

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

KARINA SAYURI ENOKAWA

**DESAFIOS E PERSPECTIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE
COMUNIDADES ENERGÉTICAS NO BRASIL: UMA ANÁLISE
REGULATÓRIA PARA A DEMOCRATIZAÇÃO DA ENERGIA
SUSTENTÁVEL**

FLORIANÓPOLIS, 2025.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

KARINA SAYURI ENOKAWA

**DESAFIOS E PERSPECTIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE
COMUNIDADES ENERGÉTICAS NO BRASIL: UMA ANÁLISE
REGULATÓRIA PARA A DEMOCRATIZAÇÃO DA ENERGIA
SUSTENTÁVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa
Catarina como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheira
Eletricista.

Orientador:
Prof. Dr. Rubiara Cavalcante Fernandes

FLORIANÓPOLIS, 2025.

Ficha de Identificação da obra elaborada pelo autor

Enokawa, Karina Sayuri
Desafios e Perspectivas para o Desenvolvimento de Comunidades
Energéticas no Brasil: Uma Análise Regulatória para a
Democratização da Energia Sustentável / Karina Sayuri Enokawa ;
orientador, Rubiara Cavalcante Fernandes, 2024.
68 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Campus Florianópolis, Graduação em Engenharia
eletrica, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Engenharia eletrica. 2. Engenharia elétrica. 3. Comunidades
energéticas. I. Fernandes, Rubiara Cavalcante. II. Instituto
Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia eletrica.
III. Título.

**DESAFIOS E PERSPECTIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE
COMUNIDADES ENERGÉTICAS NO BRASIL: UMA ANÁLISE
REGULATÓRIA PARA A DEMOCRATIZAÇÃO DA ENERGIA
SUSTENTÁVEL**

KARINA SAYURI ENOKAWA

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro(a) Eletricista e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 27 de fevereiro, 2025.

Banca Examinadora:



Rubiara Cavalcante Fernandes, Dr. Eng.
Orientador



Murilo Reolon Scuzziato, Dr. Eng.



Verônica Etchebehere Santiago, Dra. Eng.



Renan Batista Siqueira, Eng. - COMERC Energia S.A

Dedico este trabalho a meus pais, Rossani e José
E a meu irmão, Marcelo

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à instituição de ensino por me dar a oportunidade de voltar ao curso e concluir minha graduação.

Agradeço em especial aos meus pais, por me apoiarem e batalharem tanto para que meu caminho fosse mais suave do que o que tiveram. Sem eles nada teria sido possível.

Agradeço ao meu namorado Eduardo, que sempre acreditou em mim, mesmo quando eu mesma já não tinha fé.

À minha psicóloga Thais e meu psiquiatra Rafael, minha eterna gratidão por todo o suporte dado nessa etapa.

Agradeço a minha amiga Karine pelo apoio incondicional e presença constante em todos os momentos.

Por fim, agradeço ao meu querido amigo Leonardo, por sempre estar presente nos momentos importantes da minha vida e tornar tudo mais leve.

O sucesso é ir de fracasso em fracasso
Sem perder o entusiasmo.
(Winston Churchill)

RESUMO

O setor energético brasileiro enfrenta desafios crescentes relacionados à diversificação da matriz energética, ampliação do acesso à energia e redução de impactos ambientais. Neste contexto, as comunidades energéticas (CEs) surgem como uma alternativa inovadora para descentralizar a produção e democratizar o acesso à energia sustentável. Este trabalho tem como objetivo analisar o cenário regulatório brasileiro, identificando as oportunidades e desafios para a implementação de CEs. A pesquisa inclui uma revisão das políticas públicas e marcos regulatórios, como a Lei nº 14.300/2022 e a Resolução Normativa nº 1.059/2023. São explorados exemplos internacionais de implementações e propostas recomendações para viabilizar as CEs no Brasil, com foco em inclusão social, sustentabilidade e autonomia energética. Conclui-se que, embora as CEs possuam grande potencial para promover a transição energética, sua consolidação depende de investimentos, políticas públicas robustas e maior clareza e expansão regulatória.

Palavras-chave: Comunidades energéticas. Geração distribuída. Sustentabilidade. Regulamentação energética. Democratização da energia.

ABSTRACT

The Brazilian energy sector faces growing challenges related to diversifying the energy matrix, expanding access to energy, and reducing environmental impacts. In this context, energy communities (ECs) emerge as an innovative alternative to decentralize energy production and democratize access to sustainable energy. This study aims to analyze the Brazilian regulatory framework, identifying opportunities and challenges for the implementation of ECs. The research includes a review of public policies and regulatory frameworks, such as Law No. 14.300/2022 and Normative Resolution No. 1.059/2023. International success cases are explored, and recommendations are proposed to enable ECs in Brazil, focusing on social inclusion, sustainability, and energy autonomy. The study concludes that, while ECs have great potential to promote the energy transition, their consolidation depends on investments, robust public policies, and greater regulatory clarity and expansion.

Keywords: Energy communities. Distributed generation. Sustainability. Energy regulation. Energy democratization.

LISTA DE FIGURAS

(Elemento opcional)

Figura 1 – Partes interessadas de uma CE.....	23
Figura 2 – Estrutura do Setor elétrico.....	25
Figura 3 – CEs na União Europeia.....	31
Figura 4 – Matriz energética total da Bélgica.....	34
Figura 5 – Matriz energética de eletricidade da Bélgica.....	34
Figura 6 – Matriz energética da Bulgária.....	41
Figura 7 – Matriz energética de eletricidade da Bulgária.....	41
Figura 8 – Matriz energética da Irlanda.....	45
Figura 9 – Matriz de eletricidade da Irlanda.....	46
Figura 10 – Matriz energética de Portugal.....	51
Figura 11 – Matriz de eletricidade de Portugal.....	52
Figura 12 – Matriz de eletricidade do Brasil.....	57

LISTA DE TABELAS

(Elemento opcional)

Tabela 1 – Informações sobre a Energent.....	32
Tabela 2 – Comprometimento de redução de emissões da Bélgica.....	35
Tabela 3 – Informações sobre a Izgrei.....	39
Tabela 4 – Informações sobre a Triple SEC.....	44
Tabela 5 – Informações sobre a Coopérnico.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

CE – Comunidade Energética

GD – Geração Distribuída

SIN – Sistema Interligado Nacional

MME – Ministério de Minas e Energia

CMSE – Comitê de monitoramento do setor elétrico

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CNPE – Conselho Nacional de Política Energética

ONGs – Organizações Não Governamentais

DSOs – Operadoras de Sistemas de Distribuição

P2P – *Peer to peer*

SCEE – Sistema de Compensação de Energia Elétrica

PERS – Programa de Energia Renovável Social

PNEC – Plano Nacional de Energia e Clima

GEE – Gases de Efeito Estufa

MRC – Mecanismo de Remuneração por Capacidade

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

MIPE – Modelo Integrado de Planejamento Energético

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Definição do Problema.....	14
1.2 Justificativa.....	15
1.3 Objetivos.....	16
1.3.1 Objetivo Geral.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos.....	16
1.4 Estrutura do trabalho.....	17
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	18
2.1 Comunidades energéticas.....	18
2.1.1 Importância e vantagens de Comunidades Energéticas.....	19
2.1.2 Desafios e oportunidades.....	20
2.1.3 Sistemas de tarifação.....	20
2.1.3.1 Tarifação <i>Net metering</i>	21
2.1.3.2 Tarifação <i>Feed in</i>	22
2.2 Partes interessadas de uma Comunidade Energética.....	22
2.2.1.1 Agentes privados.....	23
2.2.1.2 Agentes regulatórios.....	24
2.3 Cenário regulatório brasileiro.....	24
2.3.1 Marco Legal da microgeração e minigeração distribuída.....	27
2.3.1.1 <i>Impactos no setor energético</i>	28
2.3.2 Resolução Normativa Nº 1.059/2023.....	28
2.3.2.1 <i>Impactos no setor energético</i>	30
3 CASOS DE IMPLEMENTAÇÃO DE COMUNIDADES ENERGÉTICAS.....	30
3.1 Energent (Bélgica).....	32
3.1.1 Plano Nacional de Energia e Clima da Bélgica.....	33
3.1.1.1 <i>Descarbonização</i>	33
3.1.1.2 <i>Eficiência energética</i>	35
3.1.1.3 <i>Segurança Energética</i>	36
3.1.1.4 <i>Mercado Interno de Energia</i>	36
3.1.1.5 <i>Inovação e competitividade</i>	37
3.1.2 Desafios e Oportunidades.....	38
3.2 Izgrei (Bulgária).....	39
3.2.1 Plano Nacional de Energia e Clima da Bulgária.....	40
3.2.1.1 <i>Descarbonização</i>	40
3.2.1.2 <i>Eficiência energética</i>	42
3.2.1.3 <i>Segurança Energética</i>	42
3.2.1.4 <i>Mercado Interno de Energia</i>	43
3.2.1.5 <i>Inovação e competitividade</i>	43
3.2.2 Desafios e Oportunidades.....	44
3.3 Triple SEC (Irlanda).....	44
3.3.1 Plano Nacional de Energia e Clima da Irlanda.....	45
3.3.1.1 <i>Descarbonização</i>	45
3.3.1.2 <i>Eficiência energética</i>	47
3.3.1.3 <i>Segurança Energética</i>	47
3.3.1.4 <i>Mercado Interno de Energia</i>	47
3.3.1.5 <i>Inovação e competitividade</i>	48

3.3.2 Desafios e Oportunidades.....	48
3.4 Coopernico (Portugal).....	49
3.4.1 Plano Nacional de Energia e Clima de Portugal.....	50
3.4.1.1 Descarbonização.....	50
3.4.1.2 Eficiência energética.....	52
3.4.1.3 Segurança Energética.....	53
3.4.1.4 Mercado Interno de Energia.....	54
3.4.1.5 Inovação e competitividade.....	55
3.4.2 Desafios e Oportunidades.....	56
4 RECOMENDAÇÕES PARA O AVANÇO DE CES NO BRASIL.....	56
5 CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o setor energético brasileiro tem enfrentado desafios em sua trajetória de expansão, modernização e a luta contra as mudanças climáticas, que envolvem ações como a redução de emissões, transição para fontes de energia renováveis e conservação de ecossistemas. Segundo Belaçon (2021), o aumento da demanda por energia, a necessidade de diversificação da matriz elétrica para aumentar a confiabilidade do sistema e depender menos das chuvas — já que a matriz elétrica brasileira atualmente é composta por 47,2% de energia proveniente de fontes hídricas — (ONS, 2024) e a busca por soluções que minimizem impactos ambientais têm se tornado questões importantes na formulação de políticas públicas.

Neste contexto, uma alternativa para mitigar não apenas o desafio da expansão e modernização do Setor Elétrico Brasileiro, mas também questões relacionadas à sustentabilidade e a diversas outras questões abordadas ao longo deste trabalho, são as Comunidades Energéticas (CE). De forma simplificada, uma CE, ou Comunidade de Energia Renovável, pode ser entendida como um modelo de gestão, produção e consumo de energia elétrica que envolve a participação ativa de consumidores e produtores de energia renovável em uma estrutura colaborativa e descentralizada.

A ideia de CE se torna relevante e pode ser considerada não apenas como uma alternativa para descentralizar o mercado de produção e consumo de energia, mas também para a democratização do acesso à energia renovável, permitindo a diminuição do nível de investimentos necessários, levando à minimização da barreira de entrada para os consumidores (GONZÁLEZ et al, 2022).

Este método de produção de energia já vem sendo utilizado em alguns países da Europa — A Comissão Europeia (2022) reportou uma quantidade de 9.000 unidades de CEs em operação na União Europeia — e América do Norte — A Agência de proteção ambiental dos Estados Unidos (2024) reportou 110 unidades de CEs em operação — e sua aplicação progressiva no Brasil como uma solução de problemas como a dependência de grandes sistemas centralizados e vulnerabilidade

dos sistemas de transmissão, pode se tornar real em um futuro próximo.

No Brasil, o desenvolvimento e implementação de CEs ainda é embrionário e enfrenta diversos obstáculos, especialmente de ordem regulatória e técnica. A ausência de uma legislação específica que facilite a criação dessas iniciativas e a realidade econômica do país são alguns dos desafios que limitam o crescimento desse modelo.

No entanto, a recente evolução nas regulamentações voltadas para a Geração Distribuída (GD), como a Resolução Normativa N° 1.059, que criou o conceito de Geração Compartilhada no Brasil e a Lei 14.300, que institui o Marco Legal da microgeração e minigeração distribuída mostram que há um potencial significativo para o avanço das CEs no país.

Explorar as possibilidades e as limitações desse modelo em solo brasileiro é interessante para que seja possível identificar caminhos viáveis para sua implementação e crescimento.

1.1 Justificativa

O desenvolvimento de CEs no Brasil apresenta-se como uma alternativa promissora para enfrentar desafios críticos no setor energético, tais como a dependência de grandes sistemas centralizados e o aumento dos custos de produção da eletricidade, que resultam em maiores valores finais ao consumidor (GONZÁLEZ et al., 2023). Estudos mostram que iniciativas descentralizadas, como sistemas solares, podem contribuir significativamente para mitigar esses problemas, conforme citação de MESQUITA (2024) a seguir.

A introdução de sistemas de energia solar, em uma abordagem descentralizada, não apenas democratiza o acesso à energia, mas também atua como um agente transformador, impulsionando a inclusão social e promovendo a autonomia dessas comunidades. (MESQUITA, 2024, p.6)

Ademais, há uma necessidade crescente de transitar para uma matriz elétrica mais sustentável e resiliente, em linha com compromissos internacionais como o Acordo de Paris.

A adoção de CEs pode trazer múltiplos benefícios, desde a democratização do acesso à energia renovável, como supracitado, até a redução de emissões de gases de efeito estufa. Contudo, a consolidação desse modelo depende de superar barreiras como a ausência de regulamentação específica, limitações técnicas — incluindo a adaptação da infraestrutura de distribuição — e os altos custos iniciais de investimento, que são especialmente desafiadores em comunidades de baixa renda e regiões afastadas dos centros urbanos.

1.2 Definição do Problema

As CEs enfrentam dificuldades no Brasil, tornando seu desenvolvimento em larga escala desafiador. A falta de uma regulamentação clara e específica, barreiras técnicas para a integração dessas comunidades ao sistema elétrico nacional, o custo inicial para a implementação das tecnologias de geração distribuída e a falta de incentivos e financiamento do governo são algumas barreiras de adesão a essa solução (CASTRO et al., 2022).

Segundo Castro et al. (2022), A ausência de uma regulamentação específica para CEs no Brasil, além de a possibilidade apenas de trocas por créditos de energia e não diretamente por compensação financeira, leva a uma série de incertezas para consumidores e investidores, impactando a viabilidade econômica e operacional desses projetos.

Apesar das recentes regulamentações para a GD e a mini e microgeração de energia citadas anteriormente, ainda falta suporte normativo específico em relação ao apoio direto para CEs. Essa situação gera um ambiente de insegurança, onde potenciais participantes podem hesitar em investir, prejudicando a expansão desse modelo. O processo de implementação é frequentemente complexo e tecnicamente desafiador, especialmente em áreas sem infraestrutura adequada para o monitoramento e controle da geração e consumo local de energia, como áreas rurais e não conectadas ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo analisar o cenário brasileiro para a possibilidade de desenvolvimento de CEs, bem como os benefícios,

desafios e oportunidades advindas dessa forma de gestão da geração para a sociedade brasileira. O estudo visa analisar as políticas públicas e os marcos regulatórios que possam favorecer a expansão das CEs, criando um sistema mais inclusivo, sustentável e confiável.

O presente trabalho justifica-se pela sua relevância social, econômica e ambiental no contexto brasileiro. Diante da necessidade de atender à crescente demanda por energia e cumprir compromissos internacionais relacionados à sustentabilidade, como o Acordo de Paris, formalizado no Decreto nº 9.073/2017, é essencial o desenvolvimento de modelos viáveis, inclusivos e menos impactantes ao meio ambiente. Dessa forma, este estudo busca contribuir para a compreensão dos desafios e oportunidades relacionados às CEs no Brasil, oferecendo recomendações para a aplicação de políticas públicas que favoreçam sua expansão.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar as dificuldades e oportunidades para a implementação de CEs em território brasileiro de forma que essa seja uma alternativa viável de democratização do acesso à energia sustentável, tendo em vista o contexto regulatório da atualidade.

1.3.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- a) Investigar o cenário regulatório brasileiro atual, visando identificar oportunidades e desafios para implementação de CEs;
- b) Analisar alguns casos de CEs já implementadas em outros países e os impactos causados.
- c) Apontar possíveis recomendações para o avanço das CEs no Brasil.

1.4 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está organizado em 5 capítulos. Primeiramente, este capítulo introdutório. Em seguida, no capítulo 2, é feita uma revisão da literatura atual sobre as CEs partes interessadas e o cenário regulatório brasileiro. No capítulo 3 são analisados casos de sucesso na implementação de CEs em outros países. No capítulo 4 são feitas recomendações para o avanço de CEs no Brasil e por fim, no capítulo 5 tem-se a conclusão do trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo será apresentada uma revisão da literatura atual sobre CEs, verificação das partes interessadas envolvidas e investigação de regulações e leis existentes no cenário brasileiro.

2.1 Comunidades energéticas - CEs

As CEs podem ser definidas como “grupos de cidadãos, atores sociais, autoridades públicas e/ou organizações comunitárias trabalhando em conjunto numa localidade geográfica definida, e cujo propósito principal é a produção, administração, venda e distribuição de energia” (González et al, 2022, p.10).

Segundo Faia et al. (2021), as CEs promovem maior crescimento de energia sustentável reduzindo custos para os participantes e contribuindo para a sustentabilidade ambiental.

O conceito ganhou maior destaque na União Europeia, onde iniciativas locais, têm demonstrado como as CEs podem descentralizar a produção e beneficiar comunidades locais. Segundo Azevedo (2023) As comunidades de energia são reconhecidas como um instrumento essencial para alcançar os variados objetivos estabelecidos pela União Europeia, incluindo o incentivo ao uso de fontes renováveis de energia, a ampliação do acesso à energia e o fomento de novas formas de envolvimento no sistema energético.

No Brasil, iniciativas similares ainda estão em estágios iniciais, mas o país possui um enorme potencial devido à abundância de recursos solares, eólicos. Estudos indicam que o país recebe uma radiação solar média anual que varia de 4,5 a 6 kWh/m² por dia, dependendo da região, posicionando-o como um dos países com maior potencial para a geração de energia solar no mundo (TAVARES, 2024). Ademais, Estudos técnicos estimam que o potencial técnico de energia eólica *onshore* no país é de cerca de 800 GW. Este valor é aproximadamente três vezes

superior à capacidade instalada total de geração de energia elétrica no país, considerando todas as fontes (ENGIE, 2025).

Segundo VILLALVA e GAZOLI (2013), as CEs podem ser classificadas como *on-grid* ou *off-grid*:

a) CEs *On-grid*: São conectadas à rede elétrica convencional, operando em paralelo com ela. Segundo VILLALVA e GAZOLI (2013 p. 149) “O objetivo do sistema conectado à rede é gerar eletricidade para o consumo local, podendo reduzir ou eliminar o consumo da rede pública ou mesmo gerar excedente de energia”. Uma das vantagens desse modelo é a utilização da infraestrutura existente.

b) CEs *Off-grid*: Também conhecidos como sistemas autônomos, operam de forma independente, geralmente em regiões isoladas onde não há conexão com a rede elétrica. Elas oferecem maior autonomia e são fundamentais para comunidades remotas, mas enfrentam desafios como altos custos de implementação e manutenção, além de limitações em armazenamento de energia (VILLALVA; GAZOLI, 2013).

2.1.1 Importância e vantagens de Comunidades Energéticas

As CEs são reconhecidas por trazerem diversas vantagens, como:

a) **Sustentabilidade Ambiental**: Reduzem as emissões de carbono ao utilizarem fontes de energia renovável como solar, eólica, biomassa e hidroelétricas, conforme citação de AZEVEDO (2023) a seguir.

Existem vários estudos que apontam para a importância das iniciativas comunitárias de energia para a aceitação generalizada das tecnologias de geração de eletricidade a partir de fontes de energia renovável (AZEVEDO, 2023, p.25)

b) **Autonomia Energética**: Diminuem a dependência de grandes concessionárias e melhoram a segurança do abastecimento, mas a necessidade de insumos dificulta total independência, sendo interessante

apoio externo como de ONGs e outras instituições. (GONZÁLEZ; VIGLIO; FERREIRA, 2022);

c) Inclusão Social: Promovem o acesso à energia limpa em comunidades de baixa renda e regiões remotas, criando oportunidades para o desenvolvimento local (LAGE, 2023).

Apesar de suas vantagens, as CEs também enfrentam desafios como altos custos iniciais de implementação e barreiras regulatórias que podem dificultar a expansão desse modelo, especialmente em países em desenvolvimento (CASTRO et al., 2022).

2.1.2 Desafios e oportunidades

Os desafios enfrentados pelas CEs no Brasil incluem:

a) Infraestrutura Limitada: No caso de sistemas *off-grid* com armazenamento, é necessário investimento em baterias e tecnologias locais (MELO & LEMOS, 2022).

b) Complexidade Regulatória: A falta de regulações claras para CEs, especialmente no Brasil, impede uma maior adesão e crescimento. González et al. (2022a, p. 160) afirmam que “A falta de regulações favoráveis a promover as ECs constitui um fator crítico de impedimento no país”;

c) Custos Elevados: A instalação de sistemas fotovoltaicos, turbinas eólicas e outros métodos de geração por fontes renováveis exige um investimento inicial significativo.

Por outro lado, o avanço das tecnologias de geração distribuída e as políticas de incentivo em países como Alemanha e Portugal mostram que é possível superar essas barreiras. O Brasil pode aproveitar seu potencial renovável e aprender com esses modelos para implementar soluções semelhantes (GONZÁLEZ et al., 2023).

Em seguida, falaremos dos tipos de tarifação das quais se beneficiam as CEs.

2.1.3 Sistemas de tarifação

Existem atualmente dois tipos de sistemas de tarifação, sendo elas a *Net metering* (utilizada no Brasil) e a *Feed in* (muito utilizada nos países europeus). Há, porém, estudos indicando um terceiro tipo a ser utilizado futuramente em CEs.

Segundo Faia et.al. (2021a) as CEs podem ainda operar em um sistema *Peer to Peer* (P2P) em que os prossumidores (consumidores que também ativamente produzem energia elétrica) podem realizar compra e venda entre si, beneficiando-se mutuamente de preços mais competitivos. A citação a seguir remete a essa ideia.

O preço marginal das transações de eletricidade peer-to-peer (P2P) deve ser mais barato do que a tarifa do varejista e maior do que a tarifa *feed in* (ou seja, o preço da exportação de eletricidade para a rede), para que o modelo P2P possa proporcionar economias para os compradores e lucro para os vendedores (FAIA et al., 2021a, p. 12421)

2.1.3.1 Tarifação *Net metering*

A tarifação *net metering* (medida de energia líquida) é o sistema utilizado no Brasil. Este tipo de tarifação funciona apenas para sistemas conectados à rede (*on-grid*) e o que o torna benéfico é que a energia em excesso pode ser vendida de volta à rede (POULLIKKAS et al, 2013). No Brasil, isto é feito em forma de créditos de energia que podem ser compensados. A seguir, há uma citação de como funciona o sistema de *net metering*.

Podemos enxergar o sistema de *net metering* como aquele que emprega um medidor que gira para os dois lados. Se estivermos consumindo energia, o medidor registra o consumo. Se estivermos exportando energia, o medidor gira no sentido contrário e vai diminuindo o valor do consumo que foi registrado. No final do mês o consumidor só paga o que ficou registrado no medidor, ou seja, a diferença entre o que ele consumiu e o que gerou (VILLALVA;GAZOLI, 2013. p.155)

No contexto das CEs, segundo Castro et al. (2022) a compensação em forma de créditos de energia e impossibilidade de venda direta por valor monetário, é uma limitação para seu desenvolvimento no Brasil.

2.1.3.2 Tarifação *Feed in*

Segundo VILLALVA e GAZOLI (2013, p.157) “O sistema de tarifação *feed in* foi criado na Europa para incentivar o uso de energias renováveis”. É um sistema semelhante ao *net metering* com utilização de dois medidores, mas com uma tarifa mais vantajosa ao exportar a energia à rede do que tarifa de utilização da energia da rede, tornando assim um sistema mais rentável.

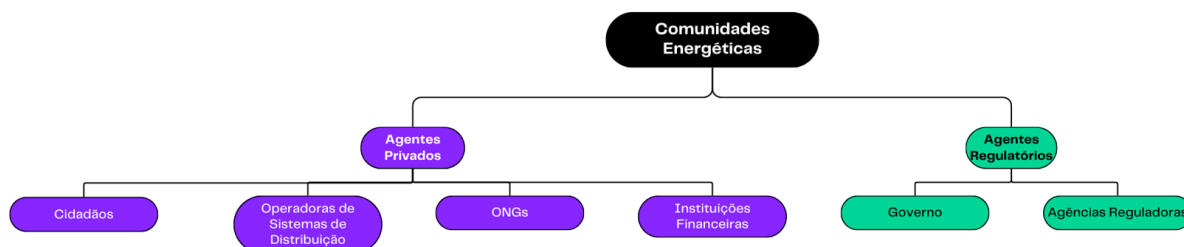
Contudo, segundo Faia et al. (2021a) a popularização de sistemas conectados à rede, fez cada vez mais o preço da tarifa *feed in* cair, fazendo com que os consumidores preferissem utilizar a energia a exportá-la à rede.

No contexto das CEs, o cenário supracitado faz com que seja mais vantajoso um sistema P2P em que prossumidores comercializem entre si a energia excessiva de seus sistemas.

2.2 Partes interessadas de uma Comunidade Energética

As CEs reúnem diversas partes interessadas que colaboram para garantir o sucesso dessas iniciativas. Esses agentes desempenham papéis essenciais na concepção, implantação e operação das CEs. Neste trabalho, as partes interessadas serão divididas em agentes privados e agentes regulatórios, conforme a Figura 1.

Figura 1 – Partes interessadas de uma CE



Fonte: Elaboração própria

2.2.1.1 Agentes privados

Os agentes privados que têm relação com as CEs são:

- a) **Cidadãos:** São os principais beneficiários e participantes das CEs, atuando como consumidores ou prossumidores (produtores e consumidores). Eles exercem controle sobre sua energia e contribuem para a sustentabilidade local. Segundo ANTUNES (2023, p.18) “Cada vez são mais os cidadãos que se organizam para criar um projeto de produção e consumo local de energia na sua comunidade, criando comunidade de energia”.
- b) **Operadoras de Sistemas de Distribuição (DSOs):** Os DSOs (*Distribution System Operator*) gerenciam a distribuição de energia até os consumidores finais. Elas utilizam medidores inteligentes para leitura bidirecional, comunicação em tempo real e detecção automatizada de falhas, agilizando o restabelecimento do fornecimento e permitindo o monitoramento do consumo pelos clientes (IBERDROLA, 2025)
- c) **Organizações Não Governamentais (ONGs):** Atuam no apoio às comunidades de baixa renda, oferecendo treinamentos e suporte financeiro para a implementação de tecnologias sustentáveis (GONZÁLEZ; VIGLIO; FERREIRA, 2022).

d) Instituições Financeiras: Fornecem recursos para o financiamento inicial das CEs, viabilizando a aquisição de equipamentos como painéis solares e sistemas de armazenamento.

2.2.1.2 Agentes regulatórios

Governos e Agências Reguladoras são responsáveis por estabelecer marcos legais e incentivos financeiros que promovam a adoção de CEs. Políticas governamentais são determinantes para o sucesso das CEs ao fornecer subsídios e garantir regulações claras (AWERKIN; FALBO; VARGIOLU, 2023).

Posteriormente, será falado sobre cada um dos agentes regulatórios em detalhes.

2.3 Cenário regulatório brasileiro

No Brasil, o desenvolvimento e a operação das CEs seriam influenciados por diversos agentes reguladores que estabelecem normas, fiscalizam atividades e promovem políticas públicas no setor energético. A figura 2 apresenta a estrutura do setor elétrico brasileiro.

Figura 2 – Estrutura do Setor elétrico



Fonte: CCEE (2025)

A seguir, será feita uma caracterização de cada instituição:

- a) Conselho Nacional de Política Energética (CNPE): O CNPE é um órgão de assessoramento do Presidente da República para a formulação de políticas e diretrizes de energia. Sua função é propor medidas para garantir o suprimento de energia no país, promover o uso de fontes renováveis e incentivar a eficiência energética (BRASIL, 2000).
- b) Ministério de Minas e Energia (MME): O MME é o órgão do Poder Executivo federal responsável por formular e implementar políticas públicas no setor energético, como o programa “Luz para Todos”, que incentivam a inclusão energética e o uso de fontes renováveis (MME, 2023). Entre suas atribuições, destaca-se a promoção de fontes renováveis de energia e a criação de programas que incentivam a geração distribuída e a eficiência energética. O ministério também atua na elaboração de marcos regulatórios que impactam diretamente as CEs, como a “Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono” instituída pela Lei nº 14.948 (BRASIL, 2024).

c) Comitê de monitoramento do setor elétrico (CMSE): O CMSE é vinculado ao Ministério de Minas e Energia, monitora continuamente o Sistema Interligado Nacional (SIN) para garantir a segurança do suprimento de energia no Brasil. Criado pela lei nº 10.848/2004 e efetivado pelo Decreto nº 5.175/2004, ele avalia riscos ao fornecimento de energia (MME, 2025).

d) Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL): A ANEEL é a autarquia federal responsável por regular e fiscalizar a geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica no Brasil. Criada pela Lei nº 9.427/1996, a agência estabelece normas para a micro e minigeração distribuída (BRASIL, 1996), fundamentais para o possível funcionamento das CEs. A Resolução Normativa nº 482/2012, posteriormente atualizada pela Resolução Normativa nº 687/2015, regulamenta as condições para o acesso de micro e minigeradores aos sistemas de distribuição (BRASIL, 2012; BRASIL 2015). Além disso, a Lei nº 14.300/2022 institui o marco legal da geração distribuída (BRASIL, 2022) entraremos em detalhes dessas leis posteriormente.

e) Empresa de Pesquisa Energética (EPE): A EPE é uma instituição vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME) responsável por realizar estudos e fornecer análises para o planejamento energético no Brasil. Criada pela Lei nº 10.847 de 15 de março de 2004, a EPE tem um papel fundamental na formulação de políticas públicas e no suporte técnico ao setor energético (EPE, 2025).

f) Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS): O ONS é uma entidade de direito privado, sob regulação e fiscalização da ANEEL, responsável pela coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no SIN (ONS, 2025).

g) Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE): A CCEE é uma entidade privada, regulada pela ANEEL, responsável por viabilizar as operações de compra e venda de energia elétrica no Brasil. Sua atuação é essencial para a administração do mercado de energia elétrica no país, garantindo transparência, segurança e eficiência no setor (CCEE, 2025).

Em seguida, serão abordadas as leis e normas existentes no Brasil sobre geração distribuída e compartilhada.

2.3.1 Marco Legal da microgeração e minigeração distribuída

O Marco Legal da microgeração e minigeração distribuída foi estabelecido pela Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022. A lei regulamenta a geração distribuída de energia elétrica por consumidores finais, promovendo o uso de fontes renováveis, como solar, eólica, biomassa e hídrica, em sistemas com capacidade instalada de até 5 MW (BRASIL, 2022).

Como principais aspectos, a Lei nº 14.300/2022 define as regras para o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), que permite aos consumidores que geram sua própria energia elétrica injetar o excedente na rede de distribuição em troca de créditos que podem ser usados para reduzir a conta de energia nos meses subsequentes, como já explicado anteriormente na tarifação *net metering*. Além disso, a legislação:

- a) Estabelece critérios para a isenção de encargos tarifários para consumidores que já possuem sistemas instalados até 31 de dezembro de 2045, conforme citação a seguir.

As disposições constantes do art. 17 desta Lei não se aplicam até 31 de dezembro de 2045 para unidades beneficiárias da energia oriunda de microgeradores e minigeradores:

I – existentes na data de publicação desta Lei; ou

II – que protocolarem solicitação de acesso na distribuidora em até 12 (doze) meses contados da publicação desta Lei. (BRASIL, 2022 Art. 26).

- b) Define um período de transição para a aplicação de novos encargos às unidades geradoras conectadas após janeiro de 2023, conforme citação a seguir.

O faturamento de energia das unidades participantes do SCEE não abrangidas pelo art. 26 desta Lei deve considerar a incidência sobre toda a energia elétrica ativa compensada dos seguintes percentuais das componentes tarifárias relativas à remuneração dos ativos do serviço de distribuição, à quota de reintegração regulatória (depreciação) dos ativos de

distribuição e ao custo de operação e manutenção do serviço de distribuição:

- I - 15% (quinze por cento) a partir de 2023;
- II - 30% (trinta por cento) a partir de 2024;
- III - 45% (quarenta e cinco por cento) a partir de 2025;
- IV - 60% (sessenta por cento) a partir de 2026;
- V - 75% (setenta e cinco por cento) a partir de 2027;
- VI - 90% (noventa por cento) a partir de 2028;
- VII - a regra disposta no art. 17 desta Lei a partir de 2029.(BRASIL, 2022. Art 27).

2.3.1.1 Impactos no setor energético

A regulamentação visa expandir a geração distribuída, democratizando o acesso a fontes renováveis e incentivando a participação de consumidores como prosumidores. Segundo CASTRO; CÂMARA e MOSZKOWICZ (2021), a capacidade instalada de geração distribuída no Brasil cresceu exponencialmente após a implementação da Resolução Normativa nº 482/2012 e sua atualização pela Resolução Normativa nº 687/2015, conforme citação a seguir.

O ponto de partida crucial foi a Resolução Normativa nº 482/2012, atualizada pela 687 de 17 de outubro de 2017 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que estabeleceu as condições regulatórias da micro e mini geração distribuída no Brasil. Como consequência ocorreu crescimento exponencial: a capacidade instalada no país partiu de apenas 3 MW em 2013, atingindo o valor acumulado de 4,8 GW, com aproximadamente 385 mil instalações, em 2020. Desta capacidade, 97% correspondem à geração fotovoltaica, e 77% estão instalados por consumidores residencial e comercial. (CASTRO; CÂMARA; MOSZKOWICZ, 2021 p.3).

Com a aprovação da Lei nº 14.300/2022, é esperado que o crescimento se intensifique ainda mais. Assim, há a necessidade de modernizar a infraestrutura de distribuição para lidar com o aumento de pequenos geradores conectados à rede.

2.3.2 Resolução Normativa Nº 1.059/2023

A Resolução Normativa Nº 1.059, publicada pela ANEEL em 7 de fevereiro de 2023, introduz aprimoramentos importantes para o sistema de micro e minigeração distribuída no Brasil. Essa normativa visa fortalecer o marco regulatório

do setor, anteriormente analisado neste trabalho, promovendo maior segurança jurídica e previsibilidade para consumidores e investidores (ANEEL, 2023).

As principais alterações da Resolução Normativa N° 1.059 são:

- a) Atualização do SCEE: A normativa redefine as regras de conexão e faturamento das centrais de micro e minigeração distribuída, facilitando a adesão de novos consumidores ao sistema, conforme citação a seguir.

Esta Resolução aprimora as regras para a conexão e o faturamento de centrais de microgeração e minigeração distribuída em sistemas de distribuição de energia elétrica, bem como as regras do Sistema de Compensação de Energia Elétrica, altera as Resoluções Normativas n° 920, de 23 de fevereiro de 2021, 956, de 7 de dezembro de 2021, 1.000, de 7 de dezembro de 2021, e dá outras providências. (ANEEL, 2023, art.1)

- b) Definição de geração compartilhada: A resolução promove a simplificação dos procedimentos de solicitação e aprovação para conexão de centrais geradoras, especialmente em projetos compartilhados, abrindo oportunidades para CEs, conforme citação a seguir.

XXII-A - geração compartilhada: modalidade de participação no SCEE caracterizada pela reunião de consumidores, por meio de consórcio, cooperativa, condomínio civil voluntário ou edifício, ou qualquer outra forma de associação civil instituída para esse fim, composta por pessoas físicas ou jurídicas que possuam unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída. (ANEEL, 2023, Art.2)

- c) Foco em sustentabilidade: A Resolução reafirma o compromisso com a transição energética ao incentivar o uso de fontes renováveis na geração distribuída, como energia solar, eólica, hídrica e biomassa com o Programa de Energia Renovável Social (PERS), conforme citação a seguir.

Programa de Energia Renovável Social – PERS: Programa de Energia Renovável Social (PERS), destinado a investimentos na instalação de sistemas fotovoltaicos e de outras fontes renováveis, na modalidade local ou remota compartilhada, aos consumidores da Subclasse Residencial Baixa Renda de que trata a Lei n° 12.212, de 20 de janeiro de 2010, conforme disposto na Lei n° 14.300, de 6 de janeiro de 2022. (ANEEL, 2023, Art. 7)

2.3.2.1 Impactos no setor energético

A Resolução Normativa Nº 1.059/2023 busca consolidar o crescimento da micro e minigeração distribuída no Brasil, que, segundo a ANEEL (2024), alcançou mais de 25,8 GW de potência instalada no primeiro mês de 2024. Além disso, a normativa garante uma maior integração entre os pequenos geradores e SIN, promovendo eficiência e confiabilidade.

3 CASOS DE IMPLEMENTAÇÃO DE CES

Na União Europeia, o conceito de CEs está mais consolidado, refletindo em um número significativo de iniciativas bem-sucedidas ao longo dos últimos anos. A ampla disseminação das CEs no continente europeu fornece um rico repertório de exemplos e lições aprendidas que podem orientar a implementação e o desenvolvimento desse modelo em outras regiões, incluindo o Brasil. Diante disso, este capítulo opta por explorar casos de implementação de CEs no continente europeu.

O movimento das CEs na União Europeia é heterogêneo. Países como Alemanha, Países Baixos, Dinamarca e Reino Unido lideram o processo, enquanto na Itália e Espanha as CEs estão começando a emergir, mas ainda são poucas (KOLTUNOV et al., 2023).

A figura 3 representa essa heterogeneidade supracitada.

c) Triple SEC, na Irlanda;

d) Coopérnico, em Portugal.

Os dados referentes a estes projetos foram retirados das fontes governamentais de cada país.

3.1 Energent (Bélgica)

A Energent, fundada em 2013, é uma cooperativa de energia na Bélgica dedicada às energias renováveis e ao envolvimento comunitário. Com 13 funcionários, 9 voluntários e 2.148 membros, a organização atua em 31 localidades, cobrindo 61% da província de Flandres Oriental. Suas atividades estão estruturadas em quatro pilares: projetos de inovação, investimentos, mobilização de voluntários e membros, e serviços aos cidadãos, incluindo instalação de sistemas fotovoltaicos, compras coletivas e serviços de renovação (EUROPEAN COMMISSION, 2023).

A tabela 1 sintetiza algumas informações sobre o projeto da Energent.

Tabela 1 – Informações sobre a Energent

Informação sobre o Projeto	Energent
Localização	Província de East Flanders, Bélgica
Formato	Cooperativa
Ano de fundação	2013
Membros	2.148

Fonte: Adaptado de EUROPEAN COMMISSION (2023).

A Energent, para crescer e alcançar mais cidadãos, solicitou suporte da Iniciativa de Renovação Liderada por Cidadãos. O apoio inclui revisão de materiais de comunicação, fortalecimento da presença em redes sociais, treinamento técnico para auditorias energéticas e uma análise de mercado para identificar oportunidades

de novos serviços que incentivem reformas residenciais e maior engajamento cidadão (EUROPEAN COMMISSION, 2023).

A seguir, será apresentado o Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC) da Bélgica.

3.1.1 Plano Nacional de Energia e Clima da Bélgica

A Bélgica atualizou seu Plano Nacional de Energia e Clima (NECP) para refletir metas mais ambiciosas em alinhamento com o *Green Deal* Europeu (Acordo verde europeu) e o pacote legislativo *Fit for 55* (objetivo 55). Este plano abrange as cinco dimensões da União da Energia: descarbonização, eficiência energética, segurança energética, mercado interno de energia e pesquisa, inovação e competitividade.

Será visto cada uma delas em detalhes a seguir.

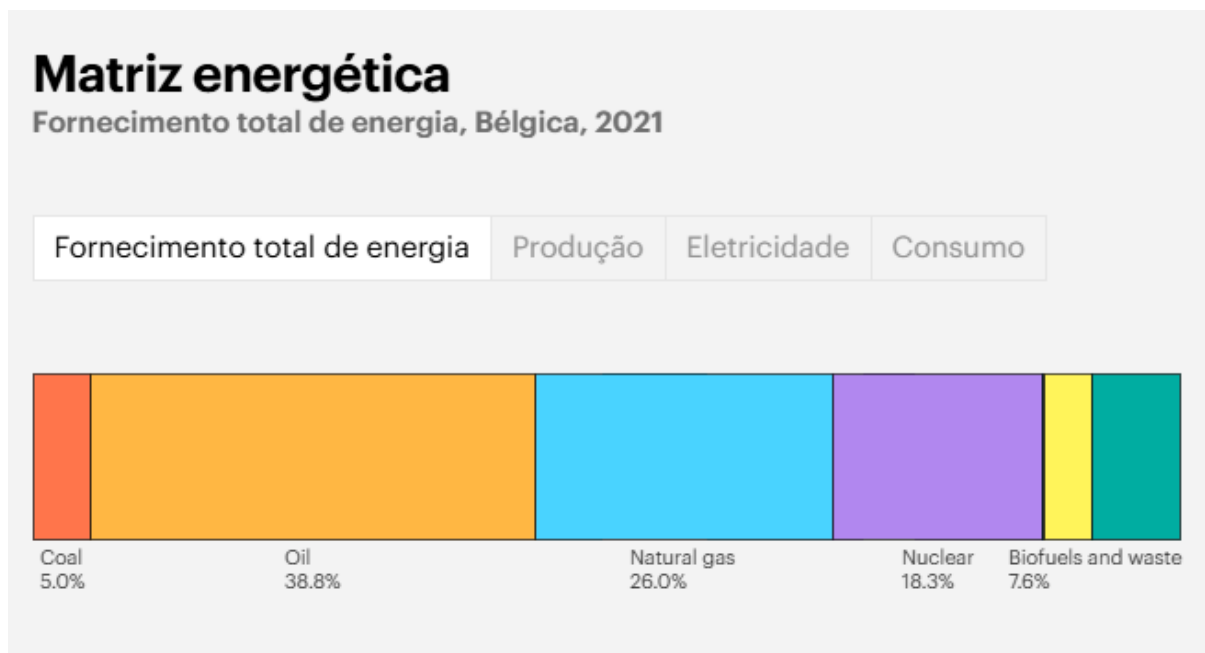
3.1.1.1 Descarbonização

Segundo o PNEC da Bélgica (2023), há uma previsão de reduzir as emissões em 42,6% até 2030 em relação a 2005, mas enfrenta um déficit de 4 milhões de toneladas de CO₂ equivalente em relação à meta estabelecida pela União Europeia. Esse déficit começa a se acumular a partir de 2024, totalizando 13,7 milhões de toneladas para o período 2021-2030, o que equivale a 32% da alocação de emissões da Bélgica para 2030.

Para enfrentar esse desafio, o país compromete-se a adotar medidas adicionais e compensar o déficit utilizando mecanismos de flexibilidade e acordos em negociações de divisão de responsabilidades. Essas ações são fundamentais para que a Bélgica cumpra suas obrigações climáticas e reduza suas emissões de forma sustentável (PNEC BÉLGICA, 2023).

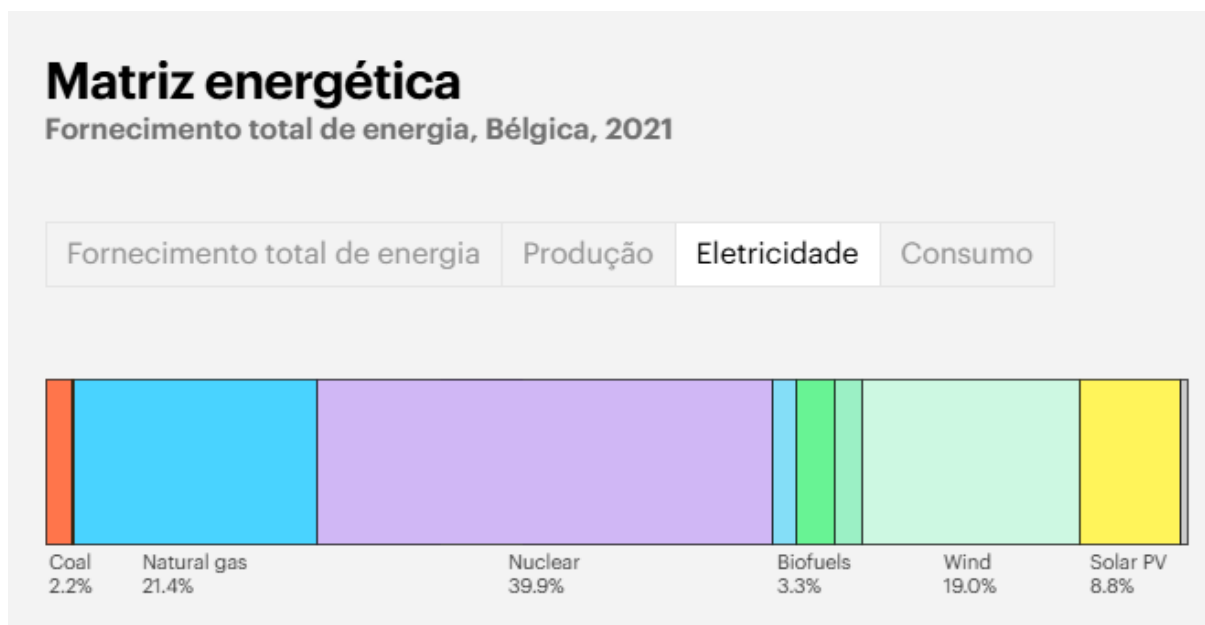
A matriz energética total da Bélgica é composta majoritariamente por petróleo, conforme figura 4, mas sua matriz energética de eletricidade, é composta majoritariamente por fonte de energia nuclear, como pode ser visto na figura 5.

Figura 4 – Matriz energética total da Bélgica



Fonte: International Energy Agency (2025a)

Figura 5 – Matriz energética de eletricidade da Bélgica



Fonte: International Energy Agency (2025a)

A tabela 2 apresenta o comprometimento da Bélgica em reduzir as emissões até 2030.

Tabela 2 – Comprometimento de redução de emissões da Bélgica

O estado federal belga	Contribuição para a meta de redução de 47% até 2030 em comparação com 2005
Região flamenga	Redução de 40% até 2030 em comparação com 2005
Região valônia	Redução de 47% até 2030 em comparação com 2005
Região da Capital Bruxelas	Redução de 47% até 2030 em comparação com 2005

Fonte: Adaptado de PNEC BÉLGICA (2023).

No documento original, são feitas análises de cada região citada na tabela 2. Porém, este trabalho escolheu resumir os objetivos de cada projeto para que não se perca de vista o foco do trabalho. Sendo assim, as próximas metas da Bélgica, conforme o PNEC de 2023, são:

- a) A meta de energia renovável é alcançar 21,7% do consumo final bruto até 2030.
- b) A expansão da energia eólica *offshore* no Mar do Norte é central, com o objetivo de atingir 3,5 GW de capacidade adicional até 2030.

3.1.1.2 Eficiência energética

Segundo o PNEC da Bélgica (2023), o país se compromete a reduzir o consumo de energia primária e final em linha com as metas europeias para 2030, projetando economias de 4,7% no consumo primário e 9,5% no consumo final em relação ao cenário de referência de 2020. Para atingir as metas de economia de energia definidas pela Diretiva de Eficiência Energética (EED) revisada, o país precisará economizar 267,65 TWh entre 2021 e 2030, com as contribuições distribuídas entre o Estado Federal e as regiões Flamenga, Valônia e da Capital Bruxelas.

Ainda segundo o PNEC da Bélgica (2023), serão ajustadas as suas medidas, se necessário, para cumprir as exigências, aumentando a participação de cada entidade (Estado federal, e demais regiões) por meio de negociações e implementação de políticas regionais. As metas revisadas do *Fit for 55* reforçam a ambição belga em eficiência energética, estabelecendo uma trajetória de economia anual progressiva até 2030.

3.1.1.3 *Segurança Energética*

Segundo o PNEC da Bélgica, o país prioriza a eletrificação de setores como transporte, aquecimento e indústria, ampliando a participação da eletricidade na matriz energética. Para atender a essa demanda crescente, o país está desenvolvendo 3,1-3,5 GW de energia eólica na área *Princess-Elizabeth*, no Mar do Norte. Paralelamente, foi estendida a vida útil dos reatores nucleares *Doel 4* e *Tihange 3* por 10 anos, garantindo maior independência de combustíveis fósseis.

Um mecanismo de remuneração por capacidade (MRC) foi aprimorado para atender aos desafios do fornecimento energético em cenários de crise, como a guerra na Ucrânia. A modernização e expansão da infraestrutura elétrica, bem como a adoção de tecnologias renováveis e campanhas de redução de consumo, integram a estratégia de garantir a segurança energética no país (PNEC BÉLGICA, 2023).

3.1.1.4 *Mercado Interno de Energia*

Segundo a PNEC da Bélgica (2023), há uma concentração de esforços na integração ao mercado energético europeu, promovendo interconexões elétricas e projetos de energia renovável, como os parques eólicos *offshore* no Mar do Norte, citados na seção anterior. A digitalização e o investimento em redes inteligentes e armazenamento são estratégias para lidar com a variabilidade das fontes renováveis.

No âmbito social, o combate à pobreza energética é prioritário, com medidas como a Tarifa Social e apoio financeiro para famílias vulneráveis. Em 2020,

15,9% das famílias flamengas e 27,6% das famílias em Bruxelas enfrentavam pobreza energética (PNEC BÉLGICA, 2023).

A nível internacional, a Bélgica participa de projetos transfronteiriços e parcerias regionais para fortalecer a segurança energética, enquanto reduz sua dependência de combustíveis fósseis por meio da transição energética (PNEC BÉLGICA, 2023).

3.1.1.5 Inovação e competitividade

Segundo o PNEC da Bélgica (2023), a política de pesquisa e inovação da Bélgica, tanto no nível federal quanto regional, está alinhada aos objetivos da União Europeia para sustentabilidade, segurança energética e competitividade. O país destina pelo menos 3% do PIB para pesquisa e desenvolvimento (P&D), com 10% do orçamento federal de P&D alocado para projetos de energia e clima. Iniciativas incluem o Fundo de Transição Energética, que desde 2016 financiou 84 projetos.

A Bélgica também busca manter sua liderança em tecnologias de hidrogênio, com investimentos em infraestrutura de importação, transporte e criação de um mercado regulado. A estratégia federal de hidrogênio está estruturada em quatro pilares: posicionar o país como um centro de importação e trânsito de moléculas renováveis na Europa, fortalecer a liderança em tecnologias de hidrogênio, criar um mercado de hidrogênio robusto e investir na cooperação para implementação bem-sucedida (PNEC BÉLGICA, 2023).

Além disso, o país prioriza o avanço em tecnologias nucleares, com foco em reatores modulares pequenos (SMRs), reservando 100 milhões de euros para pesquisas nesse campo. Flandres, Valônia e Bruxelas destacam o papel da inovação como motor para a transição energética e o crescimento econômico, com apoio a projetos pilotos e processos de demonstração (PNEC BÉLGICA, 2023).

3.1.2 Desafios e Oportunidades

A Bélgica enfrenta desafios significativos no desenvolvimento de CEs devido à complexidade de sua governança multinível, que divide competências entre os níveis federal e regional. Essa estrutura, embora descentralizada, pode dificultar a coordenação de estratégias integradas entre Flandres, Valônia e Bruxelas (PNEC BÉLGICA, 2023). Além disso, a forte urbanização em Bruxelas apresenta limitações geográficas para a expansão de tecnologias renováveis em grande escala, como a instalação de energia solar e eólica em áreas densamente povoadas (PNEC BÉLGICA, 2023).

Outro desafio crítico é a pobreza energética, que afeta uma parcela significativa da população, especialmente em Bruxelas, onde 27,6% das famílias enfrentam dificuldades no acesso à energia de forma sustentável e acessível. Para superar essa questão, a Bélgica tem implementado políticas como a tarifa social e programas de incentivo à eficiência energética para famílias de baixa renda (PNEC BÉLGICA, 2023).

Apesar dos desafios, o país apresenta oportunidades significativas no campo das CEs. A posição geográfica estratégica da Bélgica, combinada com sua infraestrutura de interconexões elétricas e de gás natural, fortalece seu potencial para se tornar um centro energético regional. Adicionalmente, o governo federal tem incentivado o desenvolvimento de tecnologias de hidrogênio verde e redes inteligentes, promovendo a integração de moléculas renováveis e o armazenamento de energia para aumentar a flexibilidade do sistema (PNEC BÉLGICA, 2023).

Outro ponto de destaque é o investimento em projetos-piloto e serviços de apoio para CEs, que incentivam a participação cidadã e promovem a descentralização da geração e do consumo de energia renovável. Essa mobilização social tem potencial para aumentar a conscientização pública e facilitar a aceitação de políticas de transição energética (PNEC BÉLGICA, 2023).

3.2 Izgrei (Bulgária)

Segundo a EUROPEAN COMMISSION (2023a) A CE Izgrei, localizada em Plovdiv, Bulgária, foi fundada em 2021 e concluiu recentemente um projeto-piloto envolvendo a instalação de painéis solares e a renovação de uma casa. A comunidade também contribuiu para a criação de um guia prático para o desenvolvimento de CEs no país.

Apesar dos avanços, a Izgrei enfrenta desafios significativos, como a ausência de um marco legal para CEs, falta de financiamento público, desconhecimento sobre renovação por parte da população e baixa confiança nas instituições (EUROPEAN COMMISSION, 2023a).

A tabela 3 sintetiza algumas informações sobre o projeto Izgrei.

Tabela 3 – Informações sobre a Izgrei

Informação sobre o Projeto	Izgrei
Localização	Plovdiv
Formato	Sociedade Limitada
Ano de fundação	2021
Membros	3

Fonte: Adaptado de EUROPEAN COMMISSION (2023a).

A iniciativa de Renovação Liderada por Cidadãos fornecerá apoio à CE Izgrei no desenvolvimento de um modelo de negócios e na comunicação com a comunidade, visando facilitar a renovação de prédios residenciais na Bulgária (EUROPEAN COMMISSION, 2023a).

A seguir, será falado sobre o Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC) da Bulgária.

3.2.1 Plano Nacional de Energia e Clima da Bulgária

O Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC) da Bulgária detalha estratégias e medidas para atingir as metas da União Europeia (UE) relacionadas à transição energética e à sustentabilidade até 2030. O documento aborda cinco dimensões principais: descarbonização, eficiência energética, segurança energética, mercado interno de energia e pesquisa, inovação e competitividade.

Será visto cada um deles em detalhes a seguir.

3.2.1.1 Descarbonização

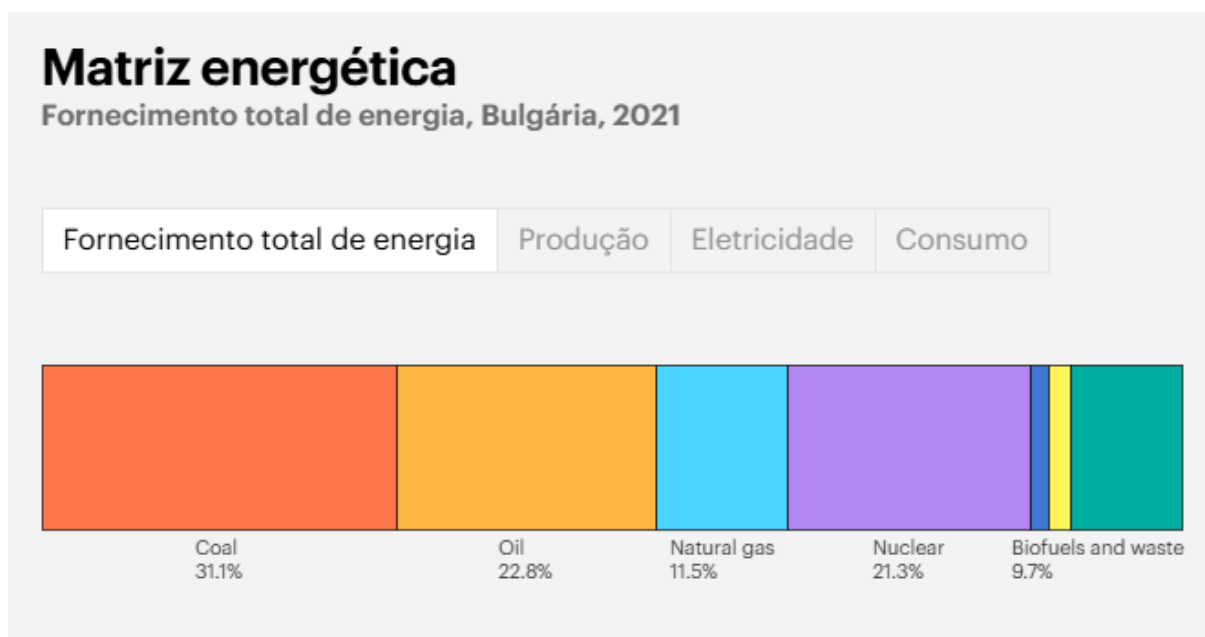
A Bulgária, por meio de seu Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC) para o período de 2021 a 2030, delineou um conjunto de medidas para descarbonizar sua economia, alinhando-se às metas estabelecidas pela União Europeia, que são conforme citação a seguir.

Para cumprir esse compromisso, a União Europeia estabeleceu as seguintes metas vinculantes para 2030:

- Reduzir as emissões líquidas de gases de efeito estufa (GEE) da UE em pelo menos 55% em comparação com 1990 até 2030;
- Reduzir as emissões de gases de efeito estufa da UE em 40% até 2030, em relação aos níveis de 2005, nos setores não cobertos pelo Sistema de Comércio de Emissões da UE (EU ETS);
- Reduzir o consumo de energia da UE em pelo menos 11,7% até 2030, em comparação com as projeções do Cenário de Referência da UE de 2020, de modo que o consumo final de energia da União não exceda 763 Mtoe;
- Alcançar pelo menos 42,5% de participação de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto de energia da UE até 2030, com o objetivo de atingir 45% até 2030;
- Atingir um nível de pelo menos 15% de interconexão entre os sistemas elétricos dos Estados-Membros. (PNEC BULGÁRIA, 2024. p.17 tradução livre).

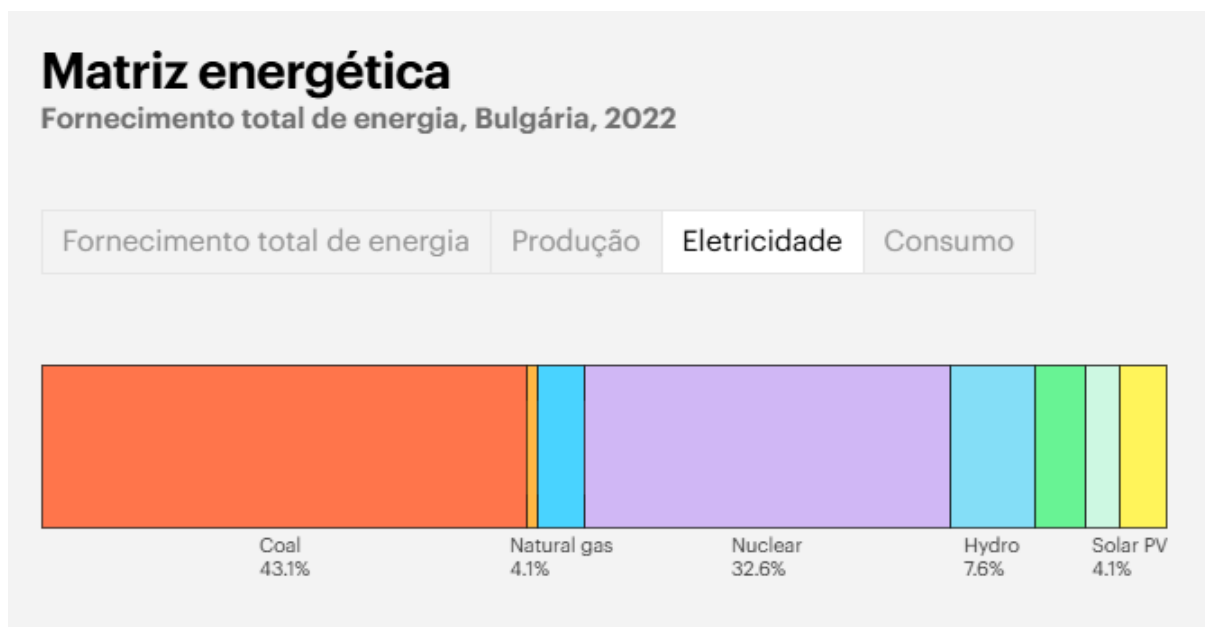
A matriz energética da Bulgária é composta principalmente por carvão (31,1%), sendo este um dos principais fatores de desafio para alcançar os objetivos planejados. A matriz energética total da Bulgária pode ser vista na figura 5 e sua matriz energética de eletricidade pode ser vista na figura 7.

Figura 6 – Matriz energética da Bulgária



Fonte: International Energy Agency (2025)

Figura 7 – Matriz energética de eletricidade da Bulgária



Fonte: International Energy Agency (2025)

A Bulgária planeja intensificar suas ações de descarbonização até 2030, estabelecendo metas ambiciosas para a participação de fontes renováveis em

diversos setores. O país pretende atingir 34,96% de energia renovável no consumo final bruto e 49,34% no setor elétrico, adicionando 7.160 MW de capacidade solar e eólica. Investimentos em redes de transmissão e armazenamento de energia são essenciais para integrar essas fontes intermitentes (PNEC BULGÁRIA, 2024, p.22).

O setor de aquecimento e refrigeração busca alcançar 44,01% de renováveis, promovendo cogeração eficiente, biomassa sustentável e maior uso de energia geotérmica. No transporte, a meta é 29,93% de renováveis, com foco em veículos elétricos, híbridos e biocombustíveis avançados. O uso de hidrogênio verde e inovações tecnológicas complementa essas medidas, promovendo reduções significativas de emissões de Gases de efeito estufa (GEE). (PNEC BULGÁRIA, 2024, p.22-23).

3.2.1.2 Eficiência energética

A Bulgária prioriza o princípio da “eficiência energética em primeiro lugar”, implementando soluções eficientes em todos os setores econômicos. O país busca economias de energia por meio da melhoria do desempenho energético de edifícios e da adoção de medidas de eficiência na geração, transmissão e distribuição de energia. As metas nacionais incluem reduzir o consumo de energia primária em 11,6% e o consumo final em 10,7% até 2030, comparado ao cenário de 2020. (PNEC BULGÁRIA, 2024, p.23).

Políticas como incentivos financeiros, contratos de desempenho energético e renovação de edifícios para transformá-los em edifícios de quase zero energia são centrais para atingir essas metas (PNEC BULGÁRIA, 2024, p.23).

3.2.1.3 Segurança Energética

A Bulgária prioriza a diversificação das fontes e rotas de gás natural, com foco na expansão das capacidades de armazenamento, interconexão e participação em novos terminais de GNL na região. O país também incentiva a exploração de petróleo e gás no Mar Negro, com planos para a Bulgarian Energy Holding adquirir participação em consórcios de exploração (PNEC BULGÁRIA, 2024, p.23).

Embora possua uma infraestrutura de transmissão de gás bem desenvolvida, a Bulgária busca ampliá-la para atender à crescente demanda por gás de fontes alternativas. Paralelamente, há esforços para digitalizar e aumentar a flexibilidade do sistema elétrico, com foco no desenvolvimento das redes de alta tensão (400 kV e 110 kV) (PNEC BULGÁRIA, 2024, p.23-24).

3.2.1.4 Mercado Interno de Energia

A Bulgária está comprometida com a liberalização completa do mercado de energia até 2025, alinhando-se às recomendações da Comissão Europeia para desenvolver mercados atacadistas e varejistas competitivos. Nesse processo, o país está eliminando gradualmente os preços regulados de eletricidade, com a meta de concluir a transição até o final de 2025. Uma prioridade importante é a proteção de consumidores vulneráveis e em situação de pobreza energética, garantindo que tenham acesso seguro e acessível à energia (PNEC BULGÁRIA, 2024, p.24).

Além disso, a Bulgária adota políticas para estimular a criação de CEs, promovendo a produção e consumo de energia renovável. Outra medida é incentivar os consumidores a desempenharem um papel mais ativo no mercado de energia, alinhando-se aos objetivos da União da Energia. O país também promove a resposta à demanda, permitindo maior flexibilidade no sistema energético e integração com os mercados regionais e pan-europeus (PNEC BULGÁRIA, 2024, p.24).

3.2.1.5 Inovação e competitividade

O país incentiva o desenvolvimento de tecnologias limpas e de baixo carbono, incluindo armazenamento de carbono e novas formas de produção renovável. Projetos de inovação e digitalização do setor energético estão previstos. (PNEC BULGÁRIA, 2024, p.24).

3.2.2 Desafios e Oportunidades

Embora a Bulgária possua grande potencial para renováveis devido às condições climáticas favoráveis, enfrenta desafios relacionados à dependência

histórica de carvão e à necessidade de investimentos significativos. A transição energética requer apoio socioeconômico para regiões dependentes de carvão.

3.3 Triple SEC (Irlanda)

O Connecting Cabra SEC, lançado em 2021, promove eficiência energética e busca alcançar a neutralidade de carbono até 2050. Em 2023, uniu-se a outras organizações para formar a Triple SEC, iniciativa que visa impulsionar mudanças sustentáveis no norte de Dublin. Apesar dos avanços, enfrenta desafios relacionados à diversidade de edifícios, barreiras institucionais, acesso a subsídios e engajamento comunitário. Atualmente, está formalizando sua estrutura para fortalecer suas operações (EUROPEAN COMMISSION, 2023b).

A tabela 4 sintetiza algumas informações sobre o projeto da Triple SEC.

Tabela 4 – Informações sobre a Triple SEC

Informação sobre o Projeto	Connecting Cabra SEC	Phibsboro Village Climate Club SEC	Cosybatter SEC
Localização	Dublin, distrito 7	Dublin, distritos 7,9,11	Dublin, distrito 7
Formato	Associação informal		
Ano de fundação	2021	2018	2020
Membros	30	7	7

Fonte: Adaptado de EUROPEAN COMMISSION (2023b).

A iniciativa de Renovação Liderada por Cidadãos (RLC) apoia o Triple SEC com um suporte completo, incluindo gerenciamento de projetos, desenvolvimento de ecossistemas, design técnico, comunicação e engajamento comunitário. Além disso, a RLC auxilia na elaboração de planos de negócios e na estratégia do projeto-piloto irlandês, desempenhando um papel crucial no avanço da iniciativa (EUROPEAN COMMISSION, 2023b).

A seguir, será falado sobre o Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC) da Irlanda.

3.3.1 Plano Nacional de Energia e Clima da Irlanda

O Plano Nacional de Energia e Clima da Irlanda 2021-2030 (PNEC) estabelece as estratégias do país para cumprir as metas climáticas e energéticas até 2030, alinhando-se ao Acordo de Paris e aos objetivos da União Europeia. Este plano abrange cinco dimensões principais da União da Energia: descarbonização, eficiência energética, segurança energética, mercado interno de energia e pesquisa, inovação e competitividade.

A seguir, será falado sobre cada uma das cinco dimensões em detalhes.

3.3.1.1 Descarbonização

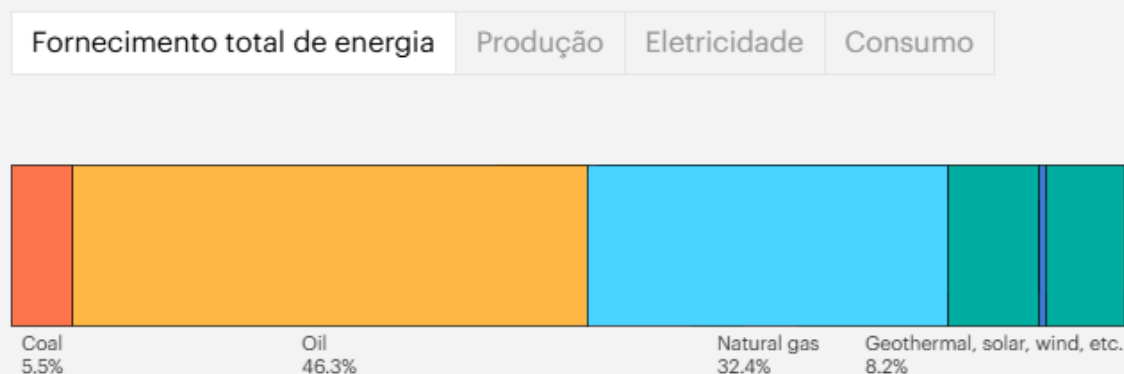
Segundo o PNEC da Irlanda (2024), a Irlanda possui recursos excepcionais de energia renovável, que desempenham um papel central na descarbonização e segurança energética. Em 2021, 36,4% da eletricidade no país foi gerada por fontes renováveis, com a meta de aumentar para 80% até 2030. Para isso, o governo está implementando políticas e regulamentações, como a Diretiva de Energia Renovável, que estabelece um objetivo vinculativo de 43% de energia renovável no consumo final até 2030.

A Matriz energética total da Irlanda é muito dependente de petróleo, mas sua matriz energética de eletricidade possui muitas fontes renováveis, com a eólica sendo o maior destaque. As matrizes energéticas podem ser vistas nas figuras 8 e 9.

Figura 8 – Matriz energética da Irlanda

Matriz energética

Fornecimento total de energia, Irlanda, 2021

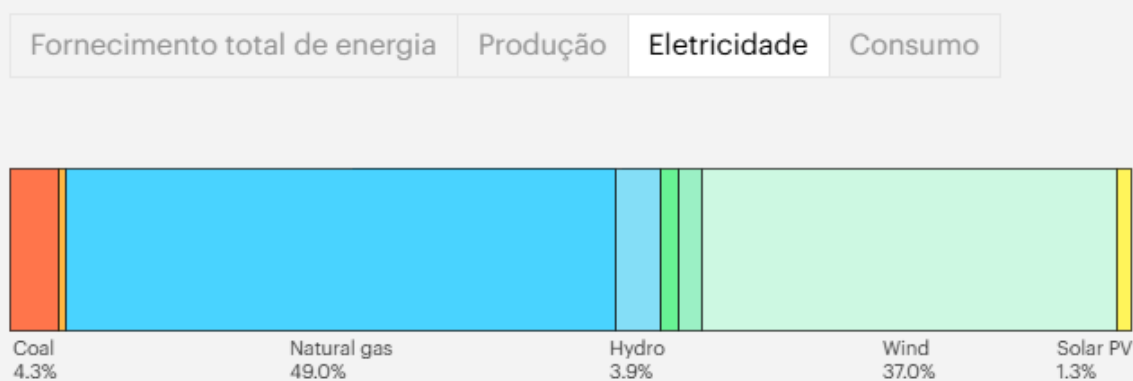


Fonte: International Energy Agency (2025b)

Figura 9 – Matriz de eletricidade da Irlanda

Matriz energética

Fornecimento total de energia, Irlanda, 2021



Fonte: International Energy Agency (2025b)

3.3.1.2 *Eficiência energética*

Segundo a PNEC da Irlanda (2024), o país promove a eficiência energética como uma ferramenta central para descarbonizar sua economia, melhorar a segurança energética e garantir benefícios sociais e econômicos. Com uma meta de redução de 12,6% no consumo de energia até 2030, o país enfrenta desafios como o crescimento populacional e econômico, mas está comprometido com a implementação do princípio "Eficiência Energética em Primeiro Lugar" em suas políticas e decisões de investimento. O transporte sustentável e a redução do uso de combustíveis fósseis são áreas prioritárias, integradas em um plano estratégico para criar uma sociedade mais eficiente e competitiva.

3.3.1.3 *Segurança Energética*

A Irlanda busca garantir a resiliência de suas redes e manter a segurança do sistema energético enquanto avança para a neutralidade climática até 2050. O *Energy Security in Ireland Report to 2030* (Relatório de Segurança Energética na Irlanda até 2030, em tradução livre) delineia uma estratégia com 28 ações para uma transição segura, sustentável e acessível, destacando áreas prioritárias como eficiência energética, sistemas resilientes e ampliação de fontes renováveis (PNEC IRLANDA, 2024).

Com uma crescente dependência de gás natural e importações do Reino Unido, o país reforça a importância da cooperação internacional e de medidas como diversificação de combustíveis, armazenamento de energia e gases renováveis para mitigar riscos e atender às metas climáticas e de segurança energética (PNEC IRLANDA, 2024).

3.3.1.4 *Mercado Interno de Energia*

De acordo com o PNEC da Irlanda (2024), o mercado livre de energia da Irlanda promove a integração com o mercado interno de energia da UE, facilitando a descarbonização e garantindo a segurança energética. Após 2021, o comércio com

a Grã-Bretanha ocorre apenas em períodos intradiários (dentro de um mesmo dia), seguindo acordos de cooperação que visam maior eficiência.

Apesar dos desafios geográficos, a localização da Irlanda destaca a importância de interconexões para diversificar e garantir o fornecimento de energia. Políticas nacionais incentivam novas interconexões e permitem que consumidores participem do sistema vendendo excedentes de energia renovável para a rede, alinhando o país às metas climáticas e energéticas (PNEC IRLANDA, 2024).

3.3.1.5 Inovação e competitividade

Segundo a PNEC da Irlanda (2024), a Irlanda está comprometida com o desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono para atingir suas metas climáticas, como hidrogênio renovável, biometano, energia geotérmica e captura de carbono. O plano nacional de pesquisa e inovação, *Impact 2030*, coloca a pesquisa no centro das estratégias para enfrentar os desafios climáticos e ambientais, promovendo colaboração entre setores públicos, privados e acadêmicos.

Além de instituições nacionais como a *Sustainable Energy Authority of Ireland* (SEAI) e a *Environmental Protection Agency* (EPA) – Autoridade de Energia Sustentável da Irlanda e Agência de Proteção Ambiental, respectivamente – a Irlanda participa de projetos internacionais e redes da UE, como o *Horizon Europe*. A criação de uma nova Agência de Pesquisa e Inovação permitirá maior financiamento para pesquisas interdisciplinares, alinhando ciência e política pública para acelerar a transição energética. As iniciativas são detalhadas em planos anuais de ação climática e estratégias setoriais que reforçam a colaboração nacional e internacional (PNEC IRLANDA, 2024).

3.3.2 Desafios e Oportunidades

A Irlanda enfrenta desafios significativos na transição para um sistema energético sustentável, sendo a dependência de combustíveis fósseis, especialmente gás natural importado do Reino Unido, um dos principais obstáculos. O país também enfrenta dificuldades na aceleração da implementação de infraestrutura de energia renovável, como eólica e solar, devido a barreiras nos

processos de planejamento e licenciamento. Além disso, a adaptação às mudanças climáticas é urgente, considerando os impactos de eventos extremos sobre a agricultura e a infraestrutura. A conformidade com regulamentos europeus exige investimentos substanciais para atingir metas ambiciosas, como a de 43% de energia renovável até 2030.

Por outro lado, a Irlanda possui um potencial significativo em recursos renováveis, especialmente em energia eólica, que podem fortalecer sua independência energética e possibilitar exportações para a Europa. Iniciativas como o plano *Impact 2030* e a criação de uma nova Agência de Pesquisa e Inovação posicionam a ciência no centro do desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono, como armazenamento de energia e hidrogênio renovável. Além disso, a transição energética apresenta benefícios socioeconômicos, como a criação de empregos em modernização de edifícios e instalação de tecnologias renováveis, além de melhorar a qualidade do ar e reduzir a pobreza energética.

3.4 Coopérnico (Portugal)

A Coopérnico, cooperativa de energia renovável fundada em 2013 em Portugal, atua em nível nacional, com mais de 4.250 membros e 3.500 clientes no varejo de energia. Com cerca de €2 milhões investidos em sistemas solares descentralizados, a maioria no setor social, a Coopérnico apoia iniciativas locais de autoconsumo coletivo, previstas na legislação portuguesa desde 2022. Identificou seis projetos que necessitam de suporte técnico, jurídico e de comunicação para formalizar CERs e promover a conscientização e adesão de novos membros, incentivando a transição energética liderada por cidadãos (EUROPEAN COMMISSION, 2023c).

A tabela 5 sintetiza algumas informações sobre o projeto Coopérnico

Tabela 5 – Informações sobre a Coopérnico

Informação sobre o Projeto	Coopérnico
Localização	Lisboa
Formato	Cooperativa
Ano de fundação	2013
Membros	4353

Fonte: Adaptado de EUROPEAN COMMISSION (2023c).

A iniciativa LRC fornece suporte abrangente à Coopérnico, incluindo gestão de projetos, desenvolvimento de ecossistemas, planeamento de negócios, design técnico e estratégias de comunicação e engajamento comunitário, promovendo o avanço das CEs (EUROPEAN COMMISSION, 2023c).

A seguir, será apresentado o Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC) de Portugal.

3.4.1 Plano Nacional de Energia e Clima de Portugal

O Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC) 2030 de Portugal aborda uma série de desafios e oportunidades relacionadas à transição energética e à descarbonização do país até 2030. A seguir, veremos os planos para Descarbonização, eficiência energética, segurança energética, mercado interno de energia e inovação e competitividade.

3.4.1.1 Descarbonização

Segundo o Plano Nacional de Energia e Clima de Portugal (2024), serão estabelecidas metas e estratégias para a transição energética de Portugal, alinhando-se às diretrizes da União Europeia. O país se compromete com a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), com uma nova meta de redução de 28,7% até 2030 em comparação com os níveis de 2005, substituindo a meta anterior

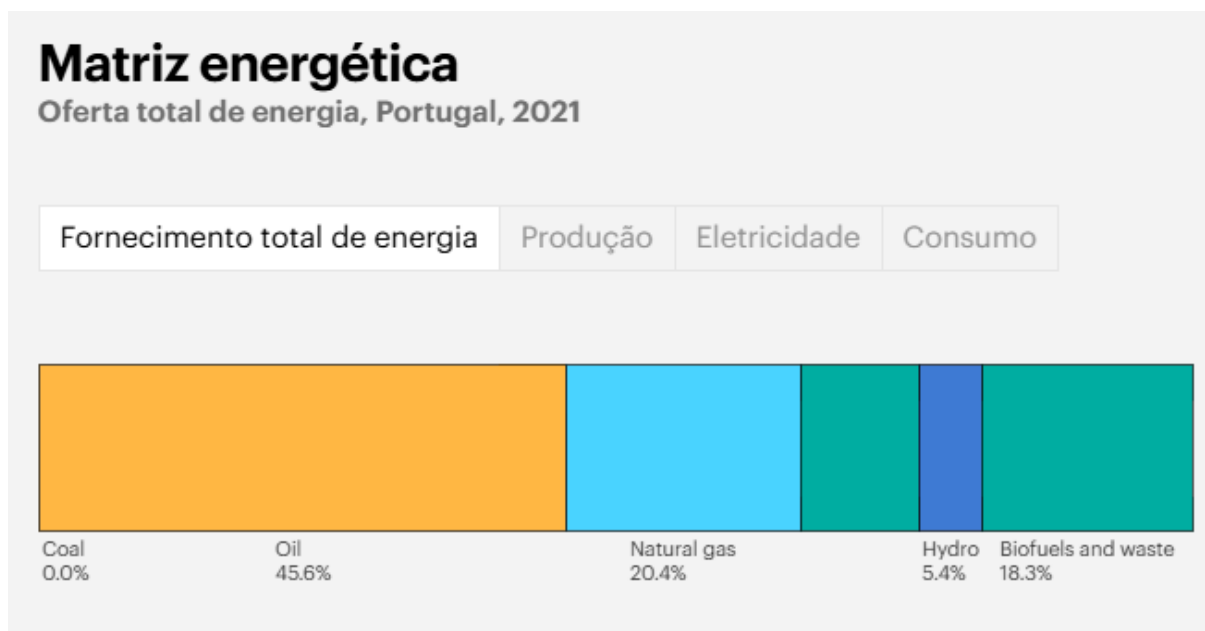
de 17%. Essa revisão se insere no pacote legislativo europeu *Fit for 55*, que visa garantir a neutralidade climática até 2050.

O setor de energia renovável assume papel central, com a meta de atingir 51% de renováveis no consumo final bruto de energia até 2030. A geração elétrica deverá ser 96% renovável, com destaque para a expansão da energia solar e eólica, incluindo 2 GW de eólica *offshore*. Além disso, Portugal busca reduzir sua dependência de importações energéticas, promovendo a eletrificação do consumo e o desenvolvimento de tecnologias como hidrogênio renovável e biometano (PNEC PORTUGAL, 2023).

No setor de transportes, a mobilidade elétrica e o uso de combustíveis sustentáveis são prioridades, com um aumento previsto de veículos elétricos e biocombustíveis avançados. No setor do aquecimento e arrefecimento, bombas de calor, energia solar térmica e redes de calor urbanas serão incentivadas para aumentar a eficiência energética (PNEC PORTUGAL, 2023).

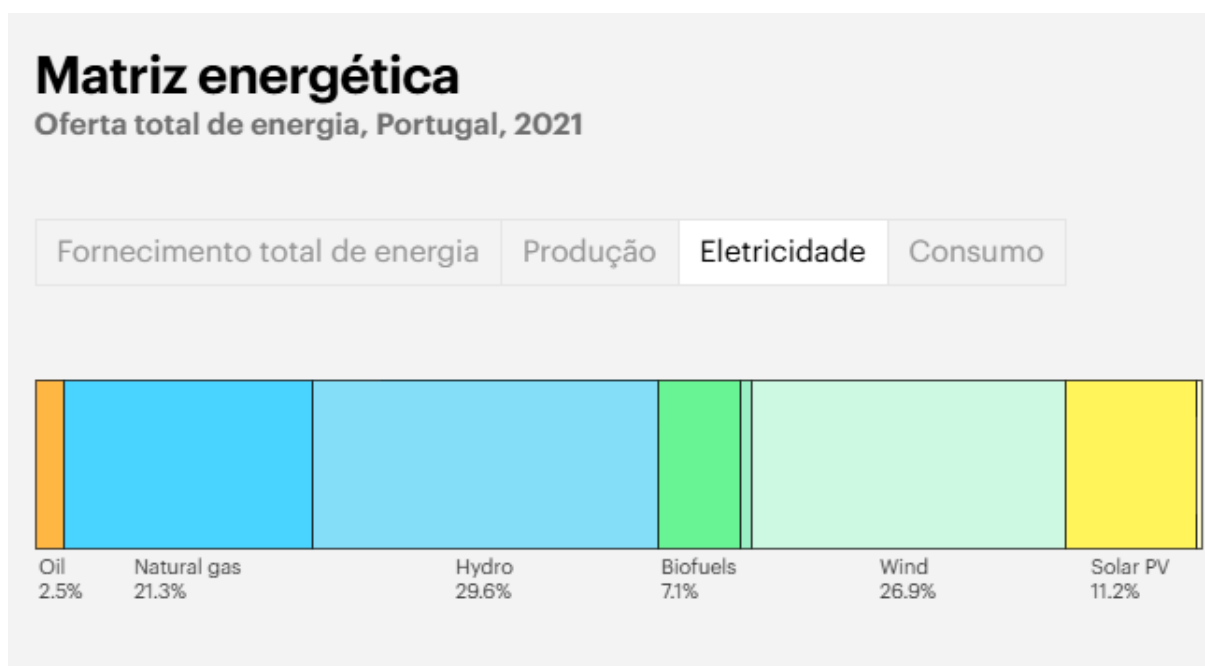
As matrizes energéticas total e de eletricidade de Portugal podem ser vistas nas figuras 10 e 11.

Figura 10 – Matriz energética de Portugal



Fonte: International Energy Agency (2025c)

Figura 11 – Matriz de eletricidade de Portugal



Fonte: International Energy Agency (2025c)

3.4.1.2 Eficiência energética

Entre as principais estratégias de eficiência energética de Portugal, destaca-se a renovação de edifícios, com um Plano Nacional de Renovação a ser elaborado até 2026, promovendo edifícios de emissões nulas. No setor dos transportes, as medidas incluem a eletrificação da mobilidade, incentivo a biocombustíveis avançados e a descarbonização do transporte pesado. Para a indústria, a transição para processos térmicos eletrificados e economia circular são prioridades. Além disso, Portugal implementará medidas para reduzir o consumo energético no setor público, garantindo uma diminuição mínima de 1,9% ao ano em comparação com 2021 (PNEC PORTUGAL, 2024).

A longo prazo, o plano prevê que a renovação dos edifícios possibilite uma redução de 40% no consumo de energia primária até 2050, com 98% do consumo energético dos edifícios provenientes de fontes renováveis. A implementação dessas políticas exigirá investimentos de aproximadamente 143 bilhões de euros até 2050, com foco na modernização da infraestrutura, eletrificação do consumo e descarbonização da economia nacional (PNEC PORTUGAL, 2024).

3.4.1.3 *Segurança Energética*

Desde a invasão russa à Ucrânia em 2022, a União Europeia tem enfrentado desafios na segurança energética devido à dependência de combustíveis fósseis russos. Em resposta, a Comissão Europeia implementou uma série de regulamentos que visam reduzir essa dependência, aumentar a eficiência energética e diversificar as fontes de energia. Portugal aderiu a essas medidas, implementando planos nacionais para reduzir o consumo de gás e eletricidade, fortalecer o armazenamento energético e acelerar a transição para energias renováveis (PNEC PORTUGAL, 2024).

O Plano de Poupança de Energia 2022-2023, prorrogado até 2024, estabeleceu metas para reduzir o consumo energético na administração pública, setor privado e residencial. Como resultado, Portugal reduziu o consumo de gás em 22,8% e implementou medidas para aumentar a produção de eletricidade renovável para autoconsumo. Além disso, o país investiu na diversificação das importações de gás, priorizando fornecedores como Nigéria e Estados Unidos. (PNEC PORTUGAL, 2024).

Para aumentar a resiliência do sistema energético, Portugal aposta na eletrificação e no desenvolvimento de hidrogênio renovável e biometano, com previsão de que 9% do consumo de gás venha de fontes renováveis até 2030. O país também reforçará a capacidade de armazenamento de energia, com previsão de 2 GW em baterias e 3,9 GW de armazenamento hidroelétrico com bombeamento. Adicionalmente, Portugal e Espanha estão finalizando um Acordo de Solidariedade Energética, permitindo apoio mútuo em caso de crise de abastecimento (PNEC PORTUGAL, 2024).

Essas ações integram a estratégia nacional para garantir a segurança energética e alinhar Portugal às metas europeias de descarbonização e eficiência energética, promovendo maior independência energética e sustentabilidade ambiental.

3.4.1.4 Mercado Interno de Energia

Portugal está comprometido com a meta da União Europeia de alcançar 15% de interligações elétricas até 2030, visando fortalecer a integração dos mercados energéticos, aumentar a segurança do abastecimento e promover a transição energética. A cooperação regional com Espanha e França é essencial para a execução de projetos estratégicos, como a interligação Minho-Galiza e o corredor de hidrogênio verde H2Med, que conectará a Península Ibérica à Europa. O país também aposta na modernização da infraestrutura de transporte de eletricidade e gás, com projetos que incluem o reforço das redes internas e a criação de dois novos armazenamentos subterrâneos de gás na cidade portuguesa de Carriço, garantindo maior capacidade de armazenamento e segurança energética (PNEC PORTUGAL, 2024).

A transição energética também passa pelo fortalecimento da participação dos consumidores e pela promoção do autoconsumo e comunidades de energia renovável. O Plano de Instalação de contadores Inteligentes, em implementação até 2025, visa permitir uma gestão mais eficiente da demanda elétrica. Além disso, o incentivo à produção descentralizada de energia renovável, como solar fotovoltaico e biomassa, busca reduzir perdas de transmissão e tornar o mercado mais competitivo e resiliente (PNEC PORTUGAL, 2024).

No combate à pobreza energética, a Estratégia Nacional de Longo Prazo para a Pobreza Energética 2023-2050 tem metas ambiciosas, como reduzir para menos de 1% a população sem capacidade de manter a casa adequadamente aquecida até 2050. Entre as ações implementadas estão o Programa Vale Eficiência, que financia melhorias energéticas para famílias vulneráveis, e a criação do Observatório Nacional da Pobreza Energética, responsável por monitorar e propor políticas para erradicação da pobreza energética. Portugal também prevê ampliar a eletrificação do consumo residencial e industrial, promovendo maior eficiência energética e acesso universal a serviços energéticos essenciais (PNEC PORTUGAL, 2024).

Essas iniciativas refletem o compromisso do país em garantir segurança energética, integração de renováveis e inclusão social no caminho para a neutralidade carbônica até 2050.

3.4.1.5 Inovação e competitividade

Portugal estabeleceu o Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC) 2030 como principal estratégia para a descarbonização da economia e a promoção da transição energética. O país compromete-se a investir 3% do PIB em pesquisa e inovação até 2030, destinando 0,2% para energia e 0,2% para água e clima. Esse esforço é alinhado com iniciativas europeias, como o Pacto Ecológico Europeu, a Estratégia da UE para a Adaptação às Alterações Climáticas e o programa *REPowerEU* (PNEC PORTUGAL, 2024).

A fim de impulsionar a inovação e competitividade, Portugal reforça investimentos em tecnologias de baixo carbono, armazenamento de energia, hidrogênio como vetor energético e eficiência energética. Além disso, programas nacionais de competitividade incentivam a participação em projetos internacionais, o desenvolvimento de aglomerados industriais e a criação de modelos de negócios baseados em produtos e serviços de baixo carbono (PNEC PORTUGAL, 2024).

O Plano de Recuperação e Resiliência também desempenha um papel fundamental, com a Missão Interface, que visa integrar o setor acadêmico e empresarial por meio de um orçamento de 186 milhões de euros. Paralelamente, Portugal investe na criação de CEs, permitindo maior participação dos cidadãos na geração e consumo de energia renovável (PNEC PORTUGAL, 2024).

No âmbito da transição justa, o governo destina recursos do Fundo de Transição Justa para a requalificação de trabalhadores afetados pelo encerramento de centrais térmicas e refinarias, promovendo a formação em energias renováveis. Adicionalmente, o Plano de Bioeconomia Sustentável define metas específicas para setores estratégicos, como têxtil, calçado e resina natural, com o objetivo de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e aumentar a circularidade de materiais (PNEC PORTUGAL, 2024).

3.4.2 Desafios e Oportunidades

A implementação de CEs em Portugal enfrenta desafios regulatórios, de infraestrutura e de inclusão social, mas apresenta grandes oportunidades para a descentralização e descarbonização do setor elétrico.

Entre os principais desafios, destacam-se a necessidade de flexibilização e agilização dos processos de licenciamento, a capacitação da população e municípios para a gestão de CEs, e a modernização das redes elétricas para suportar a produção descentralizada. Além disso, garantir a inclusão de consumidores vulneráveis e assegurar a sustentabilidade financeira a longo prazo são fatores críticos para o sucesso desses projetos (PNEC PORTUGAL, 2024).

Por outro lado, as oportunidades incluem a redução da dependência energética externa, a diminuição dos custos com distribuição de eletricidade, o fortalecimento da mobilidade elétrica e a criação de empregos verdes. O apoio governamental e europeu, por meio de fundos como o Horizonte Europa e o Fundo de Inovação, também impulsiona a viabilidade dessas iniciativas. Além disso, as CEs promovem a participação ativa dos cidadãos na transição energética, fortalecendo a coesão social e o desenvolvimento local (PNEC PORTUGAL, 2024).

Dessa forma, apesar dos desafios, as CEs representam um passo essencial para a sustentabilidade e a neutralidade carbônica em Portugal, contribuindo para um sistema energético mais resiliente e democrático.

4 CENÁRIO BRASILEIRO

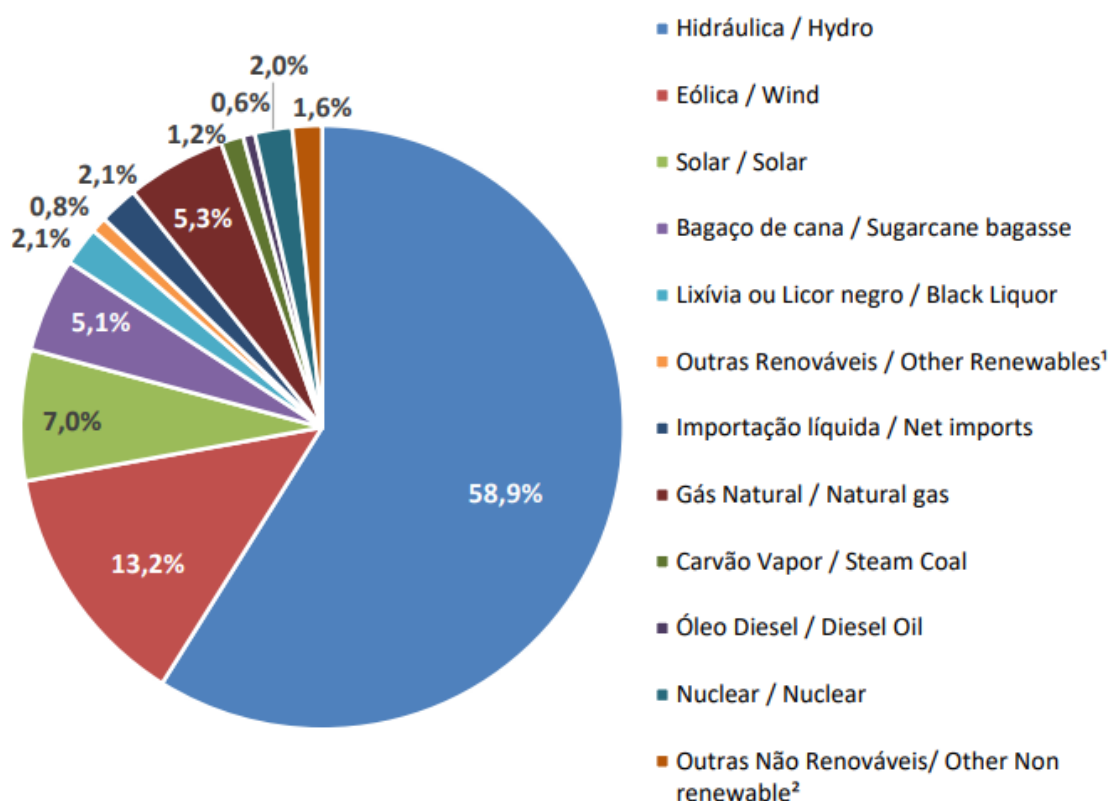
Assim como foi analisado para os outros países, também será feita a análise do Plano Nacional de Energia do Brasil.

O Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030) traça cenários e estratégias para o setor energético brasileiro até 2030. O estudo, elaborado pela EPE, analisa a evolução da oferta e da demanda de energia considerando fatores macroeconômicos, demográficos e tecnológicos. O relatório explora o papel das fontes renováveis, como hidrelétrica, eólica e biomassa, e aborda desafios de eficiência energética e segurança energética. Também prevê o impacto das

mudanças climáticas e as necessidades de investimento para garantir um suprimento sustentável de energia (EPE, 2007).

Para efeito de comparação entre o que será apresentado sobre o PNE 2030 e a atualidade, a matriz elétrica do Brasil é apresentada a seguir.

Figura 12 – Matriz de eletricidade do Brasil



Fonte: EPE (2024).

Seguindo com análise do PNE 2030, O estudo foi conduzido a partir da técnica de cenários, que permite a antecipação de diferentes trajetórias e variáveis econômicas, sociais e ambientais. Três cenários principais foram desenvolvidos para a economia mundial e nacional, com base em três fatores críticos de incerteza: O padrão de globalização, a estrutura de poder político e econômico e a solução de conflitos geopolíticos. Esses fatores influenciam diretamente o comportamento do mercado de energia e a evolução das fontes energéticas no Brasil (EPE, 2007).

As projeções macroeconômicas consideraram elementos como o crescimento do PIB, o crescimento demográfico, a evolução do comércio

internacional, políticas monetárias e fiscais, além dos investimentos externos diretos e da evolução da produtividade. Esses fatores foram analisados a partir de modelos internos desenvolvidos pela EPE, incluindo o Modelo Integrado de Planejamento Energético (MIPE), utilizado para projetar o comportamento da demanda de energia nos diferentes setores da economia (EPE, 2007).

A oferta interna de energia está projetada para crescer de 218,6 milhões de tep (toneladas equivalentes de petróleo) em 2005 para 555,8 milhões de tep em 2030. A matriz energética deverá apresentar um equilíbrio entre fontes renováveis e não renováveis. O petróleo e o gás natural continuarão a ter papel relevante, mas a participação de fontes renováveis, como hidrelétrica, eólica e biomassa, deve aumentar de 44,5% em 2005 para aproximadamente 50% em 2030 (EPE, 2007).

A energia solar deverá se tornar competitiva após 2020, impulsionada pela redução dos custos de produção e pelo avanço tecnológico. A energia eólica, devido ao potencial significativo do litoral nordestino, deverá ter um crescimento expressivo na capacidade instalada até 2030. A geração de energia elétrica continuará a ser sustentada por hidrelétricas, complementada por termelétricas a gás e carvão, além de novos projetos de usinas nucleares (EPE, 2007).

O plano também destaca a importância da eficiência energética e da sustentabilidade como pilares para o futuro energético do Brasil. Para isso, são recomendadas políticas de conservação de energia, incentivos à geração distribuída e à cogeração, além da implementação de medidas para redução das emissões de gases de efeito estufa (EPE, 2007).

Assim, tem-se que o PNE 2030 oferece um guia estratégico para o setor energético brasileiro, com foco na segurança energética, na diversificação da matriz energética e na transição para fontes de energia mais limpas e sustentáveis.

4.1 RECOMENDAÇÕES PARA O AVANÇO DE CES NO BRASIL

As CEs desempenham um papel importante e democrático na descentralização da produção de energia, promovendo o uso de fontes renováveis e incentivando a participação cidadã na gestão do setor energético. No Brasil, embora a legislação para geração distribuída tenha avançado, ainda há desafios para a

consolidação dessas iniciativas. Dessa forma, algumas recomendações são essenciais para a implementação das CEs no país.

Segundo Azevedo (2023), A criação de legislações específicas para CEs, bem como a criação de um contexto regulatório facilitador para a implementação desses sistemas, pode fazer com que haja a disseminação de CEs, conforme citação a seguir.

Este contexto é caracterizado pela remoção de quaisquer barreiras regulatórias não fundamentadas, pela garantia de acesso de todos os consumidores à participação neste tipo de iniciativas, e pelo apoio regulatório e de capacitação às autoridades locais para a promoção e implementação de CER (AZEVEDO, 2023, p.29).

Segundo CASTRO et al. (2022) o Brasil, independente do modelo de cooperativa energética, apenas permite o sistema de compensação através de créditos de energia. A criação de sistemas de compensação financeira além da existente, é outra recomendação para o possível avanço de CEs no Brasil.

Nos casos estudados no capítulo anterior, também é possível notar que existe muito apoio regulatório e legislativo com relação à implementação de comunidades de energia renovável, incluindo redução de taxas e auxílio a comunidades de baixa renda para criação de CEs. Assim, é possível perceber que a viabilização econômica das CEs depende da criação de linhas de financiamento acessíveis, especialmente por meio de bancos públicos e fundos voltados à inovação e sustentabilidade, além das já existentes, como a PERS, falado anteriormente.

Promover campanhas educativas e de conscientização para engajar cidadãos e pequenas empresas na criação e gestão de CEs, também é um fator incentivador para a propagação de CEs no país. Outra estratégia relevante é a modernização da rede elétrica nacional, incluindo o uso de tecnologias digitais e sistemas inteligentes para facilitar a gestão da energia gerada e consumida localmente.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento de CEs no Brasil representa uma oportunidade significativa para a democratização do acesso à energia sustentável, contribuindo para a diversificação da matriz energética e para a mitigação dos impactos ambientais associados ao setor elétrico. Ao longo deste estudo, foi possível identificar os desafios e perspectivas regulatórias para a implementação dessas comunidades, destacando-se a necessidade de um arcabouço normativo mais claro e acessível, investimentos em infraestrutura e maior engajamento social.

A análise de experiências internacionais demonstrou que modelos bem-sucedidos de CEs são sustentados por políticas públicas robustas, incentivos financeiros e uma estrutura regulatória que favoreça a participação ativa de cidadãos e empresas na geração distribuída. No Brasil, embora iniciativas como a Lei nº 14.300/2022 e a Resolução Normativa nº 1.059/2023 representem avanços, ainda há barreiras a serem superadas, especialmente no que tange à viabilidade econômica e à adaptação da infraestrutura elétrica para suportar uma geração descentralizada.

Entre as recomendações propostas, destaca-se a necessidade de ampliar os mecanismos de financiamento para CEs, permitindo maior inclusão de consumidores de baixa renda. Além disso, a criação de programas de capacitação e disseminação de conhecimento sobre geração distribuída, bem como a modernização da rede elétrica nacional, pode estimular a adesão da população a esse modelo.

Dessa forma, conclui-se que as CEs têm o potencial de transformar o setor elétrico brasileiro, tornando-o mais resiliente, participativo e ambientalmente sustentável. No entanto, para que esse potencial seja plenamente aproveitado, é essencial que haja um alinhamento entre políticas públicas, incentivos regulatórios e o engajamento da sociedade. A implementação bem-sucedida desse modelo poderá não apenas fortalecer a segurança energética do país, mas também gerar benefícios sociais e econômicos para diversas comunidades, promovendo uma transição energética mais justa e sustentável.

REFERÊNCIAS

Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos. **Green Power Communities List. 2024.** Disponível em: <https://www.epa.gov/greenpower/green-power-communities-list>. Acesso em: 06 jan. 2025.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Nota Conjunta das Agências Reguladoras Federais.** Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/nota-conjunta-das-agencias-reguladoras-federais>. Acesso em: 12 jan. 2025.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012.** Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 17 abr. 2012.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015.** Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e a Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 25 nov. 2015.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 1.059, DE 7 DE FEVEREIRO DE 2023:** Aprimora as regras para a conexão e o faturamento de centrais de microgeração e minigeração distribuída em sistemas de distribuição de energia elétrica, bem como as regras do Sistema de Compensação de Energia Elétrica; altera as Resoluções Normativas nº 920, de 23 de fevereiro de 2021, 956, de 7 de dezembro de 2021, 1.000, de 7 de dezembro de 2021, e dá outras providências. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20231059.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2024.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Micro e minigeração distribuída apresenta acréscimo de 7,4 GW em 2023.** 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2024/micro-e-minigeracao-distribuida-apresenta-acrescimo-de-7-4-gw-em-2023>. Acesso em: 19 jan. 2025.

ANTUNES, A. R. **As comunidades de energia e o empoderamento dos cidadãos.** In: CRISPIM, João; MENDES, José Gomes (eds.). *Comunidades de energia renovável*. Porto: PortoEnergyHub, 2023. p. 15-22.

AWERKIN, A.; FALBO, P.; VARGIOLU, T. **Optimal Investment and Fair Sharing Rules of the Incentives for Renewable Energy Communities.** *arXiv preprint arXiv:2311.12055*, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2311.12055>. Acesso em: 19 jan. 2025.

AZEVEDO, I. **A dimensão europeia das comunidades de energia.** In: CRISPIM, João; MENDES, José Gomes (eds.). *Comunidades de energia renovável*. Porto: PortoEnergyHub, 2023. p. 23-35.

BELANÇON, Marcos Paulo. **Brazil electricity needs in 2030: trends and challenges**. *Renewable Energy Focus*, [S.l.], v. 36, p. 89-95, mar. 2021. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ref.2021.01.001>. Acesso em: 3 jan. 2025.

BÉLGICA. ***Draft update of the Belgian National Energy and Climate Plan (NECP 2021–2030)***. Bruxelas: Governo da Bélgica, 2023. Disponível em: https://citizen-led-renovation.ec.europa.eu/pilots/phase-i-pilots/energent-belgium_en. Acesso em: 24 jan. 2025.

BRASIL. **Decreto nº 3.520, de 21 de junho de 2000**. Regulamenta a Lei nº 9.847, de 26 de outubro de 1999, que dispõe sobre a fiscalização das atividades relativas ao abastecimento nacional de combustíveis e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 22 jun. 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3520.htm. Acesso em: 12 jan. 2025

BRASIL. **Decreto nº 9.073, de 05 de junho de 2017**. Promulga o Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, celebrado em Paris, em 12 de dezembro de 2015, e firmado em Nova Iorque, em 22 de abril de 2016. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9073.htm. Acesso em: 07 jan. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996**. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 27 dez. 1996.

BRASIL. **Lei nº 14.300, de 06 de janeiro de 2022**. 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); altera as Leis nºs 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília, DF, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/l14300.html. Acesso em: 12 nov. 2024.

BULGÁRIA. ***Integrated National Energy and Climate Plan (NECP) 2021–2030***. Sofia: Governo da Bulgária, 2024. Disponível em: https://citizen-led-renovation.ec.europa.eu/index_en. Acesso em: 24 jan. 2025.

BÉLGICA. ***Draft update of the Belgian National Energy and Climate Plan (NECP 2021-2030)***. Bruxelas: Governo da Bélgica, 2023. Disponível em: https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/implementation-eu-countries/energy-and-climate-governance-and-reporting/national-energy-and-climate-plans_en. Acesso em: 24 jan. 2025.

CASTRO, L. F. C.; CARVALHO, P. C. M.; FIDALGO, J. N.; SARAIVA, J. T. **Comparison among national energy community policies in Brazil, Germany, Portugal, and Spain**. Em: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE EUROPEAN

ENERGY MARKET (EEM), 18., 2022, Ljubljana, Slovenia. Proceedings. Ljubljana: IEEE, 2022. p. 1-6. DOI: 10.1109/EEM54602.2022.9920977.

CASTRO, N.; CÂMARA, L.; MOSZKOWICZ, M. **Reflexões sobre impactos da Geração Distribuída no Mercado de Energia Elétrica do Brasil. Texto de Discussão do Setor Elétrico – TDSE nº 105**. Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL), Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: https://gesel.ie.ufrj.br/wp-content/uploads/2022/06/14_tdse_105_vf.pdf. Acesso em: 19 jan. 2025.

CCEE. CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Governança**. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/governanca>. Acesso em: 24 jan. 2025.

DIRECTORATE-GENERAL FOR ENERGY. In focus: **Energy communities to transform the EU's energy system**. 2022. Disponível em: https://energy.ec.europa.eu/news/focus-energy-communities-transform-eus-energy-system-2022-12-13_en Acesso em: 6 jan. 2025.

ENGIE Brasil. **Energia eólica no país tem potencial infinito**. *Além da Energia*, 2025. Disponível em: <https://www.alemdaenergia.engie.com.br/energia-eolica-no-pais-tem-potencial-infinito/>. Acesso em: 17 mar. 2025.

EPE. **Balanco Energético Nacional 2024: ano base 2023**. Rio de Janeiro: EPE, 2024. 274 p. Disponível em: www.epe.gov.br. Acesso em: 17 mar. 2025.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Quem somos**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/a-epe/quem-somos>. Acesso em: 24 jan. 2025.

EPE. **Plano Nacional de Energia 2030**. Rio de Janeiro: EPE, 2007. Disponível em: www.epe.gov.br. Acesso em: 17 mar. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. **Support Service for Citizen-led Renovation**. 2025 Disponível em: https://citizen-led-renovation.ec.europa.eu/index_en. Acesso em: 19 jan. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. **Energent (Belgium)**. 2023. Disponível em: https://citizen-led-renovation.ec.europa.eu/pilots/phase-i-pilots/energent-belgium_en. Acesso em: 24 jan. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. **Izgrei (Bulgaria)**. 2023a. Disponível em: https://citizen-led-renovation.ec.europa.eu/pilots/phase-i-pilots/izgrei-bulgaria_en. Acesso em: 24 jan. 2025

EUROPEAN COMMISSION. **Triple SEC (Ireland)**. 2023b. Disponível em: https://citizen-led-renovation.ec.europa.eu/pilots/phase-i-pilots/triple-sec-ireland_en. Acesso em: 24 jan. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. Coopérnico (Portugal). 2023c. Disponível em: https://citizen-led-renovation.ec.europa.eu/pilots/phase-i-pilots/coopernico-portugal_en. Acesso em: 24 jan. 2025.

FAIA, R.; SOARES, J.; FOTOUHI GHAZVINI, M. A.; FRANCO, J. F.; VALE, Z. **Local electricity markets for electric vehicles: an application study using a decentralized iterative approach.** *Frontiers in Energy Research*, v. 9, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.705066>. Acesso em: 12 jan. 2025.

FAIA, R.; SOARES, J.; PINTO, T.; LEZAMA, F.; VALE, Z.; CORCHADO, J. M. **Optimal Model for Local Energy Community Scheduling Considering Peer to Peer Electricity Transactions.** *IEEE Access*, v. 9, p. 12420-12430, 2021a. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3051004.

GONZÁLEZ, A. B. P.; VIGLIO, J. E.; FERREIRA, L. da C. **Comunidades Energéticas na América Latina: Visando uma transição energética a partir da noção de Bem Viver.** *Desenvolvimento em Questão*, [S. l.], v. 20, n. 58, p. e11832, 2022. DOI: 10.21527/2237-6453.2022.58.11832. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/11832>. Acesso em: 13 nov. 2024.

GONZÁLEZ, A. B. P. et al. **Institutional conditions for the development of energy communities in Chile and Brazil.** *Sustainability in Debate*, v. 14, n. 3, p. 105-121, dez. 2023. DOI: 10.18472/SustDeb.v14n3.2023.50472.

GONZÁLEZ, A. B. P.; VIGLIO, J. E.; FERREIRA, L. da C. **Energy communities in sustainable transitions - The South American Case.** *Sustainability In Debate*, [S.l.], v. 13, n. 2, p. 156-174, 30 ago. 2022a. Editora de Livros IABS. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18472/sustdeb.v13n2.2022.41266>. Acesso em: 3 dez. 2024.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Bulgaria.** 2025. Disponível em: <https://www.iea.org/countries/bulgaria>. Acesso em: 24 jan. 2025.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Belgium.** 2025a. Disponível em: <https://www.iea.org/countries/belgium>. Acesso em: 24 jan. 2025.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Ireland.** 2025b. Disponível em: <https://www.iea.org/countries/ireland>. Acesso em: 24 jan. 2025.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Portugal.** 2025c. Disponível em: <https://www.iea.org/countries/portugal>. Acesso em: 30 jan. 2025.

IRLANDA. **Ireland's integrated National Energy and Climate Plan 2021-2030.** Dublin: Department of the Environment, Climate & Communications, 2024. Disponível em: https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/implementation-eu-countries/energy-and-climate-governance-and-reporting/national-energy-and-climate-plans_en. Acesso em: 26 jan. 2025.

KOLTUNOV, M.; PEZZUTTO, S.; BISELLO, A.; LETTNER, G.; HIESL, A.; VAN SARK, W.; LOUWEN, A.; WILCZYNSKI, E. **Mapping of energy communities in Europe: status quo and review of existing classifications**. *Sustainability*, v. 15, n. 8, p. 8201, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su15108201>. Acesso em: 21 jan. 2025.

IBERDROLA. **DSO, como transformar o gerenciamento de rede em um modelo mais inteligente?** 2025. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/inovacao/operadores-de-sistema-de-distribuicao>. Acesso em: 19 jan. 2025.

LAGE, D. C. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede em Comunidades de Baixa Renda como Instrumento de Tecnologia Social e para Transição Energética**. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/66027/66027.PDF>. Acesso em: 19 jan. 2025.

MELO, R. F. de S.; LEMOS, H. T. Q. **Uma nova metodologia para dimensionamento de sistemas off-grid com armazenamento**. *Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)*, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/handle/123456789/711>. Acesso em 12 jan. 2025.

MESQUITA, Allan Santos. **Comunidades Energéticas – O Brasil como modelo de erradicação da pobreza energética**. Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, 2024.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Política Nacional do Hidrogênio de Baixa Emissão de Carbono**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/programa-nacional-do-hidrogenio-1/iv-arcabouco-legal-e-regulatorio-normativo>. Acesso em: 12 jan. 2025.

MME. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Programa Luz para Todos**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/programas/luz-para-todos>. Acesso em: 12 jan. 2025.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE)**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cmse>. Acesso em: 24 jan. 2025.

ONS. Operador Nacional do Sistema. **O Sistema em Números**. 2024. Disponível em: <https://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros>. Acesso em: 12 nov. 2024

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **O QUE É ONS**. Disponível em: www.ons.org.br/paginas/sobre-o-ons/o-que-e-ons Acesso em: 12 jan. 2025.

PORTUGAL. *Plano Nacional de Energia e Clima 2030 (PNEC 2030)*. Lisboa: Governo de Portugal, 2024. Disponível em:

https://commission.europa.eu/publications/portugal-final-updated-necp-2021-2030-submitted-2024_en. Acesso em: 30 jan. 2025.

POULLIKKAS, A.; KOURTIS, G.; HADJIPASCHALIS, I. **A review of net metering mechanism for electricity renewable energy sources**. *International Journal of Energy and Environment*, v. 4, n. 6, p. 975-1002, 2013. Disponível em: <http://www.IJEE.IEEFoundation.org>. Acesso em: 18 jan. 2025.

TAVARES, B. A. **Energia solar no Brasil: Potencial, Investimentos e Perspectivas**. Disponível em: <https://elofotovoltaico.com/energia-solar-no-brasil/>. Acesso em: 19 jan. 2025.

VILLALVA, Marcelo Gradella; GAZOLI, Jonas Rafael. **Energia Solar Fotovoltaica conceitos e aplicações: sistemas isolados e conectados à rede**. São Paulo: Érica, 2013. 224 p.