela redução de custos de equipamentos e pelo aumento de incentivos e conscientização sobre energia renovável.

Palavras-chave: Energia solar fotovoltaica. Empreendedorismo. Sustentabilidade. Geração distribuída.

ABSTRACT

Entrepreneurship in the photovoltaic solar energy sector has been achieving increasing relevance in Santa Catarina, driven by economic shifts and technological advancements. The increasing number of companies entering this market highlights the need to better understand the challenges and opportunities faced by entrepreneurs and their impact on the local economy. This study seeks to map and analyze businesses in the Araranguá region that operate within the photovoltaic solar energy sector, focusing on identifying the key challenges and growth opportunities in the field. To achieve this, a comprehensive bibliographic and document review was conducted, alongside the application of a structured questionnaire to local entrepreneurs. The goal was to gather insights into their experiences, difficulties, and expectations. The collected data were analyzed based on variables such as company size, time in operation, and business profile, and were compared with findings from existing studies in the literature. The results revealed that micro-enterprises dominate the photovoltaic sector in the region, often operating across multiple stages of the value chain. These businesses face common challenges, including access to capital, market competition, and operational efficiency. Despite these hurdles, the study concludes that the sector holds significant growth potential, driven by declining equipment costs, increasing government incentives, and rising awareness of the benefits of renewable energy.

Keywords: Photovoltaic solar energy. Entrepreneurship. Sustainability. Distributed generation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução da capacidade instalada de geração fotovoltaica no mundo (GW) e participação dos principais países e do Brasil (%).

Figura 2: Empregos no setor solar fotovoltaico em 2023.

Figura 3: Média anual da irradiação global horizontal do Brasil.

Figura 4: Ranking de Capacidade Instalada de Energia Solar FV em 2023.

Figura 5: Estimativa de empregos diretos e indiretos em energia renovável no ano de 2023 (em milhares).

Figura 6: Matriz Elétrica Brasileira.

Figura 7: Os estados que mais geraram empregos na Geração Distribuída.

Figura 8: Ranking de Potência Instalada em MW nos estados brasileiros.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Etapas de atuação no setor fotovoltaico desenvolvidas pelas empresas	37
Quadro 2 – Dificuldades enfrentadas no setor fotovoltaico	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estimativa de empregos diretos e indiretos em energia renovável no ano de 2023 (em milhares)	26
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Localização das empresas do estudo.

Gráfico 2: Tempo de atuação no setor FV.

Gráfico 3: Perspectivas para o setor.

Gráfico 4: Fatores que irão impulsionar o crescimento do setor fotovoltaico.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ASN	Agência Sebrae de Notícias
BP	<i>British Petroleum</i>
CELA	Centro de Estudos Latino-Americano
CONFAZ	Conselho Nacional de Política Fazendária
CRES	Conselho de Energia Renovável e Sustentabilidade
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ETENE	Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste
GEM	<i>Global Entrepreneurship Monitor</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBQP	Instituto Brasileiro da Qualidade e Produtividade
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IRENA	<i>International Renewable Energy Agency</i>
JUCESC	Junta Comercial do Estado de Santa Catarina
MMGD	Micro e Minigeração Distribuída
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PADIS	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores
PIS/PASEP	Programa de Integração Social/Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PV	<i>Photovoltaic</i>
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEF/SC	Secretaria de Estado da Fazenda de Santa Catarina
TTE	Taxa de Empreendedorismo Total
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral:	15
2.2 Objetivos Específicos:	15
3 METODOLOGIA	15
3.1 Referencial Teórico	16
3.2 Identificação da Amostra de Empresas	16
3.3 Caracterização das Empresas	17
3.4 Elaboração e Aplicação do Questionário	17
3.5 Análise e Discussão Sobre as Perspectivas e Desafios	19
4 REFERENCIAL TEÓRICO	19
4.1 Energia Solar Fotovoltaica	19
4.2 Setor FV no mundo	21
4.3 Setor FV no Brasil	23
4.4 Setor FV Região sul do BR	28
4.5 Desafios e Perspectivas do Setor	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1 Respostas e discussão do Questionário	34
6 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	44
APÊNDICE A – Instrumento de Coletas de Dados	48

1 INTRODUÇÃO

A origem do empreendedorismo está fortemente atrelada ao acontecimento da Primeira Revolução Industrial, por volta de 1750, no Reino Unido. Com a transformação dos processos de fabricação e mudanças no sistema econômico, os empreendedores deixaram de ser os chamados fornecedores de capital para atuarem diretamente no mercado. Desde então, o empreendedorismo vem se desenvolvendo e se reinventando de diversas formas, conquistando cada vez mais importância no desenvolvimento socioeconômico dos países. Mesmo com o passar do tempo, manteve-se fiel a um de seus pilares mais marcantes: a inovação (Santos, 2022).

No Brasil, o empreendedorismo é especialmente relevante para o crescimento de setores estratégicos, como o de energia solar fotovoltaica, que apresenta uma rápida expansão impulsionada pela transição energética. Nesse contexto, os empreendedores desempenham um papel fundamental na diversificação da matriz energética e no fortalecimento da sustentabilidade econômica e ambiental. O setor fotovoltaico no país oferece oportunidades únicas para micro e pequenas empresas, que representam uma parcela significativa desse mercado e são essenciais para democratizar o acesso à energia renovável, tanto em áreas urbanas quanto rurais.

A pesquisa *Global Entrepreneurship Monitor* (GEM) de 2021, realizada pelo Sebrae em parceria com o Instituto Brasileiro da Qualidade e Produtividade (IBQP), mostra que os pequenos negócios continuam desempenhando um papel essencial na economia nacional. Em um ranking que avalia a Taxa de Empreendedorismo Total (TTE), o Brasil ocupa a quinta posição entre 47 nações. Os cinco países com maior nível de empreendedorismo total são o Brasil (30,4%), o Chile (35,9%), a Guatemala (39,8%), o Sudão (41,5%) e a República Dominicana, que lidera com 45,2% (Sebrae, 2021; ASN, 2023).

No estado de Santa Catarina, o setor fotovoltaico tem registrado um crescimento significativo nos últimos anos, sendo impulsionado principalmente pela atuação de microempresas. Essas empresas, muitas vezes gerenciadas por empreendedores locais, desempenham um papel central na geração distribuída, na comercialização e na manutenção de sistemas fotovoltaicos, contribuindo para o fortalecimento da economia e da sustentabilidade energética da região. Dados do Observatório da Junta Comercial (Jucesc) indicam que, somente nos dois primeiros

meses de 2022, mais de 23.000 novos negócios foram registrados no estado, destacando sua vocação empreendedora (JUCESC, 2023).

A expansão do setor fotovoltaico em Santa Catarina reflete um cenário nacional promissor, marcado por investimentos crescentes em geração distribuída e em usinas de grande porte, os quais impulsionam a demanda por profissionais em áreas estratégicas, como Engenharia e Projetos, Instalação e Manutenção, Comercial e Vendas, e Pesquisa e Desenvolvimento. De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), milhares de postos de trabalho diretos e indiretos foram criados no estado até 2023, acompanhando o aumento das instalações de sistemas solares. Essa expansão não apenas gera empregos, mas também fortalece a economia local e contribui para consolidar Santa Catarina como um polo de sustentabilidade energética (ABSOLAR, 2023).

O destaque do estado no setor ficou evidente em maio de 2022, quando a ABSOLAR divulgou o ranking nacional das potências instaladas por estado, posicionando Santa Catarina em 6º lugar, uma posição acima da conquistada no ano anterior (ABSOLAR, 2022).

Nesse cenário, o Programa Estadual de Transição Energética Justa, anunciado em 2024, surge como uma resposta estratégica para mitigar os impactos sociais, ambientais e econômicos da mudança para fontes de energia mais limpas. O programa é especialmente relevante para o sul catarinense, uma região historicamente dependente de fontes fósseis como carvão mineral e gás natural. Araranguá, como um dos principais centros econômicos dessa região, apresenta um potencial significativo para o desenvolvimento de energias renováveis, especialmente a solar fotovoltaica. Entretanto, o aproveitamento pleno dessas oportunidades exige um melhor entendimento das características, desafios e perspectivas dos empreendimentos locais, que desempenham um papel crucial nesse processo (SEF/SC, 2024).

Embora o setor fotovoltaico apresente crescimento significativo no Brasil, estudos que abordem os desafios e perspectivas dos pequenos empreendedores em regiões específicas, como Araranguá, ainda são limitados. Este trabalho busca preencher essa lacuna, contribuindo para o entendimento e fortalecimento desse mercado.

Cabe ressaltar que a escolha do tema pela proponente do estudo está relacionada ao seu interesse pelo setor e ao fato de estar atuando nele há cerca de três anos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL:

A presente pesquisa teve como objetivo geral realizar a análise de empreendimentos da região de Araranguá, que atuam no ramo de energia solar fotovoltaica, e analisar os desafios e perspectivas deste mercado.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar revisão bibliográfica sobre o tema relacionado a presente pesquisa;
- Identificar e selecionar empresas da região de Araranguá para a coleta de dados;
- Caracterizar a amostra de empresas participantes do estudo, considerando aspectos relevantes ao setor através da elaboração e aplicação de questionário;
- Analisar os dados coletados, discutindo os desafios e as perspectivas identificadas no mercado local.

3 METODOLOGIA

O presente estudo é do tipo exploratório e qualitativo. Para Gil (2002), a pesquisa exploratória pode proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito. O mesmo autor explica que o caráter qualitativo, refere-se à “[...] utilização de amostras não probabilísticas, selecionadas pelo critério de intencionalidade”. Uma amostra intencional, em que os indivíduos são selecionados com base em certas características tidas como relevantes pelos pesquisadores e participantes, mostra-se mais adequada para a obtenção de dados de natureza qualitativa (GIL, 2002, p. 145).

Esta investigação foi dividida em cinco etapas. Essas incluem: apresentação do referencial teórico e documental; identificação da amostra de empresas selecionadas da região de Araranguá/SC; caracterização dessas empresas por meio de questionário; análise e discussão acerca dos desafios e oportunidades do setor fotovoltaico.

3.1 REFERENCIAL TEÓRICO

Para contemplar o referencial teórico deste trabalho, foi realizado um levantamento bibliográfico e documental. Esse inclui artigos científicos, livros, dissertações de mestrado, notícias e documentos oficiais publicados por entidades governamentais. Considerou-se o período de 2018 a 2024.

Essa coleta de dados visou analisar fontes confiáveis e atualizadas para obtenção de informações precisas sobre as temáticas da investigação.

Dentre as entidades consultadas estão: Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Instituto Brasileiro da Qualidade e Produtividade (IBQP), Empresa de Pesquisa Energética (EPE), dentre outros.

Ainda, foram realizadas pesquisas em documentos públicos relacionados ao Observatório da Junta Comercial (JUCESC) e Agência Internacional para as Energias Renováveis (IRENA).

Os temas abordados incluíram empreendedorismo, setor solar fotovoltaico, matriz energética e mercado fotovoltaico, com destaque para o crescimento desse setor no Brasil e em Santa Catarina.

3.2 IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA DE EMPRESAS

A identificação das empresas da região de Araranguá que participaram da pesquisa foi realizada por meio de contato com graduandos e egressos do curso de Engenharia de Energia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Esses indivíduos atuam como colaboradores no ramo de energia solar fotovoltaica ou como empreendedores na área do extremo sul catarinense.

Essa abordagem foi adotada com o objetivo de facilitar a obtenção de dados relevantes e representativos, considerando a proximidade e o acesso direto proporcionado pela rede de contatos estabelecida com profissionais ligados ao curso.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS

Após a identificação das empresas participantes do estudo, foi realizada a caracterização de cada uma delas com base em critérios como porte, tempo de atuação no mercado, segmento de atuação, dificuldades enfrentadas ao longo de sua trajetória e perspectivas para o futuro. Esses aspectos foram detalhadamente analisados ao longo do trabalho.

Nesta etapa, foi elaborado e aplicado um questionário que serviu como instrumento de coleta de dados, contendo perguntas abertas e de múltipla escolha. Direcionado às empresas da amostra, o questionário foi aplicado a uma seleção de empreendedores atuantes no setor fotovoltaico no município de Araranguá/SC, buscando captar informações detalhadas e alinhadas aos objetivos da pesquisa.

O questionário foi elaborado com o objetivo de conhecer e qualificar os empreendimentos participantes. Para sua aplicação, foi utilizado o Google Forms, O primeiro bloco de perguntas buscou levantar informações gerais, como a localização da empresa, ano de fundação e porte (micro, pequena, média ou grande). Em seguida, foram abordadas questões sobre as etapas de atuação na cadeia produtiva (como venda de equipamentos, homologação, instalação, operação e manutenção, entre outras) e os segmentos atendidos (residencial, comercial, industrial e agronegócio).

Por fim, as empresas foram questionadas sobre os principais desafios enfrentados no setor, bem como suas perspectivas de crescimento e os fatores que, em sua opinião, impulsionarão o mercado fotovoltaico no Brasil nos próximos anos.

O questionário (Apêndice A) foi aplicado e enviado via link por e-mail, direcionado para uma amostra de quatro empresas da região de Araranguá, identificadas como empresa A, B, C e D. As perguntas foram as seguintes:

1 - Informações Gerais da Empresa

- a) Em qual cidade o empreendimento está localizado?
- b) Há quanto tempo a empresa atua no mercado?

- c) Qual o porte da empresa conforme a definição do SEBRAE?

2 - Atuação no Mercado Fotovoltaico

- a) A empresa atua em quais etapas da cadeia produtiva fotovoltaica (venda de equipamentos, homologação, instalação, operação e manutenção ou outros)?
- b) Qual segmento de atuação (residencial, comercial, industrial, agronegócio)

3 - Desafios e Perspectivas do Setor

- a) Quais os principais desafios que a empresa enfrenta para atuar no mercado fotovoltaico?
- b) Qual a avaliação da empresa sobre as perspectivas de crescimento do mercado fotovoltaico no Brasil nos próximos anos?
- c) Quais os principais fatores que, na opinião da empresa, impulsionarão o crescimento do mercado fotovoltaico no Brasil?

Para a elaboração das questões, considerou-se a revisão de literatura, com foco nos aspectos relacionados ao histórico e expansão do mercado fotovoltaico no Brasil, em especial a região sul de Santa Catarina, bem como a atuação dos empreendedores que decidiram atuar nesse mercado.

3.4 ANÁLISE E DISCUSSÃO SOBRE AS PERSPECTIVAS E DESAFIOS

Os resultados obtidos a partir do questionário foram sistematizados e apresentados por meio de gráficos e quadros, organizados de forma a facilitar a análise e a compreensão das respostas. A partir dos dados fornecidos pelos empreendedores que atuam na região de Araranguá, foi possível traçar o perfil das empresas participantes, identificando aspectos como porte, tempo de mercado e

segmentos atendidos, além de mapear os principais desafios enfrentados e as perspectivas sobre o crescimento do setor fotovoltaico.

Nessa análise, procurou-se identificar tendências entre as respostas dos empreendedores e o que foi observado pela literatura, permitindo comparar as percepções práticas com as análises teóricas sobre o desenvolvimento do setor fotovoltaico.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico foi organizado em cinco subseções. A primeira apresenta uma breve introdução sobre a energia solar fotovoltaica. Em seguida, são explorados os fundamentos teóricos relacionados ao panorama global do setor fotovoltaico, com um foco progressivo que se direciona para o contexto brasileiro, seguido pela análise da região Sul do país. Por fim, a última subseção discute as perspectivas e os desafios enfrentados pelas empresas que atuam no setor fotovoltaico.

4.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

O efeito fotovoltaico foi inicialmente descoberto pelo físico francês Alexandre Edmond Becquerel em 1839, utilizando placas de platina e prata. Desde então, houve contínuo progresso em pesquisas e desenvolvimento de tecnologias nessa área. Em 1954, surgiu o marco da "célula solar moderna," criada por Russell Shoemaker Ohl, Calvin Fuller e Gerald Pearson, que utilizavam células de silício (Mosqueira, 2020).

A energia fotovoltaica é produzida através do efeito fotovoltaico, que envolve a conversão de energia eletromagnética em energia elétrica por meio da geração de tensão elétrica em uma célula composta por semicondutores. Quando um circuito elétrico é formado entre dois eletrodos, isso resulta na criação de uma corrente elétrica (Purificação et al., 2020).

O Sol é a principal fonte de energia do planeta Terra, sendo essencial para a manutenção da vida e constituindo uma fonte de energia inesgotável. A captação da energia solar para sua utilização como fonte elétrica e térmica apresenta um grande potencial como alternativa aos métodos atuais de produção baseados em recursos não renováveis e limitados (Pinho; Galdino, 2014).

A Terra recebe uma grande quantidade de energia solar de forma abundante. Ao longo do tempo, o ser humano desenvolveu técnicas para aproveitar essa riqueza, dando origem aos sistemas fotovoltaicos, mais conhecidos como placas solares. Esses sistemas se destacam como uma excelente alternativa para a geração de energia, especialmente por não provocarem impactos ambientais significativos (Gebert, Muller e Casagrande, 2018).

Embora a radiação solar varie ao longo do ano, a radiação global horizontal, aproveitada na geração fotovoltaica, apresenta baixa variabilidade. Mesmo a variabilidade interanual, em relação à média de longo prazo, é menor do que a observada na geração eólica e hidrelétrica, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2012).

No contexto ambiental, a expansão da energia solar fotovoltaica e outras fontes renováveis desempenha um papel crucial na redução das emissões de gases de efeito estufa e na mitigação das mudanças climáticas. A energia solar é considerada uma fonte limpa e sustentável, aproveitando a luz solar como recurso abundante e renovável. A transição para fontes renováveis contribui para minimizar os impactos ambientais negativos associados à queima de combustíveis fósseis e à geração de eletricidade a partir de fontes não renováveis (ANEEL, 2022).

Além disso, os sistemas fotovoltaicos apresentam diversas vantagens, como baixa necessidade de manutenção, a possibilidade de instalação em pequenas (W) e grandes potências (GW) e a característica modular, que permite a expansão conforme a demanda (Brazil Journal, 2020).

Esses sistemas podem ser instalados em diversas estruturas, incluindo construções residenciais, públicas, comerciais ou industriais, cobrindo telhados, paredes laterais ou mesmo em terrenos disponíveis para usinas solares (Lacchini; Santos, 2013).

Os projetos de energia solar fotovoltaica envolvem uma cadeia diversificada de atores, incluindo empresas de assessoria e consultoria, distribuição de equipamentos, agentes financiadores, seguradoras, desenvolvedores de projetos, engenheiros, empresas de manutenção, editoras, associações e instituições de ensino e pesquisa (Cela-Sebrae, 2018).

4.2 SETOR FV NO MUNDO

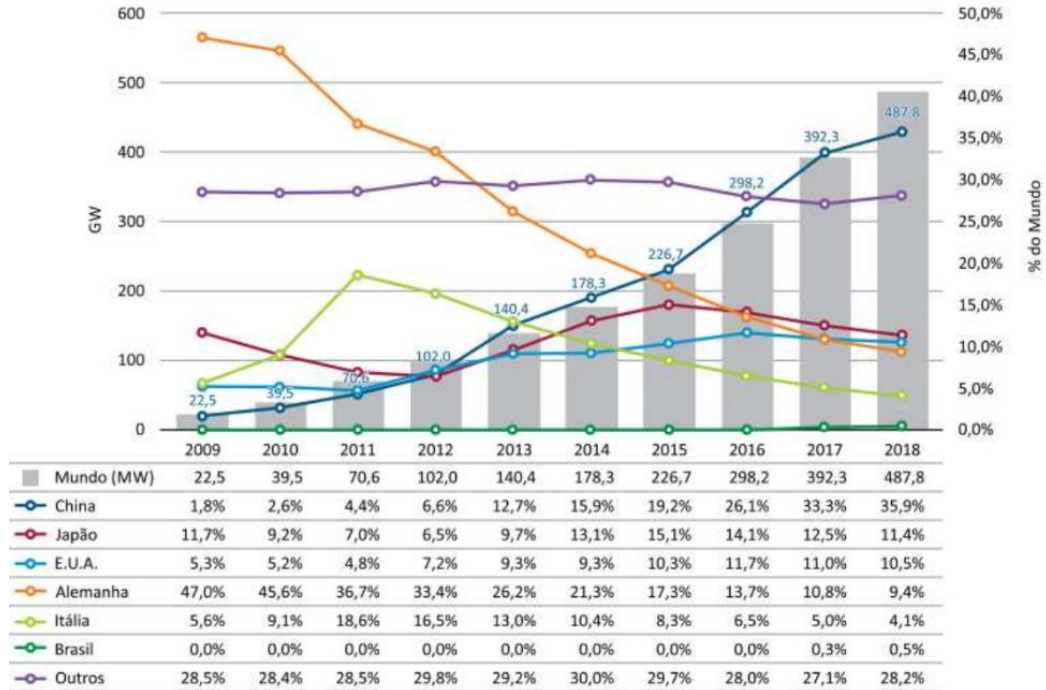
Diante do aumento das preocupações ambientais e dos avanços nas tecnologias de energia renovável, os países têm explorado alternativas e implementado políticas que promovam a transição para um modelo energético mais limpo e sustentável. (TEIXEIRA, 2023)

De acordo com Bezerra (2020), a disponibilidade de energia solar na superfície terrestre é muito superior à demanda global de energia elétrica. Ao passo que as tecnologias que fazem uso da energia solar se tornam mais competitivas ante outras opções, a participação dessa fonte na matriz elétrica tende a crescer.

Para Colasante et al. (2022), o desenvolvimento de sistemas fotovoltaicos nos países do sul da Europa foi impulsionado não apenas pelos níveis favoráveis de insolação, mas também por políticas públicas estratégicas, com desafios associados à necessidade de incentivar padrões de consumo mais conscientes.

Dentre os países que vêm se destacando nesse setor, pode se citar a China, Japão e Estados Unidos com 35,9%, 11,4% e 10,5% de capacidade instalada em 2019, respectivamente. (BP, 2019), conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Evolução da capacidade instalada de geração fotovoltaica no mundo (GW) e participação dos principais países e do Brasil (%).



Fonte: BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais.

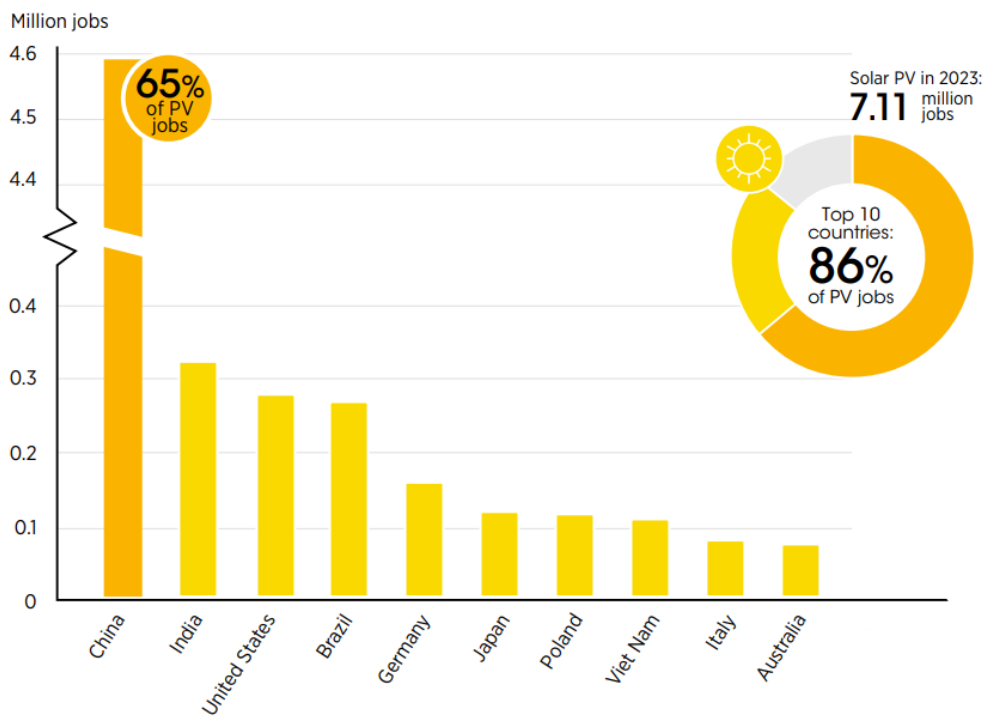
Em 2023, a capacidade global de energia solar fotovoltaica registrou expansão recorde: 347 gigawatts (GW) adicionados, 74% a mais que o recorde anterior em 2022, graças a uma queda acentuada nos custos do painel e nas políticas de apoio. A China foi responsável por 63% da nova capacidade, ou seja, 216,9 GW. O restante dos dez principais instaladores (Estados Unidos, Alemanha, Brasil, Índia, Espanha, Itália, Holanda, Japão e Austrália) adicionaram 83,4 GW juntos (IRENA, 2024).

O domínio da China também é notável no segmento da produção e comercialização de inversores. De acordo com Wood Mackenzie (2024), as remessas globais de inversores fotovoltaicos cresceram 56% em 2023, com os dez maiores produtores (dos quais nove estão baseados na China) comandando uma participação de mercado de 81%. As chinesas Huawei e Sungrow sozinhas foram responsáveis por mais da metade das remessas globais.

A IRENA estimou que, em 2023, a energia solar fotovoltaica foi responsável pela criação de 7,1 milhões de empregos, um aumento acentuado em relação aos 4,9 milhões em 2022. De acordo com o relatório da Agência Internacional de Energias

Renováveis ilustrado na Figura 2, a solar fotovoltaica foi a fonte renovável que mais gerou empregos no mundo em 2023, e o Brasil ocupou a incrível 4ª posição no ranking, atrás apenas de gigantes como China, Índia e Estados Unidos.

Figura 2: Empregos no setor solar fotovoltaico em 2023.



Fonte: Renewable Energy and Jobs Annual Review. IRENA, 2024.

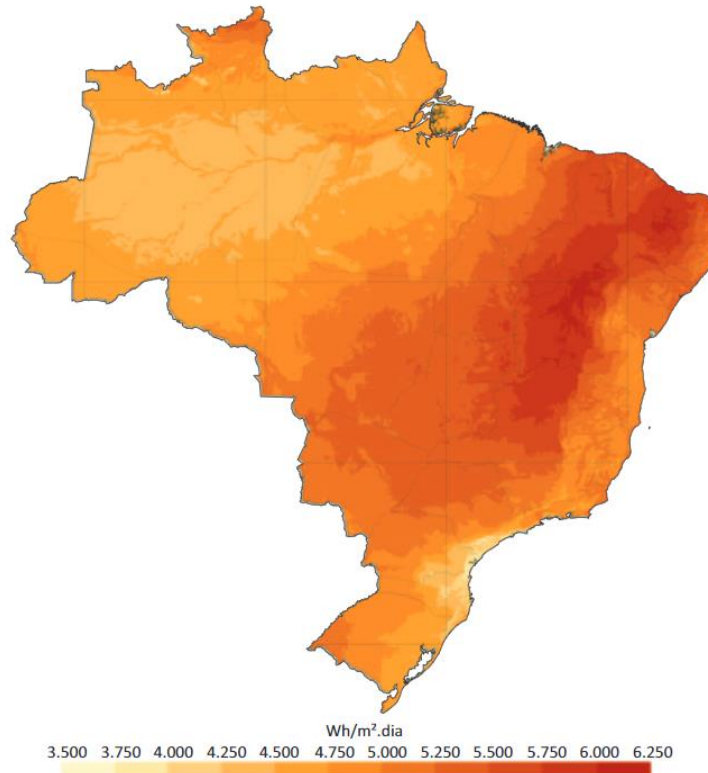
4.3 SETOR FV NO BRASIL

A crescente demanda por fontes de energia renováveis, aliada à ampliação de iniciativas de subsídios em diversos países, têm impulsionado o aumento da produção de células fotovoltaicas em escala global. Dados do Radar Solfácil mostram que o preço médio do watt-pico (Wp) no Brasil apresentou queda pelo 4º trimestre consecutivo. Com o menor valor desde o começo do levantamento realizado pela Solfácil, o preço médio da energia fotovoltaica atingiu R\$ 4,22 Wp no quarto trimestre de 2022 (Canal Solar, 2023).

A produção da energia solar fotovoltaica no Brasil é favorecida pela posição geográfica do País entre o Equador e o Trópico de Capricórnio (SILVA, 2014). A Figura 3 mostra um mapa de irradiação anual média para o Brasil em que a produção de energia solar fotovoltaica pode ser realizada em todos os estados do País, sendo os

estados localizados na Região Nordeste os que recebem a maior incidência da irradiação solar (PEREIRA et al., 2017).

Figura 3: Média anual da irradiação global horizontal do Brasil

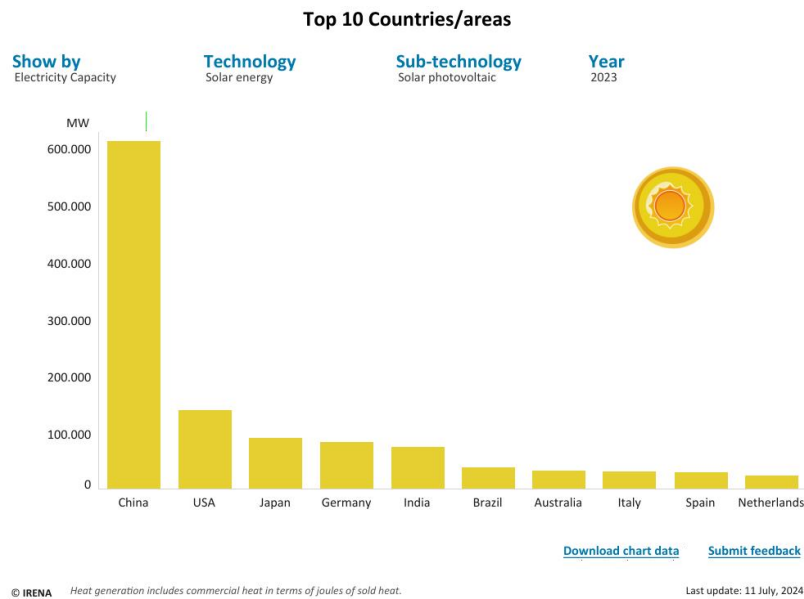


Fonte: Atlas brasileiro de energia solar (PEREIRA et al., 2017).

No ano de 2022, a geração de energia solar fotovoltaica experimentou uma expansão extraordinária, alcançando um total de 24,00 GW até o final do ano. Isso representou 11,20% da matriz energética brasileira e implicou em uma adição significativa de 9,85 GW em comparação com o ano anterior (ANEEL, 2022).

Já em 2023, o Brasil subiu duas posições no ranking de capacidade instalada de energia solar fotovoltaica no mundo, atingindo o sexto lugar, com 37,4 gigawatts (GW), informou a Associação Brasileira de Energia Solar (ABSOLAR) a partir de dados da Agência Internacional para as Energias Renováveis (Irena) exibidos no Figura 4 abaixo.

Figura 4: Ranking de Capacidade Instalada de Energia Solar FV em 2023












Fonte: International Renewable Energy Agency - IRENA, 2023

De acordo com estimativas do Centro de Energia Renovável e Sustentabilidade (CRES), o setor de energia solar fotovoltaica registrou um crescimento impressionante no número de empregos, passando de 2,76 milhões em 2022 para 4,59 milhões em 2023, representando um aumento de 66%. Esse avanço reflete a contínua expansão na capacidade de produção, o aumento das instalações domésticas e o crescimento significativo das exportações.

Os empregos no segmento de fabricação e produção industrial fotovoltaica atingiram 2,37 milhões, enquanto as áreas de construção, instalação e operações e manutenção (O&M) alcançaram 2,22 milhões de postos de trabalho. Esses números consolidam o setor fotovoltaico como um dos principais geradores de empregos no campo das energias renováveis, reforçando sua relevância econômica e ambiental.

A Figura 5 a seguir apresenta uma estimativa detalhada dos empregos diretos e indiretos gerados na China, Brasil, Estados Unidos, Índia e União Europeia pelas energias renováveis em 2023, destacando o impacto do setor fotovoltaico em relação às demais fontes.

Figura 5: Estimativa de empregos diretos e indiretos em energia renovável no ano de 2023 (em milhares).

	World	China	Brazil	United States	India	European Union (EU 27)
 Solar photovoltaic	7107	4590	264	279	319 ⁱ	720
 Liquid biofuels	2803	60	994 ^e	342 ^a	35	150
 Hydropower ^a	2324	788	177	68 ^h	453	71
 Wind power	1457	745	80	131	52	282
 Solid biomass ^{b, c}	765	200		47.4 ⁱ	58	333
 Solar heating and cooling	681	514	51 ⁱ	30	17	22
 Biogas	316	165			85	49
 Geothermal energy ^b	160	94		9 ^j		7
 Concentrated solar power	118	98				5
Total	16 235^d	7 388	1 567	1 056^k	1 019	1 812

Fonte: Renewable Energy and Jobs Annual Review. IRENA, 2024.

A expansão do setor fotovoltaico não apenas impulsiona a geração de empregos, mas também atrai um número crescente de profissionais qualificados, como engenheiros, que enxergam nesse mercado uma oportunidade para empreender. É notável o aumento no número de engenheiros que decidem investir tempo e esforço em seus próprios negócios, buscando maior autonomia e sucesso em suas carreiras.

Esse movimento está diretamente ligado à confiança e estabilidade proporcionadas pela energia solar, que depende do sol como fonte inesgotável de luz. Essa característica oferece segurança energética aos clientes e minimiza a instabilidade comum a outras formas de energia, como os combustíveis fósseis (Santos, 2021).

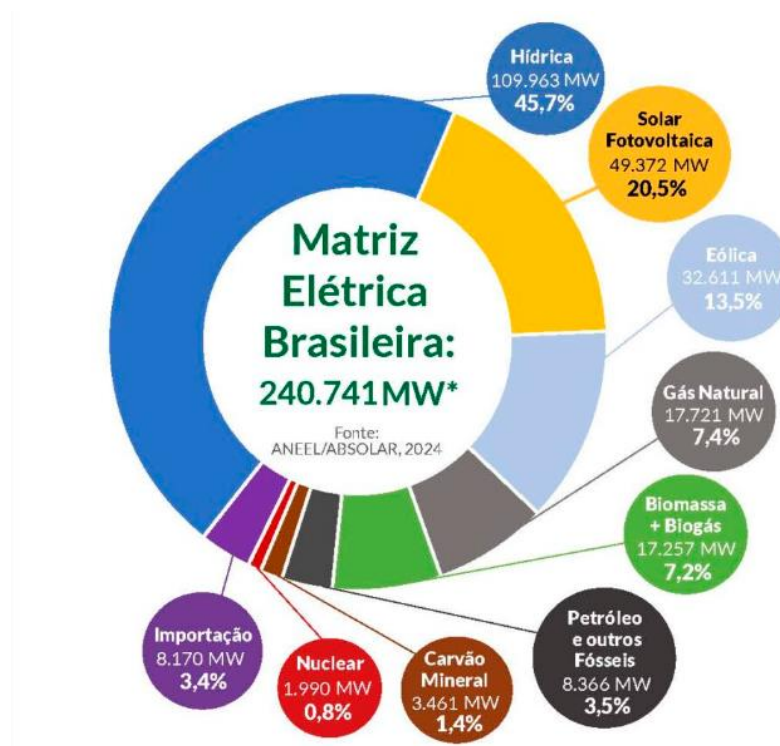
A crescente expansão do setor fotovoltaico e o aumento de profissionais empreendedores refletem a relevância das políticas públicas voltadas para energias renováveis. Desde a publicação da Resolução Normativa 482/2012 pela ANEEL e, mais recentemente, com a aprovação do Marco Geral da Geração Distribuída, a Lei 14.300/2022 (Brasil, 2022), tem se tornado cada vez mais evidente a importância de discutir a geração distribuída, especialmente a energia solar fotovoltaica (Brito, 2023).

O mercado de energia solar fotovoltaica está em constante crescimento, tanto no Brasil quanto no cenário global, oferecendo oportunidades significativas para empresas e profissionais atuantes no setor. Entre as áreas mais promissoras para

empreender, destacam-se as empresas de energia solar, que, impulsionadas pela expansão da geração distribuída, têm desempenhado um papel crucial na diversificação e fortalecimento da matriz energética brasileira (Santos, 2021).

Em novembro de 2024, a energia solar fotovoltaica alcançou um marco histórico no Brasil, ultrapassando 49 GW de capacidade instalada — o equivalente a 20,5% da matriz elétrica do país. Esse avanço, representado no Figura 6, reflete o impacto crescente da energia solar na transição energética nacional, consolidando sua importância como uma das principais fontes renováveis no Brasil.

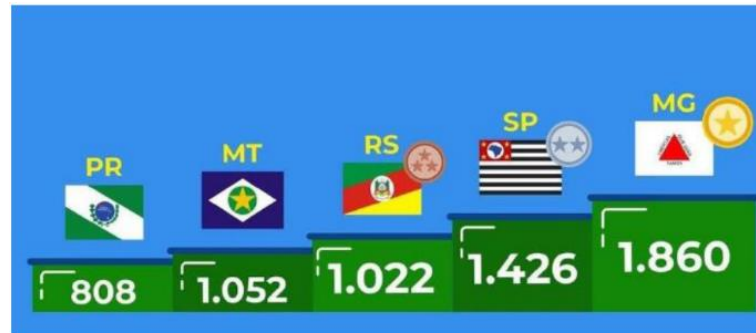
Figura 6: Matriz Elétrica Brasileira



Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2024.

Da mesma forma, os estados que mais geram energia através do sol, são os que mais geram empregos como mostra a Figura 7:

Figura 7 – Os estados que mais geraram empregos na Geração Distribuídas.



Fonte: ANEEL/Ministério de Minas e Energia - Painel interativo do RALIE e base de MMGD (2023).

O setor solar no Brasil já gerou mais de 1 milhão de empregos desde 2012, com a participação de mais de 20 mil empresas atuando direta ou indiretamente. Além disso, o setor acumulou bilhões em investimentos e contribuiu significativamente para a economia circular, gerando renda em municípios de todas as regiões do país (CONFEA, 2024).

4.4 SETOR FV REGIÃO SUL DO BR

A economia da região sul do estado de Santa Catarina se destaca historicamente pela atividade carbonífera. No entanto, essa exploração tem causado graves impactos socioambientais, exigindo a busca por alternativas mais sustentáveis (Souza, 2022).

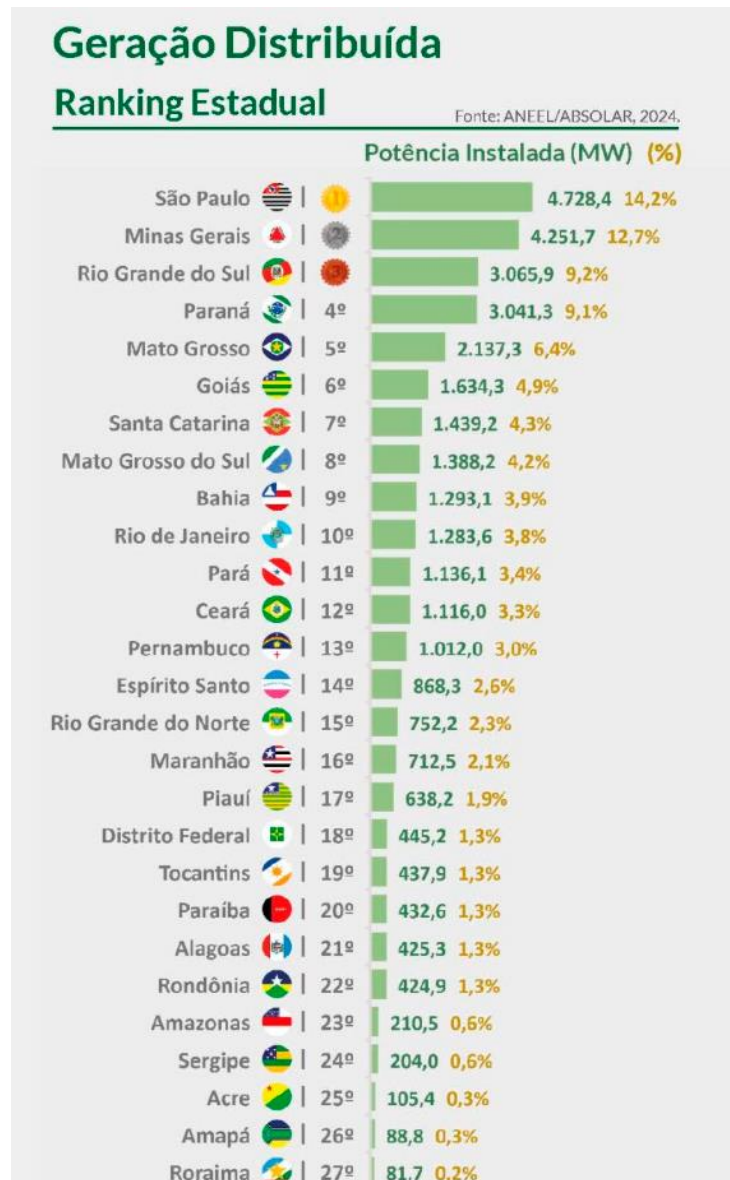
Essa região apresenta um grande potencial para a geração de energia a partir de fontes renováveis, como a energia solar e a eólica, ambas destacadas como alternativas mais limpas e sustentáveis em comparação ao carvão mineral, que tem sido, por décadas, a principal fonte de energia local (Teixeira, 2023).

A disponibilidade de irradiância solar no Brasil supera amplamente a de países do hemisfério norte, ainda que o país possua menor capacidade instalada de energia solar fotovoltaica. Mesmo a menor incidência de irradiância solar em Santa Catarina, com valores médios próximos a 4,25 kWh/m²/d (Martins, Pereira e Abreu, 2007), é superior ao maior índice registrado na Alemanha, um dos líderes globais em energia solar (Simioni, 2017). Isso destaca o enorme potencial brasileiro, considerando que a

região sul ainda recebe 40% menos irradiância solar em comparação com outras regiões do país (Moreira Júnior e Souza, 2020).

Dados divulgados pela ANEEL em parceria com a ABSOLAR indicam que, em novembro de 2024, Santa Catarina atingiu uma potência instalada de 1.439,2 megawatts (MW) em geração distribuída de energia solar. Esse marco posicionou o estado no sétimo lugar no ranking nacional (Figura 8), atrás apenas de estados com maior população e industrialização, como São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso e Goiás (ABSOLAR, 2024).

Figura 8: Ranking de Potência Instalada em MW nos estados brasileiros.



Fonte: ANEEL/ABOLAR, 2024.

A expansão da energia solar em Santa Catarina está diretamente relacionada aos incentivos governamentais e à alta incidência solar, mesmo em regiões com clima mais frio. O setor tem desempenhado um papel fundamental na economia estadual, promovendo a geração de empregos e renda, além de contribuir para o fortalecimento da transição energética sustentável (Conecta SC, 2024).

Nesse cenário de crescimento, a formação de profissionais qualificados surge como uma necessidade essencial para atender à demanda de um mercado em constante expansão, bem como para impulsionar inovações tecnológicas que mantenham o setor competitivo e sustentável.

O curso de Engenharia de Energia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no campus Araranguá, desempenha um papel importante ao oferecer formação voltada para soluções dos desafios contemporâneos relacionados à produção, armazenamento, distribuição, uso e impactos da energia no Brasil e no mundo (Ribeiro, 2023, PPC ENE 2017)

Entre as disciplinas ofertadas, destacam-se aquelas que desenvolvem habilidades em gestão e empreendedorismo, como “Energia e Sustentabilidade”, “Planejamento Energético” e “Empreendedorismo na Engenharia de Energia”. Esses componentes curriculares abordam aspectos diversos da prática empreendedora, refletindo a importância crescente desse tema no contexto energético atual. Isso demonstra a valorização de competências administrativas e comerciais, que são cada vez mais demandadas pelo mercado de trabalho (Ribeiro, 2023).

Dentro desse contexto de incentivo ao empreendedorismo, os egressos de cursos universitários no Brasil também desempenham um papel significativo. Segundo o Relatório Executivo do *Global Entrepreneurship Monitor* (GEM) sobre empreendedorismo no Brasil, cerca de 18,1% dos empreendedores brasileiros em estágio inicial possuem ensino superior completo. Esse dado ressalta a contribuição desse grupo, com formação acadêmica, na criação e gestão de novos negócios, fortalecendo ainda mais o mercado de energia e inovação (GEM, 2022).

Em uma pesquisa realizada em 2023 com egressos do curso de Engenharia de Energia da UFSC, foram entrevistados 19 participantes que seguiram o caminho do empreendedorismo. Quando questionados sobre o ramo de atuação, constatou-se uma prevalência de atividades relacionadas ao setor energético, alinhando-se à área de formação dos entrevistados. Entre os exemplos mencionados, destacaram-se atividades como “mercado de energia”, “representação comercial de equipamentos

elétricos”, “consultoria em projetos de energia renovável”, “engenharia elétrica” e “energia solar” (Ribeiro, 2023).

4.5 DESAFIOS E PERSPECTIVAS DO SETOR

Projeções da ABSOLAR indicam que, em 2024, os investimentos no setor fotovoltaico poderão ultrapassar R\$ 38,9 bilhões, abrangendo grandes usinas e pequenos e médios sistemas instalados em telhados, fachadas e terrenos. Além disso, a entidade prevê a criação de mais de 281,6 mil novos empregos verdes neste ano, distribuídos por todas as regiões do Brasil, e uma arrecadação superior a R\$ 11,7 bilhões para os cofres públicos (PV Magazine).

As perspectivas para o setor são ainda mais promissoras, considerando a redução de cerca de 80% nos custos de produção de sistemas fotovoltaicos na última década, conforme o relatório da IRENA (2021). Essa queda foi impulsionada por inovações tecnológicas que aumentaram em 30% a eficiência dos painéis solares e em mais de 20% a produtividade, promovendo avanços significativos na competitividade da energia solar.

Em relação à geração distribuída, o Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2030 projeta uma potência instalada de 16,8 GW a 24,5 GW em Micro e Minigeração Distribuída (MMGD), dependendo das regras futuras para o marco legal da GD e mudanças no modelo tarifário da baixa tensão. Esses investimentos podem variar entre R\$ 50 e R\$ 70 bilhões até 2030. Em termos de energia, o plano prevê a geração de 2,9 GW_{méd} (25,4 TWh) a 4,3 GW_{méd} (37,7 TWh), representando entre 3,2% e 4,6% da carga total do sistema elétrico brasileiro naquele ano (Caderno Setorial, 2021).

Para projetos centralizados, o mesmo plano prevê um crescimento da geração solar fotovoltaica de 8 TWh em 2021 para 21 TWh em 2030, o que corresponde a um incremento médio de 11,3% ao ano no decênio (MME; EPE, 2021).

No âmbito das políticas de incentivo, a isenção do ICMS para equipamentos destinados à geração de energia solar, regida por convênios do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), continua sendo um fator relevante. O Convênio ICMS 101/1997, atualizado em 2023, prorrogou a isenção para diversos estados, permitindo a redução ou isenção de impostos sobre módulos, inversores e outros componentes. Por exemplo, no estado de São Paulo, sistemas de até 5 MW estão

isentos de ICMS até 2024, beneficiando modalidades como autoconsumo remoto e centrais geradoras (Ideal Energia Solar, 2023).

Estudos como o da IRENA (2019) projetam que, até 2050, a capacidade instalada de energia solar no mundo poderá ser 18 vezes maior do que os 480 GW registrados em 2018. A energia solar poderá representar 21% das reduções de emissões de CO₂ necessárias para atender às metas climáticas de Paris, mitigando 4,9 Gt de emissões. Cerca de 60% dessa capacidade será de geração centralizada e 40% de geração distribuída.

Um estudo exploratório realizado por Ottonelli et al. (2021) identificou benefícios e desafios do setor de energia solar fotovoltaica destacados na literatura, abrangendo aspectos ambientais, sociais e econômicos. No que diz respeito às oportunidades, foram listados 19 itens, entre os quais:

- Promoção da segurança energética;
- Incentivo ao desenvolvimento tecnológico, com estímulo a pesquisas voltadas para novas tecnologias e inovações no setor;
- Possibilidade de instalação de sistemas fotovoltaicos para geração distribuída e centralizada em todas as regiões do país, devido à alta incidência de irradiação solar;
- Fomento à indústria nacional, incentivando fabricantes de inversores, estruturas metálicas, cabos, disjuntores, entre outros;
- Criação de empregos qualificados;
- Ampliação das redes elétricas inteligentes.

De acordo com Ribeiro (2023), entre os maiores desafios enfrentados por empreendedores do setor energético está a burocracia envolvida nos processos, um problema amplamente discutido quando se trata de empreendedorismo no Brasil. Além disso, a falta de mão de obra qualificada, dificuldades no relacionamento com clientes, fornecedores e parceiros, problemas de gestão financeira, inexperiência prática e falta de motivação também foram destacados como desafios significativos. Em uma pesquisa exploratória realizada em abril de 2024, Alecrim et al. reuniram dados por meio de questionários aplicados a empreendedores do segmento de energia solar fotovoltaica, focando nos desafios e oportunidades da área. Os participantes expressaram preocupações quanto à instabilidade do setor,

especialmente para micro e pequenas empresas, além de insatisfação com os riscos regulatórios e a falta de clareza nas legislações. Também relataram dificuldades na aprovação de projetos, atribuídas à ausência de padronização entre as concessionárias de energia.

Em respostas abertas, os empreendedores ainda apontaram desafios específicos, como:

- Encontrar usuários interessados; investimento; riscos regulatórios;
- Legislação subjetiva; carga tributária elevada; falta de mão de obra qualificada;
- Insegurança regulatória e jurídica em relação às concessionárias e agentes reguladores; concorrência desleal;
- Tarifação da GD após a Lei 14.300; concorrência.

Em resumo, os participantes destacaram que a alta concorrência é um ponto crítico. A prática de preços abaixo do mercado tem gerado concorrência desleal, agravada pela baixa qualificação da mão de obra e pela utilização de produtos de qualidade inferior. Além disso, dificuldades em captar clientes, escassez de financiamentos atrativos e limitações na gestão de contratos foram relatados como obstáculos significativos para a expansão do segmento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para compreender os desafios e as oportunidades relacionados ao crescimento do setor fotovoltaico na região de Araranguá, foi aplicado um questionário estruturado junto a representantes de quatro empresas do setor, referidas como A, B, C e D. As perguntas foram elaboradas com o objetivo de identificar as características gerais dessas empresas, as etapas e segmentos da cadeia produtiva nos quais atuam, bem como os desafios e as perspectivas que percebem para o futuro do mercado.

Os resultados a seguir apresentam uma análise detalhada das respostas obtidas, destacando os principais pontos de convergência e divergência entre as empresas, assim como as implicações desses pontos para o desenvolvimento do setor fotovoltaico local. A análise buscou identificar padrões que possam sugerir tendências da região, além de apontar fatores específicos que contribuem para o fortalecimento do mercado, como as políticas de incentivo e as mudanças na percepção da sociedade quanto à sustentabilidade e ao uso de energias renováveis.

5.1 RESPOSTAS E DISCUSSÃO DO QUESTIONÁRIO

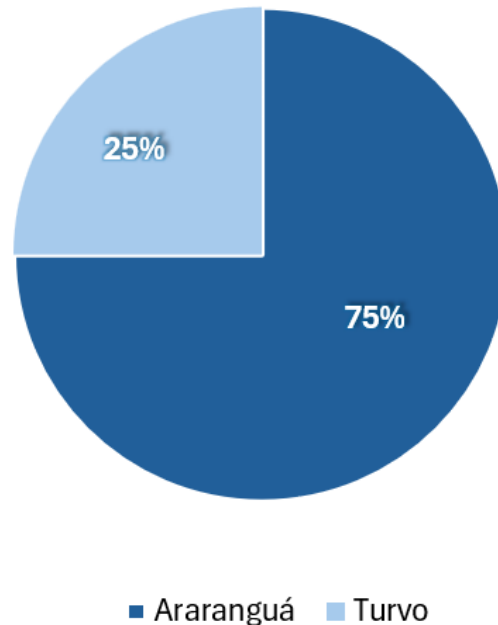
Na pesquisa realizada, participaram quatro empresas do setor fotovoltaico localizadas na região de Araranguá, identificadas pelas letras A, B, C e D. Essas empresas foram selecionadas para representar o cenário regional do segmento de energia solar fotovoltaica.

As informações coletadas incluíram aspectos gerais, como porte, tempo de atuação e segmento de mercado, além de desafios específicos enfrentados e perspectivas para o futuro do setor. A identificação das empresas por letras visa preservar sua confidencialidade, permitindo ao mesmo tempo uma análise comparativa e representativa do cenário regional.

Inicialmente, foram analisadas as respostas do primeiro bloco de perguntas, que abordava informações gerais sobre as empresas participantes. No que diz respeito à localização, o Gráfico 1 apresenta a porcentagem correspondente às empresas conforme sua distribuição geográfica.

Gráfico 1: Localização das empresas do estudo

Em qual cidade o empreendimento está localizado?



Fonte: Elaborado pela autora

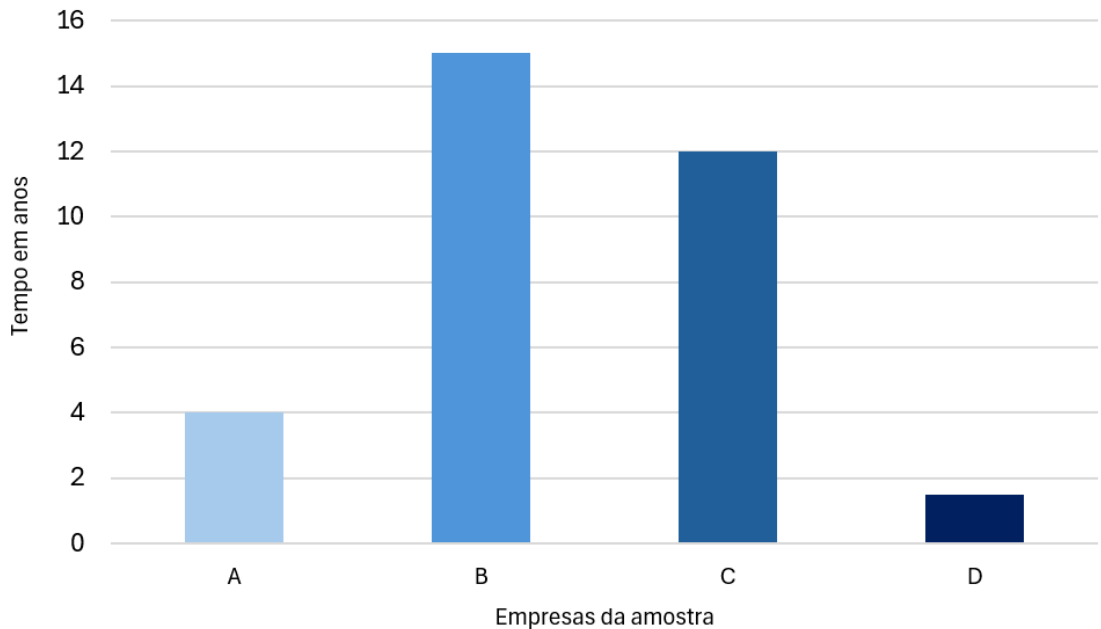
Observou-se que 75% das empresas participantes estão localizadas na cidade de Araranguá, enquanto apenas uma, representando 25% da amostra, está situada na cidade de Turvo, localizada a aproximadamente 30 km de Araranguá.

Embora nem todos os egressos do curso de Engenharia de Energia da UFSC sigam o caminho do empreendedorismo, os entrevistados desta pesquisa são exemplos de como as disciplinas voltadas ao empreendedorismo ofertadas pelo curso podem influenciar na formação de profissionais com visão para a criação e gestão de negócios, já que alguns dos respondentes são seus proprietários. Essa relação foi apontada na pesquisa de Ribeiro (2023), que destaca a importância do suporte acadêmico para iniciativas empreendedoras.

Em relação ao tempo de atuação no mercado, constatou-se uma variação significativa entre as empresas, como pode ser observado no Gráfico 2.

Gráfico 2: Tempo de atuação no setor FV

Há quanto tempo a empresa atua no mercado?



Fonte: Elaborado pela autora

Com um intervalo que vai de 1 ano e meio até 15 anos de experiência, a Empresa B, tem o maior tempo de atuação, sendo a mais experiente do estudo, enquanto a Empresa D se posiciona como a mais recente no mercado, com apenas 1 ano e meio de operação.

Essa variação temporal entre as empresas entrevistadas reflete a diversidade do setor fotovoltaico na região, em que negócios mais recentes convivem com empreendimentos já consolidados. Essa característica está alinhada com o panorama nacional, descrito por Gonçalves (2021), que destaca a expansão acelerada do mercado solar no Brasil, impulsionada pela confiabilidade da fonte solar e pelo crescimento da geração distribuída. Essa dinâmica também se relaciona com o contexto do setor no sul do Brasil, conforme observado por Souza (2022), onde a transição para fontes renováveis, como a solar, tem se tornado uma alternativa viável e sustentável frente às fontes tradicionais, como o carvão mineral, historicamente predominante na região.

Na terceira pergunta do formulário, quando questionadas sobre seu porte, constatou-se que todas as empresas da amostra foram enquadradas como microempresas, conforme a definição do SEBRAE, finalizando assim a última questão do primeiro bloco de perguntas. Essa característica reflete o perfil predominante de pequenos empreendimentos no setor fotovoltaico da região, alinhado com a estrutura de mercado em expansão e as oportunidades oferecidas para micro e pequenos negócios no ramo de energias renováveis.

A predominância de microempresas reforça a importância dos pequenos negócios no setor fotovoltaico. Essa realidade confirma estatísticas nacionais que demonstram o papel essencial das micro e pequenas empresas na economia local, gerando empregos e incentivando o desenvolvimento sustentável (GEM, 2021; IBQP, 2022).

No segundo bloco de perguntas, foram exploradas informações sobre as etapas e os segmentos de atuação das empresas na cadeia produtiva do setor fotovoltaico. O Quadro 1 relaciona a atuação das empresas do estudo em cada uma das etapas desse setor.

Quadro 1: Etapas de atuação no setor fotovoltaico desenvolvidas pelas empresas.

ETAPAS	EMPRESAS ATUANTES
Venda de equipamentos	A, C e D
Projetos básicos/executivos	A, B, C e D
Instalação	A, B, C e D
Operação e Manutenção	A, B, C e D

Fonte: Elaborado pela autora.

Verificou-se que todas as empresas da amostra estão inseridas em múltiplas etapas do mercado, incluindo projetos básicos e executivos, instalação e operação e manutenção de sistemas fotovoltaicos. Além disso, as Empresas A C e D também atuam na venda de equipamentos, demonstrando uma abordagem comercial integrada.

Segundo Cella-SEBRAE (2018), a presença de empresas que oferecem desde a venda até a manutenção dos sistemas garante aos consumidores maior segurança e facilidade no processo de aquisição de energia solar, fatores essenciais para a popularização da tecnologia em mercados emergentes.

No que se refere aos segmentos de atuação, as Empresas A, B e C abrangem os mercados residencial, comercial, industrial e agronegócio, enquanto a Empresa D deixa de atuar apenas no último segmento.

A escolha das etapas e segmentos de operação por cada empresa reforça as tendências de integração de serviços e atendimento a múltiplos setores, apresentadas anteriormente neste trabalho. Essa estratégia amplia o alcance de mercado, permitindo que as empresas ofereçam soluções mais abrangentes e competitivas.

No terceiro e último bloco de perguntas, os desafios e perspectivas enfrentados pelas empresas do setor fotovoltaico foram explorados. A seguir, o Quadro 2 apresenta um panorama geral das dificuldades relatadas pelos entrevistados.

Quadro 2: Dificuldades enfrentadas no setor fotovoltaico.

DESAFIO	Nº DE EMPRESAS (%)
Falta de padronização entre concessionárias	4 (100%)
Instabilidade regulatória	3 (75%)
Concorrência acirrada	2 (50%)
Dificuldade de acesso a crédito	1 (25%)
Falta de mão de obra qualificada	1 (25%)
Burocracia	1 (25%)

Fonte: Elaborado pela autora.

Um dos principais desafios relatados pelas empresas da amostra foi a falta de padronização entre concessionárias de energia, apontado por todas as participantes. Esse problema evidencia a carência de uma regulamentação consistente, um entrave

também identificado em outras pesquisas do setor (Ribeiro, 2023; Gonçalves, 2021). De acordo com Ribeiro (2023), a ausência de normas padronizadas entre as concessionárias gera incertezas e compromete a agilidade dos processos, especialmente na fase de homologação. Isso afeta diretamente o fluxo de novos projetos e prejudica a estabilidade necessária para investimentos no setor.

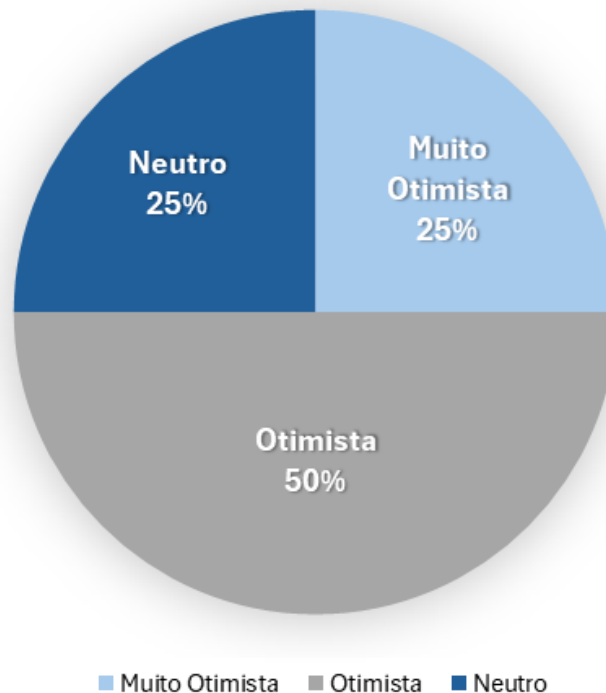
Outro desafio destacado foi a instabilidade regulatória, que impacta diretamente a confiança de investidores e empresários, como apontado por Gonçalves (2021). Essa instabilidade acarreta riscos financeiros, pois mudanças frequentes nas regras podem comprometer a viabilidade econômica de projetos em andamento e futuros.

Além disso, a concorrência acirrada e a falta de mão de obra qualificada foram mencionadas por algumas empresas, refletindo os desafios de um mercado em rápida expansão e com alta demanda por profissionais especializados. Segundo Ottonelli et al. (2021), o crescimento acelerado do setor solar no Brasil tem gerado lacunas significativas na formação de técnicos e engenheiros qualificados, limitando o desempenho e a qualidade dos serviços oferecidos pelas empresas.

Apesar das dificuldades relatadas, a maioria das empresas demonstrou uma visão otimista em relação às perspectivas de crescimento do setor fotovoltaico no Brasil. Quando questionadas sobre o futuro do mercado, as respostas indicaram confiança no potencial de expansão. O Gráfico 3 a seguir apresenta as respostas de cada empresa.

Gráfico 3: Perspectivas para o setor.

Qual a avaliação da empresa sobre as perspectivas de crescimento do mercado fotovoltaico no Brasil nos próximos anos?



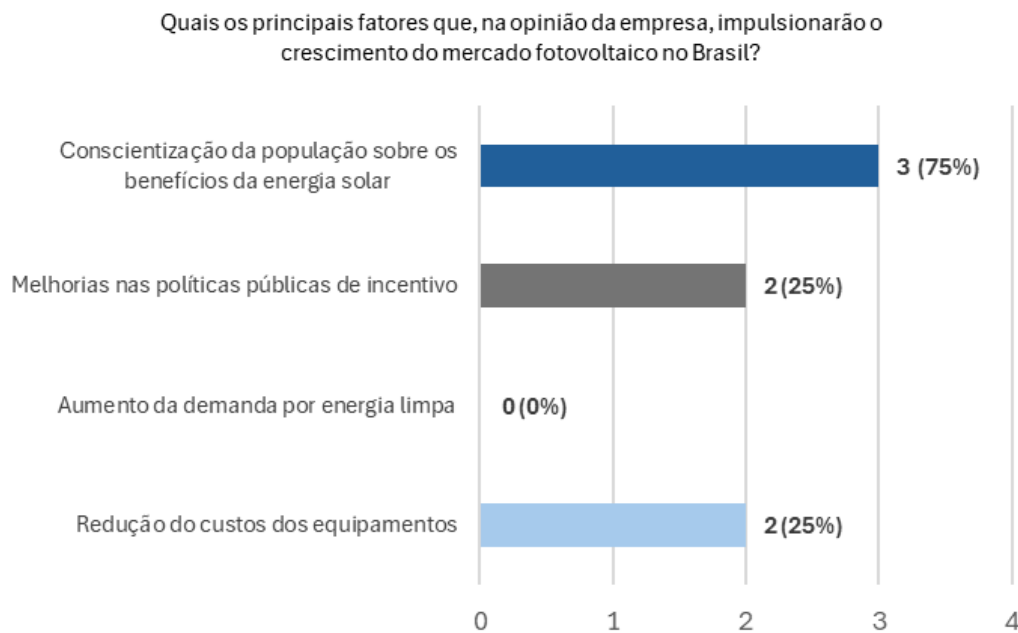
Fonte: Elaborado pela autora.

Essa expectativa positiva está em consonância com as projeções da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), que prevê um aumento expressivo de investimentos e geração de empregos nos próximos anos (ABSOLAR, 2024). A conscientização crescente da população sobre os benefícios da energia solar e as melhorias nas políticas públicas de incentivo foram apontadas como fatores decisivos para impulsionar o crescimento do setor.

Além disso, o cenário de expansão do mercado fotovoltaico é reforçado por iniciativas que promovem o uso de fontes renováveis e a redução da dependência de energias fósseis. Essas ações contribuem para o desenvolvimento de uma matriz energética mais sustentável e menos vulnerável às oscilações dos combustíveis convencionais, o que é especialmente relevante para regiões como o sul do Brasil, onde a economia ainda está fortemente ligada a esses recursos.

Por fim, o questionário aborda sobre os principais fatores, que na opinião de cada empresa, está ajudando ou ajudará a estimular o crescimento desse setor, e as respostas podem ser observadas no Gráfico 4 a seguir.

Gráfico 4: Fatores que irão impulsionar o crescimento do setor fotovoltaico.



Fonte: Elaborado pela autora.

A redução dos custos dos equipamentos foi destacada por algumas empresas como um fator que deverá impulsionar significativamente a demanda no setor. Essa percepção é corroborada pela *International Renewable Energy Agency* (IRENA), que registra uma queda acentuada nos preços dos componentes fotovoltaicos nos últimos anos, tornando a energia solar cada vez mais acessível e competitiva em relação a outras fontes de energia.

Dessa forma, o alinhamento entre a visão das empresas e as tendências de mercado descritas na literatura reforça o potencial de crescimento do setor. No entanto, para que esse potencial se concretize, será essencial superar os desafios regulatórios e estruturais que ainda limitam o pleno desenvolvimento do mercado fotovoltaico.

6 CONCLUSÃO

Conforme indicado inicialmente, o objetivo deste estudo foi mapear e caracterizar empresas que atuam no setor de energia solar fotovoltaica na região de Araranguá, além de analisar os desafios e as perspectivas desse mercado local. Para tanto, foi realizado um estudo exploratório de caráter qualitativo, que envolveu uma revisão bibliográfica, identificação e caracterização de uma amostra de empresas da região, elaboração e aplicação de um questionário estruturado e, por fim, uma análise dos dados coletados.

Os resultados apontam que as microempresas predominam na amostra, refletindo o perfil do setor fotovoltaico em crescimento na região. Essas empresas atuam em múltiplas etapas da cadeia produtiva, como venda, instalação e manutenção de sistemas solares, destacando-se pela diversificação de serviços para diferentes segmentos de mercado, incluindo os setores residencial, comercial e, em alguns casos, o agronegócio. Esses dados indicam um setor em expansão e diversificação, com potencial para se consolidar como uma fonte sustentável de desenvolvimento econômico local.

Quanto aos desafios enfrentados, foi observada uma forte preocupação com a falta de padronização entre concessionárias de energia e com a instabilidade regulatória, que dificultam o planejamento e afetam a confiança dos empreendedores no setor. Além disso, foram mencionados a falta de mão de obra qualificada e o acesso restrito a financiamentos como entraves significativos. Essas barreiras são consistentes com a literatura, que destaca a necessidade de regulamentação mais uniforme e incentivos específicos para micro e pequenas empresas no setor energético.

No que tange às perspectivas de crescimento, as empresas demonstraram otimismo em relação ao futuro, uma visão que está alinhada com as projeções de órgãos nacionais do setor, que preveem aumento na adoção de energia solar no Brasil. Os fatores mais citados para impulsionar esse crescimento foram a redução dos custos dos equipamentos e o avanço das políticas de incentivo, que, associados à conscientização da população, indicam um cenário favorável para a expansão do setor.

Com base nos achados, recomenda-se que políticas públicas mais robustas sejam desenvolvidas para assegurar maior padronização e estabilidade regulatória,

criando um ambiente mais seguro e favorável aos investimentos. Além disso, sugere-se o desenvolvimento de programas de capacitação para qualificar mão de obra local, o que poderia fortalecer a atuação das empresas e garantir maior qualidade nos serviços prestados.

Para trabalhos futuros, recomenda-se a ampliação da amostra para incluir empresas de outras regiões do estado de Santa Catarina, o que permitiria uma visão mais abrangente das características e desafios do setor fotovoltaico no estado. Além disso, estudos que investiguem a relação entre políticas de incentivo e o crescimento de microempresas no setor energético podem fornecer informações importantes para o desenvolvimento de estratégias de apoio ao setor.

REFERÊNCIAS

ABSOLAR – Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. 93% dos consumidores estão satisfeitos com seus sistemas. 2022. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/93-dos-consumidores-estao-satisfeitos-com-seus-sistemas/>. Acesso em: 18 abr. 2024.

AGÊNCIA SEBRAE. Brasil figura entre as cinco economias mais empreendedoras do mundo. Disponível em: <https://agenciasebrae.com.br/economia-e-politica/brasil-figura-entre-as-cinco-economias-mais-empreendedoras-do-mundo/>. Acesso em: 16 mai. 2024.

BEZERRA, Francisco Diniz. Energia solar. *Caderno Setorial ETENE*, Ano 6, n. 174, jul. 2021. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/etene>. Acesso em: 7 out. 2024.

BRITO, Merivaldo de Freitas et al. Empreendedorismo, inovação e sustentabilidade: proposta de uma plataforma de gestão para implantação de uma usina solar fotovoltaica. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 9, e13512943301, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i9.43301.

CARDOSO, Artur Augusto Ribeiro. Empreendedorismo: um estudo com egressos da Engenharia de Energia da UFSC. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2023.

CELA-SEBRAE – Clean Energy Latin America; Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Cadeia de Valor da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil. Brasília, DF: SEBRAE, 2018.

CONECTA SC. Santa Catarina brilha como sexto estado que mais gera energia solar no Brasil. Disponível em: <https://conectasc.com.br/2024/01/04/santa-catarina-brilha-como-sexto-estado-que-mais-gera-energia-solar-no-brasil/>. Acesso em: 31 out. 2024.

CONFAZ – Conselho Nacional de Política Fazendária. Convênio ICMS 101/97, de 18 de dezembro de 1997. Brasília: Conselho Nacional de Política Fazendária, 1997. Acesso em: 20 set. 2024.

CONFEA. Setor fotovoltaico deverá gerar mais de 281,6 mil novos empregos em 2024. Disponível em: <https://www.confesa.org.br/setor-fotovoltaico-devera-gerar-mais-de-2816-mil-novos-empregos-em-2024>. Acesso em: 20 set. 2024.

COSTA, Andrelise Cardoso; OLIVEIRA, Débora Ferreira; RABELO, Márcia Helena; PINHEIRO, Maria Deuceny da Silva Lopes Bravo; PIAZZAROLO, Jorge. Energia solar fotovoltaica uma alternativa viável? *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 9, p. 72637-72656, 2020. DOI: 10.34117/bjdvn9-639.

ECO A ENERGIAS. Energia solar fotovoltaica em Santa Catarina. Disponível em: <https://ecoenergias.com.br/blog/energia-solar-fotovoltaica-santa-catarina/>. Acesso em: 16 mai. 2024.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Análise da inserção da geração solar na matriz elétrica brasileira. Rio de Janeiro: EPE, 2012. Acesso em: 16 mai. 2024.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético – Relatório Síntese 2021, Ano base 2020. Rio de Janeiro: EPE, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2024.

EXAME. Energia solar criará mais de 300 mil novos empregos em 2023, diz ABSOLAR. Disponível em: <https://exame.com/esg/energia-solar-criara-mais-de-300-mil-novos-empregos-em-2023-diz-absolar/>. Acesso em: 26 ago. 2024.

GEBERT, Alice; MULLER, Rafaela; CASAGRANDE, Deise. Energia solar fotovoltaica. *Feira Regional de Matemática do RS*, v. 1, n. 1, 2018. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/feiramatematica/article/view/9244>. Acesso em: 13 jul. 2024.

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

INFO MONEY. Fonte solar atinge marca de 1 milhão de empregos e 33,5 GW de potência instalada, diz ABSOLAR. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/minhas-financas/fonte-solar-atinge-marca-de-1-milhao-de-empregos-e-335-gw-de-potencia-instalada-diz-absolar/>. Acesso em: 15 out. 2024

IRENA; ILO. Renewable energy and jobs: annual review 2024. Abu Dhabi; Geneva: International Renewable Energy Agency; International Labour Organization, 2024. ISBN 978-92-9260-627-5. Disponível em: <https://www.irena.org/publications>. Acesso em: 10 out. 2024.

JUCESC – Junta Comercial do Estado de Santa Catarina. Dados do Observatório da Junta Comercial: mais de 23.000 novos negócios registrados nos dois primeiros meses de 2022. Florianópolis: JUCESC, 2023. Disponível em: <https://www.jucesc.sc.gov.br/index.php/institucional/noticias/624-em-dois-meses-santa-catarina-soma-mais-de-23-mil-novas-empresas>. Acesso em: 10 out. 2024.

LACCHINI, C.; SANTOS, J. C. V. Photovoltaic energy generation in Brazil - Cost analysis using coal-fired power plants as comparison. *Renewable Energy*, v. 52, p. 183–189, 2013.

LEE, Seungah S. Entrepreneurship for all? The rise of a global “entrepreneurship for development” agenda, 1950–2021. *World Development*, v. 166, p. 106226, 2023. DOI: 10.1016/j.worlddev.2023.106226.

LEITE, Wellerson de Carvalho. O papel do engenheiro eletricista empreendedor: estudo de caso em uma empresa de energia solar fotovoltaica. 2018. Trabalho de

Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2018.

MOSQUEIRA, G. L. A evolução da energia solar fotovoltaica no Brasil. 2020. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração Pública) – Centro de Ciências Políticas e Jurídicas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&as_sdt=0%2C5&q=A+EVOLU%C3%87%C3%83O+DA+ENERGIA+SOLAR+FOTOVOLTAICA+NO+BRASIL&btnG=. Acesso em: 16 out. 2024.

OTTONELLI, Janaina; CRUZ, Ulysses de Brito; ROSA, Adriano Costa; ANDRADE, José Célio Silveira. Oportunidades e desafios do setor de energia solar fotovoltaica no Brasil. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 52, n. 4, p. 8-26, 2021.

PEREIRA, Naron Xavier. Desafios e perspectivas da energia solar fotovoltaica no Brasil: geração distribuída vs geração centralizada. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual Paulista, Sorocaba, 2019.

PETROSOL GÁS. Santa Catarina brilha no ranking nacional e agora é o sexto maior estado gerador de energia solar. Disponível em: https://petrosolgas.com.br/santa-catarina-brilha-no-ranking-nacional-e-agora-e-o-sexto-maior-estado-gerador-de-energia-solar/#google_vignette. Acesso em: 26 set. 2024.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro: CEPEL – CRESESB, 2014. 530 f.

PV MAGAZINE BRASIL. Fonte solar chega a 44 GW no Brasil. Disponível em: <https://www.pv-magazine-brasil.com/2024/07/19/fonte-solar-chega-a-44-gw-no-brasil/>. Acesso em: 26 set. 2024.

SANTOS, Lizandra Vitória Gonçalves dos. Empreendedorismo na Engenharia Elétrica: um estudo de caso de uma empresa de energia solar fotovoltaica. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DA FAZENDA DE SANTA CATARINA (SEF/SC). Governo lança Programa Estadual de Transição Energética Justa com foco na proteção das pessoas e do meio ambiente. Disponível em: <https://www.sef.sc.gov.br/noticias/governo-lanca-programa-estadual-de-transicao-energetica-justa-com-foco-na-protecao-das-pessoas-e-do-meio-ambiente>. Acesso em: 26 set. 2024.

SOLAR BRASIL. Os empregos gerados pela energia solar. Disponível em: <https://www.solarbrasil.com.br/blog/os-empregos-gerados-pela-energia-solar/>. Acesso em: 26 set. 2024.

TEIXEIRA, Laércio Luiz. Análise e contribuições para uma Transição Energética Justa na Região Carbonífera do Estado de Santa Catarina. 2023. Dissertação

(Mestrado em Energia e Sustentabilidade) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado em Engenharia de Energia. Araranguá, 2017. Disponível em: https://energia.paginas.ufsc.br/files/2017/12/PPC-2018_1-23-11-2017.pdf. Acesso em: 24 nov. 2024.

WOOD MACKENZIE. Global PV inverter shipments grew by 56% in 2023 to 536 GWac. 6 ago. 2024. Disponível em: <https://www.woodmac.com/press-releases/2024-press-releases/global-pv-inverter-shipments-grew-by-56-in-2023-to-536-gwac/>. Acesso em: 12 nov. 2024.

APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Empreendedorismo em energia solar: desafios e perspectivas do setor na região de Araranguá

Bem-vindo(a)! Este questionário faz parte da pesquisa do Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Energia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - Campus Araranguá. O objetivo é realizar o mapeamento e caracterização de empreendimentos do setor fotovoltaico localizados na região de Araranguá e analisar os desafios e perspectivas desse segmento.

Sua participação é voluntária e anônima, e os dados fornecidos serão tratados com total confidencialidade. O preenchimento é simples e rápido, e o link para este questionário foi enviado diretamente por e-mail aos empreendedores participantes

Se precisar de mais informações ou tiver dúvidas, entre em contato com a orientadora responsável pela investigação, Profa. Kátia Cilene Rodrigues Madruga e-mail: katia.madruga@ufsc.br | tel: (48)99663-9164

** Indica uma pergunta obrigatória*

1. E-mail *

1. INFORMAÇÕES GERAIS DA EMPRESA

2. a) Em qual cidade o empreendimento está localizado?

3. b) Há quanto tempo a empresa atua no mercado? *

4. **c) Qual o porte da empresa conforme a definição do SEBRAE? ***

Porte	Comércio e Serviços	Indústria
Microempresa (ME)	Até 9 empregados	Até 19 empregados
Empresa de Pequeno Porte (EPP)	De 10 a 49 empregados	De 20 a 99 empregados
Empresa de médio porte	De 50 a 99 empregados	De 100 a 499 empregados
Grandes empresas	100 ou mais empregados	500 ou mais empregados

Marque todas que se aplicam.

- MICROEMPRESA
 EMPRESA DE PEQUENO PORTE
 EMPRESA DE MÉDIO PORTE
 GRANDES EMPRESAS

ATUAÇÃO NO MERCADO FOTOVOLTAICO

5. **a) A empresa atua em quais etapas da cadeia produtiva fotovoltaica?**

Marque todas que se aplicam.

- Venda de equipamentos
 Projetos básicos/executivos
 Instalação
 Operação e Manutenção
 Outro: _____

6. **b) Qual segmento de atuação?**

Marque todas que se aplicam.

- Residencial
 Comercial
 Industrial
 Agronegócio

DESAFIOS E PERSPECTIVAS DO SETOR

7. **a) Quais os principais desafios que a empresa enfrenta para atuar no mercado fotovoltaico?**

Marque todas que se aplicam.

- Falta de padronização entre concessionárias de energia
- Instabilidade regulatória
- Dificuldade de acesso a crédito/financiamento
- Falta de mão de obra qualificada
- Concorrência acirrada
- Dificuldades de gestão
- Burocracia
- Outro: _____

8. **b) Qual a avaliação da empresa sobre as perspectivas de crescimento do mercado fotovoltaico no Brasil nos próximos anos?**

Marque todas que se aplicam.

- Muito otimista
- Otimista
- Neutro
- Pessimista
- Muito pessimista
- Outro: _____

9. **c) Quais os principais fatores que, na opinião da empresa, impulsionarão o crescimento do mercado fotovoltaico no Brasil?**

Marque todas que se aplicam.

- Redução do custo dos equipamentos
- Aumento da demanda por energia limpa
- Melhorias nas políticas públicas de incentivo
- Conscientização da população sobre os benefícios da energia solar
- Outro: _____