

## A CRISE DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL: ORIGENS, IMPACTOS E ALTERNATIVAS

MOSCATO, Ana Paula Baptista<sup>1</sup>; MACHADO, Micheli Kowalczuk<sup>2</sup>.

<https://doi.org/10.60035/1678-0795.momentum-v1n22-525>

### RESUMO

Desde 2001 o Brasil vem enfrentando uma crise energética que tem causado graves problemas sociais e econômicos. Apesar de estar enfrentando tal crise, o país vem investindo em novas fontes de energias, as energias renováveis, que estão ocupando 15% da fonte de energia elétrica do país, segundo o Ministério de Minas e Energia do Brasil, com as fontes elétricas e eólicas. A proposta deste trabalho é determinar a origem da crise energética do país, apesar dos investimentos de novas fontes energéticas, os impactos que esta crise provoca no país e determinar quais alternativas funcionais é possível fazer para sair dessa crise eminente.

**Palavras-chave:** crise energética, energias renováveis, energia solar, energia eólica.

### ABSTRACT

Since 2001, Brazil has been facing an energy crisis that is causing serious social and economic problems. Despite facing such a crisis, the country has been investing in new energy sources, renewable energies, which are occupying 15% of the source of electric energy, according to the Ministry of Mines and Energy of Brazil, with electric and wind energy sources. The purpose of this work is to determine the origin of the country's energy crisis, despite the investments of new energy sources, the impacts that this crisis causes in the country and determine what functional alternatives could be done in order to get out of this imminent crisis.

**Keyword:** Energy crisis, Renewable energy, Solar energy, Wind energy.

---

<sup>1</sup> Aluna do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário UNIFAAT. E-mail:anapmoskato@msn.com

<sup>2</sup> Professora e Pesquisadora do Centro Universitário UNIFAAT. E-mail:trabalhosmicheli@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A crise energética se configura como um desafio global urgente, exigindo medidas inovadoras e eficazes. No Brasil, a dependência de fontes renováveis, especialmente a energia hidrelétrica, torna o país vulnerável às oscilações climáticas e ao aumento de demanda por energia. A possível redução da oferta de energia hidrelétrica poderá ser compensada por outras fontes energéticas, renováveis e não renováveis (Tanure; Carvalho; Magalhães, 2019). Apesar dos investimentos em fontes renováveis, a hidroeletricidade ainda predomina na matriz energética brasileira, sendo altamente influenciada pela variabilidade das chuvas. A escassez hídrica, intensificada pelas mudanças climáticas, impacta negativamente a geração de energia elétrica, levando a *déficits* energéticos (Pereira *et al.*, 2017). Soma-se a isso a falta de planejamento eficaz, deficiências na operação, ausência de critérios eficientes para a expansão e de investimentos públicos no setor energético, o que contribui para o aumento de tarifas de energia (Sauer, 2015). O apagão de 2001, um exemplo emblemático das consequências da negligência com o setor energético, gerou severos impactos socioeconômicos negativos (Araújo, 2001; Mercedes; Rico; Pozzo, 2015).

Considerando esta realidade, o objetivo deste artigo é analisar os impactos das crises energéticas no Brasil e as medidas tomadas pelo governo para mitigá-los, com foco na diversificação da matriz energética através da implementação de programas de incentivo à geração de energia renovável, como a energia solar fotovoltaica.

Para aprofundar sobre a compreensão da crise energética no Brasil, adotou-se uma metodologia mista, combinando pesquisa bibliográfica e documental (Gil, 2019). A pesquisa bibliográfica permitiu acessar um vasto universo de conhecimento, consultando autores renomados da área de energia e sustentabilidade. Já a pesquisa documental permitiu explorar documentos primários, como relatórios oficiais, leis, decretos e publicações de instituições públicas e privadas.

Diversos autores abordam a temática da crise energética, como Pereira *et al.* (2017), que investigam os efeitos das mudanças climáticas no potencial hidrelétrico brasileiro, alertando para os riscos à segurança energética do país. Rezende, Pessanhall e Amaral (2014) analisam o impacto das tarifas de energia na competitividade do Brasil, evidenciando a necessidade de políticas públicas que equilibrem os interesses dos consumidores e das empresas do setor elétrico. Silva *et al.* (2021) realizaram um estudo bibliométrico sobre fontes renováveis, mas também apontam para a necessidade da matriz energética.

O presente trabalho está organizado através da apresentação do tema da crise energética no Brasil e contextualização da sua importância, seguida pela análise dos principais desafios da

crise energética no Brasil, com base em autores relevantes da área. Descrição da metodologia utilizada para a pesquisa, incluindo a pesquisa bibliográfica e documental, e por fim uma síntese dos principais pontos abordados no artigo e a apresentação de perspectivas para a superação da crise energética no Brasil.

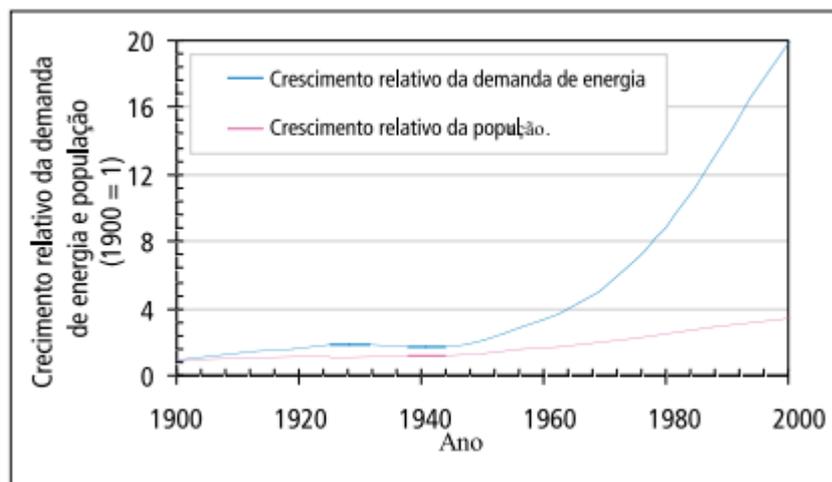
## 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 1.1 A base energética da sociedade moderna, sua evolução e suas crises

A base energética que sustenta a sociedade moderna teve a sua origem na Revolução Industrial, entre os séculos XVIII e XIX, quando a exploração de carvão mineral e outros combustíveis fósseis se tornou a principal fonte primária de energia (Juliani; Barbisan, 2014). Ao longo do século XX, a intensificação da industrialização e o crescimento populacional, impulsionados em grande parte pela disponibilidade de energia barata proveniente dos combustíveis fósseis, geraram uma demanda energética mundial cada vez maior.

O **gráfico 1** ilustra a relação entre o crescimento populacional e a evolução da demanda energética durante o século XX (Nogueira; Cardoso, 2007). Essa expansão desenfreada do consumo de energia, impulsionada pelo crescimento populacional e pelo desenvolvimento industrial, gerou os primeiros impactos ambientais significativos, com o aumento das emissões de gases do efeito estufa, principalmente CO<sub>2</sub>, e o desmatamento em larga escala (Chaves, 2021).

**Gráfico 1 – Evolução da demanda energética e da população mundial durante o século XX**



Fonte: Nogueira e Cardoso (2007, p. 35).

Diversos fatores se conjugaram para desencadear uma nova revolução energética. O encarecimento do petróleo, impulsionado por guerras geopolíticas e pela polarização do

mercado (Fiori, 2022), somado à crescente preocupação com o aquecimento global e seus impactos ambientais (Chaves, 2021), pressionou a comunidade internacional a buscar alternativas ao uso excessivo de combustíveis fósseis.

Em 1997, o Protocolo de Kyoto<sup>3</sup> não foi suficiente para conter o crescimento das emissões globais, evidenciando a necessidade de medidas mais abrangentes e eficazes (Juliani; Barbisan, 2014).

Após a Segunda Guerra Mundial, a Europa e os EUA vivenciaram um período de intensa expansão econômica nas décadas de 1950 e 1960, impulsionada pelo petróleo (Fiori, 2022). Essa dependência do petróleo para o crescimento industrial e econômico se intensificou, com os setores mais dinâmicos, com a indústria automobilística e de eletrodomésticos, dependendo fortemente dessa fonte de energia (Juliani, Barbisan, 2014). Nesse período, o preço do petróleo era relativamente baixo em comparação a outras fontes de energia.

O controle do mercado de petróleo estava concentrado nas mãos de um grupo de sete empresas multinacionais, conhecidas como as “Sete Irmãs”: cinco americanas, uma inglesa e uma holandesa (Juliani; Barbisan, 2014). Em 1960, a OPEO (Organização dos Países Exploradores de Petróleo) foi criada, reunindo países produtores de petróleo com o objetivo de defender seus interesses e influenciar o preço do barril (Fiori, 2022).

Em 1973, o mundo presenciou a primeira crise energética. A OPEO, em conjunto com países árabes, decretou um embargo de petróleo contra os países ocidentais, principalmente os EUA, em resposta ao apoio americano a Israel na Guerra do Yom Kipur. Essa medida gerou um aumento de cinco vezes no preço do barril do petróleo, levando a falências de empresas e indústrias em todo o mundo (Fiori, 2022). A crise de 1973 evidenciou a fragilidade da dependência do petróleo e a necessidade de diversificar as fontes de energia.

No início do século XXI, o encarecimento do petróleo, as preocupações com o aquecimento global (Chaves, 2021) e os avanços tecnológicos aceleraram essa transição energética.

A pandemia de COVID-19 e a Guerra da Ucrânia geraram grandes impactos na economia global e na segurança energética. A pandemia provocou o isolamento social e a redução da atividade econômica, levando a queda na demanda por energia. Já a guerra da Ucrânia gerou sanções contra a Rússia, um dos maiores exportadores de gás natural do mundo,

---

<sup>3</sup> O Protocolo de Kyoto foi um acordo internacional cujo objetivo era a estagnação e redução das emissões de gases do efeito estufa que enfatizavam o aquecimento global, como o CO<sub>2</sub>. Foi assinado em 1997 e entrou em vigor no ano de 2005 quando 139 países o ratificaram. Apresentava metas e prazos para redução das emissões a serem cumpridos pelos países industrializados (Santilli, 2007).

o que levou ao aumento dos preços de energia em todo o planeta (Fiori, 2022).

Esses eventos reforçaram a necessidade de diversificar as fontes de energia e investir em soluções renováveis e sustentáveis. A dependência de combustíveis fósseis, como o petróleo e o gás natural, se mostrou um risco à segurança energética e ao desenvolvimento econômico dos países. No contexto da crise energética global, a seguir apresenta-se o caso específico do Brasil e seus desafios relacionados à segurança energética.

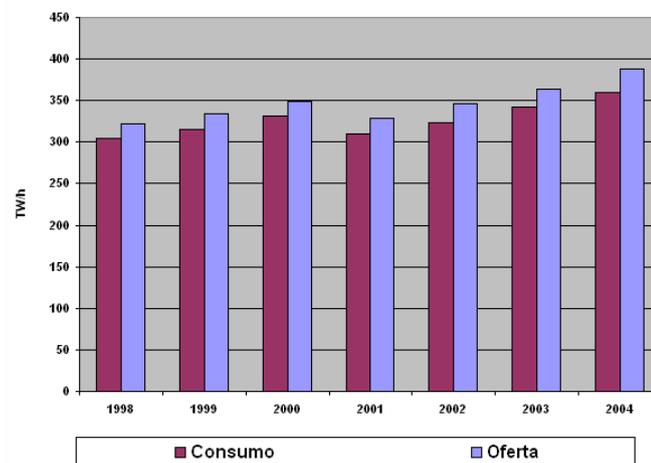
## 1.2 Brasil, energia e suas crises

A crise energética global se configura como um desafio de proporções épicas, exigindo soluções urgentes e inovadoras para garantir a segurança energética e o desenvolvimento sustentável. O Brasil, com a sua forte dependência de fontes renováveis, como a energia hidrelétrica, encontra-se em uma posição particularmente vulnerável à variabilidade climática e ao aumento da demanda por energia.

Entre 1990 e 2000, o consumo de energia do Brasil cresceu 49%, enquanto a capacidade de geração aumentou apenas 35% (Pereira *et al.*, 2017). Essa discrepância entre oferta e demanda, que se intensificou no final da década de 1990, resultou em um desequilíbrio no sistema energético brasileiro. A situação se agravou com a seca que atingiu o país no final da década, reduzindo drasticamente os níveis dos reservatórios hidrelétricos. A falta de planejamento e a gestão inadequada dos recursos hídricos contribuíram para a crise energética, culminando nos apagões de 2001.

O **gráfico 2** ilustra a evolução da oferta e demanda de energia elétrica no Brasil entre os anos de 1998 e 2004. A análise da trajetória dessas duas variáveis é fundamental para compreender os desafios e oportunidades do setor energético brasileiro.

**Gráfico 2 – Evolução da oferta e demanda de energia elétrica no Brasil**



Fonte: Balanço Energético Nacional/MME (*apud* Fronzaglia; Torquato, 2005).

O gráfico 2 acima demonstra a evolução do consumo e da oferta de energia elétrica no Brasil entre 1998 e 2004. Observa-se um crescimento consistente do consumo ao longo do período, impulsionado pelo crescimento econômico e pela expansão da demanda dos setores industrial, comercial e residencial. A oferta de energia, por sua vez, também apresentou crescimento, porém com maior volatilidade, influenciada principalmente pela variabilidade na geração hidrelétrica, que depende das condições climáticas. A diferença entre a oferta e demanda, que representa a margem de segurança do sistema, oscilou entre 5% e 20% no período analisado. Essa margem, embora tenha garantido o abastecimento, sinaliza a necessidade de uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos e a importância de diversificar a matriz energética para garantir a segurança energética do país. A crescente demanda por energia, aliada à necessidade de reduzir a dependência de fontes fósseis e mitigar os impactos das mudanças climáticas, torna a diversificação da matriz energética com fontes renováveis, como eólica e solar, uma estratégia fundamental para o desenvolvimento sustentável do Brasil.

O consumo de energia no Brasil apresentou um crescimento significativo nos últimos anos. De acordo com o Balanço Energético Nacional 2024, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o consumo de energia aumentou 26,72% entre 2010 e 2023 (Brasil, 2010; Brasil, 2024a). A energia hidrelétrica continua sendo a principal fonte de energia do país, representando 60% da matriz energética em 2020. Esse dado demonstra a importância da água para a geração de energia elétrica no Brasil e a necessidade de garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos (Brasil, 2021).

O estudo de Artaxo (2022) aponta para um cenário preocupante: a frequência e a intensidade de eventos climáticos extremos, como secas e inundações, estão se intensificando no Brasil, afetando os padrões pluviométricos regionais. Essa intensificação se traduz em secas mais prolongadas e severas, bem como em inundações mais frequentes e devastadoras.

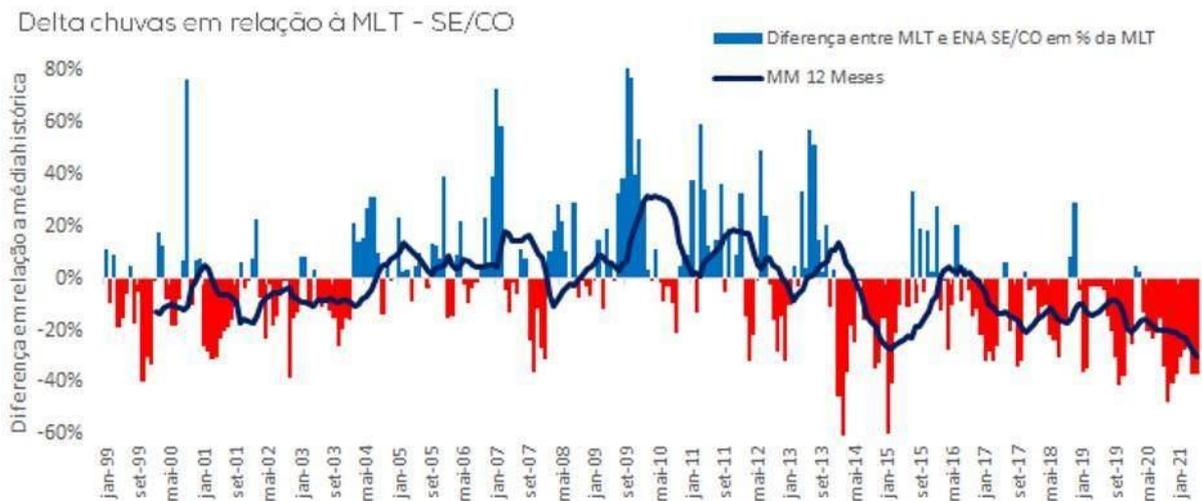
As causas dessa intensificação são complexas e multifacetadas, incluindo o aumento de temperatura global, intensificação de padrões climáticos como *El Niño* e *La Niña* e a urbanização desenfreada.

A distribuição espacial das chuvas no Brasil é desigual, com algumas regiões apresentando maior suscetibilidade à escassez hídrica (Pereira *et al.*, 2017), além disso, a variabilidade temporal das chuvas também é significativa, com períodos de secas intercalados com períodos de chuvas intensas.

Para entender melhor sobre os índices pluviométricos no Brasil, o **gráfico 3** analisa a diferença entre a Média de Longo Termo (MLT) e a ENA-SE/CO (Energia Natural Afluyente das regiões Sudeste e Centro Oeste) em % da MLT, no período de janeiro de 1999 e maio de

2020. A ENA-SE/CO representa a Elaboração Normalizada Anual da Secretaria Nacional de Recursos Hídricos. A MLT, por sua vez, se refere à média histórica de chuva no período de 12 meses. O gráfico permite visualizar a discrepância entre a precipitação real e a média histórica, evidenciando períodos de déficit e superávit hídrico.

**Gráfico 3 – Índice pluviométricos entre janeiro 1999 – janeiro 2021**



Fonte: Esfera Energia (2021)

O gráfico mostra a diferença entre a média de longo prazo (MLT) e a geração de energia do Sistema Elétrico Central e Sudeste (SE/CO) em porcentagem da MLT, que mostra a escassez das chuvas traçadas em uma média móvel em 11 meses (MM). A análise do gráfico revela os pontos ressaltados a seguir.

Verifica-se que, no período entre 2001-2002, a diferença entre MLT e ENA atingiu -50%, indicando um *déficit* de geração de energia de 50% em relação à média histórica. Este período coincidiu com a crise energética de 2001, que resultou em racionamento de energia em todo o país. Entre o período de 2012-2013, houve um outro período de *déficit* significativo, com a diferença chegando a -30%. Este período foi marcado pela seca no Sudeste e Centro-Oeste do país, que afetou os reservatórios das hidrelétricas, principal fonte de energia do Brasil. Em 2021, houve um *déficit* de menor magnitude (-10%), que também foi relacionado à seca.

No período de 2009-2010, a geração de energia superou a MLT em até 20%. Este período foi marcado por chuvas acima da média e pela entrada em operação de novas usinas hidrelétricas. Entre 2014-2016, um superávit menor (10%) foi observado neste período.

A geração de energia no Sudeste e Centro Oeste apresenta alta volatilidade, com períodos de *déficit* e *superávit* intercalados. Essa volatilidade está relacionada principalmente à variabilidade climática, que afeta a geração hidrelétrica.

O gráfico 3 ilustra como a diferença entre MLT e ENA pode ser um indicador de risco de crise energética. Os períodos de *déficit* significativo coincidem com as principais crises elétricas do Brasil: como a de 2001, que foi causada por uma combinação de fatores, incluindo a seca, a falta de investimentos em geração de energia e o aumento da demanda. O governo foi obrigado a implementar medidas de racionamento de energia para evitar um colapso do sistema elétrico.

A crise hídrica de 2012-2013, marcada pela seca prolongada e pela redução dos níveis dos reservatórios hidrelétricos, expôs a fragilidade do sistema energético brasileiro. Apesar das medidas adotadas pelo governo para reduzir o consumo e aumentar a geração, o aumento de tarifas de energia foi inevitável. Essa situação evidenciou a necessidade urgente de diversificar a matriz energética do país, com maiores investimentos em fontes renováveis, como a solar e a eólica. A dependência da hidroeletricidade, embora historicamente vantajosa, torna o sistema brasileiro vulnerável a eventos climáticos extremos, como secas, e conseqüentemente, a flutuação nos preços da energia. A utilização de termoelétricas, como medida paliativa durante períodos de escassez hídrica, acarreta custos elevados e contribui para o aumento das emissões de gases de efeito estufa (Galvão; Bermann, 2015).

Segundo Pereira *et al.* (2017), a diversificação da matriz energética brasileira ainda é incipiente, limitando a capacidade do país de responder à escassez de água e buscar alternativas mais sustentáveis e resilientes. A falta de investimentos em fontes renováveis, como a solar e a eólica, aumenta a vulnerabilidade do sistema energético brasileiro a eventos climáticos extremos e impacta diretamente na segurança energética do país.

Para superar esses desafios, é fundamental acelerar a transição para uma matriz energética mais diversificada e sustentável. Isso envolve a implementação de políticas públicas que incentivem os investimentos em fontes renováveis, a modernização da infraestrutura de transmissão e distribuição de energia. Além disso, é crucial investir em pesquisas e desenvolvimento para aprimorar a eficiência energética e promover a utilização de fontes renováveis em larga escala.

Outro aspecto a ressaltar é que a privatização do setor, analisada por Peci (2000), introduziu novos desafios à gestão do sistema. A fragmentação do setor em diversas empresas privadas, cada uma com seus próprios interesses, dificulta a coordenação e a tomada de decisões estratégicas para o sistema como um todo. Além disso, a busca por lucro pelas empresas

privadas pode ter levado a subinvestimentos em infraestruturas e em novas tecnologias, comprometendo a segurança energética.

A crise de 2001 foi agravada pela falta de investimentos em infraestrutura, tanto na geração quanto na transmissão de energia. O governo federal, buscando diminuir o déficit público, limitou os investidores das estatais no setor elétrico. O setor privado também se mostrou hesitante em investir, desestimulado pelas incertezas do marco regulatório e pelas perspectivas de privatização das geradoras (Tolmasquim, 2000).

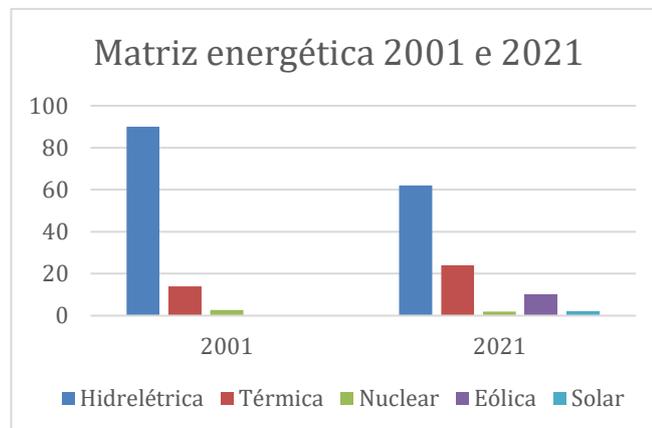
Diante da crise o governo federal recorreu à contratação de termelétricas de gás natural como medida emergencial para suprir a deficiência de energia. No entanto, essa solução se mostrou paliativa e de alto custo, além de contribuir para o aumento de emissões de gases do efeito estufa (Gaspari; Conteúdo, 2021).

A crise de 2020-2021, conforme Ministério de Minas e Energia, foi particularmente complexa devido à concomitância de uma escassez hídrica severa e os efeitos da pandemia de COVID-19, que aumentaram a demanda por energia elétrica e colocaram à prova a resiliência do sistema energético nacional (Brasil, 2022d).

Pêgo e Campos Neto (2008) acrescentam que a crise energética no Brasil também reflete falhas de políticas públicas e de gestão, onde a privatização do setor elétrico trouxe desafios adicionais, incluindo uma coordenação insuficiente entre entidades privadas e a falta de investimentos estratégicos em modernização e diversificação da infraestrutura energética.

O **gráfico 4** ilustra a evolução da matriz energética brasileira entre os anos de 2001 e 2021, com foco nas fontes renováveis e não renováveis de energia. A análise do gráfico revela tendências importantes na geração de energia no Brasil ao longo das últimas duas décadas.

**Gráfico 4 – Diferença da matriz energética nos anos de 2001 e 2021**



Fonte: Elaborado a partir de Brasil (2022a)

O gráfico ilustra a composição da matriz energética brasileira em 2001 e 2021, detalhando a porcentagem da geração de eletricidade por fonte de energia. As fontes de energia

consideradas são: **Hidrelétrica:** energia gerada a partir da água em movimento, como em rios e cachoeiras; **Térmica:** Energia gerada a partir da queima de combustíveis fósseis, como carvão, gás natural e óleo diesel; **Nuclear:** Energia gerada a partir da fissão nuclear de urânio; **Eólica:** Energia gerada a partir do vento; e **Solar:** Energia gerada a partir do sol.

Em 2001, a hidrelétrica detinha 83% da participação na matriz energética brasileira, enquanto em 2021 essa participação foi reduzida para 53,4%. Essa redução se deve principalmente à escassez hídrica causada pelas mudanças climáticas e ao aumento por energia (Brasil, 2022a).

Em contrapartida, a participação da geração de energia a partir de fontes térmicas na matriz energética brasileira aumentou de 5,3% em 2001 para 31,1% em 2021. Esse aumento se deve à necessidade de compensar a redução da geração hidrelétrica, especialmente em períodos de secas (Brasil, 2022a).

É importante destacar o crescimento das fontes renováveis de energia, eólica e solar, na matriz energética brasileira. Em 2001, essas fontes não tinham participação na geração de eletricidade, enquanto em 2021 alcançaram 3,4%. Esse aumento demonstra o compromisso do país com a sustentabilidade e a diversificação da matriz energética (Brasil, 2022a).

Pires (2021) argumenta que, além de diversificar a matriz energética, é essencial investir em tecnologias inteligentes de gestão de rede elétrica, que podem melhorar a eficiência e reduzir as perdas. Ele sugere que políticas de incentivo fiscal e subsídios governamentais são necessários para promover investimentos em infraestrutura de energia renovável e em tecnologias de armazenamento de energia, com baterias de grande escala.

A diversificação da matriz energética com foco em fontes renováveis é uma grande estratégia que mitiga a crise climática e para a promoção do desenvolvimento sustentável. Diversos países têm implementado políticas públicas eficazes que servem como modelos de sucesso nesta área.

A Alemanha, por exemplo, é frequentemente citada como um exemplo de sucesso na transição energética. A política conhecida como *Energiewende* visa reduzir a dependência de combustíveis fósseis e aumentar a participação das energias renováveis na matriz energética do país. Conforme apontado por Tolmasquim, Guerreiro e Goroni (2022), a Alemanha implementou incentivos financeiros significativos, como tarifas *feed-in* e subsídios para instalações de sistemas de energia solar e eólica. Além disso, a Alemanha investiu fortemente em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias limpas, criando um ambiente propício para inovação no setor energético.

A Dinamarca é outro país que se destaca na utilização de energias renováveis,

especialmente a energia eólica. Chaves (2021) destaca que a Dinamarca foi pioneira no desenvolvimento e na implementação de parques eólicos tanto *onshore* quanto *offshore*. Políticas governamentais favoráveis, como incentivos fiscais e garantias de compra de energia, têm sido fundamentais para o crescimento do setor eólico no país. Atualmente, a Dinamarca gera uma parcela significativa de sua eletricidade a partir do vento, servindo como um modelo para outros países.

O Brasil possui um enorme potencial para a geração de energia a partir de fontes renováveis, como a hidrelétrica, eólica e solar. Segundo Tolmasquim (2000), a diversificação da matriz energética no Brasil tem sido impulsionada por políticas públicas que incentivam a geração distribuída e a integração de energias renováveis. Programas como Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) têm desempenhado um papel crucial na promoção de fontes renováveis. No entanto, o país ainda enfrenta desafios significativos, incluindo questões regulatórias e a necessidade de modernização da infraestrutura elétrica.

A comparação das políticas energéticas internacionais permite identificar práticas que podem ser adaptadas ao contexto brasileiro. A Alemanha e a Dinamarca demonstram a importância de um suporte governamental contínuo e de longo prazo para o desenvolvimento das energias renováveis. Investimentos em pesquisa e desenvolvimento, como realizados por esses países, são essenciais para fomentar a inovação e a eficiência no setor energético.

Além disso, a criação de um ambiente regulatório estável e previsível é fundamental para atrair investimentos. Luciano *et al.* (2024) destacam que a incerteza regulatória no Brasil tem sido um obstáculo para a expansão das energias renováveis. Portanto, a adoção de políticas claras e consistentes pode proporcionar a segurança necessária para investidores e desenvolvedores de projetos de energia limpa.

## **2 PROGRAMAS E AÇÕES NO BRASIL**

A partir das crises, o governo criou um Programa de Incentivo Fiscal incentivando a geração de energia através de fontes renováveis. O Ministério de Minas e Energia lançou em 2015 o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD) para estimular a geração de energia pelos próprios consumidores (residencial, comercial ou industrial). Como por exemplo o Convênio ICMS 101/97, concedendo a isenção de ICMS nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solares e eólicas. No mesmo ano, em novembro, o Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) incluiu o financiamento de equipamentos para produção de energia solar e eólica no Programa

Mais Alimentos – e ao adquirir os equipamentos por meio do programa, os produtores familiares financiaram os materiais com condições de crédito diferenciadas do mercado. O governo brasileiro vem realizando leilões específicos de energia para tecnologias renováveis (solar e eólica), minimizando a concorrência com outras fontes de energia, tendo como resultado um aumento de 5974 MW em 2014 para 14,708 MW em 2018, uma taxa de aumento de 25,26% ao ano na produção de energia através da fonte eólica (Ramos Júnior; Figueiredo, 2021).

Em 5 de agosto de 2021, a Câmara de Regras Excepcionais para Gestão Hidroenergética (CREG) determinou em caráter obrigatório o seguinte:

- Aprovação de cota mínima para os reservatórios das UHE Ilha solteira e Três Irmãos no fim de agosto e começo de setembro de 2021;
- Estudar a permanência de flexibilizações hidráulicas nas UHEs Jupia e Porto Primavera no período de dezembro de 2021 a abril de 2022;
- Estudar a flexibilização temporária da Regra de Operação do Rio São Francisco<sup>4</sup>;
- Colocar um terceiro navio regaseificador, em Pecem (CE), disponibilizando gás natural para UTEs do Ceará;
- Ampliação do fornecimento de energia pelas UTEs a óleo diesel e a gás natural;
- Estudos em conjunto entre a ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) e a EPE (Empresa de Pesquisa Energética) sobre o atendimento eletroenergético na transição do período seco para o período úmido em 2021 e para o atendimento em 2022 (Brasil, 2022b).

Segundo o Ministério de Minas e Energia (MME), em 2022 o Brasil enquadrou mais de 452 projetos de energia elétrica no Regime Especial de Incentivo para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI), comparado a 2021 com 427 projetos. A estimativa de investimentos em 2022 ultrapassa 83 bilhões de reais (Brasil, 2022c).

O Brasil ainda tem uma série de estudos decorrentes da cooperação Brasil-Japão – Eficiência Energética na Indústria e Edificações em que há a cooperação entre o Ministério de Energia e Indústria (METI) e Energy Conservation Center Japan (ECCJ). Dentre as atividades estudadas durante esse processo estão:

- o aprimoramento das normas e processos de etiquetagem de equipamentos elétricos,

---

<sup>4</sup> Regra de Operação do Rio São Francisco: É a coordenação da operação hidráulica dos reservatórios que é executada considerando as situações de operação hidráulica Normal, Atenção, Alerta e Emergência, que indicam o grau de severidade da operação (Operador Nacional do Sistema Elétrico, 2024).

como condicionadores de ar e refrigeradores;

- construção de políticas públicas no incentivo a edifícios “energia zero”, onde os edifícios não necessitam de energia elétrica externa.

O Brasil conta também com o Programa Mais Luz para a Amazônia, que visa ao acesso de energia elétrica à população brasileira localizada nas regiões mais remotas dos estados da Amazônia legal; o Programa de Eletrificação Rural, que visa à universalização do acesso à energia elétrica para as famílias rurais que, segundo o censo do Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia (IBGE), dois milhões de domicílios rurais não possuíam energia elétrica no ano 2000. Inicialmente o programa teve uma meta inicial de 2000 residências até 2009. Até abril de 2017, 3,3 milhões de residências estão com energia elétrica, e o projeto vem aumentando gradativamente (Brasil, 2024b).

## 2.1 Programas de energia renovável - Exemplos

No estado do Ceará, a falta de recursos hídricos faz com que o estado busque uma diversificação em sua matriz elétrica, garantindo uma continuidade no suprimento energético de uma forma sustentável e reduzindo impactos ambientais.

O uso de energia fotovoltaica diminui a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE). A diversificação da matriz energética no Ceará começou na década de 1990 com instalações de parques eólicos em São Gonçalo do Amarante, Aquiraz e Fortaleza, fazendo com que o estado produzisse 292 MW, liderando o ranking de produção de energia sustentável até 2012 (Lira *et al.*, 2019).

Além das fontes eólicas no Ceará, com uma capacidade média de 47,6%, superando uma média mundial e a do próprio país. Segundo a Associação Brasileira de Energia Eólica – ABEEÓLICA (2024), o estado do Ceará, devido a sua localização geográfica no semiárido, é umas das regiões mais promissoras do Brasil para o uso de energia solar, cuja radiação média varia entre 5,5 e 6,0 KWh/m<sup>2</sup>/dia (Menezes, 2022).

No ano de 2014, o estado do Ceará implantou mais de 30 projetos de eletrificação rural por meio de energias renováveis, onde são gerados 225 KWh. Uma análise econômica no Assentamento Rural de Saco do Vento, no município de Iraçuba, mostra que o município gera ao estado um custo de R\$ 9503,09/ano. Seu custo de operação e manutenção correspondem em média R\$ 2223,94/ano, referindo-se à troca de equipamentos e pagamentos de mão de obra especializada. Nos três primeiros anos, os custos operacionais são custeados pela empresa que implantou o sistema solar – a Consultoria de Planejamento e Systemas (CONPSYS). Todos os

beneficiários estão vinculados a um programa vinculado a uma associação comunitária. Sendo assim, os créditos são determinados da seguinte forma:  $C = CI + CC$ ; onde:

CI – Crédito de investimento

CC – Crédito de custeio

Constata-se que no município a cada R\$ 1,00 real investido tem-se um retorno bruto de R\$3,74 ou um retorno líquido de R\$ 2,74. O valor presente líquido (VPL) determina que todo o investimento feito ao projeto mais seus custos operacionais foram recuperados e remunerados, gerando uma sobra líquida de R\$ 54197,78 ao ano, fazendo com que a energia solar fotovoltaica fosse o principal foco de desenvolvimento rural ao município, pois além de trazer energia elétrica aos cidadãos que não tinham energia, faz com que a sua população possa adquirir bens e serviços que dependem de energia elétrica além de geração de empregos e rendas à comunidade (Almeida, 2018).

No estado do Piauí, foi realizada uma análise de um sistema fotovoltaico em uma escola – Escola Contentamento, no município de Oeiras. Além de apresentar índices de radiação superiores à maior parte do território brasileiro, foi feita uma análise dos oito primeiros meses de funcionamento. O sistema adotado foi a SFCR – Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede. O estudo determinou que houve uma redução de 1000 KW/mês na conta de energia da escola. Isso mostra que a instalação do SFCR na escola obteve como resultado um VPL de R\$ 325.219,60. O projeto, intitulado “Escolas Solares no Piauí”, busca, além de viabilidade econômica, uma produção de energia “limpa” com a diminuição de CO<sub>2</sub> e a diminuição de patologias decorrentes da poluição ambiental (Silva Junior *et al.*, 2022).

Em Palmas, capital de Tocantins, em um estudo para a instalação de energia solar no município através do Programa Palmas Solar, observou-se que uma grande maioria de pessoas que foram entrevistadas sobre o fornecimento de energia através de sistema fotovoltaico não obtinha conhecimento suficiente sobre esse assunto. Outro ponto discutido foi se era difícil adquirir o sistema fotovoltaico, sendo que em sua grande maioria as pessoas mencionaram que não tiveram dificuldade em adquirir. Além de incentivos da prefeitura na diminuição de IPTU para quem adquirisse o sistema, da diminuição da conta de energia e a valorização do imóvel. Porém, observou-se que a propagação de informações sobre o Programa Palmas Solar é falha na publicação, transparências e contas relativas a ações e nos resultados do programa (Lima Neta, 2021).

Os exemplos apresentados oferecem uma visão abrangente das iniciativas e avanços do Brasil na área de energia renovável, com foco em projetos específicos e seus impactos. A análise se concentra em três estados: Ceará, Piauí e Tocantins.

Observa-se que o governo brasileiro implementa diversas políticas públicas para estimular a geração de energia renovável, incluindo o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), isenção de ICMS para equipamentos e financiamento via Programa Mais Alimentos (Brasil, 2016).

Leilões específicos para energias renováveis impulsionaram o crescimento da produção, com um aumento de 25,26% na geração de energia eólica entre 2014 e 2018 (Silva Junior *et al.*, 2022). O estado do Ceará buscou diversificar sua matriz energética devido à escassez de recursos hídricos, com foco em energia solar e eólica (Lira *et al.*, 2019). Já o Programa Palmas Solar, em Tocantins, oferece incentivos fiscais para instalação de sistemas fotovoltaicos, como redução de IPTU (Lima Neta, 2021).

O Brasil destacou-se pela forma consistente nas instalações de energia eólica saindo da 15ª colocação em 2012 chegando à terceira colocação em 2023, com 4,8 GW, ficando atrás apenas da China e dos Estados Unidos (Agência ABEEólica, 2024). O Ceará possui 447 unidades solares fotovoltaicas, representando 19% da potência distribuída do país. O estado também investiu em eletrificação rural por meio de energias renováveis, com mais de 30 projetos implantados em 2014 (Almeida, 2018).

Um dos maiores desafios encontrados como, por exemplo, um estudo em Palmas, identificou a falta de conhecimento da população sobre energia solar e a necessidade de maior transparência na divulgação das ações e resultados do Programa Palmas Solar (Lima Neta, 2021). É crucial investir em campanhas de informação e educação para conscientizar a população sobre os benefícios da energia renovável. Aprimorar a comunicação e a transparência em programas de incentivos também é fundamental para aumentar a adesão e o impacto positivo das iniciativas.

Verifica-se que também é de extrema importância ampliar as campanhas de informação e educação sobre os benefícios da energia renovável para a população. Como a realização de mais campanhas de conscientização sobre os benefícios da energia renovável para a população em geral, utilizando diversos canais de comunicação, como mídia tradicional, redes sociais e eventos educativos. Além do desenvolvimento de materiais informativos claros e acessíveis sobre diferentes tipos de energia renovável, seus benefícios e como podem ser utilizados na vida cotidiana e a implementação de programas de educação ambiental nas escolas, abordando temas como energia renovável, sustentabilidade e mudanças climáticas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo os estudos analisados no presente trabalho, conclui-se que, apesar de a energia solar fotovoltaica ser ainda de alto custo em relação às outras fontes de energias elétricas, ela traz grandes benefícios aos projetos instalados, além de um retorno financeiro significativo para ser investido em outras áreas que necessitam de verbas.

A diminuição da emissão de CO<sub>2</sub> na produção de energia elétrica traz aos municípios a diminuição de patologias ligadas à poluição, como a asma e outras patologias respiratórias, diminuindo assim custos com tratamentos pertinentes. Também traz benefícios socioeconômicos, pois integra as comunidades rurais que antes eram excluídas na distribuição de energia elétrica, fazendo com que consigam aumentar a sua produção, além de gerar empregos e tornar a economia local mais dinâmica.

O que fica claro nesse trabalho é que, apesar de o governo implantar vários programas de incentivo ao uso de energias fotovoltaicas em vários estados e municípios, a população não tem conhecimento por falta de divulgações e educação. Esta situação dificulta a propagação de novas instalações de matrizes fotovoltaicas, que apesar de eficientes, ainda precisam de incentivos governamentais para sua obtenção por ainda serem caras e com tempo de retorno de lucro um pouco grande, cerca de 2 a 3 anos.

Para os municípios esse tempo de retorno pode ser menor, ao fazer com que os lucros obtidos sejam direcionados para outros programas em prol da população.

O governo deve aumentar a transparência na divulgação das ações e resultados dos programas de incentivos à energia renovável com criações de portais de informação *online* com dados transparentes sobre os programas de incentivo à energia renovável, incluindo critérios de elegibilidade, valores dos incentivos e resultados dos programas. Além de publicações de relatórios periódicos com informações atualizadas sobre os programas de incentivos à energia renovável, incluindo um número de projetos beneficiados, investimentos realizados e impactos gerados, bem como a realização de audiências públicas para discutir os programas de incentivo à energia renovável com a sociedade civil, órgãos públicos e empresas do setor.

Outras formas de o governo solucionar esta questão é investindo em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias de energia renovável por meio de programas de financiamento público e parcerias com universidades e empresas do setor, criação de novos centros de pesquisas especializados em energia renovável para desenvolver novas tecnologias e soluções inovadoras para o setor e incentivos à inovação no setor de energia renovável por meio de programas de apoio a startups e empresas que desenvolvem novas tecnologias.

E por fim, promover a cooperação internacional para troca de experiências e boas

práticas em energia renovável com outros países, organizar e participar de eventos internacionais sobre energia renovável para apresentar os avanços do Brasil no setor e buscar parcerias com outros países e promover intercâmbios de profissionais do setor de energia renovável com outros países para aprimorar o conhecimento técnico e a capacitação profissional.

A expansão da energia no Brasil, embora promissora, enfrenta uma série de desafios que precisam ser superados para garantir a sua plena integração no sistema elétrico nacional. Apesar de a energia solar ser uma grande solução para transição energética no país, tem que ser considerado que ela é uma fonte dependente diretamente da radiação solar, o que pode levar a variações na produção de energia ao longo do dia e das estações do ano. Essa intermitência exige soluções eficientes para o armazenamento de energia e a gestão da demanda. Apesar da redução dos custos dos painéis solares nos últimos anos, o investimento inicial para a instalação de um sistema solar fotovoltaico ainda pode ser muito alto para muitos consumidores, especialmente para regiões de menor renda.

A expansão da geração distribuída exige investimentos em infraestruturas de distribuição e transmissão de energia, além de adaptações nas redes existentes. A legislação brasileira, embora tenha evoluído nos últimos anos, ainda apresenta lacunas e complexidades que dificultam a implementação de projetos de energia solar.

É fundamental investir em capacitação profissional para a instalação, manutenção e operação de sistemas fotovoltaicos. Esse mercado apresenta um grande potencial de crescimento, impulsionado por políticas públicas incentivadoras, redução de custo e aumento da conscientização ambiental.

O desenvolvimento de novas tecnologias, como baterias de maior capacidade e sistemas de armazenamento mais eficientes, abre novas possibilidades para a utilização de energia solar, contribuindo para o desenvolvimento de regiões remotas, que muitas vezes não possuem acesso à rede elétrica convencional. Com isso é possível gerar novos empregos em diversos segmentos, como instalação, manutenção e desenvolvimentos de novas tecnologias.

## **REFERÊNCIAS**

AGÊNCIA ABEEÓLICA. Brasil permanece em 6º lugar no ranking mundial de energia eólica. **Associação Brasileira de Energia Eólica**. 2024. Disponível em: <https://abeeolica.org.br/brasil-permanece-em-6o-lugar-no-ranking-mundial-de-energia-eolica/>. Acesso em: 28 maio. 2024.

ALMEIDA, Maria Rosa Dionísio. **Avaliação financeira e econômica de energia**

**fotovoltaica e eólica na matriz energética de comunidades rurais no estado do Ceará.** 2018. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Programa de Pós-Graduação em Economia Rural do Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/37613>. Acesso em: 16 mar. 2024.

ARAÚJO, João Lizardo de. A questão do investimento no setor elétrico brasileiro: reforma e crise. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 77, 2001. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/7057590.pdf>. Acesso em: 22 out. 2024

ARTAXO, Paulo. Mudanças climáticas: caminhos para o Brasil: a construção de uma sociedade minimamente sustentável requer esforços da sociedade com colaboração entre a ciência e os formuladores de políticas públicas. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 74, n. 4, dez. 2022. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v74n4/v74n4a13.pdf>. Acesso em: 23 out. 2024.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional 2021: Ano base 2020 / Empresa de Pesquisa Energética.** Rio de Janeiro: EPE, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-596/BEN2021.pdf>. Acesso em: 24 out. 2024.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional 2022: Ano base 2021 / Empresa de Pesquisa Energética.** Rio de Janeiro: EPE, 2022a. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-638/BEN2022.pdf>. Acesso em: 20 out. 2024.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia. **Resenha Mensal do Mercado do Mercado de Energia Elétrica**, ano 3, n. 33, jun. 2010. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-153/topico-161/Resenha%20Mensal%20do%20Mercado%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%20-%20Maio%202010.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **CMSE indica novas deliberações para garantir a segurança do atendimento eletroenergético diante da pior escassez hídrica vivenciada no País.** 04 nov. 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/cmse-indica-novas-deliberacoes-para-garantir-a-seguranca-do-atendimento-eletoenergetico-diante-da-pior-escassez-hidrica-vivenciada-no-pais>. Acesso em: 15 out. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **MME enquadra 249 projetos de energia elétrica no REIDI no primeiro semestre de 2022.** 30 ago. 2022c. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-publica-enquadramento-de-projetos-no-reidi-do-primeiro-semester-de-2022>. Acesso em: 24 out. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2031.** Brasília: MME/EPE, 2022d. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202031\\_RevisaoPosCP\\_rvFinal\\_v2.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202031_RevisaoPosCP_rvFinal_v2.pdf). Acesso: 24 out. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Programa luz para todos**, 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/destaques/Programa%20Luz%20para%20Todos/sobre-o-programa>. Acesso em: 10 out. 2024.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia. **Resenha Mensal do Mercado do Mercado de Energia Elétrica**, ano 17, n. 198, mar. 2024a. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-153/topico-697/Resenha%20Mensal%20-%20Mar%20C3%A7o%202024%20\(base%20Fevereiro\).pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-153/topico-697/Resenha%20Mensal%20-%20Mar%20C3%A7o%202024%20(base%20Fevereiro).pdf). Acesso em: 22 dez. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Relatório Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica – ProGD**. Brasília, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/arquivos/document-0-896106613761072.pdf>. Acesso em: 23 out. 2024.

CHAVES, Alaor S. Tecnologias de eletricidade limpa podem resolver a crise climática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Belo Horizonte, v. 43, p. 1-7, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/Y3RbddG4dCFLjzRsgTqB6vy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 15 set. 2024.

ESFERA ENERGIA. Confira uma análise detalhada da crise hídrica atual. 21 jun. 2021. Disponível em: <https://blog.esferaenergia.com.br/economizar-em-casa/crise-acionamento>. Acesso em: 20 out. 2024.

FIORI, José Luis. A crise energética de 2021: origem, impacto e transformações. **Instituto de estudos estratégicos de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, 25 jan. 2022. Disponível em: <https://ineep.org.br/a-crise-energetica-de-2021-origem-impacto-e-transformacoes/>. Acesso em: 28 maio. 2024.

FRONZAGLIA, Thomaz; TORQUATO, Sérgio Alves. Inserção do setor sucroalcooleiro na oferta de energia elétrica no Brasil. **Governo do Estado de São Paulo**, São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=4024>. Acesso em: 24 jun. 2024.

GALVÃO, Jucilene; BERMANN, Célio. Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas. **Estudos Avançados**, [on line], v. 29, n. 84, p. 43–68, maio 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/vkWLM6pfvzMGj8NxysXHbZm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: maio. 2024.

GASPARI, Alexandre; CONTEÚDO, Alter. Apagão em 2021? o Brasil repetindo os erros do passado. **Textos para Discussão**, Instituto Escolhas, p. 3-17, jul. 2021. Disponível em: <https://www.escolhas.org/wp-content/uploads/TD-Apagao-em-2021-O-Brasil-repetindo-os-erros-do-passado.pdf>. Acesso em: 28 maio. 2024.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2019.

JULIANI, Lucélia Ivonete; BARBISAN, Ailson Oldair. Crises de Energia nas Crises do Sistema Capitalista. **Revista Científica Tecnológica Ueff Faculdades**, [on line] v. 1, n. 1, p.

7-8, 2014. Disponível em: <https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/13>. Acesso em: 28 maio. 2024.

LIMA NETA, Ivone Fonseca. **Políticas públicas de incentivo à energia solar: Estudo de caso do programa Palmas Solar em Palmas – TO.** 2021. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Palmas, Palmas, TO, 2021. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/3664>. Acesso em: 28 maio. 2024.

LIRA, Marcos Antônio Tavares; MELO, Marina Larisse da Silva; RODRIGUES, Larissa Mendes; SOUZA, Tatiana Ribeiro Militão de. Contribuição dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à rede elétrica para a redução de CO<sub>2</sub> no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia, Rio de Janeiro**, v. 34 n. 3, p. 389- 397, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/69q66CQbN37FRchhFy7V7vR/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 maio. de 2024.

LUCIANO, Bernardo Hamuyela; CAPINGANA, Isoldina Nogueve Chindemba; NHIME, Jéysca Emília Luciano; CARLOS, Samara Linhares; CARVALHO, Marcelo Barbosa. Energia Renovável: Os desafios e oportunidades no Brasil. **Revistaft [on line]**, v.28, ed. 131, fev. 2024 Disponível em: <https://revistaft.com.br/energia-renovavel-os-desafios-e-oportunidades-no-brasil/>. Acesso em: 23 de jun. de 2024.

MENEZES, Mariana Pereira. **Impactos da Lei 14.300 na viabilidade de usinas de micro e minigeração fotovoltaica: estudo de caso no Ceará.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/67636>. Acesso em: 23 out. 2024.

MERCEDES, Sonia Seger Pereira; RICO, Julieta A. P.; POZZO, Liliana de Ysasa. Uma revisão histórica do planejamento do setor elétrico brasileiro. **Revista USP**, São Paulo, Brasil, n. 104, p. 13–36, 2015. Disponível em: <https://revistas.usp.br/revusp/article/view/106750>. Acesso em: 22 out. 2024.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta; CARDOSO, Rafael Balbino. Perspectivas da Matriz Energética mundial e no Brasil. **O Setor Elétrico [on line]**. 32, n. 1, p. 33-43, nov. 2007 Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/273773356\\_Perspectivas\\_da\\_Matriz\\_Energetica\\_Mundial\\_e\\_do\\_Brasil](https://www.researchgate.net/publication/273773356_Perspectivas_da_Matriz_Energetica_Mundial_e_do_Brasil). Acesso em: 20 jun. 2024.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **Manual de Procedimentos da Operação – Módulo 5 – submódulos 5.12. Controle dos Reservatórios da Região Hidrográfica do São Francisco - Bacia do rio São Francisco.** 2024. Disponível em: [https://www.ons.org.br/%2FMPO%2FDocumento%20Normativo%2F3.%20Instru%C3%A7%C3%B5es%20de%20Opera%C3%A7%C3%A3o%20SM%205.12%2F3.6.%20Opera%C3%A7%C3%A3o%20de%20Reservat%C3%B3rios%2FIO-OR.SF.SFR\\_Rev.28.pdf](https://www.ons.org.br/%2FMPO%2FDocumento%20Normativo%2F3.%20Instru%C3%A7%C3%B5es%20de%20Opera%C3%A7%C3%A3o%20SM%205.12%2F3.6.%20Opera%C3%A7%C3%A3o%20de%20Reservat%C3%B3rios%2FIO-OR.SF.SFR_Rev.28.pdf). Acesso em: 23 out. 2024.

PECI, Alketa. **O Impacto de reestruturação e privatização na gestão integrada do setor de energia elétrica: análise do setor a partir da abordagem de redes.** 2000. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) - Escola Brasileira de Administração Pública, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2000 Disponível em:

<https://repositorio.fgv.br/items/dc0622c6-2abf-4d32-95c6-66d03953051a>. Acesso em: 28 de maio. 2024.

PÊGO, Bolívar; CAMPOS NETO, Carlos Álvares da Silva. O PAC e o Setor Elétrico: Desafios para o abastecimento do Mercado Brasileiro (2007-2010). **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, Brasília, Texto para Discussão n. 1329, p. 7-32, fev. 2008. Disponível em: [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1475/1/TD\\_1329.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1475/1/TD_1329.pdf). Acesso em: 20 jun. 2024

PEREIRA, Enio Bueno; MARTINS, Fernando Ramos; GONÇALVES, André Rodrigues; COSTA, Rodrigo Santos; LIMA, Francisco J. Lopes de; RUTHER, Ricardo; ABREU, Samuel Luna; TIEPOLO, Gerson Máximo; PEREIRA, Silvia Vitorino; SOUZA, Jefferson Gonçalves. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2017. Disponível em: URLib - Atlas brasileiro de energia solar | 8JMKD3MGP3W34P/3PERDJE (inpe.br). Acesso em: 28 maio. 2024

PIRES, Adriano. Motivos e Soluções para a crise de energia. **Poder 360**, [on line]10 ago. 2021. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/opiniao/motivos-e-solucoes-para-a-crise-de-energia-escreve-adriano-pires/>. Acesso em: 17 jul. 2024.

RAMOS JÚNIOR, Mário Joel; FIGUEIREDO, Paulo Soares. Como a energia eólica está contribuindo para o Brasil atingir os compromissos assumidos para o setor elétrico no acordo de Paris. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA E INDUSTRIAL, 20., 2020, Brasília. **Anais [...]** Brasília: FENEMI, 2021. p. 1.21. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/conemi/250989/>. Acesso em: 17 jul. 2022.

REZENDE, Sônia Maria; PESSANHALL, José Francisco Moreira; AMARAL, Roberta Montello. Avaliação Cruzada das distribuidoras de energia elétrica. **Production**, Rio de Janeiro v.24, n.4, p. 820-832. Oct/dec. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/mLwwF5L4Jm5wLdR5pr74p4j/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 maio. 2024.

SANTILLI, Márcio. Mudança Climática Global. *In*: INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (org.). **Almanaque Brasil Socioambiental**: uma nova perspectiva para entender a situação do Brasil e a nossa contribuição para a crise planetária. São Paulo, 2008. p. 358-364.

SAUER, Ildo Luís. A gênese e a permanência da crise do setor elétrico no Brasil. **Revista USP**, São Paulo, n. 104, p. 145-174, jan./fev./mar., 2015. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/106763/105401>. Acesso em: 22 out.2024.

SILVA JUNIOR, Paulo César da Silva; MORAES; Albemerc Moura de; LIRA, Marcos Antônio Tavares; SILVA, Emerson Mariano da; COSTA, Gabriel Caminha de Araújo; ARAÚJO, Antônio Damásio Fortaleza de. Análise de Viabilidade Técnica na Instalação de um sistema Fotovoltaico Conectado à rede em uma escola rural no âmbito do projeto escolas solares no Piauí. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 9., 2022, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Associação Brasileira de Energia Solar, 2022. p. 1-10. Disponível em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/1222/1222>. Acesso em: 15 set. 2024.

SILVA, Francisco Hélio Duarte; TIMBÓ, Erikys Tobias Sousa; GOMES, Francisco Marciunilio Amancio; LOPES, Eliana de Jesus; RÊGO JÚNIOR, Raimundo Alberto. Panorama da gestão de recursos naturais e energéticos no ENEGEP: Um estudo bibliométrico de 2015-2019. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.5, p. 49148-49162, maio. 2021. Disponível em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/29873>. Acesso em: 22 maio. 2024.

TANURE, Tarik Marques do Prado; CARVALHO, Micaele Martins de; MAGALHÃES, Aline Souza. Os Impactos das Mudanças Climáticas sobre a Geração de Energia Hidrelétrica e seus Efeitos para a Economia Brasileira entre 2020 e 2050<sup>1</sup>. SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, 18., 2019, Diamantina. **Anais [...]** Belo Horizonte: UFMG; Cedeplar, 2019. p.1-16. Disponível em:

[https://diamantina.cedeplar.ufmg.br/portal/download/diamantina-2019/D18\\_391.pdf](https://diamantina.cedeplar.ufmg.br/portal/download/diamantina-2019/D18_391.pdf). Acesso em: 11 mar. 2024.

TOLMASQUIM, Mauricio. As origens da crise elétrica brasileira. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, ano III, n. 6/7, p. 173-183, 2000. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/240766092> As origens da crise energetica brasileira Acessado em: 21 de maio. 2024

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno; GUERREIRO, Amilcar; GORONI, Ricardo. Visão Prospectiva da Matriz Energética Brasileira: Energizando o desenvolvimento sustentável do país. **Revista Brasileira de Energia**, [on line] v. 13, n. 1, p. 2-19, 2022. Disponível em: <https://sbpe.org.br/index.php/rbe/article/view/197/180>. Acesso em: 11 mar. 2024