

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

**FABIO OLIVEIRA CARIBONI**

**ANÁLISE DA LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO DE UMA EMPRESA DE  
GERADORES DE ENERGIA SOLAR LOCALIZADA NA REGIÃO SUL DO  
BRASIL**

**CAXIAS DO SUL**

**2024**

**FABIO OLIVEIRA CARIBONI**

**ANÁLISE DA LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO DE UMA EMPRESA DE  
GERADORES DE ENERGIA SOLAR LOCALIZADA NA REGIÃO SUL DO  
BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Administração de Empresas no Programa de Pós-graduação em Administração de Empresas da Universidade de Caxias do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Bergmann Borges Vieira

**CAXIAS DO SUL**

**2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Universidade de Caxias do Sul  
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

C277a Cariboni, Fabio Oliveira

Análise da logística de distribuição de uma empresa de geradores de energia solar localizada na região sul do Brasil [recurso eletrônico] / Fabio Oliveira Cariboni. – 2024.

Dados eletrônicos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Administração, 2024.

Orientação: Guilherme Bergmann Borges Vieira.

Modo de acesso: World Wide Web

Disponível em: <https://repositorio.ucs.br>

1. Energia renovável - Administração. 2. Energia solar. 3. Logística. 4. Sistemas de energia fotovoltaica. 5. Empresas - Brasil, Sul. I. Vieira, Guilherme Bergmann Borges, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 620.92:005

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)  
Márcia Servi Gonçalves - CRB 10/1500

**FABIO OLIVEIRA CARIBONI**

**ANÁLISE DA LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO DE UMA EMPRESA DE  
GERADORES DE ENERGIA SOLAR LOCALIZADA NA REGIÃO SUL DO BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Administração de Empresas no Programa de Pós-graduação em Administração de Empresas da Universidade de Caxias do Sul.

**Aprovado em**

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Carlos Honorato Schuch Santos  
Universidade Federal do Rio Grande

---

Prof. Dr. Gabriel Vidor  
Universidade de Caxias do Sul

---

Prof. Dr. Fábio Verruck  
Universidade de Caxias do Sul

Dedico este trabalho a minha esposa, Ana Paula, pela sua compreensão, nos momentos de ausência, e apoio, nos momentos de dificuldade. Aos meus filhos, pelo aprendizado diário nas construções das nossas vidas.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a minha esposa, Ana Paula, graduada e laureada em Pedagogia, graduada em Relações Públicas, pós-graduada em Psicopedagogia e mestra em Pedagogia, pelo incentivo na busca do aprendizado e conhecimento diário.

Agradeço aos meus filhos, Nicolas e Marina, pela oportunidade constante de ser pai, pela paciência e compreensão durante minhas ausências.

Agradeço aos meus pais, Edgar e Clélia, que sempre estiveram disponíveis para suportar as necessidades envolvendo os cuidados com meus filhos durante esta jornada de estudo.

Agradeço aos meus sogros, Nei e Gelsa, que além do apoio familiar, estimularam e vibraram por cada conquista acadêmica realizada.

Agradeço à toda a minha família que sempre esteve presente e acompanha minhas caminhadas em busca de novos conhecimentos.

Agradeço aos meus colegas da Mazer Distribuidora que através de experiências contribuíram para o meu crescimento profissional ao longo dos dezenove anos de atividade atuando na área de logística e pela confiança da Direção da empresa em acreditar no meu talento.

Agradeço ao professor Pós-Doutor Fernando Dewes por sempre incentivar a busca pelo conhecimento e o desenvolvimento das minhas habilidades. Um ex-colega de trabalho que virou um amigo pessoal, sempre disposto a ajudar e aconselhar em todos os momentos da vida.

Agradeço ao meu orientador Pós-Doutor Guilherme Bergmann Borges Vieira pelas trocas, apoio, visão e compreensão que nortearam este estudo mediante ao seu vasto conhecimento acadêmico e profissional envolvendo a área de logística. Através dos seus saberes, agrego ainda mais aprendizado na minha caminhada por busca de sabedoria. Obrigado.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Administração da Universidade de Caixas do Sul por oferecer o curso de Mestrado em Administração com aulas síncronas e presenciais, possibilitando e facilitando a participação de alunos de outras regiões do Estado, como no meu caso.

Agradeço ao corpo docente do PPGA que proporcionou grandes momentos de aprendizagem e reflexões durante os encontros ao longo da jornada acadêmica.

Agradeço aos amigos que o mestrado trouxe, em especial a Andressa e a Conceição que, apesar da distância, juntos trocamos conhecimentos, desenvolvemos diversas pesquisas e apresentamos nosso artigo na XXII Mostra de Iniciação Científica, Pós-graduação, Pesquisa e Extensão da Universidade de Caxias do Sul.

Agradeço, por fim, a todos que de alguma forma contribuíram para eu chegar até aqui.

## RESUMO

As energias renováveis estão despertando interesse mundial na medida em que há uma busca por energias mais limpas e inesgotáveis em substituição às energias não renováveis utilizadas em larga escala nos últimos anos. Entre as energias renováveis, pode ser citada a energia solar, cuja fonte é o sol e que tem como origem reações no seu núcleo que liberam energia. Uma das formas de captação dessa energia são os sistemas fotovoltaicos. No Brasil, através da Resolução Normativa 482/2012, a população passou a poder gerar sua própria fonte de energia elétrica por meio de energias renováveis e utilizar o excedente produzido para abastecer a rede distribuidora da sua região. Com o crescimento pela procura de soluções para o uso da energia solar através de geradores fotovoltaicos, grandes empresas estão buscando se estruturar para suprir a demanda. Inserido neste contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar alternativas para o aprimoramento da logística de distribuição de uma empresa de geradores de energia solar localizada na região sul do Brasil. O trabalho seguiu uma abordagem qualitativa-exploratória, sendo realizado um estudo de caso da empresa em questão, operacionalizado mediante entrevistas com gestores da empresa, complementadas por análise documental. Os dados coletados foram submetidos a procedimentos de análise de conteúdo e os resultados obtidos permitiram a identificação de oportunidades de melhoria e a proposição de aprimoramentos na logística de distribuição da empresa estudada. Em termos práticos, ao analisar aspectos-chave relacionados ao armazenamento dos insumos para a produção do gerador solar e à distribuição dos equipamentos até o cliente final, o estudo pode ser usado como referência para outras empresas de distribuição de geradores fotovoltaicos que atuem no país. Por outro lado, em termos teóricos, o trabalho contribui com a ainda escassa literatura voltada especificamente aos integradores de projetos de energia solar, que constituem elos importantes na cadeia de distribuição do setor.

**Palavras-chave:** Energia solar. Distribuição de geradores. Estudo de caso. Sul do Brasil.



## ABSTRACT

Renewable energies are arousing worldwide interest as there is a search for cleaner and inexhaustible energies to replace the non-renewable energies used on a large scale in recent years. Among renewable energies, we can mention solar energy, whose source is the sun and whose origin is reactions in its core that release energy. One way to capture this energy is photovoltaic systems. In Brazil, through Normative Resolution 482/2012, the population is now able to generate its own source of electricity using renewable energies and use the surplus produced to supply the distribution network in its region. With the growth in the search for solutions for the use of solar energy through photovoltaic generators, large companies are seeking to structure themselves to meet the demand. Inserted in this context, the present study aimed to analyze alternatives to improve the distribution logistics of a solar energy generator company located in the southern region of Brazil. The study followed a qualitative-exploratory approach, being carried out a case study of the company in question, operationalized through interviews with company managers, complemented by documental analysis. The collected data were submitted to content analysis procedures and the results obtained allowed the identification of opportunities for improvement and proposition of improvements in the distribution logistics of the studied company. In practical terms, when analyzing key aspects related to the storage of inputs for the production of the solar generator and the distribution of equipment to the final customer, the study can be used as a reference to other photovoltaic generator distribution companies that operate in the country. On the other hand, in theoretical terms, the work contributes to the still scarce literature focused specifically on solar energy project integrators, who are important links in the sector's distribution chain.

**Keywords:** Solar energy. Distribution of generators. Case study. South of Brazil.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Publicações mais relevantes .....	27
Figura 2: Análise das fontes pesquisadas .....	28
Figura 3: Nuvem de palavras .....	29
Figura 4: Evolução da geração de energia solar fotovoltaica no mundo.....	37
Figura 5: Comparativo da evolução fotovoltaica com outras fontes de energia .....	37
Figura 6: Comparativo da Normativa 482/2012 com a Lei 14300/2022.....	43
Figura 7: Organograma da empresa .....	52
Figura 8: Fluxograma simplificado do atual processo logístico da empresa.....	57

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Investimentos por segmento no setor de energia no Brasil em bilhões de reais .....	40
Gráfico 2: Investimentos em mini e micro geração distribuída no Brasil (2010-2020, R\$ milhões).....	40

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Ferramentas da qualidade e finalidades.....	46
Quadro 2: Etapas e procedimentos da pesquisa.....	51
Quadro 3: Perguntas respondidas por cada entrevistado .....	52
Quadro 4: Percepção geral sobre os processos logísticos.....	56
Quadro 5: Problemas e dificuldades na logística da empresa .....	60
Quadro 6: Possíveis melhorias para a logística da empresa .....	61
Quadro 7: Potenciais benefícios .....	63
Quadro 8: Possíveis dificuldades para as implementações das ações de melhoria .....	64
Quadro 9: Proposições de melhorias apresentadas através da ferramenta 5W2H.....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Informações gerais dos artigos selecionados.....	26
Tabela 2: Produção científica anual.....	27
Tabela 3: Produtividade do autor através da Lei de Lotka .....	29
Tabela 4: Oferta interna de energia elétrica (OIEE).....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
EPE	Empresa de Pesquisa de Energia
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
GWH	<i>Gigawatt hora</i>
IEA	<i>International Energy Agency</i>
KG	Quilograma
KM	Quilômetro
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
KW	<i>Kilowatt</i>
MM	Milímetros
MMGD	Mini e Micro Geração Distribuída
MW	<i>Megawatt</i>
NR	Resolução Normativa
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OIEE	Oferta Interna de Energia Elétrica
PERS	Programa de Energia Renovável Social
SCEE	Sistema de Compensação de Energia Elétrica
SGC	Sistema de Gestão do Conhecimento
TE	Tarifa de Energia
TI	Tecnologia da Informação
TMS	<i>Transportation Management System</i>
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
TWH	<i>Terawatt Hora</i>
W	<i>Watt</i>
WMS	<i>Warehouse Management System</i>
°C	Escala Termométrica Celsius ou centígrados
5W2H	<i>What</i> (o que), <i>Why</i> (por que), <i>Where</i> (Onde), <i>Who</i> (quem), <i>When</i> (quando), <i>How</i> (Como) e <i>How much</i> (quanto)

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
1.1.	DELIMITAÇÃO DO TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA .....	19
1.2.	OBJETIVOS.....	23
1.2.1.	Objetivo geral.....	23
1.2.2.	Objetivos específicos.....	24
1.3.	JUSTIFICATIVA.....	24
1.4.	ADERÊNCIA DA DISSERTAÇÃO À LINHA DE PESQUISA.....	30
<b>2.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>31</b>
2.1.	LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO: CONCEITO, IMPORTÂNCIA E MODALIDADES .....	31
2.2.	ENERGIAS RENOVÁVEIS.....	32
2.3.	ENERGIA SOLAR .....	35
2.3.1.	Energia solar no Brasil .....	38
2.3.2.	Políticas governamentais para a energia solar.....	41
2.4.	LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO DE GERADORES SOLARES NO BRASIL ...	44
2.5.	FERRAMENTAS PARA A MELHORIA DE PROCESSOS NA LOGÍSTICA .....	45
<b>3.</b>	<b>MÉTODO.....</b>	<b>50</b>
3.1.	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	50
3.2.	OPERACIONALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	51
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>55</b>
4.1.	DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS ENTREVISTAS .....	55
4.1.1.	Percepção geral sobre os processos logísticos .....	55
4.1.2.	Etapas do processo logístico.....	56
4.1.3.	Problemas e dificuldades .....	58
4.1.4.	Possíveis melhorias .....	60
4.1.5.	Potenciais benefícios da implantação das melhorias.....	62
4.1.6.	Possíveis dificuldades a serem encontradas para a implementação das ações sugeridas .....	63
4.2.	ANÁLISE DOCUMENTAL.....	64
4.3.	ANÁLISE DO PROCESSO ATUAL .....	66
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>74</b>

5.1.	IMPLICAÇÕES GERENCIAIS.....	75
5.2.	LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS .....	76
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>77</b>
	<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>84</b>
	<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>95</b>
	<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>96</b>
	<b>APÊNDICE E.....</b>	<b>98</b>
	<b>APÊNDICE F .....</b>	<b>99</b>
	<b>APÊNDICE G .....</b>	<b>100</b>
	<b>APÊNDICE H.....</b>	<b>101</b>



## 1. INTRODUÇÃO

Observando o cenário atual, percebe-se no Brasil um crescimento na busca por instalações voltadas para a geração de energia através de fontes renováveis. Entre elas, pode-se citar a energia solar através de sistemas fotovoltaicos que captam o calor do sol. De acordo com Ferreira et al. (2018), o Brasil possui características climáticas com altos índices de radiação solar, considerado como um local ideal para o aproveitamento de energia solar. Acrescentam os autores que, ainda na década de 1970 e percebendo este potencial climático, institutos alemães demonstraram interesse em colaborar com pesquisas científicas desenvolvendo equipamentos para a geração de energia solar em parceria com o Brasil.

Somente entre os anos de 2019 e 2021, o Brasil apresentou um aumento em instalações desses sistemas superior a 341%, saindo de 2134 MW de potência instalada envolvendo sistemas fotovoltaicos em 2019 para 9466 MW em 2021, conforme dados da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR, 2022). Isso demonstra o recente crescimento do mercado brasileiro.

Essas informações estão relacionadas à geração distribuída, que é classificada em microgeração e minigeração. De acordo com Silveira (2020), a microgeração se refere à geração de energia inferior ou igual a 75 KW e a minigeração está associada à geração de 75 KW até 5 MW. Para Luna et al. (2019), esses tipos de gerações de energia estão associados a propriedades individuais, condomínios, cooperativas, comércios e indústrias. Ainda, explicam os autores que, se a energia produzida em determinado mês for superior à consumida, o consumidor fica com créditos na companhia distribuidora de energia pelo período de até 60 meses, conforme determinação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2012).

De acordo com a Absolar (2022) e considerando dados desse mesmo ano, o Rio Grande do Sul é o terceiro Estado do Brasil com a maior quantidade de potência instalada envolvendo sistemas fotovoltaicos, somente atrás de Minas Gerais e São Paulo. Isso tem despertado o interesse de organizações para o desenvolvimento de negócios relacionados à energia solar. No mercado de energia fotovoltaica há diferentes linhas de atuação, tais como os integradores (instaladores de projetos) e os distribuidores de equipamentos e sistemas fotovoltaicos. De acordo com Rigo et al. (2022), os instaladores de projetos fotovoltaicos são especialistas em projetar e instalar sistemas *on-grid*, *off-grid* e *power plant*. Complementam os autores que os sistemas *on-grid* são aqueles ligados diretamente na rede de distribuição de energia. Já os sistemas *off-grid* não estão ligados à rede de distribuição de energia e necessitam de baterias para armazenamento de energia. E os sistemas *power plant* são usinas que

apresentam alta capacidade de produção e estão conectadas a uma subestação e a linhas de transmissão.

Dentro da cadeia de abastecimento da energia fotovoltaica, os distribuidores são responsáveis pelo armazenamento e distribuição dos equipamentos. Conforme Rigo et al. (2022), somente as características relacionadas ao crescimento da rede de instaladores não é suficiente para o desenvolvimento da energia fotovoltaica no Brasil, tornando-se necessária também uma rede profissionalizada de abastecimento e logística para atender à demanda.

Inserido nesse contexto, o presente estudo tem como tema a análise da logística de distribuição de uma empresa de geradores de energia solar localizada na região sul do Brasil. O trabalho está estruturado em cinco capítulos. O primeiro capítulo introduz o assunto da pesquisa e apresenta os principais elementos estruturantes do trabalho: a delimitação do tema e o problema de pesquisa; os objetivos, geral e específicos; e a justificativa teórica e prática do estudo. Primeiramente, é abordado o mercado de geração de energia solar mediante sistemas fotovoltaicos no Brasil e no Estado do Rio Grande do Sul. Após isso, é descrito o contexto em que está inserido o trabalho; são relatadas as características da empresa objeto do estudo e de suas operações, especialmente no que se refere aos produtos e às necessidades para armazenar e entregar os projetos fotovoltaicos; e é apresentada a questão que norteou o estudo. Para responder essa questão, na sequência são apresentados os objetivos, geral e específicos, do estudo. E por fim é apresentada a justificativa do trabalho, sendo discutida a sua relevância em termos teóricos e práticos.

No capítulo 2 é apresentado o referencial teórico no qual o estudo foi embasado. Primeiramente, é abordado o tema da logística de distribuição, sendo apresentados seu conceito, sua importância e suas modalidades. Posteriormente, é desenvolvido o assunto energias renováveis, sendo caracterizados os principais tipos de energia e suas características. Na sequência, é especificada a energia solar, que está relacionada às energias limpas. Após isso, são abordadas as políticas governamentais para a energia solar no Brasil. E, por fim, é tratada a logística de distribuição de geradores solares no Brasil.

No capítulo 3 é exposto o método aplicado nesta dissertação. Na referida empresa, inserida no segmento da distribuição de projetos fotovoltaicos situada no sul do Brasil, foi realizado um estudo de caso para análise da logística de suprimentos e distribuição dos equipamentos. O estudo foi caracterizado como uma pesquisa qualitativa, contemplando entrevistas com colaboradores e análise documental. Através das entrevistas e da análise documental, foi possível compreender as atividades executadas pela empresa e sugerir possíveis melhorias para amparar o crescimento da organização.

Sobre os resultados apurados, no capítulo 4 são apresentadas as transcrições e análises das entrevistas. Na sequência são descritos os resultados da análise documental. Por conseguinte, serão apresentados os mapeamentos e análises do processo atual através de fluxogramas. Por fim, é desenvolvido um plano de ação utilizando a ferramenta 5W2H para as sugestões de proposições de melhorias identificadas no presente estudo.

Já no capítulo 5 serão apresentadas as considerações finais para a pesquisa realizada envolvendo a empresa situada no segmento de distribuição localizada na região sul do Brasil. Da mesma forma, identificando limitações no presente estudo, serão sugeridos novos estudos direcionando o campo de aprendizado para futuras pesquisas abrangendo os temas que podem ser aprofundados em novas investigações.

### 1.1. DELIMITAÇÃO DO TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA

O tema relacionado às energias renováveis é algo que está despertando interesse no mundo através da busca por energias mais limpas, inesgotáveis e recursos para substituir outras fontes. Segundo Corrêa et al. (2020), as fontes renováveis são aquelas que retornam à sua origem no ciclo de transformações energéticas na qual estão inseridas, enquanto as fontes não renováveis são finitas ou esgotáveis. Acrescenta Ryan (2021) que o conceito de energias renováveis está relacionado à capacidade da utilização de recursos naturais sem que esses sejam esgotados. Algumas fontes renováveis de energia têm capacidade de causar menos impactos ambientais e, por isso, também são chamadas de energias limpas. No entanto, complementam Corrêa et al. (2020) que tanto as energias renováveis quanto as não renováveis causam algum tipo de intervenção no meio ambiente durante seu processo produtivo para a geração da energia.

Entre as energias renováveis, pode ser citada a energia solar, cuja fonte é o sol. De acordo com Santos (2013), a energia solar tem como origem reações no núcleo do sol que liberam energia. Uma das formas de captação dessa energia são os sistemas fotovoltaicos.

Conforme Vian (2021), os sistemas fotovoltaicos oferecem maior possibilidade de geração de energia do que outras fontes renováveis em função da sua estrutura modular, que possibilita a aplicação de diferentes potências instaladas desde poucos watts (W) até megawatts (MW). Sendo assim, esses sistemas podem variar e se adaptar, de acordo com o projeto e a necessidade existente. Acrescentam Zilles et al. (2012) que os módulos ou placas fotovoltaicas são compostos por células fabricadas com materiais semicondutores que

absorvem a luz solar e geram energia elétrica. Segundo Santos (2013), a palavra fotovoltaica se origina da junção de foto, que significa luz, e volt que quer dizer eletricidade.

Sobre as instalações fotovoltaicas no mundo, de acordo com Vian (2021), por algumas décadas, os Estados Unidos foi o país que mais explorou a produção de painéis solares, sendo que, no ano de 1980, esse país chegou a responder por 85% da fabricação mundial. Porém, até o ano de 2005, essa parcela de participação regrediu para menos de 10%, perdendo espaço para países da Europa que, a partir da década de 2010, tiveram um forte crescimento de instalações fotovoltaicas (VIAN, 2021).

No Brasil, a partir de abril de 2012, através da Resolução Normativa da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) de número 482, a população brasileira passou a poder gerar sua própria fonte de energia elétrica por meio de energias renováveis e, ainda, utilizar o excedente produzido para abastecer a rede distribuidora da sua região. Conforme Vian (2021), até o ano de 2014, essa resolução permitiu instalar centrais de geração de 1W até 1MW, utilizando fontes com base hidráulica, eólica, solar, biomassa ou cogeração qualificada, e trocar essa energia produzida com a rede de abastecimento local. Complementa o autor que, após o ano de 2015, a ANEEL, alterou a resolução 482, aumentando a capacidade máxima permitida para pequenas hidrelétricas até 3MW e até 5 MW para outras fontes renováveis.

A energia solar vem crescendo nas últimas duas décadas no Brasil. E, percebendo essa procura, grandes empresas estão buscando se estruturar para suprir a demanda. De acordo com Vian (2021), as condições climáticas e geográficas brasileiras favorecem as instalações geradoras dessa natureza sem que aconteçam prejuízos ao meio ambiente.

Os sistemas fotovoltaicos se caracterizam pela composição de módulos fotovoltaicos, baterias, controladores de carga, inversores e conversores. Conforme Pinho e Galdino (2014), essa constituição pode ser dividida em três blocos: i) bloco gerador; ii) o bloco de condicionamento de potência; e iii) o bloco de armazenamento, considerado como condicional por ser composto por baterias. Complementam os autores que o bloco gerador contém as estruturas de suporte que sustentam os arranjos fotovoltaicos e que são formados pelos módulos fotovoltaicos interligados por cabeamentos elétricos. Já o bloco de condicionamento de potência possui conversores, inversores e controladores de carga, quando houver armazenamento de cargas. Por fim, o bloco de armazenamento é constituído por baterias, quando for requisitado no projeto do sistema fotovoltaico.

O armazenamento dos insumos, especialmente das placas fotovoltaicas, exige atenção dos distribuidores em relação a sua estrutura física e capacidade de estocagem. Atualmente, os modelos mais utilizados no Brasil estão relacionados aos módulos fotovoltaicos com

potências de 450W, 500W e 550W. Os módulos de 450W possuem dimensões aproximadas de 2.111 x 1.046 x 40 mm e pesam em torno de 24 kg. As placas de 500 W apresentam tamanhos em torno de 2.220 x 1.102 x 40 mm e peso de 25,5 kg. Já o módulo de 550 W tem medidas de aproximadamente 2.279 x 1.134 x 35 mm, com peso de 28,6 kg. Devido aos tamanhos dos módulos, principalmente ao comprimento de cada placa, são necessárias estruturas especiais para o armazenamento verticalizado, exigindo a fabricação de equipamentos personalizados para o empilhamento como, por exemplo, estruturas porta paletes com dimensões diferenciadas às habituais encontradas no mercado. Essa situação encontra-se alinhada com a afirmação de Paschoal (2017) de que o planejamento, a coordenação, o controle e o desenvolvimento das operações são atividades que, em maior ou menor grau, envolvem a armazenagem. Ainda, segundo Russo (2013), a falta de informações qualificadas sobre demandas futuras, como ocorre no caso de um mercado em desenvolvimento, implica no aumento da necessidade de armazenamento.

Outro ponto a ser considerado está relacionado ao transporte dos produtos até o seu destino final. Transportar os geradores exige entender a estruturação dos projetos, pois, dependendo das necessidades, poderão ser exigidos recursos especiais para a realização da entrega. Projetos destinados a centros urbanos, em alguns casos, exigem atenção para a forma de entrega, pois requerem informações sobre restrições de acesso seja por horários de descarga ou limitações das ruas. Situações de entregas envolvendo territórios caracterizados como zonas rurais também podem demandar adequação do transporte, pois a distância e as condições de acesso podem requerer veículos específicos para atender às exigências locais. Além disso, deve ser considerado o local em que será feita a instalação do gerador solar. Dependendo da área destinada ao projeto, deverão ser utilizados equipamentos específicos para a movimentação do material como, por exemplo, guindastes para erguer os materiais quando instalados em edificações com acesso limitado. Apesar da responsabilidade do transportador incluir a disponibilização do material no destino, torna-se importante que o distribuidor entenda as necessidades do projeto para conciliar a produção do gerador solar com a programação de entrega, de acordo com a solicitação do cliente, evitando reentregas ou devolução. Complementam Rigo et al. (2022) que os instaladores precisam estar atentos à localização de instalação do projeto, pois a mesma interfere substancialmente na logística do gerador solar, sendo que, quanto mais longe dos distribuidores de equipamentos, maior o custo do instalador com transporte.

Inserido nesse contexto, o presente estudo foi realizado em uma empresa de médio porte situada na região sul do Brasil que atua no segmento de distribuição de produtos para

informática e geradores solares. A empresa iniciou suas atividades no ano de 1997, atuando no mercado de produtos para a tecnologia da informação. Após seis anos distribuindo materiais para todo o Brasil, abriu sua primeira filial no Estado do Paraná, fortalecendo seu crescimento. No ano de 2013, buscando expandir seus negócios e aproximar mercados, desenvolveu sua terceira filial no Estado do Espírito Santo, local estratégico, visando entregar seus produtos de forma mais rápida para diversas regiões, bem como beneficiar-se de incentivos fiscais, tornando a empresa mais competitiva perante seus concorrentes.

No segmento de energia solar, a empresa começou suas atividades no ano de 2018, atuando com foco na região sul do Brasil. Dessa forma, procurou desenvolver atividades relacionadas à distribuição de sistemas fotovoltaicos, visto que, desde a sua origem, a empresa atua na distribuição de diversos materiais. Para isso, estruturou uma nova unidade de negócios voltada especificamente para o mercado de geradores solares.

Hoje em dia, a organização possui cerca de 250 funcionários. Desse total de funcionários, 115 estão voltados ao segmento de tecnologia da informação, 40 atuam no segmento solar e 95 atendem aos dois segmentos, exercendo funções administrativas e operacionais. Em 2021, seu faturamento total foi de R\$ 869 milhões, sendo R\$ 686 milhões associados ao segmento de tecnologia da informação (TI) e 182 milhões referentes ao segmento solar. Compativelmente ao ano anterior, em que a empresa faturou R\$ 627 milhões no segmento de TI e R\$ 49 milhões na parte de energia solar, observa-se um significativo crescimento, especialmente na área de energia solar (271%).

No ano de 2021, 70,1% do faturamento da empresa foi obtido com projetos destinados à região sul do Brasil e 24,3% com projetos implantados na região sudeste. As regiões centro-oeste, nordeste e norte apresentaram um volume bem menor de vendas (5,6% do faturamento anual).

Em função das características do material e da necessidade de adaptação a cada projeto, desde o início a empresa atuou com a distribuição e a produção dos geradores. Para isso, buscou fornecedores nacionais e internacionais de insumos para a produção dos sistemas fotovoltaicos.

Atualmente, a distribuição dos projetos fotovoltaicos no Brasil é realizada através de vendas desenvolvidas pelos integradores, que são os responsáveis por projetar e instalar os sistemas fotovoltaicos nos clientes, analisando os equipamentos necessários para a estruturação de cada projeto. A cada novo projeto, os integradores começam uma pesquisa nos distribuidores de equipamentos fotovoltaicos para compor sua necessidade de materiais. Para Rigo et al. (2022), o integrador é um agente que toma decisões importantes na instalação do

projeto solar, selecionando fornecedores de equipamentos, avaliando a qualidade dos produtos e os preços dos sistemas fotovoltaicos.

Para atender às necessidades envolvendo as peças para elaboração do projeto fotovoltaico, o distribuidor de geradores solares precisa estar devidamente abastecido de materiais, sendo a disponibilidade de peças e equipamentos um fator crítico para atrair e reter integradores em sua carteira de clientes. Nesse contexto, diante do crescimento nas vendas de geradores solares, os distribuidores de sistemas fotovoltaicos têm enfrentado algumas dificuldades relacionadas à regularidade dos abastecimentos de peças que compõem o gerador solar. A maioria dos fabricantes de painéis e inversores solares estão localizados na China e abastecem boa parte do mercado mundial. Conforme Martelli et al. (2020), os painéis chineses são mais competitivos em custos quando comparados com produtos europeus e norte-americanos. Dessa forma, fatores relacionados à programação de produção, tempo de trânsito até o Brasil e variações cambiais influenciam no planejamento de abastecimento dos equipamentos, forçando os distribuidores brasileiros a buscarem estruturas para suprir as oscilações e conseguir atender os integradores.

Para isso, é importante avaliar a capacidade da empresa, analisando sua programação de compras e suas projeções de vendas para entender a estrutura necessária de armazenamento, a fim de evitar aumento de custos e despesas envolvendo armazenagem e movimentações de materiais em depósitos próprios ou de terceiros. Da mesma forma, torna-se relevante compreender as alterações nas projeções de compras e vendas para buscar alternativas de estocagem em armazéns temporários. Dado esse contexto e buscando contribuir com a melhoria das operações de distribuição dos geradores solares na empresa estudada, o presente estudo se propõe a responder à seguinte questão de pesquisa: Como aprimorar a logística de distribuição de uma empresa de geradores de energia solar localizada na região sul do Brasil?

## 1.2. OBJETIVOS

Para responder à questão de pesquisa anteriormente apresentada, foram definidos os objetivos descritos a seguir.

### 1.2.1. Objetivo geral

Analisar alternativas para o aprimoramento da logística de distribuição de uma empresa de geradores de energia solar localizada na região sul do Brasil.

### 1.2.2. Objetivos específicos

Para operacionalizar o alcance do objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) descrever a atual logística de distribuição de geradores de energia solar utilizada pela empresa na região sul do Brasil;
- b) identificar os principais problemas decorrentes dessa logística de distribuição;
- c) verificar possíveis alternativas de solução para os problemas identificados; e
- d) avaliar os potenciais benefícios e as possíveis dificuldades de implantação de cada alternativa verificada, indicando as mais adequadas.

### 1.3. JUSTIFICATIVA

O processo de distribuição de bens ou serviços envolvidos na cadeia logística tem grande relevância para o desenvolvimento nos negócios das organizações. Para Russo (2013), a logística de distribuição é responsável pela administração dos materiais desde a saída do produto até a chegada no ponto final. Acrescenta Paschoal (2017) que estão contidas nas atividades da logística de distribuição o armazenamento do produto acabado e a gestão do transporte até o cliente final, utilizando ou não centros de distribuição.

As empresas que atuam nesta parte da cadeia logística necessitam conhecer as particularidades dos produtos que atuam, procurando desenvolver estratégias e estruturas para atender de forma plena seus clientes revendedores. Conforme Paschoal (2017), a distribuição física envolve dois mercados, sendo um deles composto por clientes finais e o outro por intermediários que revendem o produto.

De acordo com Russo (2013), os materiais podem ser armazenados em diferentes pontos fora das instalações da organização. Esses pontos de armazenagem são administrados por operadores logísticos e podem se configurar como centros de distribuição ou armazéns gerais. Para Mendes (2021), os centros de distribuição são instalações onde cargas e mercadorias de várias origens são consolidadas e armazenadas para, posteriormente, serem enviadas para outros destinos. Já o armazém geral, para Garcia et al. (2021), é uma organização que tem por objeto guardar e conservar as mercadorias, atuando como fiéis depositárias das mesmas.



Muitas vezes, os distribuidores de sistemas fotovoltaicos são responsáveis por regular o abastecimento do mercado, evitando faltas ou excessos e, conseqüentemente, ajudando o fabricante ou fornecedor no planejamento de sua demanda. Da mesma forma, os distribuidores buscam entender as necessidades operacionais para suprir seus negócios, estruturando instalações físicas para receber e armazenar a demanda. Nesse contexto, a busca da melhor localização ajuda a minimizar os custos da cadeia logística desse setor (PASCHOAL, 2017).

Outro fator de relevância está relacionado à análise de quais os modais serão utilizados na distribuição dos produtos. Segundo Caixeta-Filho e Martins (2002), variáveis como agilidade, flexibilidade e nível de serviço são fundamentais para a escolha do transporte de carga. É de suma importância para as organizações conhecer todo o ciclo produtivo do produto, pois as variações, sazonalidades e rupturas na cadeia de abastecimento serão balizadores para o melhor planejamento logístico do distribuidor.

No caso dos projetos fotovoltaicos, devido ao volume e à fragilidade dos equipamentos, o transportador percebe ociosidade nos seus caminhões em razão de os materiais não poderem sofrer peso excedente, precisando cobrar fretes que compensem o espaço vazio nos veículos. Em função disso, o custo do frete para cada projeto pode ser impactante, podendo inviabilizar a concretização do negócio ou ocasionar a perda para a concorrência. Dessa forma, a busca por soluções para otimizar a ocupação dos veículos pode auxiliar na redução dos fretes.

Diante dos fatos apresentados, o presente estudo se justifica, em termos práticos, por servir de referência para o aprimoramento dos processos de empresas de distribuição de geradores fotovoltaicos que atuam no segmento de energia solar. Nesse sentido, o estudo analisa aspectos-chave relacionados ao armazenamento dos insumos para a produção do gerador solar e à distribuição dos equipamentos até o cliente final.

Por outro lado, para justificar a relevância teórica do trabalho, buscou-se analisar o estado da arte relacionado ao tema. Conforme Morosini e Fernandes (2014), esse tipo de análise possibilita ampliar a visão atual da pesquisa que se pretende desenvolver, posicionando-a em relação a outras contribuições existentes.

Para tanto, foram escolhidas as bases de dados *Scopus* e *Science Direct* para a seleção de artigos sobre logística de distribuição de geradores solares sem delimitação de países. Inicialmente, foram pesquisadas de forma exploratória algumas combinações de palavras para buscar encontrar assuntos que remetesse ao tema proposto nesta pesquisa. Para a delimitação inicial nas bases analisadas, palavras como *importer*, *distributor*, *wholesale*, *photovoltaic panel*, *photovoltaic*, *logistic* e *Brazil* foram pesquisadas para entender qual seria a melhor combinação para fixar as buscas nas bases de dados sugeridas.

Após esta exploração inicial nas plataformas *Scopus* e *Science Direct*, delimitou-se o estudo para a busca nos campos *all fields* (todos os campos) com as palavras “*distributor*” and “*photovoltaic*” and “*Brazil*”. Nesta pesquisa foram aceitos todos os idiomas e tipos de publicações, sem limitação de período.

Aplicando-se esses critérios de busca na base de dados *Scopus*, foram encontrados inicialmente 49 documentos. Refinando-se as buscas para artigos com acesso livre, limitando o período entre 2018 e 2022, e restringindo à área de energias, foram identificados 11 artigos, os quais foram exportados no formato BixTeXName, selecionando todas as informações disponíveis para a exportação.

Já na base *Science Direct*, utilizando-se os mesmos critérios, foram encontrados inicialmente 445 documentos. Refinando as buscas para acesso livre, limitando o período entre 2018 e 2022, e restringindo à área de energias, foram selecionados 12 artigos, os quais forma exportados no formato BixTeXName, contemplando todos os dados disponíveis para exportação.

Através do software Biblioshiny, foram realizadas as análises iniciais para os 23 documentos selecionados. De acordo com Santos (2020) o Biblioshiny é um software que permite ao usuário a realização de análises bibliométricas em uma interface interativa da web. Primeiramente, foi realizado o cruzamento dos documentos para verificar se havia artigos em duplicidade, sendo identificado que apenas um documento constava nas duas bases. Esse documento foi então eliminado, reduzindo-se a análise para 22 documentos.

Conforme o software Biblioshiny, utilizado para realizar a análise bibliométrica, os artigos selecionados originam-se de 13 fontes e 111 autores, sendo que quatro autores escreveram dois documentos e os demais apenas um. Contudo, nenhum artigo apresentou autoria única. Os estudos se baseiam em aproximadamente 800 referências, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Informações gerais dos artigos selecionados

<b>Descrição</b>	<b>Resultado</b>
Intervalo de tempo	2018 a 2022
Fontes	13
Documentos	22
Referências	798
Autores dos artigos	111

Fonte: Autor (2022).

A maioria dos documentos pesquisados foram gerados em 2022 (40,9%), seguido dos anos de 2021 (27,3%) e 2019 (22,7%). A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos.

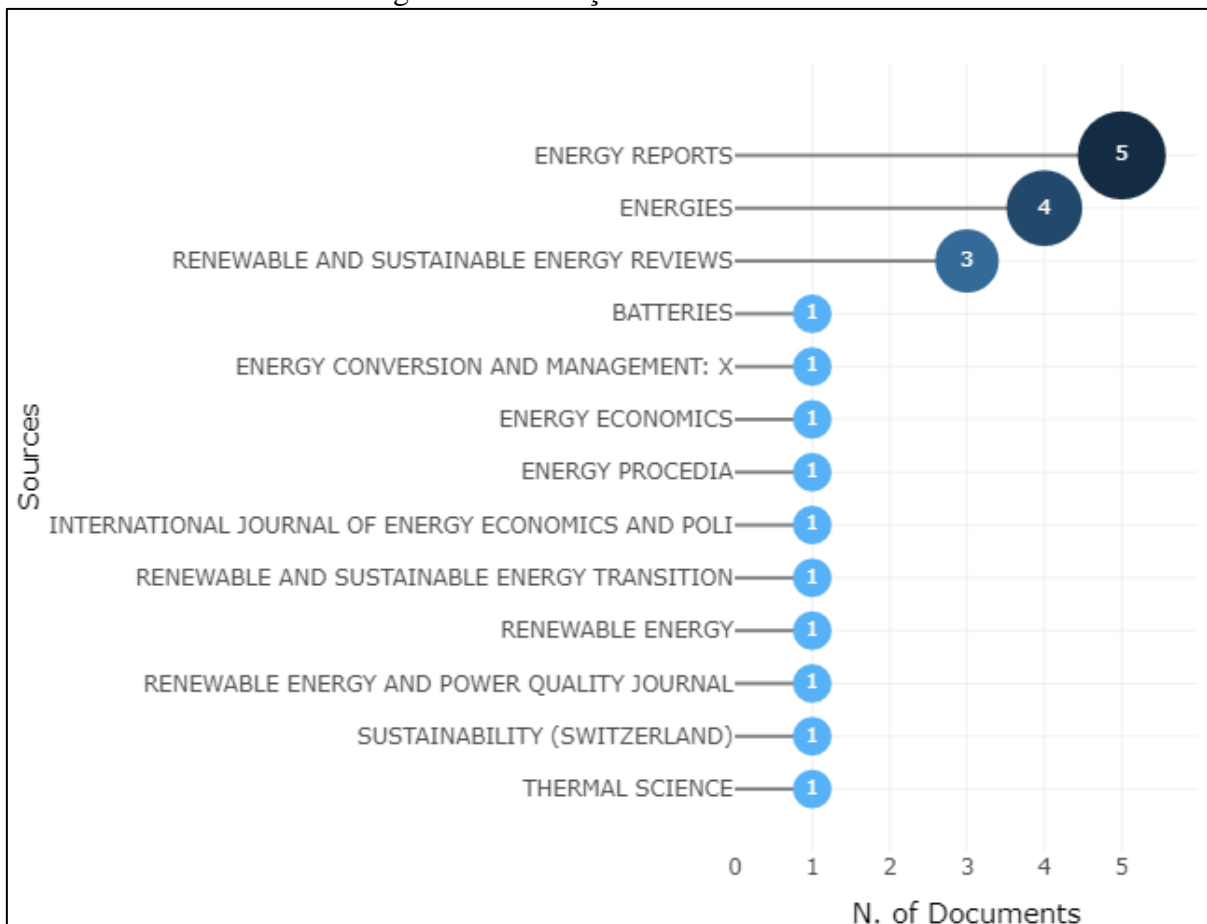
Tabela 2: Produção científica anual

Ano	Artigos	%
2018	1	4,55%
2019	5	22,73%
2020	1	4,55%
2021	6	27,27%
2022	9	40,90%
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autor (2022).

Em relação às fontes de publicação mais relevantes, destacaram-se os periódicos *Energy Reports* (cinco publicações); *Energies* (quatro documentos) e *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (três publicações). Os demais periódicos apresentaram apenas um documento (Figura 1).

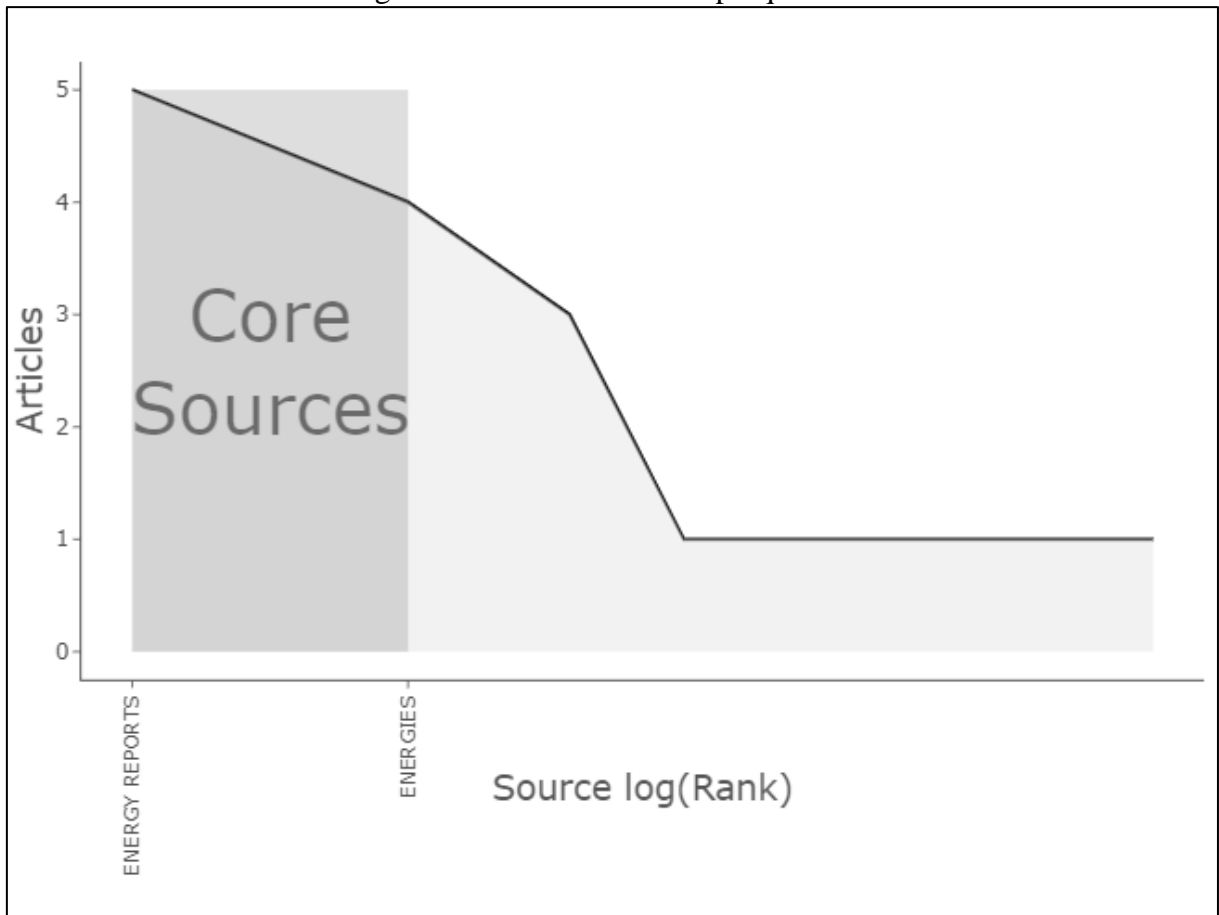
Figura 1: Publicações mais relevantes



Fonte: Autor (2022).

Buscando ampliar a interpretação de algumas informações geradas através do software Biblioshiny, foram aplicadas duas leis conhecidas do campo bibliométrico: a Lei de Bradford e a Lei de Lotkas. De acordo com Guedes (2005), a Lei de Bradford estima o grau de relevância de periódicos em dada área do conhecimento. Segundo essa Lei, os periódicos que produzem o maior número de artigos sobre dado assunto formam um núcleo, supostamente de maior qualidade ou relevância para aquela área. Conforme Figura 2, percebe-se que a maioria dos documentos analisados estão concentrados em duas fontes: *Energy Reports* e *Energies*.

Figura 2: Análise das fontes pesquisadas



Fonte: Autor (2022).

Em relação à Lei de Lotka, de acordo com Guedes (2005), alguns pesquisadores, supostamente de maior prestígio em uma determinada área do conhecimento, produzem muito, e muitos pesquisadores, supostamente de menor prestígio, produzem pouco. Observa-se através da Tabela 3 que os autores Nascimento, Garlet, Pinheiro e Siluk escreveram dois documentos e 107 autores publicaram apenas um documento. De qualquer modo, não se observa uma concentração significativa, uma vez que os quatro autores mais relevantes representam menos de 4% do total de autores que publicaram sobre o tema.

Tabela 3: Produtividade do autor através da Lei de Lotka

Documentos	Autores	Proporção de autores
1	107	0,964
2	4	0,036

Fonte: Autor (2022).

Utilizando o software Biblioshiny para compreender a frequência na qual as palavras se relacionam com os documentos analisados, foram selecionadas as 50 principais palavras. A palavra *energy* ganhou destaque entre todas as analisadas, seguida pelos vocábulos *review*, *systems*, *impact*, *photovoltaic*, entre outros, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3: Nuvem de palavras



Fonte: Autor (2022).

A partir da aplicação dos procedimentos de busca, foram encontrados 22 artigos (Apêndice A). Analisando-se esses artigos, observou-se que nenhum está diretamente associado ao processo de logística envolvendo o distribuidor de geradores na cadeia de abastecimento até o cliente final. Porém, os artigos analisados contribuem com informações para enriquecer o desenvolvimento da abordagem, trazendo conhecimentos em atividades relacionadas ao uso da energia fotovoltaica, pesquisas de projetos explorando a utilização dos equipamentos em áreas

urbanas e rurais, bem como regulamentações que norteiam as necessidades para o uso de sistemas fotovoltaicos. Diante dessa constatação, entende-se que o presente estudo se torna relevante ao compreender os desafios existentes e analisar alternativas para o aprimoramento da logística de distribuição envolvendo empresas que atuam nesse mercado.

#### 1.4. ADERÊNCIA DA DISSERTAÇÃO À LINHA DE PESQUISA

A presente dissertação, que analisou a logística de uma empresa distribuidora de geradores de energia solar localizada na região sul do Brasil, aborda um tema atual, relacionado às fontes de energia sustentáveis, e apresenta aderência à linha de pesquisa em Estratégia e Operações do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de Caxias do Sul (PPGA/UCS). Essa linha de pesquisa tem como base o entendimento da estratégia e das operações como elementos fundamentais para o desempenho das organizações e é articulada a partir de duas dimensões complementares: sistemas e mercado. A dimensão “sistemas”, que tem como foco o entendimento da gestão de operações e seu impacto no desempenho das organizações, é a que apresenta maior relação com o tema da dissertação.

Segundo Paiva, Carvalho Jr. e Fensterseifer (2004), a rede de valor de operações engloba atividades de suprimentos, produção, distribuição, desenvolvimento de produtos e serviços agregados. Esta dissertação aborda duas dessas atividades: a logística de suprimentos e, principalmente, a de distribuição. A partir das análises realizadas sobre tais atividades, são verificados os principais problemas existentes; as formas de solucioná-los; os potenciais benefícios a serem obtidos; e as possíveis dificuldades de implantação. Com isso, o trabalho mostra-se atual e relevante, contribuindo com um tema ainda não explorado dentro da linha de pesquisa em Estratégia e Operações do PPGA/UCS.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentados os conceitos e definições fundamentais para elaboração desta dissertação. Inicialmente, é abordada a logística de distribuição, sua importância e suas modalidades habitualmente utilizadas no mundo. Após, são abordadas as energias renováveis, seu uso e importância na atualidade. Por conseguinte, são descritos os principais aspectos relacionados à energia solar no mundo, especificando sobre a energia solar no Brasil e as políticas governamentais para a energia solar neste país. Finalmente, é realizada a correlação entre os assuntos referentes a logística de distribuição de geradores solar no Brasil.

### 2.1. LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO: CONCEITO, IMPORTÂNCIA E MODALIDADES

Para iniciar este capítulo, primeiramente será explicado o vocábulo ‘logística’, sua origem e suas relações com as atividades que compõem essa área nas organizações. De acordo com Brandalise (2017), o termo ‘logística’ se origina da palavra francesa *logistique*, que significa a arte de guerrear e planejar estratégias para vencer o inimigo. Essa definição remete ao ramo da ciência militar que trata da obtenção, manutenção, instalações e transporte de pessoal e materiais.

A partir dos conceitos relacionados à logística militar, desenvolveu-se a logística empresarial que, segundo Dias (2019), é uma atividade que visa coordenar o fluxo de materiais, produtos e serviços com equipamentos e mão de obra especializada, minimizando custos e garantindo a satisfação do consumidor e a conquista da vantagem competitiva. Complementa Ballou (2001) que a logística empresarial trata de todas as atividades de movimentação e armazenagem que facilitam o fluxo dos produtos desde o ponto da aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final.

A partir dos autores citados, pode-se perceber a importância da logística para as organizações. Trata-se de uma área complexa (DEMIR et al., 2022) que pode ajudar a melhorar a qualidade dos processos de negócios e permitir que uma empresa reaja mais rapidamente às demandas dos mercados (PECENÝ et al., 2020). De acordo com Peceny et al. (2020), quando se dá ênfase à qualidade e ao nível dos serviços prestados, a otimização dos processos logísticos torna-se um aspecto fundamental. Para a melhoria desses processos, podem ser utilizados variados métodos e tecnologias, tais como sistemas de gestão de armazéns e sistemas de gestão de fretes, entre outros (KOVALEVA, 2022).

No que se refere às atividades que compõem a logística, podem ser citadas: a logística de suprimentos, a produção, a distribuição e a logística reversa (RAZZOLINI, 2006). Conforme o autor, a relação da logística com o ambiente interno e externo das empresas permite perceber a necessidade de integração das funções administrativas de abastecimento, controle de produção, distribuição física e logística reversa. Portanto, embora se possa se dar ênfase a determinada atividade (como a logística de distribuição, por exemplo, que é o foco do presente estudo), algumas interfaces também precisam ser consideradas para a melhoria do processo como um todo.

A importância da logística de distribuição está associada aos processos que envolvem atividades de gestão de materiais desde a produção final dos produtos até a entrega aos clientes (ARBACHE, 2011). De forma similar, Alumbugu et al. (2020) relata que o canal logístico de saída é um elo que conecta o setor de produção com a área de consumo e Zennaro et al. (2022) afirmam que a logística de saída é parte dos processos da cadeia de suprimentos que planeja e implementa fluxos diretos e reversos de forma eficiente, armazenando bens ou serviços relacionados entre os pontos de origem e consumo, com intuito de atender às necessidades dos clientes.

Acrescenta Arbache (2011) que a gestão eficiente dos canais de distribuição pode contribuir significativamente para a retenção de clientes e para o posicionamento da marca da empresa no mercado. Através da logística de distribuição são formuladas estratégias para manter o armazenamento de produtos acabados e sua disponibilização para os clientes. Portanto, a logística de distribuição constitui uma parte importante de um processo mais amplo que visa garantir o abastecimento dos clientes e a competitividade da empresa.

## 2.2. ENERGIAS RENOVÁVEIS

De acordo com Nascimento e Alves (2017), as fontes energéticas mais utilizadas no mundo para a produção de energia elétrica são derivadas de fontes fósseis e não renováveis como petróleo, carvão mineral e gás natural. Relatam Garcez e Garcez (2010) que as energias não renováveis são aquelas que estão na natureza de forma finita e podem ser esgotadas. Como exemplo, podem ser citados os combustíveis fósseis. Acrescentam Corrêa et al. (2020) que as fontes não renováveis, em sua maioria, têm sua reposição na natureza morosa e dependem de um processo de milhões de anos para recomposição. Complementam Nascimento e Alves (2017) que a grande dependência por energias não renováveis gera preocupação permanente quanto ao seu esgotamento, além da geração de gases tóxicos, poluentes e particulados.



Por outro lado, as fontes de energias renováveis são providas por recursos naturais que estão sempre disponíveis, pois se renovam a todo momento. Conforme Corrêa et al. (2020), as fontes renováveis são entendidas como todo o tipo de energia que retorna a sua origem no ciclo das transformações energéticas na qual estão inseridas. Exemplificam Garcez e Garcez (2010) que as fontes renováveis são possivelmente infinitas na natureza como a água, o sol e o vento.

Diante das características apresentadas sobre as energias renováveis e não renováveis e a tendência mundial na busca por reduções nos impactos ambientais, de acordo com Shang et al. (2022), o uso das energias renováveis podem retardar o avanço das consequências negativas das mudanças climáticas e diminuir o efeito do aquecimento global nos habitats naturais a longo prazo. Conforme Nascimento e Alves (2017), as fontes renováveis podem apresentar baixo impacto ambiental, sem afetar o balanço térmico ou a composição atmosférica do planeta, sendo que as alternativas para essas energias mais conhecidas são a energia eólica, a energia hidráulica, a energia do mar, a energia geotérmica, a biomassa e a energia solar, as quais serão caracterizadas a seguir.

Segundo Vian (2021), a energia eólica é a energia contida nos ventos independentemente de sua aplicação. Suas características principais são o custo zero de insumo e a disponibilidade infundável (VIAN, 2021). Para Nascimento e Alves (2017), o conceito de gerar energia elétrica a partir dos ventos teve início no século XIX através da utilização de moinhos e bombeamentos de água, nos quais o vento atinge a hélice, girando o seu eixo e impulsionando o gerador. De acordo com Vian (2021), a geração de eletricidade através da energia eólica se destaca das demais fontes concorrentes devido a sua operação não produzir gases poluentes, ao irrelevante comprometimento do terreno e ao baixo custo de geração.

Para a geração de energia, conforme Priyadharson et al. (2015), a hidrelétrica é a fonte de energia renovável mais utilizada e sua geração depende da vazão disponível e/ou da altitude de onde cai a água. Ao encontro, comentam Peng et al. (2021) que a geração de energia termelétrica ainda é a principal forma de geração de eletricidade, sendo a hidroenergia o recurso de energia limpa mais utilizado. Enfatizam Marcelino et al. (2021) que a energia hidrelétrica é uma das mais importantes fontes sustentáveis para países com grandes recursos fluviais, como o Brasil. Os autores também afirmam que, comparada a outros sistemas de geração de energia renovável, a hidrelétrica possui vantagens: além de gerar eletricidade sem produzir poluição, consegue controlar o fluxo de água nos rios através das vazões, pois é possível regular a passagem da água pelas turbinas de acordo com a quantidade disponível nos reservatórios das hidrelétricas.

Conforme Nascimento e Alves (2017), a energia do mar é oriunda do século XII na Europa que, através de moinhos submarinos utilizados nos canais estreitos das baías, aproveitava os fluxos e refluxos para moer alimentos. Complementam os autores que os oceanos possuem grandes quantidades de energia armazenada no deslocamento de suas massas de água, sendo essa energia uma grande oportunidade em todo o mundo. A energia do mar, provida das suas ondas, conforme Foteinis (2022), é uma fonte de energia renovável com vasto potencial de exploração que permanece com pouca procura. Complementa o autor que as ondas do mar oferecem alta densidade de energia, boa previsão e menor variabilidade que a energia eólica. Porém, ainda de acordo com Foteinis (2022), atualmente existem muitas tecnologias diferentes de conversores de energia das ondas com diversas ideias já patenteadas, mas nenhuma suficientemente madura para comercialização, o que se traduz em alto risco para os investidores.

Segundo Nascimento e Alves (2017), a energia geotérmica é proveniente do calor existente no interior da terra, sendo que os principais recursos dessa energia seriam os gêiseres (fontes de vapor no interior da terra que erupcionam frequentemente). Contudo, afirmam Islam et al. (2022) que a energia geotérmica ainda não foi desenvolvida em grande escala, mesmo com relatórios demonstrando evidências de gradientes geotérmicas variando de 20,8°/km à 48,7°/km em várias áreas do mundo. Complementam os autores que a energia geotérmica é umas das fontes mais poderosas, naturais e renováveis do mundo, pois, a partir do decaimento de partículas radioativas nas rochas, altas temperaturas são geradas no interior da terra, constituindo uma fonte significativa de energia.

Para Moreira (2021), a biomassa inclui toda matéria de origem vegetal existente na natureza, podendo ser gerada pelo homem ou por animais como resíduos urbanos, rurais (agrícolas ou de pecuária), florestais, agroindustriais e óleos vegetais. Acrescenta o autor que a bioenergia (energia gerada da biomassa) ainda tem participação reduzida na matriz energética mundial; por outro lado, é relevante para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (*Sustainable Development Goals*) definidos no âmbito das Nações Unidas através do IEA Bioenergy (IEA, 2017). Concluem Ahlström et al. (2022) que a Agência Internacional de Energia (IEA) identificou que, até o ano de 2060, 17% das energias geradas virão da bioenergia.

Já a energia solar se refere à energia proveniente da luz e do calor do sol, captada através de diferentes tecnologias como as placas fotovoltaicas. Sua história e características serão detalhadas nos próximos subcapítulos, aprofundando os conhecimentos para este tipo de energia renovável, visto que esta temática é parte estruturante deste estudo.

### 2.3. ENERGIA SOLAR

Segundo Moreira (2021), historicamente se tem registros do uso de energia solar desde o ano de 640 a.C. na Grécia, quando elementos vitrificados foram utilizados para acender a chama do fogo através da concentração de raios solares. Já para Belessiotis e Papanicolaou (2012), a aplicação prática da energia solar conhecida foi a queima da frota romana, atribuída a Arquimedes, filósofo e matemático grego (287 – 212 a.C.) que utilizou superfícies refletoras planas para focalizar os raios solares nos navios romanos feitos de madeira. Porém, complementam os autores que essa façanha, após discussões e controvérsias entre os cientistas durante séculos, foi classificada como mito, pois na época não existiam tecnologias para a fabricação de espelhos côncavos.

De acordo com Fernández y Fernández (2020), existem duas formas para a energia solar ser convertida em eletricidade. A primeira é através de espelhos, quando a energia é concentrada com intuito de aquecer fluídos, produzindo vapor a elevadas temperaturas. E a segunda é através de células elaboradas com materiais semicondutores que, expostas à luz solar, produzem corrente elétrica.

Tratando-se especificamente de energia solar fotovoltaica, a cronologia cita sua utilização a partir de 1931, quando as células fotovoltaicas foram inventadas nos Estados Unidos (MOREIRA, 2021). Como resultado da evolução dessa tecnologia ao longo do século XX, em 1955, um terminal de comunicações terrestres foi acionado nos Estados Unidos e, 1968, um forno solar de até 3500°C foi projetado e colocado em produção na França. Alguns anos mais tarde, em 1981, uma central elétrica fotovoltaica de 250 KW já se encontrava em operação nos Estados Unidos e, ao final do século XX, a capacidade instalada no mundo já ultrapassava 1000 MW (MOREIRA, 2021).

Seguindo a cronologia do tempo, conforme Kannan e Vakeesan (2016), prevenir uma crise de energia é uma das questões mais importantes do século XXI, devido ao crescimento da populacional mundial e à evolução industrial. Acrescentam os autores que, entre outras fontes de energias renováveis, a energia solar é uma fonte promissora e disponível gratuitamente para gerenciar crises energéticas. Ao encontro, relatam Garlet et al. (2020) que a indústria solar fotovoltaica é considerada a mais promissora nos mercados de energias renováveis que buscam redução da queima de combustíveis fósseis, pois suas tecnologias permitem o uso de vários sistemas de pequeno ou grande porte conectados à rede por meio de geração distribuída.

Explicam Goldemberg e Paletta (2012) que a tecnologia solar fotovoltaica não gera efluentes sólidos, líquidos ou gasosos durante a produção de eletricidade.

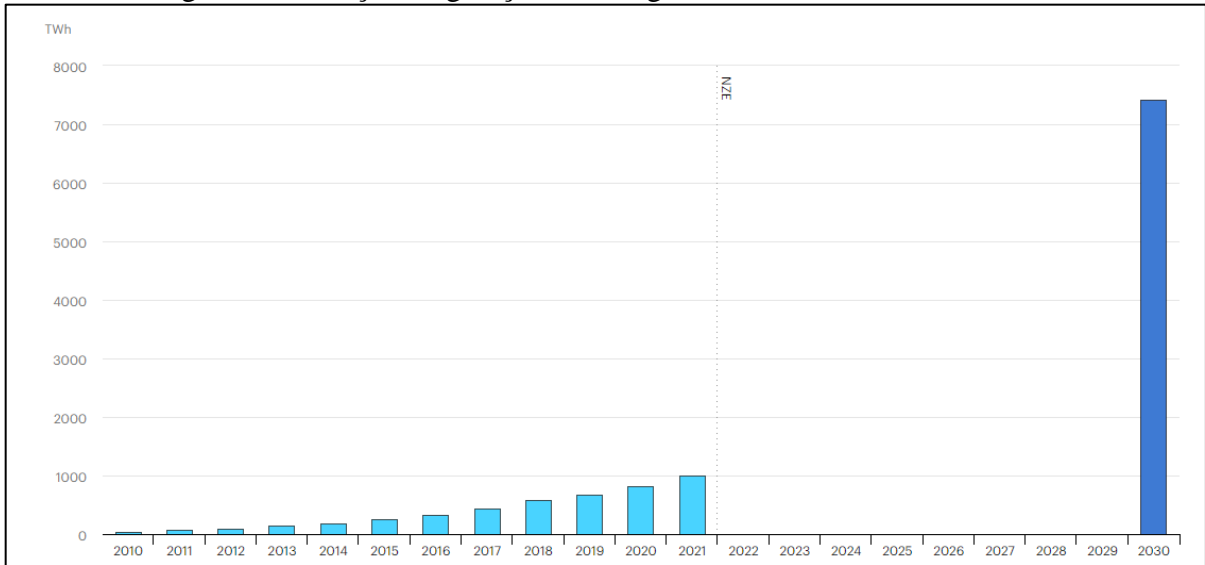
Porém, comentam Ahmed et al. (2019) que a anergia solar fotovoltaica ainda é mais cara que outros recursos convencionais, apesar de os equipamentos apresentarem forte redução nos seus custos de produção. Já para Kannan e Vakeesan (2016) a indústria solar fotovoltaica é a melhor opção para a demanda futura de energia, pois é superior em termos de disponibilidade, relação custo *versus* benefício, acessibilidade, capacidade e eficiência em termos comparativos a outras fontes renováveis. Complementam Pinho e Galdino (2014) que a indústria fotovoltaica está cada vez mais competitiva, tanto em razão dos custos decrescentes de produção das células fotovoltaicas quanto das formas crescentes de custos para outras fontes de energia. Ainda, conforme dados do Ministério de Minas e Energia, publicados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2021), a evolução tecnológica na fabricação de células de silício tem colaborado para a redução da espessura das células e do tamanho das placas.

Sobre o crescimento no desenvolvimento da energia fotovoltaica no mundo, principalmente a partir do século XXI, explicam Pinho e Galdino (2014) que, no ano de 2003, a Ásia ainda não estava entre os dez maiores fabricantes mundiais. Porém, cinco anos após, a China já possuía três e Taiwan um entre os dez maiores fabricantes, sendo que em 2009 a China passou a liderar a produção de módulos fotovoltaicos.

Em 2021, a China foi responsável por aproximadamente 38% do crescimento da geração solar fotovoltaica, seguida pelos Estados Unidos com 17% e pela União Europeia com 10%, conforme Bojek (2022). De acordo com informações da *International Energy Agency* (IEA, 2022), a geração de energia fotovoltaica em 2021 apresentou um crescimento de 22% comparada com 2020, representando 3,6% da geração global de eletricidade, sendo a terceira maior tecnologia de eletricidade renovável, atrás da energia hidrelétrica e eólica. Segundo Bojek (2022), na maior parte do mundo, a energia solar fotovoltaica deve alavancar novos investimentos nos próximos anos, pois está se tornando a opção de menor custo para a geração de eletricidade.

Na Figura 4 é apresentada a evolução da geração de energia solar fotovoltaica em TWh (Terawatt Hora) de 2010 a 2021. Observa-se um aumento da utilização da energia solar ao longo do tempo, com a produção ultrapassando os 1000TWh no ano de 2021. Observa-se, também, uma estimativa de 7.000 TWh no ano de 2030, o que significa um aumento de sete vezes em menos de dez anos.

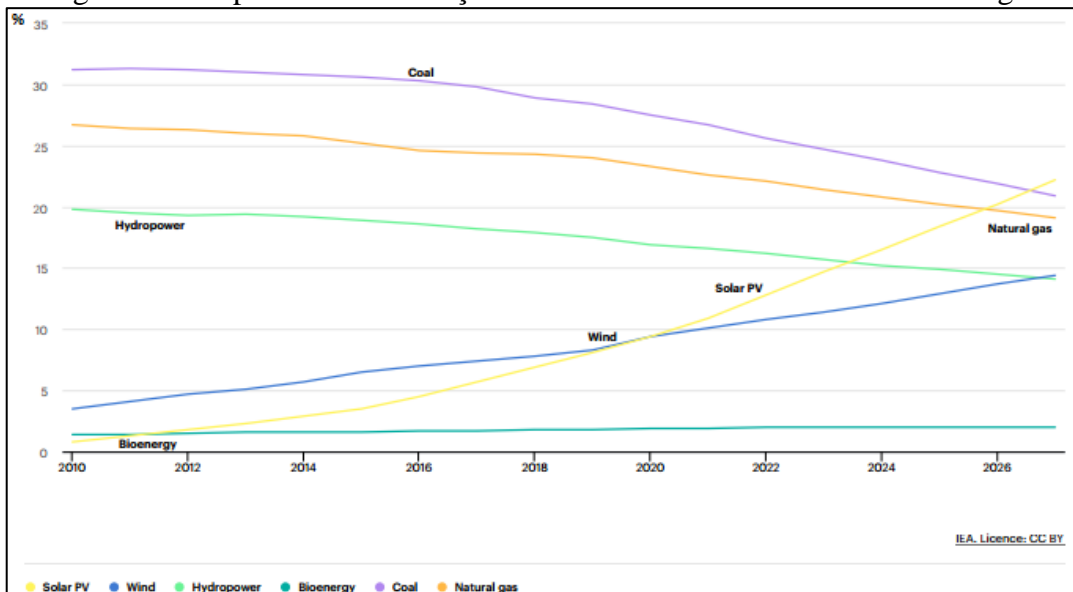
Figura 4: Evolução da geração de energia solar fotovoltaica no mundo



Fonte: *International Energy Agency* (2022).

Ao encontro das informações apresentadas na Figura 4 e de acordo com os dados divulgados pela *International Energy Agency* em janeiro de 2023, referentes a análises e previsões até 2027 para a geração de energia solar, a previsão da capacidade de produção fotovoltaica triplicará até 2027, superando a energia hidrelétrica já em 2024, o gás natural em 2026 e o carvão no ano de 2027. As energias renováveis representarão aproximadamente 40% da produção global de eletricidade em 2027, compensando as perdas nas participações do carvão, gás natural e nuclear. A Figura 5 ilustra as constatações dos autores referentes à previsão da tendência desta evolução da energia fotovoltaica no mundo.

Figura 5: Comparativo da evolução fotovoltaica com outras fontes de energia



Fonte: *International Energy Agency* (2022).

Dessa forma, diante das necessidades mundiais referentes às fontes esgotáveis de energia e das preocupações ambientais envolvendo a poluição gerada por energias não renováveis, alternativas por busca e utilização das energias renováveis são cada vez mais cobradas mundialmente. Nesse sentido, políticas governamentais têm sido estruturadas em diversos países, inclusive no Brasil, para o incentivo e crescimento do uso das fontes de energias renováveis. Este tema será detalhado no subcapítulo a seguir, especificando alguns assuntos relacionados ao tema energia solar no país.

### 2.3.1. Energia solar no Brasil

Fazendo uma breve introdução do cenário envolvendo a energia no Brasil, de acordo com Neves e Rocha (2021), entre as décadas de 1970 e 1980, a utilização de carvão vegetal e petróleo predominavam como fonte de energia. Já na década de 1990 foi constatada a redução da utilização dos combustíveis fósseis e o aumento da participação da energia hidrelétrica. Acrescentam os autores que, no período de 1990 a 2010, o emprego dos combustíveis fósseis oscilou com aumentos e reduções, porém, com a preocupação mundial pelo desenvolvimento sustentável, as energias renováveis duplicaram sua participação na matriz brasileira a partir de 2010. Conforme dados do Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2022), em 2020, a energia fotovoltaica já possuía participação superior a 1,6% na matriz elétrica brasileira. A Tabela 4, extraída de informações do Ministério de Minas e energia (BRASIL, 2022), mostra o crescimento de diferentes fontes de energia de 2020 para 2021.

Tabela 4: Oferta interna de energia elétrica (OIEE)

ESPECIFICAÇÃO	GWh			Estrutura (%)	
	2020	2021	21/20 %	2020	2021
HIDRÁULICA	396.381	362.818	-8,5	60,7	53,4
BAGAÇO DE CANA	38.776	34.326	-11,5	5,9	5,1
EÓLICA	57.051	72.286	26,7	8,7	10,6
SOLAR	10.748	16.752	55,9	1,6	2,5
OUTRAS RENOVÁVEIS (a)	19.966	21.398	7,2	3,1	3,2
ÓLEO	9.013	17.327	92,3	1,4	2,6
GÁS NATURAL	59.480	86.957	46,2	9,1	12,8
CARVÃO	11.946	17.585	47,2	1,8	2,6
NUCLEAR	14.053	14.705	4,6	2,2	2,2
OUTRAS NÃO RENOVÁVEIS (b)	11.350	11.955	5,3	1,7	1,8
IMPORTAÇÃO	24.718	23.103	-6,5	3,8	3,4
TOTAL	653.481	679.212	3,94	100	100
Dos quais renováveis	547.640	530.684	-3,10	83,8	78,1

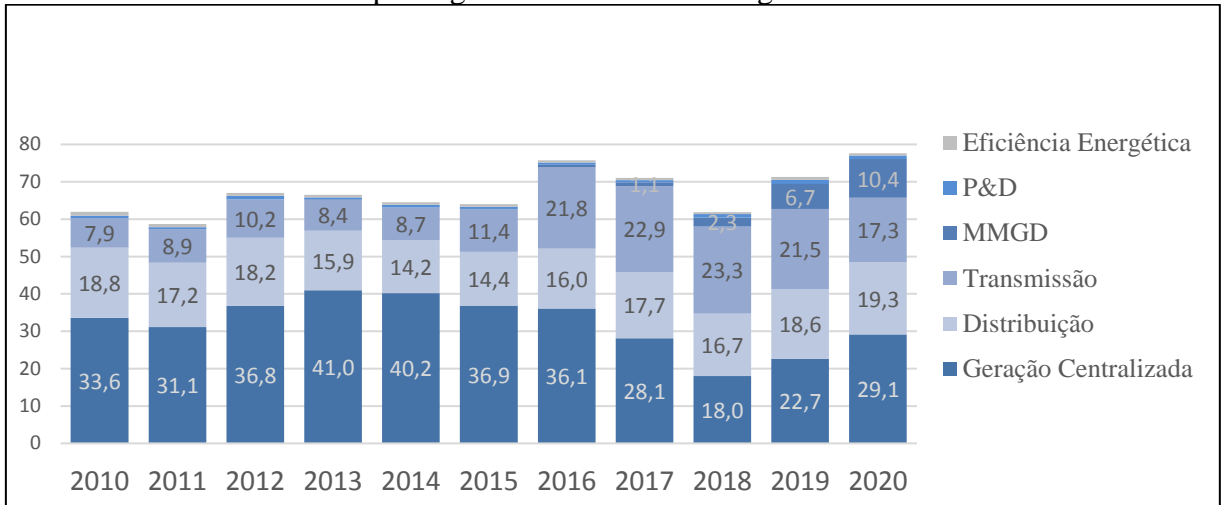
Fonte: Ministério de Minas e Energia (2022).

Percebe-se na Tabela 4 que a energia solar apresentou um crescimento de 55,9% na geração, sendo a maior taxa entre as energias renováveis analisadas. Ainda, sua participação perante as demais formas de geração de energia elétrica saltou de 1,6% para 2,5%, aumentando 56,2%.

Observando o crescimento na busca por alternativas de fontes renováveis que possam substituir os combustíveis fósseis, relata Fernández y Fernandez (2020) que o Brasil também é reconhecido por possuir bons índices de irradiação solar, superando grande parte dos países do mundo. Para Pinto et al. (2019), o Brasil apresenta grande potencial na geração de energia solar, desde o sul até o nordeste do país, sendo que a região sul, mesmo apresentando um clima mais temperado, possui potencial técnico e econômico para exploração da energia solar. O Brasil, além de possuir altos índices de irradiação (FERREIRA et al., 2018), detém grandes reservas de quartzo de qualidade, material usado na fabricação do silício utilizado na fabricação das células fotovoltaicas (FERREIRA et al., 2018; SHIMOMAEBARA; PEYERL, 2021). Dessa forma, segundo Ferreira et al. (2018), tanto os altos índices de irradiação solar quanto as reservas de quartzo podem atrair investidores para o desenvolvimento do mercado interno, vislumbrando a utilização da energia fotovoltaica.

Na década de 2010 a 2020, os investimentos no Brasil acompanharam o crescimento da utilização da energia solar. Conforme informações publicadas pela Empresa de Pesquisa Energética (2020), os investimentos em geração centralizada, aquela que é gerada em grandes usinas e enviadas aos consumidores, foram de aproximadamente R\$ 350 bilhões, sendo que 90% desse recurso foi destinado à energia renovável. Para o processo de transmissão, etapa que se destina a levar a energia produzida até os centros de distribuição, foram investidos cerca de R\$ 162 bilhões. Já para a distribuição, etapa do processo que é responsável por destinar a energia para as residências ou empresas, tiveram aplicações em torno de R\$ 163 bilhões. A geração distribuída, produzida através de sistemas geradores que ficam próximos ou no mesmo local da unidade consumidora, obteve recursos de aproximadamente R\$ 21 bilhões. Por fim, investimentos em pesquisa e desenvolvimento e eficiência energética, que visam melhorar o uso das fontes de energia, somaram quase R\$ 16 bilhões. O Gráfico 1 apresenta a evolução desses investimentos no período de 2010 a 2020.

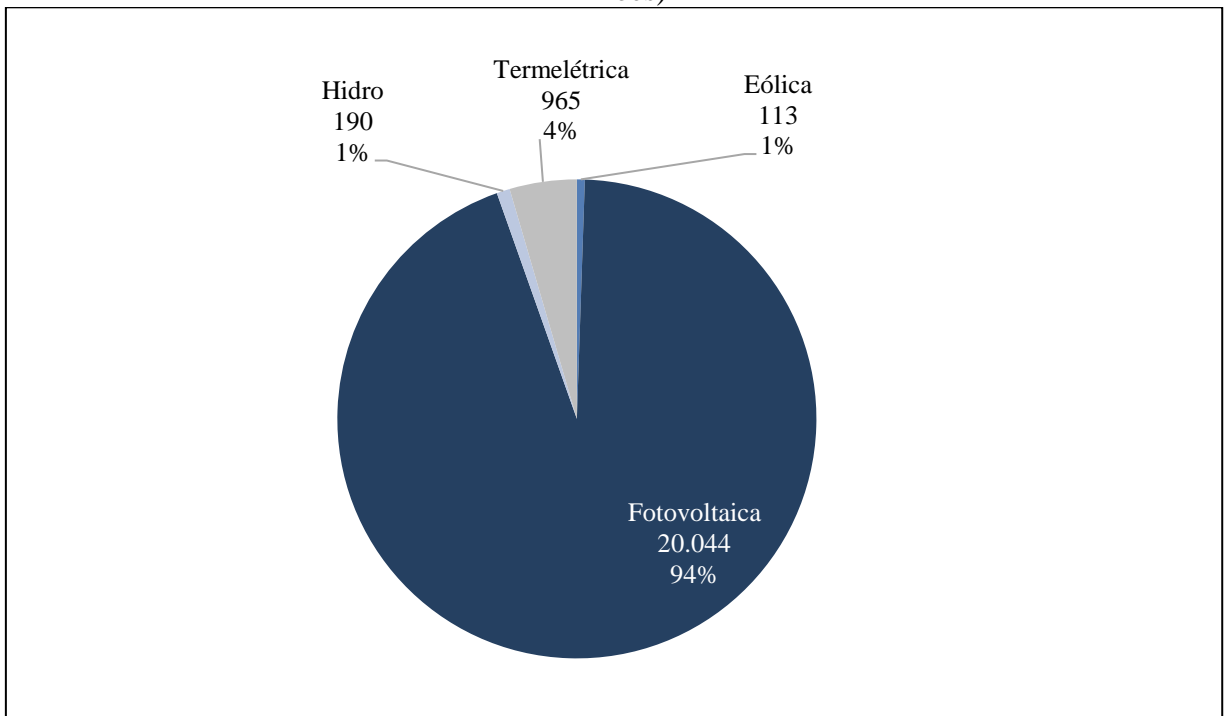
Gráfico 1: Investimentos por segmento no setor de energia no Brasil em bilhões de reais



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2022).

Os dados publicados pela Empresa de Pesquisa Energética para o período de 2010 a 2020 também revelam que, dos 21,3 bilhões de reais aplicados para a geração distribuída, 94% foram destinados à energia fotovoltaica, seguida da energia termelétrica com 4,5%, a hidrelétrica com 0,9% e a eólica com 0,5%. O Gráfico 2 ilustra os números apresentados pelo EPE.

Gráfico 2: Investimentos em mini e micro geração distribuída no Brasil (2010-2020, R\$ milhões)



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2022).



Desta forma, a energia solar no Brasil nos últimos anos vem apresentando forte crescimento em sua utilização. Conforme Rigo et al. (2022), entre 2017 e 2020, o número ativo de instaladores fotovoltaicos no Brasil aumentou de 1600 para 14.200 empresas registradas. Complementam os autores que os instaladores fotovoltaicos são os difusores da tecnologia fotovoltaica, pois ligam a cadeia produtiva ao consumidor final, realizando vendas, projetos, instalações e suportes técnicos. No Rio Grande do Sul, local de instalação do distribuidor foco deste estudo, de acordo com as informações publicadas pela Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR, 2022), desde 2012 o Estado já atraiu mais de 8,4 bilhões em investimentos em energia solar, gerando em torno de 46 mil empregos e arrecadando aproximadamente 2 bilhões aos cofres públicos, estando na terceira posição no ranking nacional da Associação.

A necessidade e o apelo mundial por uso de fontes renováveis tornam a energia fotovoltaica uma tendência para a geração de energia elétrica. Ao encontro, políticas governamentais são aprimoradas para a regulamentação e melhor utilização desse recurso. No próximo subcapítulo são abordadas as políticas governamentais para a energia solar no Brasil.

### **2.3.2. Políticas governamentais para a energia solar**

O uso das energias renováveis vem gerando preocupações para os governos mundiais e o aumento da poluição ambiental e o possível esgotamento das fontes fósseis tem incentivado o uso de fontes renováveis (SOUZA JR., 2022). Em função disso, programas de incentivo ao uso de fontes renováveis têm sido implementados em diversos países (MOOSAVIAN et al., 2013).

Para Kannan e Vakeesan (2016), a energia solar pode ser a melhor opção, uma vez que é a fonte mais abundante dentre as renováveis, além de não ser esgotável e não causar impacto no ecossistema, mantendo o equilíbrio natural. No mundo, diversos países estão buscando regulamentar e estimular a transição da energia esgotável para fontes renováveis como a solar. Nesse sentido, conforme Stecanella et al. (2022), é necessário estabelecer políticas de incentivo adequadas que aumentem a integração do uso da energia fotovoltaica aos sistemas de distribuição. Acrescentam os autores que, para cada política adotada, devem ser analisados os impactos para maximizar os benefícios e minimizar os problemas. Comentam Moosavian et al. (2013) que, no início da década de 2010, já existia no mundo uma variedade de políticas de incentivo para energias renováveis como créditos fiscais de investimentos, leis de preços,

*Renewable Portfolio Standards*, que exige das empresas de fornecimento de eletricidade uma produção mínima de energia mediante fontes renováveis e o *feed in tariff*, que é um mecanismo tarifário para apoiar as políticas públicas orientadas ao desenvolvimento de energias renováveis.

No Brasil, as políticas para incentivar a utilização das energias renováveis tiveram alterações através da Resolução Normativa da Agência Nacional de Energia Elétrica nº 482 de abril de 2012 (ANEEL, 2012). Segundo Costa et al. (2022), a Resolução 482/2012 foi a primeira regulamentação específica de geração distribuída renovável no Brasil, estabelecendo, entre outros aspectos, as regras de compensação para o consumidor de 100% da energia enviada para a rede distribuidora através da política *net metering*. Explicam os autores que *net metering* é o procedimento no qual o consumidor instala geradores de energia e a energia gerada é utilizada para abater o consumo de energia da sua unidade. De acordo com os dados publicados pelo Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2022), a Normativa 482/2012 permite que o consumidor brasileiro consiga gerar sua própria energia elétrica através de fontes renováveis, sendo possível fornecer o excedente para a rede de distribuição da sua localidade. Essa geração também é conhecida como Micro e Minigeração Distribuída de Energia Elétrica.

Para atender às necessidades relacionadas à geração distribuída, em 2015 a Resolução 482/2012 passou por alterações. Entre as modificações, segundo Vian (2021), podem ser citadas as novas definições de microgeração distribuída (referente a centrais com potência instalada de até 75 quilowatts) e de minigeração distribuída (centrais com potência acima de 75 KW e de até 3 MW para fontes hidrelétricas ou de até 5 MW para as demais fontes renováveis). Ainda relata o autor que os créditos para a produção excedente enviada para a rede de distribuição da passam de 36 meses para 60 meses e podem ser abatidos em outras unidades consumidoras do mesmo titular em locais diferentes, desde que seja a mesma rede distribuidora de energia. Conforme Luna et al. (2019), as regulamentações têm sido periodicamente revisadas na tentativa de induzir o crescimento do mercado de energia solar fotovoltaica no Brasil. No entanto, acrescentam os autores que ainda é necessário aprimorar as regulamentações, a fim de reduzir ou isentar equipamentos fotovoltaicos, permitir que a energia excedente possa ser vendida em mercados livres, isentar impostos para instituições sem fins lucrativos e incluir a energia fotovoltaica em programas habitacionais.

Mais recentemente, em janeiro de 2022 foi aprovada pela Presidência da República a Lei nº 14.300/2022. Essa Lei institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS). O SCEE é o sistema no qual o consumidor instala pequenos geradores em sua unidade consumidora como painéis solares fotovoltaicos ou turbinas eólicas e a energia gerada

é usada para abater o consumo de energia elétrica da referida unidade. Já o PERS tem como objetivo financiar a instalação de geração fotovoltaica e outras fontes renováveis para consumidores de baixa renda.

Conforme informações publicadas pela Absolar (2022), a Lei 14.300/2022 possui um prazo de transição de um ano a contar da data de sua publicação no Diário Oficial da União. Um dos objetivos da Lei é a diminuição da compensação de energia injetada na rede distribuidora, pois, se a medição líquida fosse mantida, a produção de energia solar seria maior que a produzida pela a distribuidora de energia elétrica, e possivelmente novos aumentos tarifários seriam necessários para evitar a falência das concessionárias elétricas (COSTA et al., 2022). Acrescentam os autores que, com a nova política regulatória, tarifas estáveis podem ser mantidas ao longo do tempo, resultando em políticas mais apropriadas, principalmente para consumidores que não podem investir em sistemas de geração distribuída.

A Figura 6 compara a Resolução Normativa nº 482/2012 com a Lei nº 14.300/2022, mostrando os componentes utilizados na formação tarifária da energia elétrica, que inclui duas parcelas: a tarifa pelo uso do sistema (TUSD) e a tarifa de energia (TE), segundo Iglesias e Vilaça (2022). Os autores explicam que a TUSD é composta pelas perdas referentes às despesas técnicas e não técnicas, aos encargos que custeiam projetos e ao uso de ativos de transmissão (Fio A) e distribuição (Fio B). Já a TE é formada pelos custos da compra de energia repassados ao consumidor, pelos custos de transmissão, pelas perdas nas redes básicas de energia e pelos encargos para recuperação dos custos envolvendo pesquisa e desenvolvimento.

Figura 6: Comparativo da Normativa 482/2012 com a Lei 14300/2022.



Fonte: Iglesias e Vilaça (2022).

Desta forma, comentam Iglesias e Vilaça (2022) que a compensação tarifária que anteriormente contemplava todos os componentes tarifários, após aprovação da Lei

14300/2022, passou a ser paga somente sobre a energia consumida da rede, representada na Figura 6 pelo Fio B.

Assim, a Lei nº 14.300/2022 vai ao encontro das necessidades relacionadas ao crescimento do uso das energias renováveis, adequando situações a longo prazo. Inserido neste contexto e somados à consolidação do uso da energia fotovoltaica no Brasil, são necessárias estruturas estratégicas para acompanhar o desenvolvimento desse segmento no país. No próximo subcapítulo é abordada a logística de distribuição de geradores solar no Brasil.

#### 2.4. LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO DE GERADORES SOLARES NO BRASIL

A logística de distribuição, conforme detalhado no subcapítulo 2.1 desta dissertação, é parte fundamental nos processos das organizações mundiais. No entanto, percebe-se uma escassez de estudos relacionando o tema com o segmento de geradores solares no Brasil. Para Garlet et al. (2022), a literatura sobre gestão e competitividade da energia fotovoltaica no Brasil é recente e pouco explorada, sendo que teve avanço tardio em relação a países desenvolvidos.

Garlet et al. (2022) explicam que, além da cadeia de valor dos processos que englobam a produção de matéria prima para a fabricação de módulos fotovoltaicos, também devem ser estudados os diversos atores que participam da produção de equipamentos e componentes de sistemas fotovoltaicos, incluindo o desenvolvimento de projetos de instalação e as manutenções dos sistemas já em operação. Complementam os autores que uma análise ampla e detalhada da cadeia de valor contempla todas as atividades necessárias da empresa, desde a concepção, passando pela produção até chegar no consumidor final, acrescentando a desativação e descarte no final da vida útil do produto.

Ao encontro, detalham Rigo et al. (2022) que o agente responsável pelo desenvolvimento do mercado de energia fotovoltaica são as empresas instaladoras, pois projetam e instalam os sistemas fotovoltaicos, sendo os difusores da tecnologia. No entanto, assim como relatam Garlet et al. (2022) que a literatura sobre logística de distribuição relacionada à energia solar no Brasil é pouca explorada, também comentam Rigo et al. (2022) que existem poucos estudos referentes aos processos envolvendo empresas do segmento de instalação, conhecidas no mercado como integradores.

Ainda, para Rigo et al. (2022) nos processos da cadeia das empresas do segmento de energia solar, é possível perceber o elo das organizações instaladoras com os distribuidores de projetos fotovoltaicos. Conforme o autor, a comercialização de projetos de energia fotovoltaica envolve as seguintes etapas; i) contato dos instaladores com os clientes ou procura dos clientes

por instaladores, apresentando suas necessidades; ii) elaboração das cotações; iii) comparação de cotações por parte do cliente; iv) negociação do preço final; v) aceitação ou não da proposta; vi) aquisição dos componentes do sistema fotovoltaico por parte do instalador escolhido; e vii) instalação do sistema fotovoltaico. Através do detalhamento descrito por Rigo et al. (2022), percebe-se que o distribuidor participa de algumas etapas do processo de venda e instalação de um sistema fotovoltaico. Por exemplo, na etapa (ii), os instaladores necessitam estar em contato com os distribuidores das peças que compõem o sistema fotovoltaico para entender a sua disponibilidade em estoque e a variedade de produtos. E nas etapas (vi) e (vii) os integradores (e/ou instaladores) atuam na compra das peças para compor o kit gerador e na posterior instalação do sistema no cliente final.

Conforme comentado por Ferreira et al. (2018), a indústria brasileira de módulos fotovoltaicos ainda é muito cara e, apesar de possuir qualidade, o mercado internacional desses componentes tecnológicos é extremamente competitivo. Ao encontro desse cenário, comentam Martelli et al. (2020) que a importação de matérias primas é uma estratégia utilizada para tornar os produtos mais competitivos.

Para Paschoal (2017), a disponibilidade e a variedade de estoques nos distribuidores são requisitos importantes para que os produtos possam ser entregues aos consumidores em um prazo aceitável. Além disso, Paschoal (2017) comenta que o transporte para a entrega dos materiais, os tempos relacionados, as dificuldades para acessar os locais de instalação e os custos relacionados a essas operações são aspectos igualmente relevantes. Tais aspectos envolvem a logística de distribuição de sistemas fotovoltaicos aos clientes. Esses aspectos são importantes para orientar a definição do escopo e dos procedimentos metodológicos a serem adotados no presente estudo, uma vez que não foram encontrados na literatura estudos específicos sobre o tema.

## 2.5. FERRAMENTAS PARA A MELHORIA DE PROCESSOS NA LOGÍSTICA

Para Viero (2018), as ferramentas da qualidade são recursos utilizados para mensurar o desempenho dos processos, identificar problemas, verificar formas para serem solucionados e promover a melhoria contínua, relacionando o uso das ferramentas com o funcionamento eficiente da gestão organizacional. Tais ferramentas podem ser úteis na busca de melhoria em diversos tipos de processos, entre eles os de natureza logística (VIERO, 2018).

Conforme Seleme e Stadler (2012), a aplicação das ferramentas da qualidade pelas empresas reduz a entrada de produtos de baixa qualidade no mercado e a longo prazo diminui

os custos dos produtos e processos, aumentando a competitividade das organizações. Essas ferramentas variam de técnicas muito simples e diretas a programas mais complexos baseados em estatísticas (SILVA et al., 2013)

Lélis (2012) cita sete ferramentas da qualidade que auxiliam na resolução de problemas e na melhoria de processos: i) fluxograma; ii) folha de verificação; iii) histograma; iv) gráfico de pareto; v) digramas de correlação; vi) Ishikawa (também conhecido como espinha de peixe); e vii) gráfico ou painel de controle. Já Carpinetti (2012), além dessas sete ferramentas, agrega outras que podem ser aplicadas no gerenciamento organizacional, sendo: i) diagrama de relações; ii) diagrama de afinidades; iii) diagrama em árvores; iv) matriz de priorização; v) matriz de relações; vi) diagrama de processo decisório; vii) diagrama de flechas; viii) 5S; ix) mapeamento de processos e; x) 5W2H. O quadro 1 apresenta de forma resumida as finalidades das ferramentas citadas anteriormente.

Quadro 1: Ferramentas da qualidade e finalidades

Finalidade	Ferramenta
Identificação e priorização de problemas	Matriz de relações
	Fluxograma
	Diagrama de relações
	Diagrama de afinidades
	Gráfico de Pareto
	Mapeamento de processos
	Matriz de priorização
	Diagrama de causa e efeito (Ishikawa)
Elaboração e implementações de soluções	Diagrama de árvore
	Diagrama de processo decisório
	Diagrama de flechas
	5W2H
	5S
Verificação de resultados	Folha de verificação
	Histograma
	Gráfico de controle

Fonte: Adaptado de Carpinetti (2012).

De acordo com Dos Anjos Junior et al. (2018), podem-se acrescentar às ferramentas citadas anteriormente os KPIs (*key performance indicators*) também conhecidos como indicadores-chave de desempenho, que têm por finalidade analisar a tarefa realizada, seu desempenho e objetivos determinados, retratando o andamento do processo em partes ou de forma geral. Para Cassettari et al. (2009), a gestão de indicadores é uma parte fundamental na

gestão estratégica, na obtenção de resultados concretos e na implantação de projetos de melhoria contínua. Complementam Dos Anjos Junior et al. (2018) que os KPIs se caracterizam como uma ferramenta de medição de desempenho das atividades, buscando entender se os objetivos estão sendo atingidos e se são necessárias medidas corretivas para a melhora do resultado analisado. Assim, o monitoramento dos indicadores deve ser constante, com tempos de verificações padronizados, possibilitando o desenvolvimento de uma base de informações ao longo do tempo (DOS ANJOS JUNIOR et al., 2018).

Associando os KPIs à logística, relatam Cai et al. (2009) que melhorar o desempenho na cadeia logística tornou-se uma das questões críticas para obter vantagens competitivas nas organizações, mediante o aperfeiçoamento dos processos envolvendo a logística integrada. Jesus e Laurindo (2019) apresentam os indicadores na logística em quatro grupos: i) indicadores de processos, que auxiliam os gestores a identificar em qual parte da cadeia produtiva são necessários ajustes; ii) indicadores de resultados, que tratam da eficácia do processo logístico; iii) indicadores de produtividade, voltados para horas trabalhadas e tempos de processamento de processos e; iv) indicadores de produção, que estão diretamente associados ao indicador de produtividade, porém, de forma macro. Assim, complementam os autores que a produção de informações através dos indicadores focalizados na cadeia logística ajuda na interpretação da eficiência e eficácia dos processos.

Para a geração das informações, além da pesquisa de campo, existem sistemas gerenciais que auxiliam no levantamento de dados e trazem históricos e conhecimentos armazenados nos bancos de dados das empresas. Para essa afirmação, explica Ribeiro (2020) que os sistemas de informações gerenciais apresentam relatórios de desempenho em tempo passado ou presente, permitindo auxiliar no planejamento futuro da organização. Ao encontro, Laudon e Laudon (2014) acrescentam que existem quatro grandes tipos de sistemas organizacionais integrados: i) sistemas integrados; ii) sistema da cadeia de suprimentos; iii) sistema de gestão do relacionamento com clientes; iv) sistema de gestão do conhecimento.

O sistema integrado, também conhecido como *Enterprise Resource Planning* (ERP), tem como objetivo a integração dos processos relativos a negócios inerentes a diversas áreas, combinando informações em um software único (RIBEIRO, 2020). Complementa o autor que o sistema ERP pode oferecer visibilidade aos fornecedores e controle aos pedidos disponibilizados para a empresa.

O sistema de gestão da cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management System*) é considerado um sistema interorganizacional, pois permite que as empresas estabeleçam vínculos eletrônicos com clientes e fornecedores, podendo alinhar processos e atividades com

outras organizações (RIBEIRO, 2020). De maneira geral, complementa o autor que o sistema de gerenciamento da cadeia de suprimentos tem por finalidade auxiliar fornecedores e envolver outros autores da cadeia logística como, por exemplo, distribuidores e operadores logísticos. Ao encontro, Izidoro (2016) relata que um dos objetivos da cadeia logística é levar a quantidade correta de produtos do ponto de produção até o ponto de consumo no menor tempo e custo possível. Nessa cadeia, podem ser relatados dois sistemas de gestão que estão diretamente ligados ao presente estudo: i) o sistema de gestão de armazenagem e; ii) o *Transport Management System* (TMS). Segundo Luz et al. (2019), o WMS tem como funções gerenciar todas as mercadorias do armazém e as atividades relacionadas como recebimento, movimentação interna e expedição, sendo que se pode acompanhar o fluxo de mercadorias no armazém de modo instantâneo. Já o TMS oferece apoio à gestão das atividades de transporte, independentemente do modal utilizado como, por exemplo, com funções direcionadas para análise dos valores de fretes contratados, prazos das entregas por cidades de destino, acompanhamento das ocorrências das mercadorias em trânsito e valor de frete por transportador (LUZ et al. 2019).

Para Ribeiro (2020), o sistema de gestão do relacionamento com o cliente ou *Customer Relationship Management* (CRM) fomenta a relação da empresa com seus clientes mediante dados associados ao perfil dos mesmos, indicadores de vendas e de atendimento ao consumidor. Acrescenta Sabin (2020) que o CRM se refere a um conjunto de práticas de negócios focadas nos clientes que podem ser utilizadas para gerenciar as relações com os mesmos, antecipando necessidades e desejos, bem como aumentando a rentabilidade da organização e a assertividade nas campanhas de vendas. Complementa Ribeiro (2020) que o CRM tem por objetivo potencializar a satisfação e a retenção dos clientes, e melhorar a qualidade da prestação de serviços oferecidos pela organização.

Finalmente, o sistema de gestão do conhecimento (SGC), segundo Ribeiro (2020), possibilita que as empresas melhorem seus processos e decisões por meio de consultas a uma base de dados desenvolvida com a proposta de administrar um histórico de conhecimento da organização, sendo que as informações não se resumem apenas ao contexto interno, mas também apresentam fontes externas de conhecimentos. Para o autor, através do SGC é possível identificar, reunir, armazenar e compartilhar as informações de grande valia para a organização, documentando o conhecimento de forma fácil de ser compreendido através de artigos passo a passo, vídeos e imagens. Complementa Izidoro (2016) que a formação de uma base de informações fornece vantagem estratégica a longo prazo para a organização.



A escolha da ferramenta mais adequada a determinada empresa dependerá de suas metas e de seus recursos para ir ao encontro do desenvolvimento dos indicadores ideais para a melhoria dos processos logísticos. Portanto, é preciso uma avaliação de cada empresa para a escolha das ferramentas mais adequadas.

### 3. MÉTODO

Neste capítulo é apresentado o método de pesquisa utilizado neste estudo. Primeiramente é apresentada a caracterização do estudo, que seguiu uma abordagem qualitativa exploratória. E na sequência são descritos os procedimentos adotados para sua operacionalização.

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo foi desenvolvido mediante uma pesquisa qualitativa exploratória. Uma das principais características desse tipo de pesquisa é que ela busca compreender a natureza dos fenômenos e os significados atribuídos aos mesmos pelos participantes. Segundo Creswell (2014), a pesquisa qualitativa explora fenômenos em profundidade, usando técnicas de coleta de dados como entrevistas, observação e análise de documentos para obter uma compreensão mais profunda do fenômeno em estudo. Outra característica importante da pesquisa qualitativa exploratória é que ela tende a ser flexível e iterativa, permitindo que o pesquisador ajuste sua abordagem à medida que coleta e analisa os dados (MERRIAM, 2009). Segundo o autor, isso se deve ao fato de que os fenômenos estudados por esse tipo de abordagem normalmente são complexos e dinâmicos, tornando necessário esse tipo de ajuste.

Existem diferentes tipos de pesquisa qualitativa exploratória, dependendo dos objetivos, do fenômeno estudado e dos procedimentos de coleta e análise de dados utilizados. Um deles é o estudo de caso, que foi a estratégia utilizada na presente pesquisa. De acordo com Yin (2015), o estudo de caso é uma estratégia apropriada para pesquisas exploratórias, pois permite uma análise detalhada de múltiplas fontes de dados em seu contexto natural.

Para a descrição e análise do caso estudado, foram levados em consideração os diferentes processos compreendidos na logística de distribuição da empresa, como armazenamento, transporte, embalagem e distribuição. A partir da análise desses processos, buscou-se identificar os problemas existentes, as possíveis alternativas para sua solução, e os possíveis benefícios e dificuldades de implantação de cada alternativa, indicando-se as mais adequadas. Com isso, chegou-se ao cumprimento dos objetivos estabelecidos na presente dissertação.

### 3.2. OPERACIONALIZAÇÃO DA PESQUISA

Nesta seção é descrita a operacionalização da pesquisa, sendo apresentadas suas etapas e os procedimentos adotados para a coleta e análise de dados. Após a estruturação inicial da pesquisa, com a definição do problema, dos objetivos, do referencial teórico e da abordagem metodológica a ser adotada (estudo de caso), a mesma foi operacionalizada em seis etapas, de acordo com o Quadro 2.

Quadro 2: Etapas e procedimentos da pesquisa

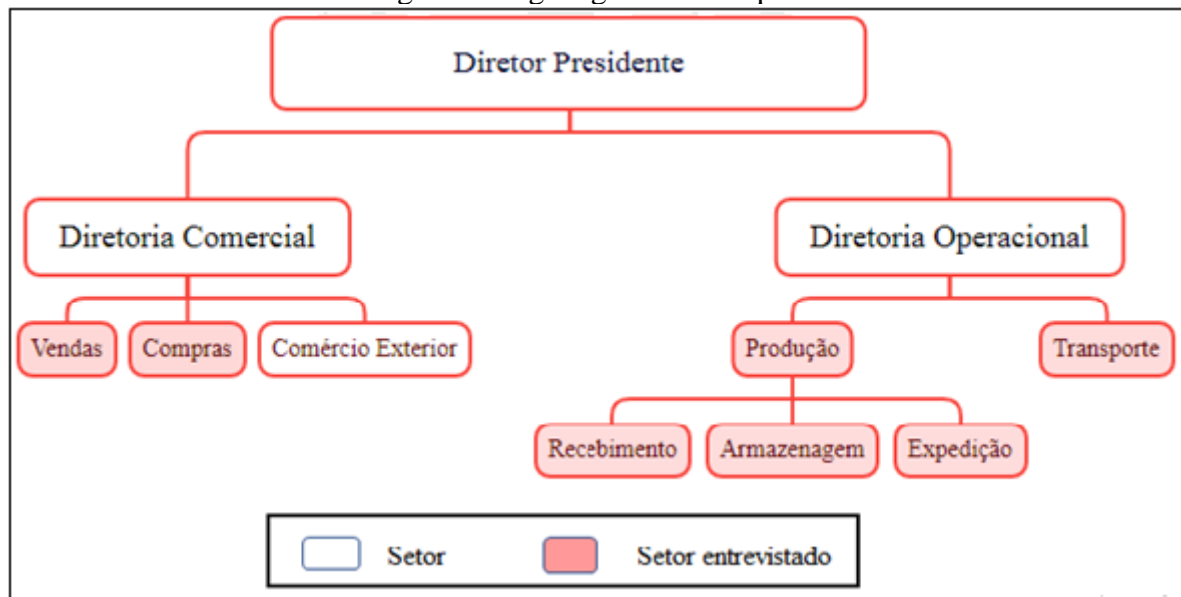
<b>Etapa da pesquisa</b>	<b>Procedimentos de coleta, análise e interpretação dos dados</b>	<b>Ações de melhoria e plano de implementação das soluções propostas</b>
Etapa 1	Realização de entrevistas com funcionários	
Etapa 2	Transcrição e análise de conteúdo das entrevistas	
Etapa 3	Análise documental	
Etapa 4	Mapeamento e análise do processo atual, tendo como base as etapas anteriores	
Etapa 5		Proposição de melhorias à empresa
Etapa 6		Plano de ação para implementação das melhorias propostas

Fonte: Autor (2024).

A coleta de dados em estudos de caso pode ser feita por meio de várias técnicas, como entrevistas, observação e análise de documentos. No caso do presente estudo, a coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas com funcionários da empresa (etapa 1), bem como pela análise de documentos e registros da mesma (etapa 3).

Na etapa 1, foram entrevistados seis colaboradores relacionados aos setores de compras, produção, recebimento, armazenagem, expedição, transporte e vendas, que executam atividades gerenciais e operacionais na organização (Figura 7). Na formulação do roteiro de entrevistas (Apêndice B), foi elaborada, inicialmente, uma pergunta introdutória com a intenção de avaliar a percepção geral do entrevistado sobre os processos envolvendo a logística interna e externa da organização. De acordo com Inza (2006), a logística interna é responsável por planejar e gerenciar todos os fluxos de materiais que ocorrem dentro da empresa, enquanto a logística externa tem como foco a gestão dos fluxos dos produtos entre a empresa e os clientes. Após essa primeira pergunta, foram elaboradas três questões centrais para analisar, a partir da ótica dos entrevistados, as atividades logísticas realizadas pela empresa e as possíveis melhorias que poderiam ser implementadas. Por fim, foram elaboradas duas perguntas de fechamento, abordando os possíveis benefícios das melhorias sugeridas, bem como as dificuldades potenciais para sua implantação na organização.

Figura 7: Organograma da empresa



Fonte: Autor (2024).

Para facilitar a interpretação dos resultados e preservar a identidade dos participantes, os entrevistados foram codificados de acordo com o Quadro 3, que também indica quais perguntas foram respondidas por cada entrevistado.

Quadro 3: Perguntas respondidas por cada entrevistado

Entrevistados	Perguntas					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
E1	X	X	X	X	X	X
E2	X	X	X	X	X	X
E3	X	X	X	X	X	
E4		X	X	X	X	
E5	X	X	X	X	X	X
E6	X	X	X	X	X	X

Fonte: Autor (2024).

A quantidade de entrevistas realizadas foi definida com o objetivo de obter a saturação de resultados. De acordo com Minayo (2017), em relação à saturação, os pesquisadores se preocupam menos com as generalidades e mais com o aprofundamento e diversidade do processo de compreensão do tema em estudo. Complementa a autora que não existe um ponto de saturação definido *a priori* e que nunca a quantidade de abordagens em campo pode ser uma representação burocrática e formal estabelecida em números, prevalecendo a certeza do pesquisador que encontrou a lógica interna do seu objeto de estudo.

Os dados coletados foram organizados e analisados (etapa 2) de forma qualitativa, mediante procedimentos de análise de conteúdo (BARDIN, 2011), buscando identificar as principais tendências e padrões nos processos logísticos da empresa, bem como as oportunidades de melhoria existentes. A análise de conteúdo é uma técnica de pesquisa

qualitativa que envolve a identificação, a codificação e a categorização de padrões temáticos presentes em dados textuais, visuais ou auditivos (KRIPPENDORFF, 2013). Essa técnica tem como objetivo identificar as mensagens inseridas no conteúdo textual, permitindo a identificação de relações, conceitos e categorias que emergem dos dados coletados (BARDIN, 2011). As características principais da análise de conteúdo incluem a sua flexibilidade, permitindo que seja aplicada em diversas áreas e em diferentes tipos de dados; a sua abordagem sistemática e objetiva, que permite identificar as categorias e os padrões existentes; e a sua capacidade de trazer à tona as percepções, as opiniões e as experiências dos entrevistados (NEUENDORF, 2016), neste caso, representados pelos funcionários da empresa estudada. Seguindo-se as orientações de Bardin (2011) e Neuendorf (2016), nos procedimentos da análise de conteúdo foram incluídas a exploração do material, a categorização dos dados e a interpretação dos resultados.

A análise de conteúdo foi complementada pela análise documental (etapa 3), o que permitiu a triangulação dos dados. Conforme Yin (2016), em pesquisa, a triangulação de dados tem por objetivo buscar mais de uma fonte para confirmar um evento, descrição ou fato, reforçando a validade do estudo. Nesse sentido, foram analisados relatórios extraídos do sistema ERP da empresa referentes ao ano de 2022, relacionados às vendas dos produtos, à frequência de compras realizadas pelos integradores e ao faturamento anual, com o objetivo de apoiar o conhecimento sobre os processos operacionais da organização.

A partir da análise do conteúdo das entrevistas e da análise documental, foi possível mapear e analisar o processo atual existente na empresa (etapa 4). Assi e Garcia (2023) citam quatro tipos de fluxogramas que podem ser utilizados para o mapeamento dos processos: i) linear ou blocos, mais utilizados em instruções de trabalhos modestas e macrofluxo de processos; ii) simples, aplicado em processos singelos que dependem de uma condição para execução da atividade; iii) funcional, aplicado para processos que não se completam em uma única área; e iv) fluxograma padrão ANSI, que foi desenvolvido pelo *American National Standards Institute* e, de acordo com Lemes (2018), detalha o processo desejado em atividades, definindo os responsáveis por sua execução. Entre esses quatro fluxogramas, o funcional é o que mais apresenta aderência ao presente estudo, uma vez que os processos percorrem por mais de um setor da organização. A partir do mapeamento por meio de um fluxograma funcional (etapa 4), foi possível analisar os processos existentes, visualizar eventuais obstáculos.

A análise de conteúdo, a análise documental e a análise do processo, em seu conjunto, permitiram a proposição de ações de melhoria à empresa (etapa 5). Essas melhorias foram sistematizadas em um plano de ação elaborado por meio da ferramenta 5W2H (etapa 6).

Segundo Arruda (2020), esse instrumento consiste em uma estrutura para que as atividades possam ser desenvolvidas e acompanhadas com maior clareza. Acrescenta Daychoum (2013) que o método consiste em fazer perguntas com o objetivo de obter informações primordiais para o apoio do planejamento de forma geral, sendo que a terminologia 5W2H é oriunda dos termos da língua inglesa *What* (o que?), *Who* (quem?), *Why* (por que?), *Where* (onde?), *When* (quando?), *How* (como?) e *How much* (quanto?). Isso encontra eco nas orientações de Slack et al. (2019), que afirmam que a implementação bem-sucedida de soluções logísticas requer planejamento cuidadoso, envolvimento dos funcionários e monitoramento constante dos resultados.

## **4. RESULTADOS**

Este capítulo expõe, através de três seções, os resultados obtidos a partir da aplicação dos procedimentos metodológicos apresentados anteriormente. Na seção 4.1 é apresentada a transcrição e análise das entrevistas. Já na seção 4.2 são descritos os resultados da análise documental. Por fim, na seção 4.3 é apresentado o mapeamento e análise do processo atual, acrescido de um plano de ação utilizando a ferramenta 5W2H para as sugestões de proposições de melhorias identificadas no presente estudo.

### **4.1 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS ENTREVISTAS**

Neste subcapítulo são exibidos os resultados das entrevistas realizadas com os funcionários da empresa. A análise de conteúdo foi estruturada de acordo com o tema das questões que compuseram o roteiro de entrevistas conforme Apêndice B.

#### **4.1.1. Percepção geral sobre os processos logísticos**

Com relação aos processos logísticos da empresa, todos os entrevistados (E1 a E6) afirmaram que as atuais atividades são bem definidas e claras entre todos os colaboradores e setores da organização. Porém, os entrevistados E3 e E5 mencionaram que, apesar da padronização dos processos, existem solicitações de exceções que acabam prejudicando o pleno funcionamento das atividades internas.

Em relação aos relatos envolvendo a logística externa da empresa, os entrevistados E3 e E6 apresentaram uma mesma percepção em relação aos processos de expedição, relatando que as atividades de coleta das mercadorias poderiam ser melhor organizadas com programações de horários estabelecidos com as transportadoras. Ao encontro, o entrevistado E2 enfatizou a necessidade do desenvolvimento dos processos na busca da melhoria organizacional. Acrescentou o entrevistado E6 que parte desse desenvolvimento ainda não aconteceu por consequência do problema de performance dos transportadores contratados, que acabam declinando do serviço em razão das dificuldades encontradas para concluir suas entregas e, ainda, alguns integradores (clientes), que são entrantes no mercado e não possuem conhecimentos ou não repassam para o distribuidor todas as necessidades que envolvem a compra de seu material.

Já o entrevistado E5, além de relatar processos bem definidos no que se refere à logística interna da empresa, relatou uma preocupação relacionada aos prazos de entrega para vendas interestaduais. Ainda, salientou o entrevistado da falta de acuracidade do inventário da organização e acrescentou também a importância da sazonalidade tanto para compra de insumos quanto para a venda dos geradores solares. Em função disso, a programação de compras precisa estar atenta às oscilações que o mercado pode vir a sofrer. O Quadro 4 esboça os principais fatores relacionados à percepção geral dos entrevistados sobre os processos logísticos da empresa.

Quadro 4: Percepção geral sobre os processos logísticos

Fatores	Entrevistados						Soma
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Padronização dos processos	X	X	X	X	X	X	6
Programações de horários para coleta das mercadorias		X	X			X	3
Problema de performance dos transportadores contratados						X	1
Falta de acuracidade de estoque					X		1
Prazo de entrega aos clientes					X		1
Sazonalidade do mercado					X		1
Soma	1	2	2	1	4	3	13

Fonte: Autor (2024).

Em termos gerais, observa-se que os entrevistados são conhecedores dos atuais processos e atividades da empresa. Entre os principais fatores citados, destacam-se a padronização dos atuais processos da empresa e a necessidade de horários programados para a coleta das mercadorias. Por outro lado, percebem-se também exceções em alguns processos tais como o recebimento de cargas que não tiveram seu agendamento de descarga programado e as coletas no setor de expedição em horários alternativos, não havendo planejamento pré-estabelecido.

#### 4.1.2. Etapas do processo logístico

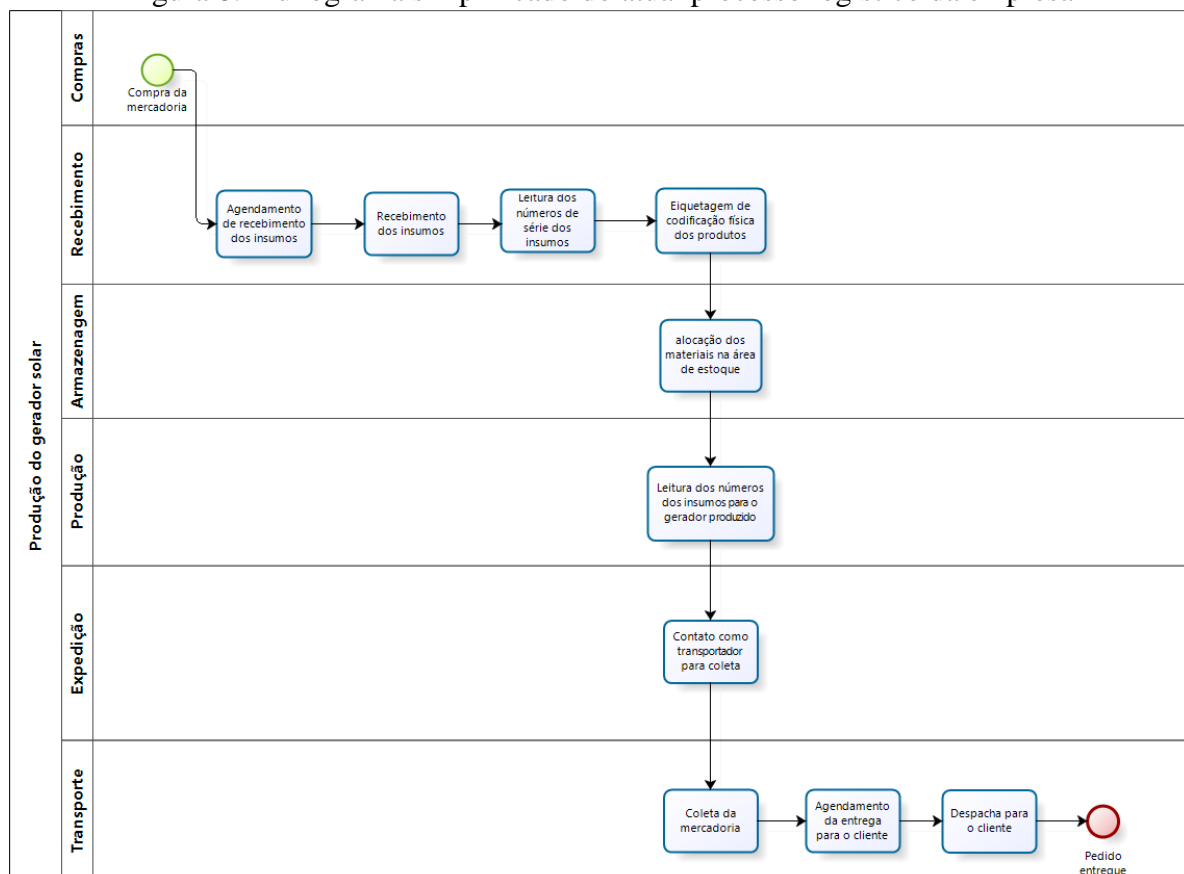
Nesta pergunta, os entrevistados E3, E4 e E6 comentaram as mesmas etapas em relação ao processo da logística interna da empresa, sendo elas o recebimento de materiais, a armazenagem, a produção dos pedidos e a expedição. O entrevistado E2, por sua vez, acrescentou que, além da etapa de recebimento, há também uma fase de programação de agendamento das entregas para as compras realizadas pela organização. De acordo com o entrevistado, essa etapa antecede o recebimento das mercadorias.

Já os entrevistados E1 e E5 abordaram etapas voltadas à negociação e acompanhamento das compras, sendo que os materiais adquiridos no mercado externo têm prazo médio de três



meses desde à aquisição até a chegada na empresa. Ainda, os entrevistados E2, E4, E5 e E6 acrescentaram outras etapas e atividades que fazem parte da organização, sendo que o E2 e o E6 trouxeram relatos para a etapa externa relacionada ao agendamento da entrega do gerador para o cliente final, que é executada pelo transportador contratado. Já o entrevistado E5, além de falar do recebimento das mercadorias, comentou sobre a leitura dos seriais dos produtos para fins de rastreabilidade dos materiais recebidos. E o entrevistado E4, por sua vez, fez comentários mais refinados sobre alguns processos como, por exemplo: i) a identificação dos produtos com etiquetas de codificação interna, referentes ao cadastro que cada produto recebe ao ser adquirido; ii) a necessidade de leitura dos seriais dos produtos para evitar erros de envio dos kits de geradores; e iii) o processo de contato com o transportador para coleta dos produtos vendidos que é realizado pelos colaboradores do setor de expedição. Esse contato com o transportador se dá via e-mail para registro da informação e, assim, a solicitação da coleta é programada para o próximo dia útil, para que o transportador tenha tempo de selecionar e preparar o veículo de acordo com o volume de carga que será embarcada aos clientes. A partir da análise do conteúdo desta questão, foi possível elaborar um fluxograma simplificado do atual processo logístico da empresa (Figura 8).

Figura 8: Fluxograma simplificado do atual processo logístico da empresa



Fonte: Autor (2024).

Conforme se observa na Figura 8, o processo operacional relatado pelos entrevistados transita por seis etapas, sendo: i) compras; ii) recebimento; iii) armazenagem; iv) produção; v) expedição; e vi) transporte. Segundo a percepção dos entrevistados, apresentadas no subcapítulo 4.1.1, é possível perceber alguns pontos que podem ser discutidos para buscar melhorias como, por exemplo, situações envolvendo problemas de performance de transportadores contratados. Dessa forma, o subcapítulo a seguir, aprofunda possíveis problemas e dificuldades relatadas pelos entrevistados.

#### **4.1.3. Problemas e dificuldades**

Em relação aos principais problemas e dificuldades encontrados no processo logístico da empresa, os entrevistados E1 e E5 comentaram questões relacionadas ao sistema ERP da empresa. O entrevistado E5 relatou divergências nos saldos de estoque entre o ERP da empresa e a plataforma de vendas pela internet. Já o entrevistado E1 citou divergências nos prazos de entrega aos clientes, que são extraídas do sistema ERP da empresa e que não adiciona aos prazos de produção os prazos de entrega do sistema TMS da organização, ocasionando distorções das informações quanto ao tempo desde o fechamento da compra até a entrega no cliente. Dessa forma, a área comercial acaba informando um prazo diferente na negociação com o cliente, que pode ser maior ou menor do que o realmente necessário para efetivação da compra à entrega.

Os entrevistados E2, E3 e E4, por sua vez, abordaram problemas relacionados ao agendamento do recebimento das mercadorias compradas pelo setor de suprimentos da empresa. Ainda, relataram a falta de comunicação por parte dos transportadores para formalização da chegada dos produtos, gerando gargalos no processo de recebimento. Entende-se que essa responsabilidade é da empresa que contrata seus prestadores de serviço e, portanto, deve exigir que o transportador execute suas atividades de acordo com as regras definidas por ela, como o cumprimento do contato de agendamento para a entrega da mercadoria. Percebe-se, também, que a comunicação entre os setores de compras e recebimento pode ser aprimorada, assim como a comunicação entre a empresa e os transportadores. Acrescentou o entrevistado E3 que, mesmo os transportadores que entram em contato para agendar as entregas, por vezes, acabam atrasando, deixando de cumprir com os horários estabelecidos previamente. Repara-se que, mesmo não cumprindo com as exigências e agendamentos para o recebimento das cargas, por vezes, a empresa é flexível e a recebe das transportadoras. Essa flexibilidade pode gerar relaxamento por parte do setor de compras ao não exigir do fornecedor e do transportador que cumpram com suas obrigações relativas ao processo de entrega. Portanto, observa-se uma

necessidade de que a empresa informe e cobre o cumprimento de todos os seus processos internos e externos, evitando flexibilizações nos horários de recebimento agendados tanto com relação aos funcionários quanto com os transportadores.

Na distribuição, percebe-se a mesma situação. O entrevistado E4 relatou que, apesar de haver horários de coleta preestabelecidos, por vezes, os transportadores não cumprem os mesmos, gerando atrasos nos processos de expedição dos produtos aos clientes. Já os entrevistados E2 e E6 relataram problemas relacionados à entrega final ao cliente. Segundo o entrevistado E6, no ato da venda, por vezes o setor comercial não questiona o cliente sobre as dificuldades locais, gerando problemas na entrega e aumentando os custos logísticos. Em algumas localidades de difícil acesso, por exemplo, o transporte é realizado por caminhões pequenos que não comportam o projeto fotovoltaico. Nessas situações, é necessário contratar um transporte especializado, o que acaba gerando um custo adicional à empresa que poderia ter sido informado no momento da compra.

Já o entrevistado E5 mencionou também uma dificuldade relacionada à localização geográfica da empresa, que está situada no estado Rio Grande do Sul. Como parte dos insumos são comprados no mercado internacional, há uma demora para os processos de nacionalização das cargas até a chegada na região sul. Acrescenta o entrevistado que parte dos seus concorrentes estão situados na região sudeste, o que facilita a chegada das cargas, devido à frequência de serviços marítimos no porto de Santos-SP, o que permite que as compras cheguem mais rápido. As compras realizadas pela empresa, por outro lado, chegam pelo porto de Rio Grande-RS, devido à sua proximidade com a empresa. No entanto, esse porto conta com uma menor quantidade e frequência de serviços marítimos. No entanto, cabe salientar que, caso a empresa optasse por receber as mercadorias no porto de Santos, precisaria contratar um frete rodoviário até a região sul, o que aumentaria o custo logístico. Isso vai ao encontro do faturamento anual da empresa, informado no subcapítulo 1.1, o qual mostra que aproximadamente 70% das vendas estão concentradas na região sul do Brasil. Cabe salientar, também, que a atual localização da empresa tem limitado sua atuação além da região sul do Brasil, dificultando o seu atendimento ao mercado da região sudeste, que constitui o principal polo de distribuidores de produtos para projetos fotovoltaicos no país. Em função disso, a empresa abriu uma filial em Itapevi-SP, iniciando suas atividades no segundo semestre de 2023. O Quadro 5 apresenta os principais problemas e dificuldades na logística da empresa mencionados pelos entrevistados.

Quadro 5: Problemas e dificuldades na logística da empresa

Fatores	Entrevistados						Soma
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Falha na comunicação para execução dos processos de agendamento e recebimento das compras		X	X	X			3
Divergências de informações entre o ERP e o TMS	X				X		2
Falha na comunicação entre o setor comercial e cliente para compreender as possíveis dificuldades para entrega do pedido		X				X	2
Falha na programação de coleta no setor de expedição				X			1
Dificuldade de expansão das vendas para as regiões centro oeste, norte e nordeste						X	1
Soma	1	2	1	2	1	2	9

Fonte: Autor (2024).

Observa-se que as falhas de comunicação (interna e externa) e as divergências de informações entre sistemas são os principais aspectos a serem considerados pela empresa. Tais aspectos constituem possíveis melhorias, conforme será detalhado na próxima seção.

#### 4.1.4. Possíveis melhorias

Os entrevistados E1 e E5 relataram possíveis melhorias a serem implementadas para solucionar os problemas relacionados às divergências encontradas nos sistemas gerenciais da empresa. O entrevistado E1 comentou que a criação de controles de acesso para os usuários com limitações de uso facilitaria a identificação de possíveis erros de cadastro ou alterações nas bases de dados do ERP. Nesse sentido, sugere-se que a organização revise seu ERP, com intuito de mapear os recursos disponibilizados na versão atual para, posteriormente, com o auxílio da Direção, hierarquizar os acessos ao sistema de acordo com as funções e autonomia dos seus colaboradores, evitando inserções errôneas de dados. Ao encontro, entende-se ser necessário rever as integrações entre os sistemas TMS e ERP quanto aos prazos de produção e entrega para alinhar as informações aos clientes desde a efetivação da compra até a entrega.

Já o entrevistado E5 sugeriu que a organização faça uma revisão nas configurações e parametrizações que interligam os sistemas gerenciais da empresa, com intuito de identificar se existem falhas nos processos informatizados. Ainda, o entrevistado E5 acrescentou que, no que se refere ao problema referente à localização geográfica da empresa (Estado do Rio Grande do Sul) e à morosidade nos processos de nacionalização das cargas pelo porto de Rio Grande, a organização já começou a realizar algumas importações pelo porto de Santos e tem percebido maior agilidade nos processos. A partir de janeiro de 2024, a empresa recebeu a primeira importação pelo porto de Santos para abastecer sua filial localizada em Itapevi-SP, região metropolitana de São Paulo. Através dessa filial, a empresa pretende reorganizar os estoques e

oferecer aos seus clientes geradores fotovoltaicos produzidos no estado de São Paulo, estando mais próxima das regiões centro-oeste, norte e nordeste.

Os entrevistados E2 e E3 sugeriram uma programação de treinamentos para os processos relacionados ao recebimento das cargas. O entrevistado E3 propôs ir além, introduzindo os processos aos fornecedores e setores internos que têm participação direta na execução das rotinas de recebimento das cargas.

O entrevistado E4 citou que os processos que envolvem a organização e expedição podem ser melhorados através de programações de horários predefinidos com os transportadores. Adicionalmente, o entrevistado mencionou que talvez seja necessário insistir mais com os transportadores para o cumprimento das regras. Entende-se que o ideal seria a organização desenvolver um plano de avaliação dos transportadores, pois a responsabilidade pela plena execução dos processos é da contratante e, para isso, o sistema de avaliação de desempenho ajudaria a empresa a perceber, através de dados, quais transportadores estão atuando conforme os processos pré-estabelecidos e adequados à empresa.

Acrescentou o E6 que, para melhorar as atividades tanto de expedição quanto de entrega das mercadorias aos clientes, os transportadores poderiam dedicar veículos especiais para comportar os volumes de cada projeto produzido. No entanto, deve-se avaliar o impacto da disponibilização de veículos exclusivos nos fretes e nos preços dos produtos aos clientes. Nesse sentido, uma alternativa é a disponibilização desse serviço nos canais de venda da empresa como um adicional aos clientes. O Quadro 6 apresenta uma síntese dos principais pontos de melhoria identificados com a análise de conteúdo das entrevistas.

Quadro 6: Possíveis melhorias para a logística da empresa

Fatores	Entrevistados						Soma
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Aprimoramento da interface entre o ERP e o TMS	X				X		2
Treinamentos periódicos entre setores		X	X				2
Importações por mais de um porto					X		1
Disponibilização de frete exclusivo para envio do projeto						X	1
Avaliação de desempenho dos transportadores				X			1
Soma	1	1	1	1	2	1	7

Fonte: Autor (2024).

Conforme se observa no Quadro 6, os principais fatores que emergiram das entrevistas foram: i) o aprimoramento do ERP, incluindo o controle de acesso ao sistema, visando diminuir a inserção de informações incorretas, e a melhoria da interface entre o ERP e o TMS; e ii) a realização de treinamento periódico entre os setores, visando desenvolver nos colaboradores uma visão ampliada dos processos da organização, contribuindo para soluções entre setores

internos e externos. Pode-se considerar as soluções apresentadas viáveis, ainda que requeiram um tempo para implementação e precisem ser avaliadas quanto a seus custos.

#### **4.1.5. Potenciais benefícios da implantação das melhorias**

Quanto aos potenciais benefícios da implantação das melhorias sugeridas, o entrevistado E1 relata que, em relação às informações divergentes entre sistemas gerenciais utilizados pela empresa, o principal benefício seria a acuracidade das informações, trazendo segurança para todos os setores da organização e replicando confiança para os clientes sobre recebimento de mercadorias, saldos em estoque e prazos de entregas. Outro benefício potencial seria a redução dos tempos para a checagem de informações, que precisam ser verificadas e confirmadas por diferentes colaboradores e setores da empresa, gerando incerteza e perda de tempo.

Os entrevistados E2 e E3 entendem que o principal benefício envolvendo treinamentos estão associados à melhoria em todas as etapas do processo produtivo dos geradores solares. O entrevistado E3 comenta que, com a rotina de treinamentos para processos de recebimento, poderão ser percebidos resultados positivos na separação dos pedidos, com melhor rendimento dos tempos de armazenagem dos produtos e, conseqüentemente, produção e expedição das vendas. Compreende-se que, implantada uma rotina de treinamentos, os colaboradores da empresa terão maiores condições para contribuir para as melhorias das atividades executadas. Além disso, poderão trocar informações e experiências com colaboradores de outros setores da organização, o que pode potencializar o aprimoramento das atividades entre departamentos e a melhoria do processo como um todo.

Já os entrevistados E4 e E6 informaram que o principal proveito relacionado à definição e ao cumprimento de horários de coleta pelos transportadores, seria a organização dos processos e a redução dos tempos associados. Nesse sentido, o colaborador E4 relatou que, havendo a coleta em horários preestabelecidos, seria possível disponibilizar os pedidos nas áreas apropriadas, agilizando a retirada pelos transportadores. O entrevistado E6 complementou, afirmando que, se fosse possível utilizar transportadores exclusivos para a coleta de cada projeto, se reduziria a quantidade de avarias, trazendo benefícios para o cliente e aumentando a qualidade do serviço oferecido pela empresa. Explica o entrevistado que, quando os projetos são embarcados com outras cargas fracionadas, o transportador necessita realizar transbordo da mercadoria entre seus centros de distribuição até chegar ao destino final. Isso pode ocasionar avarias, devido ao tamanho e peso dos equipamentos, principalmente a placa solar. Portanto, sugere-se que a empresa disponibilize na plataforma de vendas uma opção para frete exclusivo.

Assim, o cliente, no ato da compra, poderia escolher qual a melhor forma de transportar seu projeto, de acordo com sua disponibilidade financeira.

Quadro 7: Potenciais benefícios

Fatores	Entrevistados						Soma
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Confiança nas informações dos sistemas	X				X		2
Melhoria geral dos processos logísticos da empresa		X	X				2
Redução do tempo para as rotinas de expedição				X		X	2
Redução das avarias com a utilização de entrega exclusiva						X	1
Aumento da qualidade do serviço de entrega exclusiva						X	1
Soma	1	1	1	1	1	3	8

Fonte: Autor (2024).

Observa-se no Quadro 7 que os principais benefícios para as soluções apresentadas estão relacionados à confiança nas informações disponíveis nos sistemas, à otimização dos processos e à redução do tempo das rotinas de expedição. Cada um desses fatores foi citado por dois entrevistados.

#### 4.1.6. Possíveis dificuldades a serem encontradas para a implementação das ações sugeridas

No que se refere às possíveis dificuldades a serem encontradas para a implementação das ações sugeridas, o entrevistado E1 enfatizou que as ações de melhoria nos sistemas gerenciais da organização podem sofrer resistência quando se tratando das vendas, visto que este setor, em alguns momentos, manipula o sistema com materiais que ainda não estão em estoque ou em processo de compra para efetivar a sua venda, pois alguns projetos fotovoltaicos são para entrega futura e, dependendo do tamanho do projeto, são necessários alocar insumos que ainda não foram comprados. Entende-se que, com o aprimoramento do ERP da empresa com recursos prevendo a quantidade de materiais faltantes para pedidos já concretizados pela área comercial, somados aos produtos que possuem ordens de compras firmadas com os fornecedores, é possível prever e evitar tais situações.

O entrevistado E5, por sua vez, relatou a importância, conscientização e entendimento de todas as pessoas envolvidas na alimentação dos dados nos sistemas gerenciais, caso contrário não haverá êxito no propósito relacionado ao controle e gerenciamento dos dados. Compreende-se, também, que deve haver a preocupação da Direção da empresa em exigir que os controles de acessos sejam executados de acordo com as definições da organização.

Os entrevistados E2 e E3 comentaram que pode haver dificuldades em relação à sincronia entre todos os setores. De forma complementar, o entrevistado E3 estendeu sua

preocupação em relação aos processos que envolvem os fornecedores e os transportadores. Essas dificuldades poderiam ser sanadas com a aplicação de um o sistema de avaliação de desempenho dos fornecedores (na logística de suprimentos) e dos transportadores (na logística de distribuição aos clientes).

Já o entrevistado E6 associou o desempenho dos transportadores ao fato deles atuarem com carga fracionada, carregando diferentes tipos de mercadorias. Por outro lado, o entrevistado comentou, também, que a utilização de transportadores específicos para carregar apenas um projeto fotovoltaico muitas vezes gera fretes que inviabilizam a venda, principalmente nos projetos de pequeno porte. Além disso, segundo o entrevistado, alguns locais de entrega, tais como fazendas, sítios e outros lugares afastados do centro urbano das cidades de destino da carga, desfavorecem o desenvolvimento de parcerias comerciais com transportadores.

Quadro 8: Possíveis dificuldades para as implementações das ações de melhoria

Fatores	Entrevistados						Soma
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Falta de conscientização dos colaboradores sobre os processos operacionais		X	X		X		3
Resistência para implantação de controle de acesso no ERP por parte de alguns setores	X						1
Falta de conscientização dos colaboradores para alimentar dados em sistema					X		1
Despreparo dos transportes rodoviários para atender distribuidoras de projetos fotovoltaicos						X	1
Soma	1	1	1	0	2	1	6

Fonte: Autor (2024).

Percebe-se no Quadro 8 que a principal dificuldade relatada pelos entrevistados diz respeito à falta de conscientização dos colaboradores sobre a totalidade dos processos operacionais. Dito de outro modo, os colaboradores tendem a olhar apenas para a sua área e não para o todo. Além disso, foram citadas outras dificuldades como, por exemplo, a resistência para implantação de controle de acesso no ERP por alguns setores, a falta de conscientização dos funcionários para alimentar dados em sistema e o despreparo dos transportadores para atender os distribuidores de projetos fotovoltaicos.

#### 4.2. ANÁLISE DOCUMENTAL

A análise documental apresentada nesta seção permitiu a triangulação das informações e contribuiu para a ampliação do conhecimento sobre os processos operacionais da organização. Observou-se que, em termos gerais, os sistemas gerenciais da empresa são apropriados, porém,



precisam ser melhor integrados e compreendidos por todos os setores da organização para que seu uso seja aprimorado.

Na empresa estudada, através das entrevistas realizadas, foi observada a existência de sistemas gerenciais como o ERP, o TMS e a plataforma de vendas. Para aprofundamento do presente estudo, obteve-se o acesso a tais sistemas, visto que a organização utiliza estes recursos para a inserção de dados com intuito da operacionalização das atividades relacionadas ao setor logístico.

No ERP, a empresa possui módulos de gestão logística, porém, não dispõe de tarefas personalizadas para a geração de informações gerenciais. Até o momento de realização do presente estudo, não foram estruturadas pela Direção quais as informações são relevantes para a empresa gerir processos através da exploração do histórico de dados que são gerados diariamente. De acordo com Bazzotti e Garcia (2006), os sistemas gerenciais podem resultar em vantagem competitiva, apoiando as metas da empresa através dos relatórios extraídos dos sistemas de gestão adotados pela organização.

Já no sistema TMS, é possível perceber diversos indicadores para avaliação de desempenho financeiro como, por exemplo, fretes cobrados por região, detalhando estados e cidades destinatárias, e faturamento por estado. No TMS também são geradas informações relacionadas aos transportadores como entregas em atraso e médias de prazos contratados em relação ao prazo realizado. Os dados obtidos com esse sistema são úteis para a visão estratégica da empresa, pois trazem informações relevantes que podem ajudar para as tomadas de decisões e acompanhamento da performance dos transportadores. Entretanto, os mesmos não são analisados pela Direção da empresa.

Na plataforma de vendas, os clientes têm acesso a informações que são alimentadas pelos sistemas ERP e TMS. Entre tais informações podem ser citadas as quantidades de itens disponíveis para compra, os prazos de entrega e os valores de frete.

Além dos sistemas, foram citados pelos entrevistados, dois documentos eletrônicos: i) a planilha de controle de recebimento de mercadorias; e ii) a planilha de controle de geradores produzidos. Ambas fazem parte do processo logístico da empresa e, sendo assim, foram analisadas de forma a complementar o presente estudo.

A planilha de controle do recebimento das mercadorias, desenvolvida em formato Excel, está contrastando as informações relacionadas ao controle dos produtos adquiridos pela empresa, que são recebidos diariamente, com ou sem agendamento prévio realizado pelo fornecedor. Essa planilha traz informações gerais como, por exemplo, data de recebimento, fornecedor, quantidade de notas fiscais por fornecedor, segmentação do material, volumes

recebidos, número da nota fiscal por cliente, transportadora que está transportando o material, hora recebida e quantidade de peças por nota fiscal recebidas. Diante da inexistência de tarefas personalizadas no sistema ERP, a planilha de controle do recebimento das mercadorias tem por intuito controlar e minimizar erros quanto aos materiais adquiridos pela empresa.

Já a planilha de controle da produção de geradores, também desenvolvida em formato Excel, se refere aos geradores fabricados. Nesse documento, as informações são limitadas, trazendo apenas a totalidade de geradores produzidos por dia até o fechamento do ciclo mensal. Assim, para o período de doze meses, são geradas novas planilhas mensais com o mesmo critério de informações. Devido à falta de funções específicas no ERP da empresa, a planilha auxilia na gestão do setor de produção com informações que podem nortear capacidade produtiva em relação à quantidade de funcionários efetivos para o período analisado. Para Morgado (2007), algumas empresas manuseiam parcialmente os recursos disponíveis no sistema ERP, o que pode ocorrer por falta de treinamento ou de módulos que eventualmente não tenham sido instalados. Acrescenta o autor que, paralelamente a isso, são utilizadas planilhas, tabelas, calculadoras, agendas, entre outras ferramentas.

Esses dois documentos analisados, apesar de conterem informações relevantes, não possuem indicadores de desempenho relacionados ao processo logístico interno e externo da empresa. Portanto, as informações atuais estão mais voltadas ao acompanhamento operacional, sem visar a gestão e o aperfeiçoamento dos processos organizacionais através da análise dos resultados obtidos.

#### 4.3. ANÁLISE DO PROCESSO ATUAL

Após a análise de conteúdo das entrevistas e a análise documental, foi elaborado um fluxograma detalhado dos processos logísticos da empresa com o apoio do gestor de produção. Nestes fluxogramas foram apontados os processos e os pontos decisórios bem como destacados em azul os pontos críticos (Apêndices C, D, E, F, G e H) identificados ao longo da pesquisa.

A partir das entrevistas, da análise documental e do fluxograma detalhado dos processos logísticos da empresa (Apêndices C, D, E, F, G e H), é possível identificar alguns pontos críticos a serem considerados pela organização. Primeiramente, é importante destacar, na etapa de compras (Apêndice C), o cadastro da ordem de compra para as mercadorias adquiridas. Atualmente, a empresa não tem instrumentos de medição para saber a quantidade de erros nas ordens cadastradas pelos compradores. Sendo assim, o setor fiscal, responsável pela avaliação fiscal da ordem de compra, em caso de recorrentes inconsistências, depende mais tempo

avaliando cadastros do que o necessário, podendo demandar um quadro maior de colaboradores para esta atividade. Esse ponto se torna crítico, pois é através do cruzamento dos dados entre a ordem de compra e a nota fiscal que o setor fiscal avalia se os documentos estão corretos para seguir com as necessidades relacionadas à próxima etapa do processo, que é o recebimento físico do material que está sendo adquirido. Havendo instrumentos de medição como, por exemplo, indicadores que comparem a quantidade de ordens de compras em relação à quantidade de ordens aprovadas, pode-se avaliar a incidência de erros. Tais medições podem ser inseridas no sistema ERP da empresa.

Outro ponto relevante, está relacionado à diferenciação para a aquisição de insumos no mercado nacional e internacional. Para as compras no mercado externo, é possível constatar o envolvimento do setor de comércio exterior da empresa, pois para este tipo de aquisição de materiais são necessários documentos fiscais específicos exigidos para a comercialização entre países. O setor de comércio exterior se torna fundamental nas empresas que possuem compras frequentes no mercado internacional. Através desse setor, são compreendidas as exigências legais para a nacionalização das cargas no destino final e, em conjunto com o setor fiscal da organização, são emitidas as documentações para que as cargas transitem entre o país de origem e o país de destino sem que sofram penalizações pelos órgãos do governo que regulamentam as importações. Tal necessidade para as compras internacionais se destaca no fluxograma desenvolvido, sendo possível visualizar no Apêndice C as etapas de acompanhamento dos processos aduaneiros até a liberação da carga no entreposto aduaneiro, etapas que estão relacionadas ao setor de Comercio Exterior da organização. O acompanhamento da compra internacional torna-se relevante para a programação logística da organização, pois, dependendo do tempo para a chegada do material, as informações precisam ser compartilhadas entre os setores para melhor programação da produção.

Já para os processos de recebimento das cargas, foram percebidos no processo oito pontos de decisão e/ou críticos nas atividades que iniciam na chegada da transportadora à empresa e finalizam com a entrega do material para a área de armazenagem, conforme ilustrado no Apêndice D. O primeiro ponto crítico está relacionado ao agendamento da carga, se foi realizada a programação para recebimento da carga para o material que está sendo apresentado pelo transportador. Há, ainda, outros pontos decisórios envolvendo setores paralelos ao processo, como o setor fiscal, que necessita verificar se as documentações (nota fiscal e ordem de compra) estão corretas para serem recebidas. Para essa necessidade, quando não ocorre o agendamento prévio, o setor fiscal da empresa precisa disponibilizar seus funcionários para atender a essa demanda. Para esse propósito, sugere-se à empresa analisar as ordens de compra

com antecedência, estipulando prazos para os compradores apresentá-las ao setor fiscal, anteriormente à chegada da mercadoria. Antecipando o cadastro da ordem de compra no sistema ERP da organização e através de indicadores direcionados para mensurar a quantidade de ordens de compra, é possível à empresa gerir os resultados com o objetivo de minimizar retrabalhos internos. Outro ponto crítico que aparece no processo é a divergência entre a ordem de compra e a nota fiscal em recebimento. Neste caso, o comprador da organização precisa realizar os ajustes necessários identificados pelo setor fiscal no ato da conferência entre a nota fiscal e a ordem de compra para que estejam alinhadas. Havendo divergência na nota fiscal gerada pelo fornecedor, a correção se estende até o fornecedor que, por sua vez, pode despende de um tempo para a solução.

Apurados os pontos críticos citados anteriormente e seguindo o processo de recebimento do material, percebe-se a preocupação da empresa em avaliar, no ato do recebimento, a condição do material adquirido. Caso apresente avarias, consulta-se o responsável pela compra quanto ao recebimento ou não do material, pois, por vezes, pode ser material crítico em atraso para atender o projeto fotovoltaico do cliente. Neste momento, o comprador tem poder para aceitar a carga e, conseqüentemente, liberar o transportador. Ainda relacionado às atividades internas, o setor de recebimento passa pela última etapa decisória, que envolve a liberação da nota fiscal pelo setor fiscal para cadastro do número de série do produto adquirido no banco de dados do sistema ERP da organização. Para essa última etapa, entende-se que pode ser feita a liberação da nota fiscal pelo próprio setor de recebimento, sendo que os documentos foram analisados e liberados para a seqüência do processo de recebimento no momento da conferência da nota fiscal com a ordem de compra. Sendo assim, evita-se uma nova interação entre setores para o processo que foi aprovado inicialmente, agilizando as atividades internas do setor de recebimento.

Na etapa de armazenagem, os processos são mais simples. Através do Apêndice E, é possível perceber que, ao receber os materiais para estocar, existe a verificação referente ao produto que será armazenado. Cada produto é estocado em um local específico, em função do seu tipo como, por exemplo, o painel solar, que no caso da empresa estudada, fica em área separada dos demais insumos por razão do seu tamanho, necessitando de maior espaço físico para o seu armazenamento e estruturas porta paletes com dimensões diferenciadas às habitualmente encontradas no mercado.

Já para a etapa de produção, de acordo com o Apêndice F, percebe-se um ponto crítico que se refere à conferência dos insumos separados para a fabricação do gerador solar. Após receber do separador todos os itens do pedido de fabricação do gerador solar, o conferente

verifica se as quantidades dos insumos estão de acordo com a ordem de produção e, caso encontre divergência, retorna o pedido para o separador responsável, evidenciando os produtos que precisam ser corrigidos para, posteriormente, após a correção e nova revisão física, seguir o fluxo de produção. Nessa etapa, sugere-se à empresa quantificar o número de ordens de produção executadas por funcionário, bem como a quantidade de retrabalho envolvendo a mesma ordem de compra. Esta etapa é seguida pela leitura dos números de série dos insumos alocados na produção do gerador solar, identificação da quantidade de volumes do projeto fotovoltaico e, por fim, disponibilização do gerador para a expedição de produto acabado.

Na etapa de expedição (Apêndice G) percebe-se que o ponto de decisão do processo está relacionado à identificação do gerador solar quanto à retirada do equipamento. A empresa pode disponibilizar o gerador solar para o próprio cliente que comprou o seu produto ou despachar o gerador por transportadora. Em ambos os casos, são necessárias garantias para a liberação dos materiais. No caso do cliente, é solicitada a assinatura na nota fiscal para justificar a liberação do produto. Já para os transportadores, aplica-se o romaneio de embarque, documento extraído do TMS com a relação das notas fiscais do transportador que realizou a coleta do gerador.

A etapa final do processo é o transporte. Através do Apêndice H, é possível perceber dois pontos críticos nesse processo. O primeiro está relacionado à programação do agendamento de entrega realizado pelo transportador com o cliente. Em algumas ocasiões, há a indisponibilidade por parte do cliente em receber o seu projeto na data sugerida pelo transportador. Nesses casos, diante da posse da mercadoria pelo transportador, este comunica a empresa para entender qual ação será tomada para o transporte da mercadoria. Já no segundo ponto crítico, o distribuidor, diante do insucesso da programação da entrega por parte do transportador, contata o cliente e analisa quais causas o impedem de receber o produto. Após análise, autoriza o transportador a entregar o produto no cliente ou solicita seu retorno para a empresa.

Com base nas análises anteriores e no fluxograma detalhado dos processos logísticos da empresa, foi possível apresentar algumas proposições de melhoria à organização. Essas proposições são sintetizadas a seguir, mediante um plano de ação elaborado por meio da ferramenta 5W2H.

Quadro 9: Proposições de melhorias apresentadas através da ferramenta 5W2H

FERRAMENTA 5W2H						
What?	Why?	Where?	Who?	When?	How?	How Much?
O quê?	Por quê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?	Quanto custa?
Implantação de um sistema de avaliação de desempenho para fornecedores.	Para avaliar os fornecedores quanto ao atendimento dos requisitos exigidos pela empresa para o fornecimento de material.	Empresa e fornecedor.	Setores de compras e de recebimento.	Avaliações semestrais.	Desenvolver um sistema de avaliação com objetivos estabelecidos e procedimentos regulatórios para o fornecimento de material para a empresa, contendo indicadores de desempenho e metas esperadas dos fornecedores.	-----
Treinamento referente aos procedimentos e atividades do setor de compras e do setor de recebimento da empresa.	Para melhorar a comunicação e conhecer os processos que envolvem a compra e o recebimento do material adquirido pela empresa.	Empresa.	Setores de compras e de recebimento.	Aplicações semestrais.	Desenvolver um programa de treinamento interno entre os funcionários do setor de compras e do setor de recebimento para aprimorar os processos dos quais estes setores participam.	-----
Revisão do controle de acesso dos funcionários da empresa no sistema ERP.	Para controlar os acessos de acordo com a hierarquia dos funcionários e evitar erros de informação.	Empresa.	Direção, setor de compras, setor de produção, setor comercial e setor de informática.	Revisões trimestrais.	Categorizar os tipos de acesso ao sistema ERP da empresa, de acordo com o cargo exercido pelo colaborador e suas atribuições no setor.	-----
Automatização das atividades de separação dos pedidos de produção, através do sistema ERP da empresa.	Para mapear, controlar, mensurar e minimizar erros de separação de insumos para a produção do gerador.	Empresa.	Direção, gerência do setor de produção e gerência do setor de informática.	Uma única vez.	Personalizar o sistema ERP da empresa para quantificar a quantidade de ordens de produção executada por funcionário e a quantidade de retrabalhos gerados na mesma ordem de compra.	Avaliar com o setor de informática da empresa a contratação do serviço terceirizado por hora para customização do sistema ERP.
Revisão da interface entre os sistemas ERP e TMS.	Corrigir as divergências das informações entre os sistemas.	Empresa.	Setor de informática.	Revisões trimestrais.	Mapear e catalogar as programações de interface entre o sistema ERP e TMS e revisar periodicamente.	Avaliar com o setor de informática da empresa a quantidade de horas necessárias para a customização do sistema ERP.

<p>Treinamento referente aos procedimentos e atividades da empresa com o setor de expedição e com cada novo transportador contratado.</p>	<p>Para explicar os processos operacionais da empresa referente à coleta do material executada pelo transportador e o agendamento de entrega no cliente.</p>	<p>Empresa e transportador.</p>	<p>Setor de expedição e transportador.</p>	<p>Aplicações semestrais.</p>	<p>Aplicar o treinamento sempre que um novo transportador for contratado. Antes da primeira coleta, programar visitas para o transportador conhecer os processos operacionais da contratante e a organização propor horários pré-estabelecidos para o transportador exercer as atividades de coleta. Explicar para o transportador como proceder com o manuseio da carga, apresentar os documentos que são exigidos para a liberação do material coletado e elucidar o processo de agendamento com o cliente.</p>	<p>-----</p>
<p>Treinamento envolvendo a área operacional e comercial da empresa.</p>	<p>Para conhecer como as atividades são executadas por cada setor e suas necessidades.</p>	<p>Empresa.</p>	<p>Setor de produção e setor comercial.</p>	<p>Aplicações semestrais.</p>	<p>Ilustrar e explicar através do fluxograma as atividades de cada setor, pontos críticos e decisórios e os seus impactos na rotina diária de trabalho. Debater e captar as necessidades para atender às compras dos clientes e aprimorar os processos para ambos os setores da empresa.</p>	
<p>Diversificação de opções para o transporte do gerador até o cliente.</p>	<p>Para atender clientes que preferem receber seu projeto fotovoltaico de forma exclusiva e entregar em locais com dificuldades de acesso.</p>	<p>Empresa.</p>	<p>Plataforma de vendas.</p>	<p>Uma única vez.</p>	<p>Desenvolver contrato de transporte para fretes exclusivos e customizar na plataforma de vendas a opção para o cliente escolher qual a melhor forma de transportar o seu gerador solar (com outras cargas e projetos ou em veículo exclusivo).</p>	<p>Avaliar com o setor de informática da empresa a quantidade de horas necessárias para a customização do sistema ERP e plataforma de vendas da empresa.</p>

Implantação de um Sistema de avaliação de desempenho para os transportadores.	Para avaliar os transportadores que atendem aos requisitos exigidos pela empresa para transportar a carga.	Empresa e transportadores .	Setor de transporte e transportadores.	Aplicações semestrais.	Desenvolver um sistema de avaliação com os objetivos estabelecidos e os procedimentos regulatórios para o transporte do material da empresa contendo indicadores de desempenho e metas esperadas para os transportadores.	-----
Desenvolvimento da gestão estratégica da empresa, baseada em um sistema de avaliação de desempenho para a empresa. Implantação de um planejamento estratégico para a empresa.	Para organizar e direcionar a empresa na busca dos seus objetivos desejados.	Empresa.	Todos os setores da empresa.	Até três anos, sendo: 1º Ano; Implantação. 2º Ano; Acompanhamento e revisões dos processos estruturados. 3º Ano; Amadurecimento dos processos, revisões, aperfeiçoamento dos objetivos, indicadores e metas.	Desenvolver um sistema de avaliação de desempenho envolvendo os três níveis da empresa; i) estratégico; ii) tático; e iii) operacional. Com os objetivos definidos para reorganizar e direcionar a empresa na busca por melhor resultado, estabelecendo uma meta geral e metas específicas por setor com indicadores de desempenho para medir a performance da empresa, dos seus fornecedores, transportadores e clientes. Desenvolver um planejamento estratégico envolvendo os três níveis da empresa; i) estratégico; ii) tático; e iii) operacional. Com os objetivos definidos para reorganizar e direcionar a empresa na busca por melhor resultado, estabelecendo uma meta geral e metas específicas por setor com indicadores de desempenho para medir a performance da empresa, dos seus fornecedores, transportadores e clientes.	Orçar com empresa de consultoria especializada a implantação de um sistema de avaliação de desempenho.

Fonte: Autor (2024).



A empresa deve avaliar a viabilidade de aplicação das melhorias sugeridas. Algumas delas podem apresentar baixo custo de implantação como, por exemplo, os treinamentos internos entre setores. Contudo, outras ações podem exigir investimentos financeiros e apresentar maior a complexidade em seu desenvolvimento, tais como os ajustes sugeridos no ERP da empresa.

## 5. CONCLUSÕES

O presente estudo contribuiu para analisar os processos logísticos de uma empresa de distribuição de geradores solares localizada no sul do Brasil. Por meio dos procedimentos metodológicos adotados, que envolveram análise de conteúdo de entrevistas e análise documental, foi possível avaliar a situação atual e sugerir proposições de melhorias para a logística da empresa.

Por meio das entrevistas realizadas com os funcionários da empresa, foi possível extrair informações relacionadas aos processos logísticos, tais como: i) a percepção geral dos colaboradores; ii) seu conhecimento das etapas que envolvem a logística da empresa; iii) os problemas e dificuldades percebidos; iv) as possíveis melhorias relacionadas aos processos logísticos da organização; v) os benefícios que a empresa poderia obter com as melhorias propostas; e vi) as possíveis dificuldades para sua implementação.

Em relação à percepção geral dos funcionários entrevistados, observou-se que são conhecedores dos processos e atividades da empresa. Porém, os mesmos destacam preocupações com algumas etapas do processo como, por exemplo, o recebimento de cargas sem agendamento prévio para descarga e a coleta no setor de expedição sem o planejamento e cumprimento de horários pré-estabelecidos.

Relacionando a narrativa dos entrevistados com os fluxogramas elaborados mediante análise documental, foi possível perceber pontos de aprimoramento a serem discutidos na busca de melhores resultados para a organização. Identificou-se que a empresa possui falhas de comunicação tanto para processos internos quanto externos. Conforme sugerido, essa lacuna pode ser preenchida com o desenvolvimento de treinamentos internos para os funcionários diretamente envolvidos nos processos. Da mesma forma, aconselhou-se estender a criação de um programa de treinamento para os transportadores, com intuito de conhecerem os processos da organização e melhorarem a performance nos serviços prestados.

Outra questão relatada pela maioria dos entrevistados foi a divergência de informações entre os sistemas da organização. Para tal situação, foi recomendada a revisão dos controles de acesso ao sistema ERP da empresa e a elaboração de uma hierarquização de acesso, de acordo com o cargo exercido pelo colaborador.

Ao encontro das divergências sistêmicas relatadas, alguns setores utilizam planilhas que foram identificadas na análise documental. Essas planilhas contribuem para a gestão, porém, é recomendável à empresa aperfeiçoar seu sistema ERP para que absorva todas as atividades que

julga importante serem executadas. Isso evitaria a criação de planilhas e registros paralelos às rotinas de processos constantes no ERP.

Em relação ao fechamento das entrevistas, percebeu-se que as sugestões dadas poderiam trazer confiança para os colaboradores no que se refere às informações disponíveis em sistema, bem como uma melhoria geral dos processos logísticos. Em consideração às dificuldades a serem encontradas para a implementação das ações de melhoria, entendeu-se que a falta de conscientização dos colaboradores sobre a totalidade dos processos, acrescida da resistência por alguns setores para a implantação do controle de acesso aos sistemas da empresa, pode retardar ou impedir que as ações sejam aplicadas.

No que concerne à análise documental, apesar de o sistema ERP possuir módulo para a gestão logística, percebeu-se uma escassez de tarefas customizadas para a geração de informações gerenciais. Essa falta de personalização das rotinas de trabalho no sistema ERP dificulta a análise dos processos realizados pela empresa. Já o sistema TMS, se melhor explorado, pode contribuir para as estratégias da empresa, bem como ajudar nas tomadas de decisões e acompanhamento da performance dos transportadores. E na plataforma de vendas, que é abastecida por informações dos sistemas ERP e TMS, com as melhorias sugeridas, os clientes terão acesso a informações mais confiáveis para a realização de suas compras.

Portanto, através da elaboração do presente estudo, foi possível alcançar os objetivos estabelecidos de descrever a atual logística de distribuição da empresa; identificar os principais problemas decorrentes dessa logística de distribuição; verificar possíveis alternativas de solução para os problemas identificados; e avaliar os potenciais benefícios e as possíveis dificuldades de implantação das alternativas identificadas. Com isso, atingiu-se o objetivo geral de analisar alternativas para o aprimoramento da logística de distribuição de uma empresa de geradores de energia solar localizada na região sul do Brasil.

## 5.1 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS

Quanto às implicações gerenciais deste estudo, pode-se afirmar que o mesmo permitiu uma reflexão sobre as atuais atividades logísticas da organização. A partir disso, foi sugerida uma série de melhorias à empresa, tais como a elaboração de um sistema de avaliação de desempenho de fornecedores e transportadores, o aprimoramento na integração dos sistemas de informação utilizados pela empresa e a organização de treinamentos para alinhamento dos processos entre as equipes.

Cabe salientar, no entanto, a necessidade de avaliação dos investimentos necessários para a implementação das melhorias propostas, especialmente as que dizem respeito ao aprimoramento dos sistemas de informação, de modo que a empresa não comprometa sua organização financeira. Dessa forma, cabe aos gestores da empresa avaliarem a relação custo-benefício das ações de melhoria propostas, de acordo com o seu planejamento de prioridades.

## 5.2 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Apesar das contribuições do presente estudo, algumas limitações precisam ser ressaltadas. A primeira delas se refere ao fato de a pesquisa ter sido realizada em uma única empresa. Dessa forma, as informações coletadas e analisadas neste estudo de caso único, bem como as conclusões obtidas, ficam restritas à empresa estudada, não podendo ser generalizadas a outras empresas, ainda que atuem no mesmo segmento (distribuição de geradores solares). Outra limitação diz respeito às entrevistas, que não contaram com atores externos à empresa, sendo realizadas apenas com os funcionários da organização. Isso pode ter limitado algumas análises, devido ao viés dos colaboradores, os quais se encontram inseridos em uma mesma cultura organizacional.

Dessa forma, a pesquisa abre oportunidades para estudos futuros sobre o tema. Entre os possíveis trabalhos que podem ser realizados, pode-se citar a realização de um estudo de casos múltiplos para comparar os sistemas logísticos de diferentes empresas do setor, bem como seus pontos fortes e pontos fracos. Ainda, pode-se estender a pesquisa a outras regiões e estados que concentram um maior número de empresas do setor e possuem maior representatividade em termos de faturamento. Novos estudos podem explorar a evolução da legislação que regula o mercado de energia solar no Brasil e suas tendências. Trata-se de um assunto relevante e citado no presente estudo, o qual pode ser foco para uma nova linha de pesquisa diante do crescimento do uso da energia solar. Por fim, outro fator identificado na pesquisa que pode ser explorado em estudos futuros está relacionado à ampliação das entrevistas para o público externo da empresa, ou seja, seus clientes e fornecedores. Através da visão desses atores externos, será possível obter uma melhor percepção da cadeia de suprimentos que envolve a compra e venda de geradores solares. Com o estudo das percepções de atores externos à empresa, outros setores da organização poderiam ser citados e novos *gaps* poderiam ser identificados, gerando novas oportunidades de melhoria a serem exploradas.

## REFERÊNCIAS

ABSOLAR. **Consumidores têm 100 dias para instalar geração de energia solar antes da mudança de regras.** São Paulo, 30 de setembro de 2022. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/consumidores-tem-100-dias-para-instalar-geracao-de-energia-solar-antes-de-mudanca-de-regras/#:~:text=Pela%20nova%20Lei%2014300%2F2022,6%20de%20janeiro%20de%202023>. Acesso em: 18 nov 2022.

\_\_\_\_\_. **Energia Solar Fotovoltaica no Brasil.** Infográfico ABSOLAR. São Paulo, 05 de janeiro de 2022. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/> Acesso em: 14 jun. 2022.

\_\_\_\_\_. **Rio Grande do Sul é o terceiro estado brasileiro com maior potência de energia solar.** São Paulo, 17 de outubro de 2022. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/rio-grande-do-sul-e-o-terceiro-estado-brasileiro-com-maior-potencia-de-energia-solar/> Acesso em: 18 fev 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Micro e Minigeração Distribuída.** Brasília, 10 de fevereiro de 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida>. Acesso em: 11 fev 2023.

\_\_\_\_\_. **Resolução Normativa nº 482/2012.** 17 de abril de 2012.

AHLSTRÖM, O. M.; WALTER, V.; GÖRANSON, L.; PAPADOKONSTANTAKIS, S. The role of biomass gasification in the future flexible power system – BECCS or CCU? **Renewable Energy**, v. 190, p. 596-605, 2022.

AHMED, A.; YULIYA G.; SMAILOVA, T. Z. P.; KURILOVA, A. A.; SHULUS, A. A.; Government overnment policy and financing options for solar energy: World prospects. **International Journal of Energy Economics and Policy**. v. 9. n. 6, p. 131-145, 2019.

ALUMBUGU, P. O.; WINSTON, S.; TSADO, A. Analysis of outbound logistics channels for construction material. **Journal of Engineering, Project, and Production Management**. v.10, p. 19-26, 2020.

ARBACHE, F. S.; SANTOS, A. G.; MONTENEGRO, C.; SALLES, W. F. **Gestão de logística, distribuição e trade marketing**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011.

ARRUDA, A. S.A. **Ferramentas de gestão: Modelos da teoria à prática**. São Paulo: Nepla, 2020.

ASSI, M.; GARCIA, V. **Procedimentos operacionais: Como implementar normas e mapear processos para uma gestão eficiente**. 1. ed. São Paulo: Saint Paul Editora, 2023.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 3. ed. São Paulo: Edições 70, 2011.

BAZZOTTI, C.; GARCIA, E. A importância do sistema de informação gerencial na gestão empresarial para tomada de decisões. **Ciências Sociais aplicadas em revista**, v. 6, n. 11, p. 1-18, 2006.

BELESSIOTIS, V.G.; PAPANICOLAOU, E. History of Solar Energy. **Comprehensive Renewable Energy**, v. 3, p. 85-102, 2012.

BOJEK, P. **Solar PV: Technology deep drive**. Paris, setembro de 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/solar-pv> Acesso em: 15 dez 2023.

BRANDALISE, L. **Administração de materiais e logística**. Cascavel: Simplíssimo, 2017.

BRASIL. Congresso Nacional. Câmara dos Deputados. **Lei institui marco legal da micro e mini geração de energia**. Brasília, 10 de janeiro de 2022. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/843782-LEI-INSTITUI-MARCO-LEGAL-DA-MICRO-E-MINIGERACAO-DE-ENERGIA>. Acesso em: 14 fev 2022.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 14.300**, de 06 de janeiro de 2022. Norma Federal. Publicado no Diário Oficial da União.

BRASIL, MINISTERIO DE MINAS E ENERGIA. **Resenha Energética Brasileira**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/publicacoes/resenha-energetica-brasileira>. Acesso em: 11 fev 2023.

CAI, J., LIU, X., XIAO, Z., LIU, J. Improving supply chain performance management: A systematic approach to analyzing iterative KPI accomplishment. **Decision support systems**. v. 46, n. 2, p. 512-521, 2009.

CAIXETA-FILHO, J.V.; MARTINS, R.S. **Gestão Logística do Transporte de Cargas**. São Paulo: Grupo GEN, 2002.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CASSETTARI, A. B.; PEDROSO, M.; CASSETTARI, E. C. Obtenção de melhoria contínua através da gestão de indicadores. In: **V congresso brasileiro de engenharia de fabricação**. 2009, Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.abcm.org.br/anais/cobef/2009/busca/artigos/163011387>. Acesso em: 19/12/2023.

CORRÊA, N. B.; DE O.; BENITE, C. R. M.; **Fontes Renováveis de Energia: Uma Abordagem Interdisciplinar no Ensino de Física**. Curitiba: Appris, 2020.

COSTA, V. B. F.; CAPAZ, R. S.; SILVA, F. P.; DOYLE, G.; AQUILA, G.; COELHO, E. O.; LORENCI, E.; PEREIRA, L. C.; MACIEL, L. B.; BALESTRASSI, P. P.; BONATTO, B. D.; SILVA, L. C. Socioeconomic and environmental consequences of a new law for regulating distributed generation in Brazil: A holistic assessment. **Energy Policy**, v. 169, p. 113-176, 2022.

CRESWELL, J. W. **Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. London: Sage Publications, 2014.

DAYCHOUM, M. **40+ 20 ferramentas e técnicas de gerenciamento**. 5. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2013.

DEMIR, E.; SYNTETOS, A.; WOENSEL, T. V. Last mile logistics: Research trends and needs. **IMA Journal of Management Mathematics**. v. 33, p. 549–561, 2022.

DIAS, M. A. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

DOS ANJOS JUNIOR, C.; DOS SANTOS KRAJCZVI, P. A.; PRESTES, R. M. S. B.; FERREIRA, R. H. M. **Definição e implantação de indicadores-chave de desempenho (kpi-key performance indicator)**. Guarapuava: Centro Universitário Campo Real, 2018. Disponível em: <https://repositorio.camporeal.edu.br/index.php/tccadmin/article/view/297>. Acesso em: 19/12/2023.

DOS SANTOS, P. H. Cooperação na gestão da cadeia de suprimentos: Uma análise bibliométrica utilizando o Biblioshiny. **Gestão Contemporânea**, v. 10, n. 1, p. 100-128, 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Histórico de investimento em energia elétrica 2010-2020**. Brasília. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/historico-de-investimentos-em-energia-eletrica-2010-2020>. Acesso em: 11 fev 2023.

\_\_\_\_\_. **Plano Nacional de Energia 2050**. Brasília. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-523/05.03%20Energia%20Solar.pdf#search=energia%20solar>. Acesso em: 11 fev 2023.

\_\_\_\_\_. **Séries históricas: investimento em energia elétrica**. Brasília. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-700/Ebook%202020.pdf>. Acesso em: 11 fev 2023.

FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ, E. **O sol vai voltar amanhã: um espectro de análises sobre a energia fotovoltaica**. IEPUC - Instituto de Energia da PUC-Rio. Rio de Janeiro: Lexikon, 2020.

FERREIRA, A.; KUNH, S. S.; FAGNANI, K. C.; DE SOUZA, T. A.; TONEZER, C.; DOS SANTOS, G. R.; COIMBRA-ARAÚJO, C. H. Economic overview of the use and production of photovoltaic solar energy in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 81, p. 181-191, 2018.

FOTEINIS, S. Wave energy converters in low energy seas: Current state and opportunities. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v.162, art. n. 112448, 2022.

GARCEZ, C.; GARCEZ, L. **Energia Brasil**. São Paulo: Callis, 2010.

GARCIA, E. R.; MARCEL B. C.; TODA, W. H.; RODRIGUES, A. O. **Contabilidade Rural**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2021.

GARLET, T. B.; RIBEIRO, J. L. D.; SAVIAN, F. DE S.; SILUK, J. C. M. Competitiveness of the value chain of distributed generation of photovoltaic energy in Brazil. **Energy for Sustainable Development**, v. 71, p. 447-461, 2022.

\_\_\_\_\_. Value chain in distributed generation of photovoltaic energy and factors for competitiveness: A systematic review, **Solar Energy**. v. 211, p. 396-411, 2020.

GOLDEMBERG, J.; PALETTA, F. C. **Energias renováveis**. São Paulo: Blucher, 2012.

GUEDES, V. L. S.; BORSCHIVER, S. Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. **Encontro Nacional de Ciência da Informação**. v. 6, n. 1, p. 18, 2005.

IGLESIAS, C.; VILAÇA, P. On the regulation of solar distributed generation in Brazil: A look at both sides (2022) **Energy Policy**. v. 167, art. n. 113091, 2022.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Renewables 2022**. Paris, dezembro de 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/renewables-2022> Acesso em: 15 dez 2022.

INZA, A. U. **Manual básico de logística integral**. Madrid. Ediciones Diaz de Santos, 2006.

ISLAM, M. T.; NABI, M. N.; AREFIN, M. A.; MOSTAKIM, K.; RASHID, F., HASSAN, N. M. S.; MUVEEN, S. M. Trends and prospects of geothermal energy as an alternative source of power: A comprehensive review. **Heliyon**. v. 8, art. n. 11836, 2022.

IZIDORO, C. **Gestão de tecnologia e informação em logística**. São Paulo: Pearson, 2016.

JESUS, D. S.; LAURINDO, R. P. **O uso de kpi's no processo logístico em uma distribuidora de medicamentos**. TCC. Serra: Faculdades Doctum, p. 36, 2019.

KANNAN, N.; VAKEESAN, D. Solar energy for future world: - A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 62, p. 1092-1105, 2016.

KOVALEVA, I. The Importance of Integrated Commercial Logistics in the Economic System of Regional Development. **Transportation Research Procedia**. v. 61, p. 12-15, 2022.

KRIPPENDORFF, K. **Content analysis: An introduction to its methodology**. 3. ed. London: Sage publications, 2013.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação gerenciais: administrando a empresa digital**. 11. ed. São Paulo: Pearson, 2022.

LÉLIS, E. C. **Gestão da qualidade**. São Paulo: Person Prentice Hall, 2012.

LEMES, G. B. **Teoria Geral da Administração**. 1 ed. São Paulo: Clube de Autores, 2018.

LUNA, M. A. R.; CUNHA, F. B. F.; MOUSINHO, M. C. A. M.; TORRES, E. A. Solar Photovoltaic Distributed Generation in Brazil: The Case of Resolution 482/2012. **Energy Procedia**. v. 159, p. 484-490, 2019.



LUZ, C. B. S.; AGUIAR, F. R.; SCHINOFF, R. A. **Gestão de tecnologia e informação em logística**. Porto Alegre: Saga, 2019.

MARCELINO, C. G.; LEITE, G. M.; DELGADO, C. A.; DE OLIVEIRA, L. B.; WANNER, E. F.; JIMÉNES-FERNÁNDEZ, S.; SALCEDO-SANZ, S. An efficient multi-objective evolutionary approach for solving the operation of multi-reservoir system scheduling in hydro-power plants. **Expert Systems with Applications**, v. 185, art. n. 115638, 2021.

MARTELLI, V.; CHIMENTI, P.; NOGUEIRA, R. Future scenarios for the Brazilian electricity sector: PV as a new driving force? **Futures**. v. 120, art. n. 102555, 2020.

MENDES, G. S. **Condomínios logísticos e fatores competitivos da logística atual**. Curitiba: Editora Intersaberes, 2021.

MERRIAM, S. B. **Qualitative research: a guide to design and implementation**. San Francisco: John Wiley & Sons, 2009.

MINAYO, M. C. S. Amostragem e saturação em pesquisa qualitativa: consensos e controvérsias. **Revista pesquisa qualitativa**. v. 5, n. 7, p. 1-12, 2017.

MOOSAVIAN, S. M.; RAHIM, N. A.; SELVARAJ, J.; SOLANGI, K. H. (2013). Energy policy to promote photovoltaic generation. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 25, p. 44-58, 2013.

MOREIRA, J. R. S. **Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética**. São Paulo: Grupo GEN, 2021.

MORGADO, F. Dificuldades operacionais causadas pela falta de alinhamento dos sistemas ERP com os processos de negócio: múltiplos estudos de casos em concessionárias de veículos. **Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, n. 1, p. 137-137, 2007.

MOROSINI, M. C.; FERNANDES, C.B. Estado do conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. **Educação por escrito**, v.5, n.2, p.154-164, 2014.

NASCIMENTO, R. S. do.; ALVES, G. M. Fontes alternativas e renováveis de energia no Brasil: Métodos e benefícios ambientais. **Revista Univap**. v. 22, n. 40, p. 274, 2017.

NEUENDORF, K. A. **The content analysis guidebook**. Cleveland, Sage Publications, 2016.

NEVES, F. G. G. R.; ROCHA, C. F. D. **A Evolução da Energia Solar na Matriz Elétrica Brasileira: Perspectivas de Implementação e Impacto Positivo na Sustentabilidade**. Curitiba: Appris, 2021.

PAIVA, E. L.; CARVALHO JR. J. M.; FENSTERSEIFER, J. E. **Estratégia de Produção e de Operações: Conceitos, Melhores Práticas e Visão de Futuro**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

PASCHOAL, W. **Curso Didático de Logística**. São Caetano do Sul: Yendis, 2017.

PECENY, L.; MESKO, P.; KAMPF, R.; GASPARIK, J. Optimisation in Transport and Logistic Processes. **Transportation Research Procedia**, v. 44, p. 15-22, 2020.

PENG, Z.; XUDONG, C.; LIMING, Y. Research status and future of hydro-related sustainable complementary multi-energy power generation. **Sustainable Futures**. v. 3, art. n. 100042, 2021.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. G. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: Cepel/Cresesb, 2014.

PINTO, DE A. G. X.; NASPOLINI, H. F.; RÜTHER, R. **Impactos da Agregação da Energia Solar Fotovoltaica sobre as Despesas com Energia Elétrica**. Curitiba: Appris, 2019.

PRIYADHARSON, A.; SELWIN, M.; GANESAN, R.; SURARAPU, P. K. "Plc–HMI automation based cascaded fuzzy PID for efficient energy management and storage in real time performance of a hydro electric pumped storage power plant." **Procedia Technology**. v. 21 p. 248-255, 2015.

RAZZOLINI, F. E. **Logística - Evolução na Administração - Desempenho e Flexibilidade**. Rio de Janeiro: Juruá, 2006.

RIBEIRO, A. R. A. **Ferramentas da informação para o gerenciamento de processos**. 1. ed. Curitiba: Contentus, 2020.

RIGO, P. D.; SILUK, J. C. M.; LACERDA, D. P.; SPELLMEIER, J. P. Competitive business model of photovoltaic solar energy installers in Brazil. **Renewable Energy**. v. 181, p. 39-50, 2022.

RIGO, P.D.; SILUK, J. C. M.; LACERDA, D. P.; REDISKE, G.; ROSA, C. B. The competitiveness factors of photovoltaic installers companies and a BSC model. **Solar Energy**. v. 235, p. 36-49, 2022.

RUSSO, C. P. **Armazenagem, Controle e Distribuição**. Curitiba: Intersaberes, 2013.

RYAN, P. **Energia Renovável**. Rio de Janeiro: Bibliomundi, 2021.

SABIN, S. **Customer Relationship Management - CRM**. 1. ed. São Paulo: Contentus, 2020.

SANTOS, M. A. DOS. **Fontes de Energia Nova e Renovável**. São Paulo: Grupo GEN, 2013.

SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais**. Curitiba: Intersaberes, 2012.

SHANG, Y.; HAN, D.; GOZGOR, G.; MAHALIK, M. K.; SAHOO, B. K. The impact of climate policy uncertainty on renewable and non-renewable energy demand in the United States. **Renewable Energy**. v.197, p. 654-667, 2022.

SHIMOMAEBARA, L. A.; PEYERL, D. Energia solar no Brasil: Histórico e Planejamento Energético. **Revista De Políticas Públicas** v.25, n.2, p. 854-869, 2021.

SILVA, D. A. L. Quality tools applied to Cleaner Production programs: a first approach toward a new methodology. **Journal of Cleaner Production**. v. 47, p. 174-187, 2013.

SILVEIRA, E. **Curso Básico de Energia Solar Fotovoltaica ON-GRID: Projeto - Instalação - Homologação**. Porto Alegre: Simplíssimo, 2020.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção e operações**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2019.

SOUZA JR., F. G. **Biocombustíveis: Origens, impactos e previsões**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2022.

STECANELLA, Priscilla A. J.; CAMARGOS, R. S. C.; VIEIRA, D.; DOMINGUES, E. G.; FILHO, A. L. F. A methodology for determining the incentive policy for photovoltaic distributed generation that leverages its technical benefits in the distribution system. **Renewable Energy**, v. 199, p. 474-485, 2022.

VIAN, Â. **Energia Eólica Fundamentos Tecnologia e Aplicações**. São Paulo: Blucher, 2021.

VIERO, A. **Modelo multicritério para classificação de ferramentas da qualidade orientadas para decisões gerenciais**. Dissertação de Mestrado. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, p. 140, 2018.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.

ZENNARO, I.; FINCO, S.; CALZAVARA, M.; PERSONA, A. Implementing E-Commerce from Logistic Perspective: Literature Review and Methodological Framework. **Sustainability**. v. 14, n. 2, p. 1-37, 2022.

ZILLES, R. W. N. M.; GALHARDO, M. A. B.; OLIVEIRAL, S. H. F. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. São Paulo: Oficina de texto, 2012.

## APÊNDICE A

## Documentos analisados das plataformas Scopus e Science Direct

Título	Autores	Ano	Objetivo	Procedimentos metodológicos	Principais resultados	Contribuições futuras
LEAD ACID BATTERIES LABS CLOSEDLOOP SUPPLY CHAIN THE BRAZILIAN CASE	Gabriela Scur, Claudia Mattos, Wilson Hilsdorf e Marcelo Armelin	2022	Analisar as relações entre os atores da cadeia de baterias de chumbo-ácido e identificar os mecanismos que induzem à reciclagem das baterias.	Optou-se por uma abordagem qualitativa exploratória, adotando o estudo de caso múltiplo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Em relação aos riscos da produção e reciclagem de baterias, foram observadas medidas de contenção, mitigação e planejamento para eliminação total dos riscos, tanto nos fabricantes quanto nos recicladores.</li> <li>- Embora os aspectos sociais sejam reconhecidos como importantes, eles não são o foco da ação.</li> <li>- Caso os recicladores excedam os limites de poluição permitidos, eles são multados, devem ressarcir os danos causados ao meio ambiente e à sociedade, podendo ter suas operações encerradas.</li> </ul>	Aprofundar a implantação de programas para mitigar riscos.
RENEWABLE ENERGY IN THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF ELECTRICAL POWER SECTOR A REVIEW	Wadim Strielkowski, Lubomír Cívín, Elena Tarkhanova, Manuela Tvaronavičienė e Yelena Petrenko	2021	Avaliar o papel da energia renovável no desenvolvimento sustentável do setor de energia elétrica, tanto com foco nos fornecedores e consumidores de energia quanto concentrando-se no impacto das energias renováveis no lado da utilidade e seus benefícios.	Revisão da literatura focalizando nas energias renováveis limitando a pesquisa à apenas alguns países.	Os riscos associados a utilização de energias renováveis e sua geração, armazenamento e implantação, também devem ser calculados e levados em consideração.	Ampliar o campo de países pesquisados, sendo que foram considerados poucos países neste estudo.

<p>MODELING ENERGY DEMANDA SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW</p>	<p>Paul Anton Verwiebe, Stephan Seim, Simon Burges, Lennart Schulz e Joachim Müller-Kirchenbauer</p>	<p>2021</p>	<p>Analisar as modelagens para a demanda de energia avaliando técnicas, dados, precisão, portadores de energia e setores.</p>	<p>Revisão da literatura abrangendo 419 artigos sobre modelagem da demanda de energia.</p>	<p>Os resultados mostram que, entre os artigos, as técnicas de <i>Machine learning</i> (aprendizado automático ou aprendizado de máquina) são as mais usadas, aplicadas principalmente à previsão de eletricidade de curto prazo em um nível regional e contam com a carga histórica como sua principal fonte de dados. Os modelos baseados em engenharia são menos usados, dependem dos dados históricos de carga e cobrem o consumo do aparelho em horizontes temporais longos. Técnicas metaheurísticas e de incerteza são frequentemente usadas em modelos híbridos. Já técnicas estatísticas são frequentemente usadas para modelagem de demanda de energia e muitas vezes servem como referência para outras técnicas.</p>	<p>A pesquisa apresentada mostra tendências em relação às combinações de métodos e dados, permitindo que pesquisas futuras sejam testadas com base em análises quantitativas.</p>
<p>ABSORPTION REFRIGERATION SYSTEMS BASED ON AMMONIA AS REFRIGERANT USING DIFFERENT ABSORBENTS REVIEW AND APPLICATIONS</p>	<p>Alvaro A. S. Lima, Gustavo de N. P. Leite, Alvaro A. V. Ochoa, Carlos A. C. dos Santos, José A. P. da Costa, Paula S. A. Michima e Allysson M. A. Caldas</p>	<p>2021</p>	<p>Realizar uma revisão da literatura para os avanços recentes e soluções para o uso de <i>chillers</i> de absorção (equipamentos de grande porte, alta tecnologia e eficiência), diante de poucas publicações existentes para a utilização destes equipamentos.</p>	<p>Foi realizada uma revisão do estado da arte de sistemas de refrigeração por absorção à base de amônia considerando os estudos mais relevantes e descrevendo o desenvolvimento deste equipamento ao longo dos anos.</p>	<p>Sugere o desenvolvimento de um novo <i>chiller</i> de absorção para ser mais eficiente, livre de poluentes para o meio ambiente, ativado por uma fonte calorífica substancial, como a solar, com estrutura de baixo custo e compacidade para atender as necessidades térmicas (conforto térmico) para residências, edifícios privados e públicos, e até mesmo o industrial e setor de construção de saúde (processos térmicos).</p>	<p>São apresentadas recomendações futuras para lidar com melhorias do <i>chiller</i> de absorção e refrigeração utilizando energia solar.</p>

<p>FACTORS FOR MEASURING PHOTOVOLTAIC ADOPTION FROM THE PERSPECTIVE OF OPERATORS</p>	<p>Felipe Moraes do Nascimento, Julio Cezar Mairesse Siluk, Fernando de Souza Savian, Taís Bisognin Garlet, José Renes Pinheiro, e Carlos Ramos</p>	<p>2020</p>	<p>Identificar e avaliar fatores e indicadores críticos que possam influenciar as distribuidoras de energia elétrica na previsão da adoção da tecnologia fotovoltaica pelos consumidores.</p>	<p>Realizada uma abordagem exploratória qualitativa com 20 especialistas de diferentes áreas associadas ao setor elétrico.</p>	<p>Os resultados da análise dos indicadores mostram que os agentes fotovoltaicos estão otimistas com as perspectivas de difusão e adoção da tecnologia fotovoltaica, principalmente com a redução de custos, o aumento da atratividade de tais projetos e a contribuição potencial para o setor elétrico. Ainda, os especialistas estão otimistas ao verem possíveis mudanças regulatórias e econômicas, especialmente no que diz respeito à sustentabilidade da distribuição.</p>	<p>Ampliar a pesquisa para países desenvolvidos sendo que, através do estudo realizado, é possível ter uma melhor compreensão dos fatores e razões que influenciam a previsão de adoção da energia fotovoltaica.</p>
<p>COMPARISON OF NARX AND DUAL POLARIZATION MODELS FOR ESTIMATION OF THE VRLA BATTERY CHARGING/DISCHARGING DYNAMICS IN PULSE CYCLE</p>	<p>Adrian Chmielewski, Jakub Mozaryn, Piotr Piórkowski, e Krzysztof Bogdzinski</p>	<p>2018</p>	<p>Através de uma pesquisa assistida, avaliar e analisar os resultados obtidos para os modelos de baterias observando as variações das cargas testadas.</p>	<p>Pesquisa experimental envolvendo bateria de chumbo-ácido para análise do valor constante da carga. Simulações foram realizadas com dois modelos, sendo um com dupla polarização e outro modelo de Narx para identificar as oscilações da carga.</p>	<p>Foi identificado que o modelo de dupla polarização dá bons resultados de estimativa de tensão. Uma vantagem do modelo de dupla polarização apresentado é a possibilidade de estimar valores de parâmetros não identificados para um determinado intervalo. Já o modelo Narx tem boa habilidade de estimativa de tensão e repetitividade com pequena dispersão.</p>	<p>A pesquisa demonstra que para as análises dos modelos foram considerados alguns critérios e para estudos futuros poderá ampliar os itens analisados para um resultado mais detalhado e preciso de informações.</p>

<p>NONTECHNICAL LOSSES IN BRAZIL OVERVIEW CHALLENGES AND DIRECTIONS FOR IDENTIFICATION AND MITIGATION</p>	<p>Fernando Souza Savian, Julio Cezar Mairesse Siluk e Taís Bisognin Garlet</p>	<p>2022</p>	<p>Propor direcionamentos legislativos, regulatórios, empresariais e acadêmicos para as perdas não técnicas (NTLs) no Brasil.</p>	<p>Através de pesquisa qualitativa, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com especialistas, resultando na identificação dos principais desafios para identificar e mitigar os NTLs no Brasil e os fatores que ajudam a superar esse problema.</p>	<p>Os resultados demonstram que ações estratégicas coordenadas entre todas as partes interessadas precisam ser desenvolvidas para combater NTLs. A mudança cultural na aceitação do furto de energia elétrica precisa ser um dos principais focos do país.</p>	<p>A principal contribuição é divulgar informações às autoridades reguladoras e legislativas, governo, concessionárias e pesquisadores para desenvolver ações práticas para mitigação de NTLs no Brasil.</p>
<p>DESIGN AND ANALYSIS OF LIQUID COOLING PLATES FOR DIFFERENT FLOW CHANNEL CONFIGURATIONS</p>	<p>Muhammad Farhan, Muhammad Amjad, Zia ul Rehman Tahir, Zahid Anwar, Muhammad Arslan, Ahmad Mujtaba, Fahid Riaz, Shahid Imran, Luqman Razzaq, Mudassar Ali, Enio P. Bandarra Filho e Xioze Duc</p>	<p>2022</p>	<p>Realizar o dimensionamento de placas de refrigeração líquida de forma que o calor difundido pelo equipamento eletrônico seja removido enquanto seus níveis de temperatura permaneçam dentro de limites seguros.</p>	<p>Pesquisa experimental que se concentra em um projeto adequado de uma placa de resfriamento de líquido avaliando diferentes fatores, como distribuição de fluxo, pontos quentes térmicos na superfície da placa, uniformidade dos contornos de temperatura e queda de pressão.</p>	<p>Diferentes configurações de canal de fluxo causaram pressões com um ponto quente inapropriado nas superfícies da placa. Em comparação com outras configurações, a do canal do distribuidor é considerada o projeto mais eficiente que detectou distribuição de fluxo uniforme e localização regular de pontos quentes na superfície da placa plana; várias taxas de fluxo de massa em um determinado calor fornecido; e, também, a queda de pressão.</p>	<p>Os resultados desta pesquisa, contribuí para projetos futuros de sistemas de refrigeração para aplicações de alto fluxo de calor como, por exemplo, dispositivos eletrônicos, processadores de computador e motores automotivos.</p>

<p>FLOW INSTABILITY TRANSFERABILITY CHARACTERISTICS WITHIN A REVERSIBLE PUMP TURBINE RPT UNDER LARGE GUIDE VANE OPENING GVO</p>	<p>Maxime Binama KanKan, Hui-Xiang Chen, YuanZheng, Daqing Zhou, Wen- ao Su, Alexis Muhirwa e James Ntayomba</p>	<p>2021</p>	<p>Investigar o desenvolvimento da instabilidade do fluxo do mecanismo sem palhetas, o efeito do influxo da máquina e do número de pás do rotor em sua transferibilidade para outras zonas de fluxo.</p>	<p>Pesquisa experimental, investigativa avaliando o funcionamento das turbinas de bombas reversíveis.</p>	<p>Os resultados mostraram que, enquanto a amplitude de pulsação da pressão aumentou, diminuindo o número de pás do rotor, uma diminuição contínua do influxo da máquina levou a um correspondente nível de pulsação de pressão sem pás dentro da zona da turbina antes de aumentar gradualmente para runaway e caindo novamente de volta à zona de operação do freio de turbina profunda. O efeito das condições de fluxo da máquina e número de pás do corredor no modo de propagação de instabilidade de fluxo sem pás para zonas de fluxo, o montante é mais notável do que as zonas de fluxo a jusante.</p>	<p>Para futuras pesquisas, o estudo demonstra que são necessárias novas investigações paramétricas para entender mais detalhadamente o fluxo de turbinas reversíveis.</p>
<p>ANALYSIS OF IMPACT OF ONE UNIT OF DISTRIBUTED PHOTOVOLTAIC GENERATION IN POWER QUALITY OF A RURAL PROPERTY</p>	<p>Santos, E. &amp; Alvarez-Ferreira, L.R. &amp; Almeida, Adriano &amp; Otto, R.B. &amp; Vendrame, M..</p>	<p>2019</p>	<p>Realizar uma análise precisa sobre a inserção de painéis fotovoltaicos, a fim de avaliar os ganhos no local em parâmetros de qualidade da energia com geração distribuída antes e após a instalação do sistema de geração fotovoltaica.</p>	<p>Estudo de caso de uma propriedade rural dedicada à produção de leite, localizada na cidade de Medianeira, região oeste do estado do Paraná, Brasil, que tem um consumo médio anual de eletricidade de aproximadamente 34,3 MWh e é alimentado com tensão entre fases igual a 220V e 60 Hz.</p>	<p>Foi descoberto que os limites de três aspectos relacionados à qualidade da energia elétrica foram violados antes da instalação dos painéis fotovoltaicos, que são o fator de potência, tensão flutuação e pequenas variações de tensão. Depois da instalação do sistema, houve melhorias nos níveis de tensão de estado estacionário.</p>	<p>A pesquisa sugere soluções para os problemas mais relevantes relacionados à qualidade do produto.</p>



<p>SOLAR PHOTOVOLTAIC DISTRIBUTED GENERATION IN BRAZIL THE CASE OF RESOLUTION 482/2012</p>	<p>Márcia Andréa Rosas Luna, Felipe Barroco Fontes Cunhab, Maria Cândida Arrais de Miranda Mousinhoc, Ednildo Andrade Torres</p>	<p>2019</p>	<p>Apresentar uma análise da evolução da geração distribuída no Brasil, após a Resolução Normativa (NR) nº 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL).</p>	<p>A metodologia utilizada baseou-se numa pesquisa exploratória, descritiva e bibliográfica que apoiou uma análise de informações sobre o crescimento e as perspectivas do mercado solar fotovoltaico de GD no Brasil.</p>	<p>Os resultados indicam um crescimento da geração distribuída no país desde 2012, com um aumento significativo em 2015. Ainda, apesar da crescente evolução da geração distribuída no Brasil, há necessidade de mais melhorias regulatórias para impulsionar esse mercado.</p>	<p>A pesquisa propõe para estudos futuros melhorias regulatórias em nova reforma no setor elétrico, sendo que atualmente atendem parcialmente o mercado em crescimento.</p>
<p>EFFICIENCY QUALITY AND ENVIRONMENTAL IMPACTS A COMPARATIVE STUDY OF RESIDENTIAL ARTIFICIAL LIGHTING</p>	<p>Danilo Ferreira de Souza, Pedro Paulo Fernandes da Silva, Luiz Fernando Almeida Fontenele, Gunther Damaceno Barbosa, Marcelode Oliveira Jesus</p>	<p>2019</p>	<p>Apresentar um estudo comparativo de três tecnologias de iluminação de baixo custo.</p>	<p>Estudo comparativo de três tecnologias de iluminação de baixo custo. Com auxílio do método lúmen, avaliou-se o número de lâmpadas necessárias para iluminar um apartamento hipotético. Os consequentes custos e impactos ambientais também foram avaliados. Os aparelhos de laboratório foram usados para medir a qualidade da eletricidade, desempenho elétrico e indicadores fotométricos.</p>	<p>O estudo mostra que existe de fato um grande potencial para a adoção do LED em lâmpadas incandescentes convencionais e lâmpadas fluorescentes compactas. Há produtos que já atendem aos requisitos de iluminação residencial padrão e têm eficiências significativamente maiores do que os sistemas atualmente em uso. Os preços do LED têm mostrado tendência de queda quando comparados com as lâmpadas fluorescentes compactas, porque houve uma queda em seus custos de produção ao longo dos anos, com correspondente crescimento na eficiência luminosa.</p>	<p>A pesquisa sugere que a tecnologia LED será cada vez mais competitiva nos próximos anos e irá tornar-se acessível à grande parte da população.</p>

ENERGY STORAGE FOR SUBJECTIVE DIMENSION AND ENGAGEMENT IN A DEMANDSIDE ENVIRONMENT	Viviane T. Nascimento, Liciane Otremba, André L. Veiga Gimenes, Miguel E. MoralesUdaeta	2022	Avaliar parâmetros associados a sistemas de armazenamento de energia sob uma perspectiva social.	Como método, o trabalho emprega estratégias de planejamento energético e suas dimensões de análise para mapear os parâmetros sociais necessários para a implantação do armazenamento.	As baterias têm uma questão ambientalmente relevante quanto ao descarte de componentes e, por isso, recebeu classificação baixa. Contudo, combinando o armazenamento por baterias reduziria a presença do gerador a diesel, principalmente na operação desconectada da estrutura principal.	Os achados contribuem para futuras pesquisas, identificando pontos chaves para o público com pouco conhecimento técnico.
PLANNING A NOVEL REGIONAL METHANE NETWORK DEMAND FORECASTING AND ECONOMIC EVALUATION	Tommaso Barbiero, Carlo Grillenzoni	2022	Projetar e avaliar uma nova infraestrutura na região insular da Sardenha, que ainda não dispõe de rede de gás natural.	Estudo de caso envolvendo a ilha da Sardenha, na Itália. Para a metodologia foram avaliadas estatísticas para prever a demanda de gás na ausência de dados históricos, utilizando modelos regressivos espaciais (SAR) com variáveis exógenas (X).	A análise demonstra a viabilidade econômica da infraestrutura de gás para a Sardenha abaixo dos 70 % da taxa de penetração no mercado, uma vez que permite um ponto de equilíbrio em 15 anos.	O estudo poderá ser estendido para outras cidades ou países que não têm este tipo de infraestrutura.
BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN THE ENERGY SECTOR A SYSTEMATIC REVIEW OF CHALLENGES AND OPPORTUNITIES	MerlindaAndoni, Valentin Robu, David Flynn, Simone Abram, Dale Geach, David Jenkins Peter Mc Callum, Andrew Peacock	2019	Fornecer uma visão abrangente dos princípios fundamentais que sustentam as tecnologias <i>blockchain</i> , como a arquitetura do sistema e algoritmos de consenso distribuído.	Revisão da literatura concentrando em soluções <i>blockchain</i> para o setor de energia. Para conhecimento, este é um dos primeiros trabalhos acadêmicos revisados por pares a fornecer uma revisão sistemática do <i>blockchain</i> para atividades e iniciativas no setor de energia.	O estudo mostra que a maioria dos projetos está em uma fase inicial de desenvolvimento e a pesquisa ainda está em andamento nas principais áreas de melhoria que permitiriam escalabilidade, descentralização e segurança desejadas para a tecnologia <i>blockchain</i> . Ainda, as mudanças podem ser prejudiciais para as empresas de energia que devem enfrentar uma grande variedade de desafios para alcançar a penetração no mercado, incluindo questões legais, regulatórias e barreiras da concorrência.	Novas iniciativas de pesquisas adicionais, ensaios, projetos e colaborações mostrarão se a tecnologia pode atingir seu pleno potencial e provar sua viabilidade comercial.

<p>ANALYSING THE FEASIBILITY OF POWERING THE AMERICAS WITH RENEWABLE ENERGY AND INTERREGIONAL GRID INTERCONNECTIONS BY 2030</p>	<p>Arman Aghahosseini, Dmitrii Bogdanov, Larissa S.N.S. Barbosa, Christian Breyer</p>	<p>2019</p>	<p>Analisar e quantificar um sistema 100% baseado em energia renovável usando dados meteorológicos resolvidos espacial e temporalmente.</p>	<p>Pesquisa experimental analisando um sistema de energia com base em tecnologias de armazenamento de energia com interconexão entre redes. As regiões consideradas são as américas do sul e norte e o período estabelecido foi de um ano.</p>	<p>Os resultados para todos os cenários considerados demonstram que as tecnologias existentes são suficientes para cobrir toda a demanda de eletricidade nas américas para o ano de 2030, denominado por energia solar fotovoltaica e eólica. Armazenamento de energia por baterias especiais de íon-lítio surgiriam nos próximos anos, gerando custos menores para os projetos de energia solar.</p>	<p>A pesquisa do armazenamento de energia por baterias especiais de íon-lítio que surgiriam nos próximos anos, gerando custos menores para os projetos de energia solar. Desta forma, estudos futuros podem trazer maiores conhecimentos para o desenvolvimento dos novos equipamentos.</p>
<p>ASSESSING THE SPEED EXTENT AND IMPACT OF THE DIFFUSION OF SOLAR PV</p>	<p>Jose Morcillo, Monica Castaneda, Maritza Jiménez Sebastián Zapata, Isaac Dyner Andres J. Aristizabal</p>	<p>2022</p>	<p>Contribuir para a compreensão da dinâmica e implicações da transformação de energia renovável nos mercados de eletricidade de diferentes países, bem como, a possível convergência dessas dinâmicas e implicações em termos de extensão, velocidade, preços de eletricidade para consumidores e custos para as concessionárias.</p>	<p>Estudo comparativo relacionando a tecnologia de transformação no setor elétrico e seus efeitos sobre <i>stakeholders</i> no Reino Unido, Colômbia e Brasil.</p>	<p>Resultados sobre a extensão e a velocidade da propagação da radiação solar indicam que países não industrializados, como Brasil e Colômbia, podem se comportar de forma semelhante e, ao contrário, para o Reino Unido — onde a implantação de energia solar fotovoltaica não é substancial o suficiente para representar dificuldades para a recuperação de custos utilizados.</p>	<p>Este artigo apresenta uma nova contribuição para o estudo da difusão de PVs em termos de extensão, velocidade, e consequências para as partes interessadas em diferentes mercados de eletricidade, bem como a convergência dessas dinâmicas.</p>

<p>SUSTAINABLE SMALLSCALE HYDROPOWER SOLUTIONS IN CENTRAL ASIAN COUNTRIES FOR LOCAL AND CROSSBORDER ENERGYWATER SUPPLY</p>	<p>Ulugbek Azimov, Nilufar Avezova</p>	<p>2022</p>	<p>Identificar soluções abrangentes e eficientes com o uso dos recursos existentes na região da Ásia Central para desenvolver pequenas soluções hidrelétricas de microescala, que atualmente são ineficientes.</p>	<p>Revisão da literatura que enfoca o uso amplo e eficiente dos recursos hidrelétricos existentes, que ainda são subutilizados na região da Ásia Central.</p>	<p>A energia hidrelétrica de pequena e microescala é uma solução viável para a região central asiática para lidar simultaneamente com a energia local. Ainda, a implementação inovadora e econômica de hidrelétricas de pequena e microescala podem realmente se tornar uma solução para o fornecimento de eletricidade renovável de baixo custo para áreas remotas e rurais na Ásia Central.</p>	<p>Estender a pesquisa realizada para outros países que possuem limitações de recursos buscando o desenvolvimento destas regiões.</p>
<p>THE IMPACT OF OFFGRID SOLAR HOME SYSTEMS IN KENYA ON ENERGY CONSUMPTION AND EXPENDITURES</p>	<p>Natascha Wagner, Matthias Rieger, Arjun S. Bedi, Jurgen Vermeulen, Binyam Afewerk Demena</p>	<p>2021</p>	<p>Avaliar o impacto dos sistemas domésticos solares (SHS) no consumo de energia e nas despesas relacionadas à energia.</p>	<p>Análise experimental de 1.048 domicílios, aproximadamente, divididos igualmente entre proprietários e não proprietários do sistema SHS. Observou-se as diferenças entre os dois grupos usando a abordagem pipeline que compara proprietários com não proprietários que expressaram um forte desejo de comprar um sistema SHS.</p>	<p>Os principais resultados do estudo são três relacionados aos efeitos do consumo de energia: o acesso a um SHS leva a um consumo de três horas, aumento no uso diário de lâmpadas LED e é acompanhado por uma redução o uso de lâmpadas “suja”; o uso de querosene para iluminação cai cerca de um litro por mês; essas mudanças no uso de energia junto com uma forte diminuição do custo de carregamento dos telemóveis levou a uma redução de despesas mensais de KSh 193 (cerca de EUR 1,60).</p>	<p>Pesquisas futuras devem ir além do consumo de energia e gastos relacionados à energia e também examinar como a energia solar fora da rede influencia o bem-estar.</p>

<p>REVIEW ON VIABILITY AND IMPLEMENTATION OF RESIDENTIAL PV BATTERY SYSTEMS CONSIDERING THE CASE OF DOMINICAN REPUBLIC</p>	<p>Edwin Garabitos Lara, Félix Santos García</p>	<p>2021</p>	<p>Mostrar um panorama geral sobre sistemas fotovoltaicos, seus estudos de viabilidade, considerando a estrutura da tarifa de energia elétrica, a estabilidade na rede, os incentivos e outras variáveis.</p>	<p>Revisão da literatura detalhada e representativa realizada em 158 trabalhos sobre a viabilidade e dimensionamento de sistemas fotovoltaicos residenciais.</p>	<p>Os resultados mostram que a metodologia de simulação é a mais frequente no estudo técnico-econômico de sistemas fotovoltaicos residenciais, com percentual de 45% seguido de otimização com 37%; 29 ferramentas de análise foram identificadas no estudo de sistemas fotovoltaicos residenciais, sendo o software <i>MATLAB</i> o mais utilizado.</p>	<p>O estudo pode ser ampliado para outros países, sendo que traz uma revisão detalhada de informações, porém, limitado a uma única região.</p>
<p>ANALYZING CARBON EMISSIONS POLICIES FOR THE BOLIVIAN ELECTRIC SECTOR</p>	<p>Carlos A. A. Fernandez Vazquez, R. J. Brecha, Miguel H. Fernandez Fuentes</p>	<p>2022</p>	<p>Analisar a evolução ao longo do tempo do setor de energia na Bolívia com diferentes cenários e políticas. O Open Source Energy Modeling (OSeMOSYS) foi escolhido como uma ferramenta de modelagem de código aberto e sua capacidade de introduzir a contabilização das emissões de GEE (gases de efeito estufa) como uma variável relevante no modelo.</p>	<p>Análise investigativa referente a alternativas envolvendo opções tecnológicas incluindo cenários baseados em capacidade de geração futura na introdução sobre o carbono ou reduções nos subsídios do gás natural para forçar uma mudança tecnológica, encorajando a instalação de energias renováveis, como a eólica e solar.</p>	<p>O cenário de referência para negócios com gás natural subsidiado leva a um aumento adicional de termelétricas de gás natural ao longo da modelagem do período até 2050, resultando em um aumento de quase cinco vezes nas emissões de CO<sub>2</sub>.</p>	<p>Como recomendações para trabalhos posteriores podem ser sugeridos análises no planejamento de modelagem mais detalhada de sistemas e especialmente o aumento da penetração de fontes renováveis.</p>

<p>ENERGETICS SYSTEMS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS OF INDUSTRY 40</p>	<p>Tanveer Ahmad, Hongyu Zhu, Dongdong Zhang, Rasikh Tariq A. Bassam, Fasee Ullah, Ahmed S AlGhamdi, Sultan S. Alshamrani</p>	<p>2022</p>	<p>Analisar sete sistemas energéticos diferentes e sua variedade de aplicações, incluindo: 1) produção de eletricidade; 2) fornecimento de energia; 3) redes de distribuição elétrica; 4) armazenamento de energia; 5) economia de energia, novos materiais e dispositivos energéticos; 6) eficiência energética e nanotecnologia; e 7) política energética e economia.</p>	<p>Esta revisão da literatura examinou o campo em expansão da indústria de energia e digitalização e forneceu uma revisão dos principais aspectos das tecnologias, suas implementações no sistema de energia, possíveis falhas, e desafios de implementação.</p>	<p>A economia de energia pode ser realizada através da aplicação das tecnologias envolvendo inteligência artificial, nas áreas de geração, manutenção, operação e monitoramento de equipamentos de energia. Ainda, a IA (inteligência artificial) capacita a indústria de energia/organizações a mudar sua atuação na manutenção reativa às estratégias de manutenção preventiva.</p>	<p>Para pesquisas posteriores, um campo crítico de foco nos próximos anos é como a IA pode habilitar/automatizar redes para integrar fontes de energia renováveis.</p>
---	---	-------------	---	--	---	--

Fonte: autor (2022)

## **APÊNDICE B**

### **ROTEIRO DE ENTREVISTAS**

#### **QUESTÃO INTRODUTÓRIA**

1. Como você percebe os atuais processos na logística interna e externa da empresa?

#### **QUESTÕES CENTRAIS**

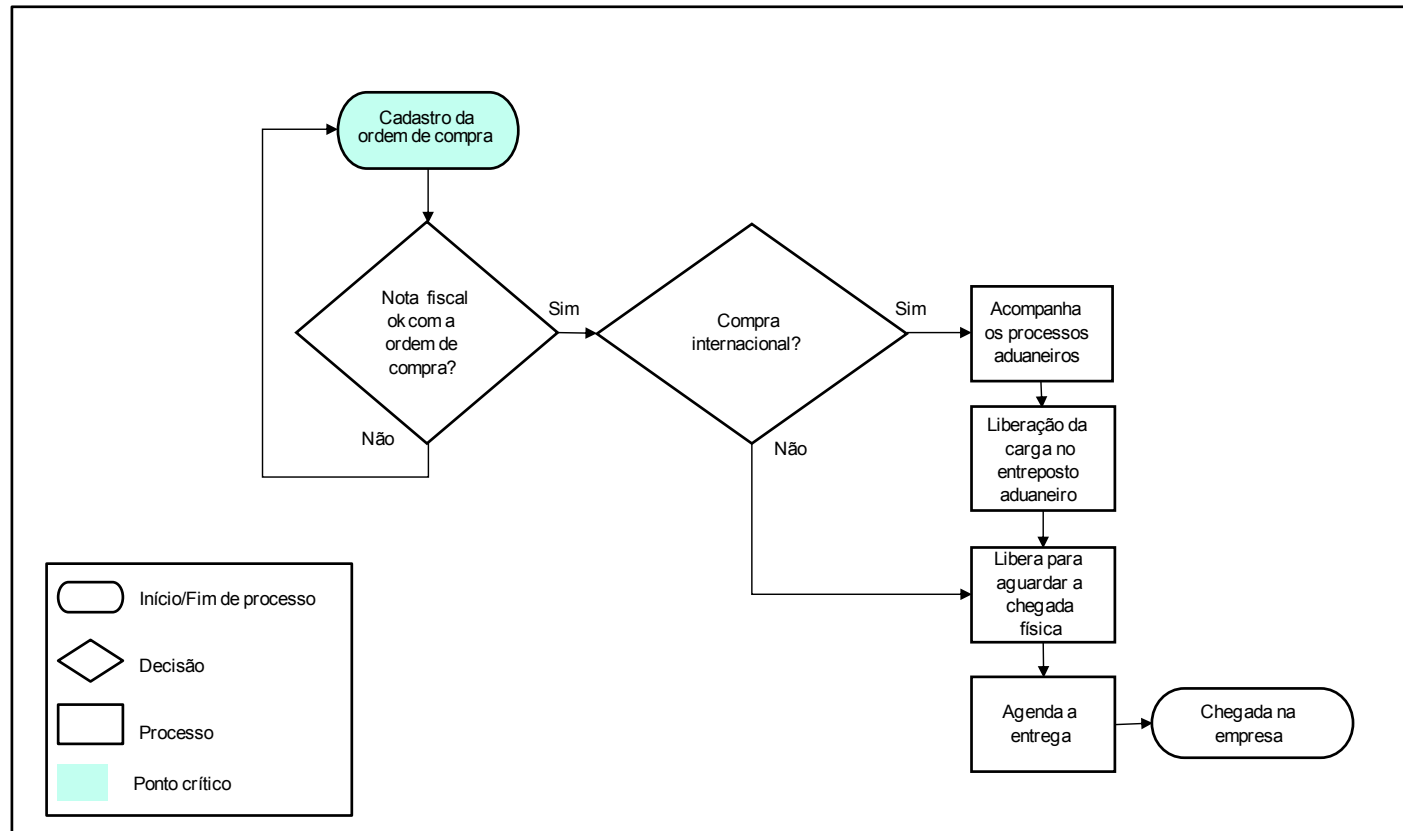
2. Quais são as etapas e atividades desenvolvidas na logística interna e externa dos produtos até a entrega ao cliente final?
3. Quais são os principais problemas relacionados às etapas e atividades relatadas anteriormente?
4. Quais as possíveis ações de melhoria para a solução desses problemas?

#### **QUESTÕES DE FECHAMENTO**

5. Quais os potenciais benefícios decorrentes da implementação das ações de melhoria identificadas anteriormente?
6. Quais as possíveis dificuldades a serem enfrentadas para a implementação dessas ações?

## APÊNDICE C

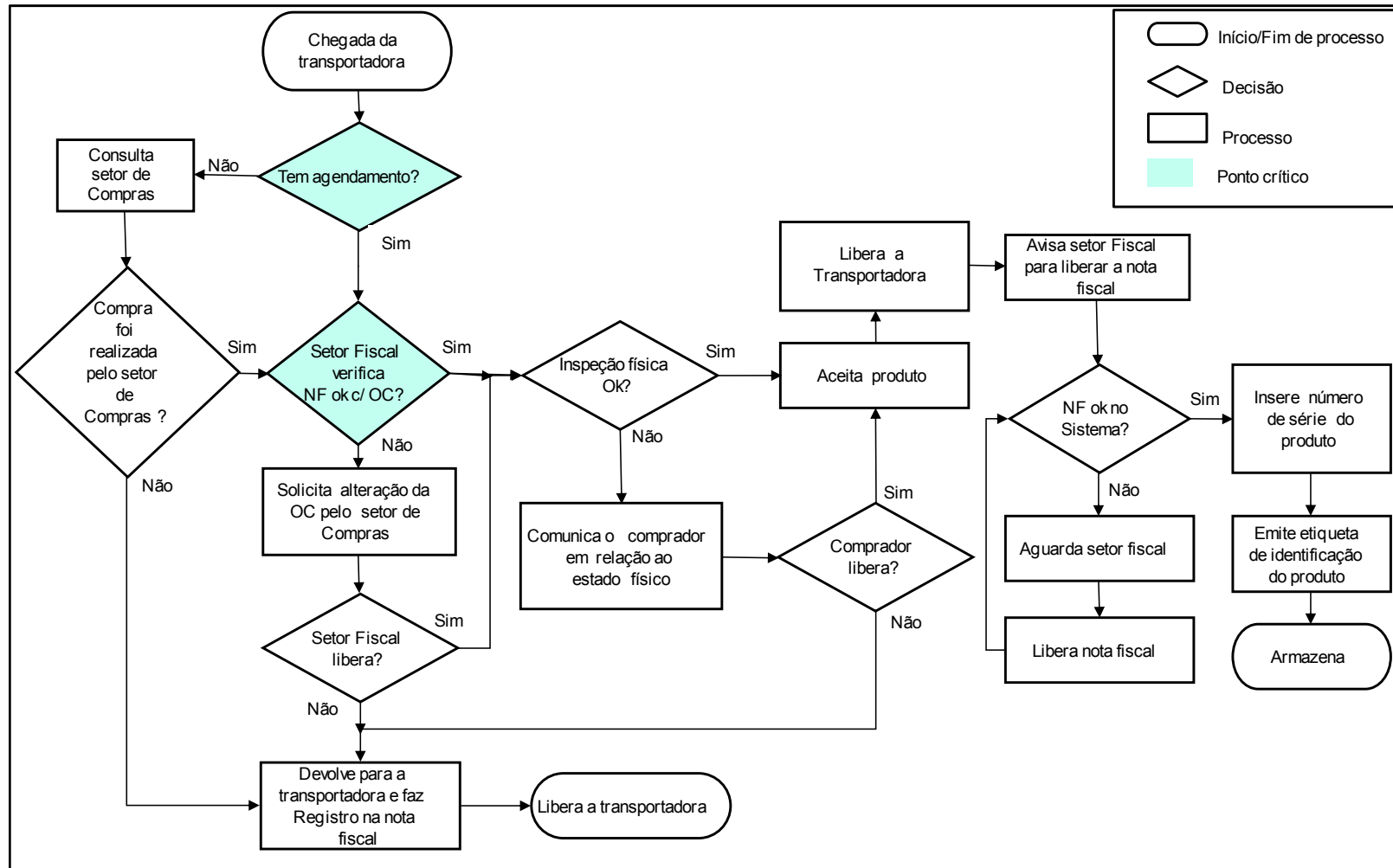
## Fluxograma – Compras





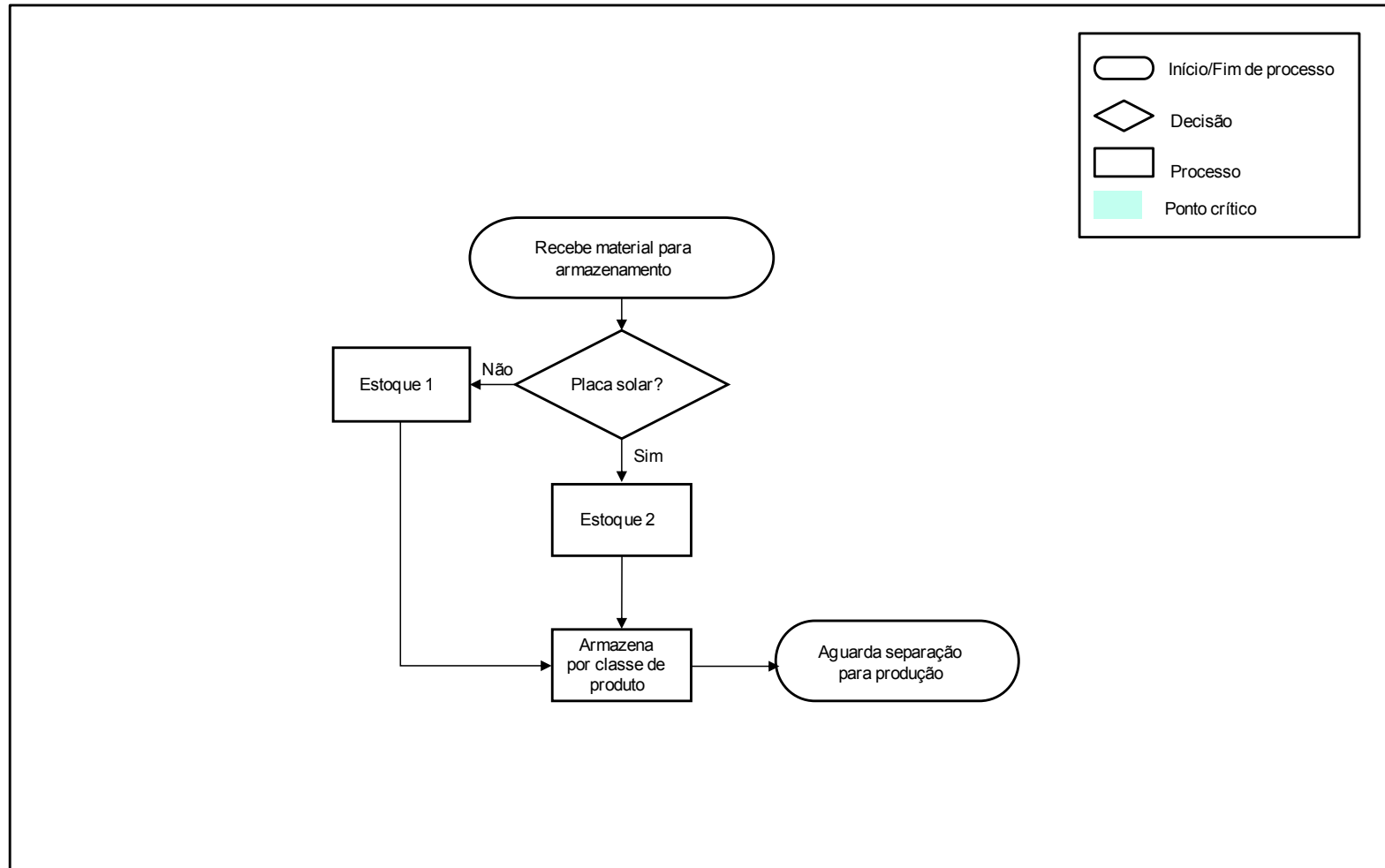
## APÊNDICE D

## Fluxograma – Recebimento de Mercadoria



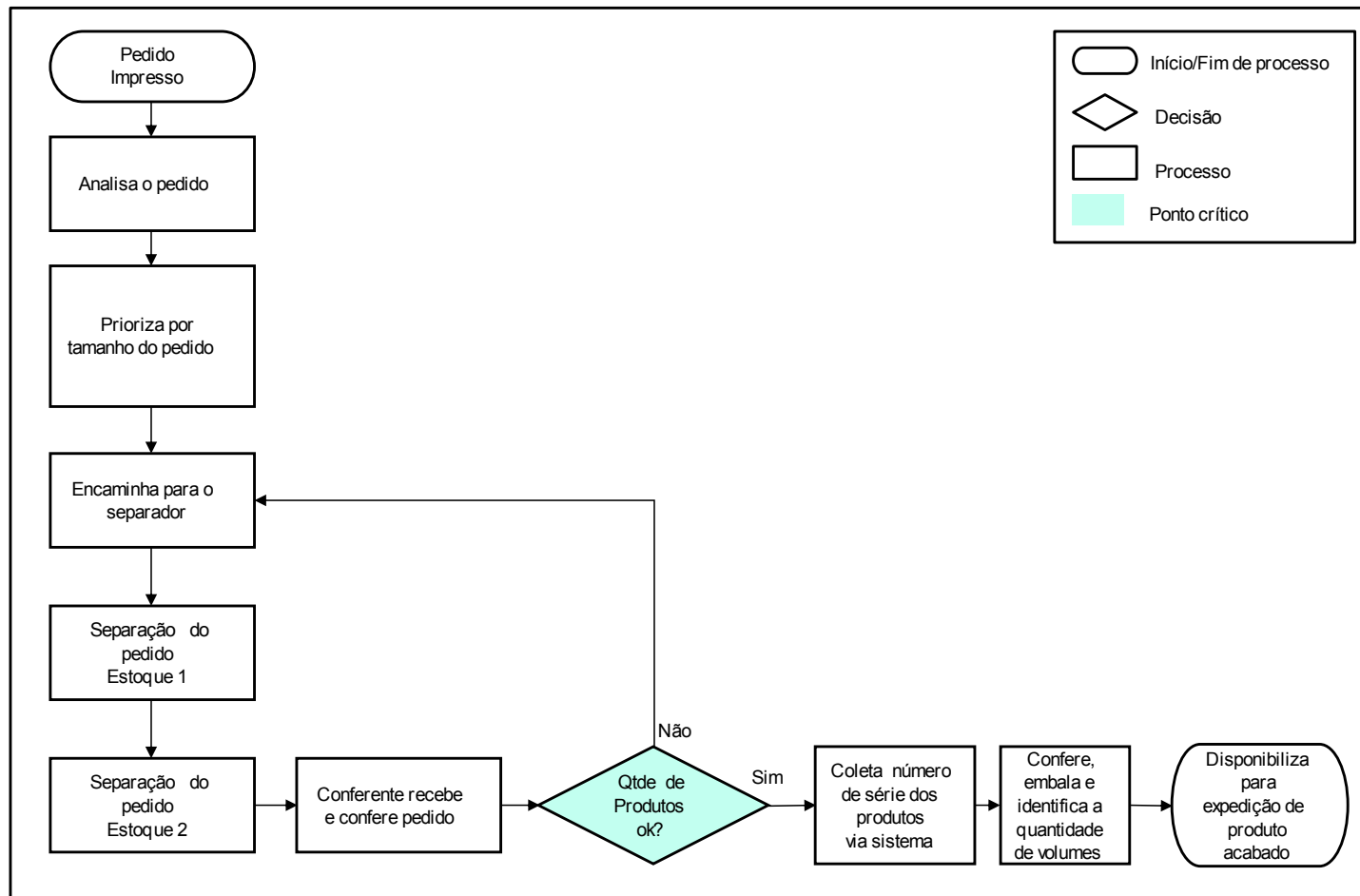
## APÊNDICE E

## Fluxograma – Armazenagem



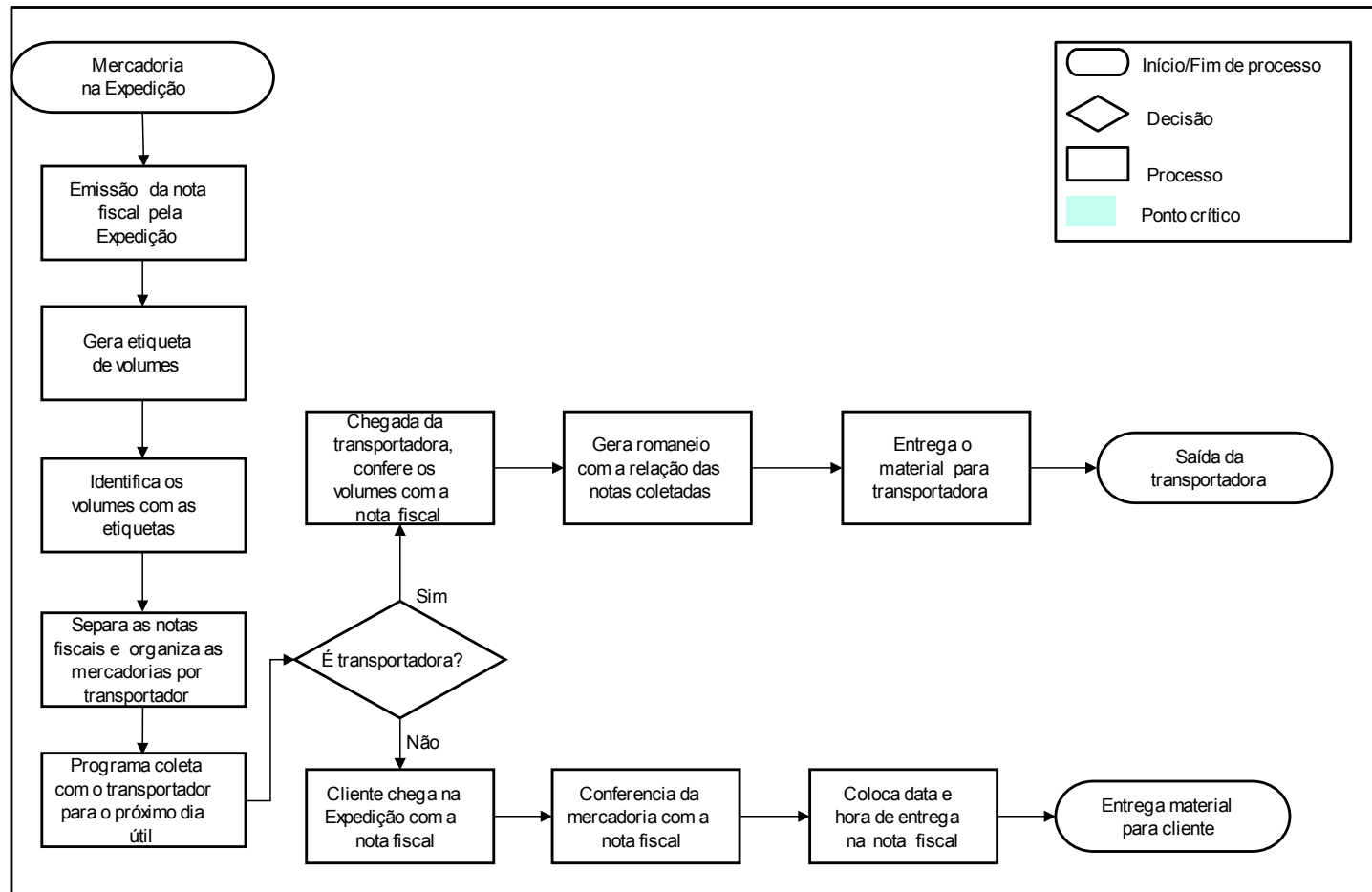
## APÊNDICE F

## Fluxograma – Produção



## APÊNDICE G

## Fluxograma – Expedição



## APÊNDICE H

## Fluxograma – Transporte

