



Observatório de Tecnologias Exponenciais

Nº 13

4º TRIMESTRE
2023



Observatório de Tecnologias Exponenciais N° 13

Organizadores

Nivalde de Castro

Equipe de Pesquisa

Ana Eduarda Rodrigues

Cristina Rosa

Leonardo Gonçalves

Revisão Geral

Pablo Sathler

Bianca Castro

Março de 2024

Sumário

Introdução.....	4
1. Transição Energética e ESG.....	5
2. Eficiência Energética.....	9
3. Geração Distribuída.....	14
4. Armazenamento de Energia.....	19
5. Veículos Elétricos.....	21
6. Gestão e Resposta da Demanda.....	25
7. Microrredes e Usinas Virtuais de Energia.....	27
8. Tecnologias e Soluções Digitais.....	30
9. Segurança Cibernética.....	34
Considerações finais.....	39

Introdução

A transição energética é uma mudança estrutural do setor de energia que se baseia, principalmente, no aumento da inserção de fontes de energias renováveis para descarbonizar a economia. Devido à intermitência dessas fontes, a operação do sistema elétrico se torna mais complexa, exigindo mecanismos que aumentem sua flexibilidade e confiabilidade. Essas características podem ser obtidas através da difusão dos recursos energéticos distribuídos (REDs) e da digitalização do sistema, contribuindo para equilibrar a oferta e a demanda de energia.

Assim, a recente conjuntura do setor elétrico cria novas formas para fornecer e o consumir energia elétrica com inserção de tecnologias exponenciais, modificando a relação do consumidor com as concessionárias do setor. Diante desse cenário, vários países buscam maneiras de aprimorar o planejamento do setor elétrico e enfrentar os desafios descarbonizando e expandindo fontes renováveis.

Nesse sentido, o Observatório de Tecnologias Exponenciais visa sistematizar e divulgar dados, identificando o papel das tecnologias exponenciais no processo de transição energética, bem como as estratégias e iniciativas para sua aplicação que estão sendo adotadas nos setores elétricos nacional e internacional e, por fim, apresentar novos modelos de negócio e mudanças comportamentais do consumidor. Além disso, com base no [Informativo Eletrônico Tecnologias Exponenciais](#), o Observatório identifica os desafios e as perspectivas para o setor elétrico na trajetória para uma economia de baixo carbono.

Transição Energética e ESG

COP 28

A 28ª Conferência das Partes (COP28) aconteceu de 30 de novembro a 12 de dezembro de 2023 na Expo City, em Dubai. O intuito da conferência, criada pela Organização das Nações Unidas (ONU), é debater sobre as mudanças climáticas, estabelecendo metas e acordos entre países a fim de conter as transformações no clima.

O [acordo final da COP28](#) prevê reduzir o uso de combustíveis fósseis, cujo potencial é de diminuir drasticamente a emissão de gases do efeito estufa. Além disso, o documento destaca a necessidade e urgência dessas reduções de maneira profunda, garantindo a meta de limitar o aumento da temperatura global em 1,5°C através da transição energética.

Em contrapartida, mesmo diante do reconhecimento dessa necessidade enfatizada no acordo final, não foram estabelecidas metas, prazos ou quais recursos financeiros seriam destinados à contenção das mudanças climáticas.

O documento teve oito pontos principais. São eles: 1) Transição energética para reduzir o uso de combustíveis fósseis; 2) Redução do uso do carvão na matriz energética mundial; 3) Uso de combustíveis de transição; 4) Defesa de tecnologias de captura de carbono; 5) Cumprimento das metas do Acordo de Paris; 6) Triplicar a capacidade instalada das fontes renováveis; 7) Necessidade de financiamentos para a mitigação dos impactos das mudanças climáticas; e a necessidade de adaptação aos efeitos dessas mudanças.

Diante dessas medidas urgentes debatidas na COP28, diversas alianças surgiram, a fim de garantir o cumprimento das metas estabelecidas no Acordo de Paris, na Agenda 2030 e nas metas internas de diversos países, como o Brasil, que se destacou durante o evento. Alguns desses acordos estabelecidos com o Brasil foram:

Transição Energética e ESG

Quadro 1 – Acordos estabelecidos com o Brasil durante a COP28.

ACORDO	PAÍSES	DESCRIÇÃO
Hub de hidrogênio	Brasil e Reino Unido	No dia 03/12 foi estabelecido um acordo bilateral entre o Reino Unido e o Brasil. O objetivo é garantir uma plataforma de cooperação entre os países para o desenvolvimento de projetos relacionados à indústria de hidrogênio.
Plano Brasileiro de Transformação Ecológica	EUA e Brasil	O presidente dos EUA declarou apoio ao PTE e a intenção de trabalhar em conjunto com o Brasil na pauta de mudanças climáticas. Além disso, foi decidido que serão criados grupos de trabalho na primeira reunião, programada para fevereiro. Esses grupos de trabalhos são voltados para as mudanças climáticas.
MME e IEA fecham parceria para enfrentar desafios climáticos	Brasil e América Latina	O MME e a IEA fecharam parceria com plano para intensificar a cooperação no enfrentamento dos desafios climáticos e energéticos. Uma prioridade conjunta é promover a colaboração regional em toda a América Latina e seu papel de liderança nas transições energéticas globais.

Fonte: Elaboração própria com base nos IFE TEX.

Em meio a compromissos e desafios delineados na COP 28, um [grupo de 118 países, incluindo o Brasil](#), expressou intenção em triplicar as próprias capacidades para energias renováveis até 2030, enquanto outros vinte países se comprometeram a aumentar a geração nuclear até 2050. Esse pacto, liderado pela União Europeia, Estados Unidos e Emirados Árabes Unidos, reflete certa abordagem global para enfrentar a crise climática. No entanto, a [ausência de China e Índia](#) como signatários, destaca a complexidade das negociações internacionais sobre mudanças climáticas.

Transição Energética e ESG

A meta ambiciosa de alcançar 11.000 GW em capacidades renováveis foi reconhecida, mas a falta de obrigatoriedade no acordo e a consideração das diferentes realidades nacionais podem limitar sua eficácia.

O Brasil, ao comprometer-se com a "Missão 1,5°C", destaca a urgência de acelerar a transição para energias renováveis e desacelerar o uso de combustíveis fósseis. No entanto, certas críticas, como a entrada do Brasil na Opep+ e a insuficiência do texto acordado, revelam desafios e pontos discordantes. Organizações ambientais expressaram preocupação com o papel contínuo dos combustíveis fósseis na matriz energética brasileira, questionando a coerência das políticas adotadas.

A Ministra do Meio Ambiente Marina Silva enfatizou a necessidade de ações coletivas, voluntárias e recursos financeiros para enfrentar os desafios climáticos. O sucesso da COP30 em Belém (PA) é vinculado à aprovação de um balanço geral alinhado à meta de limitar o aquecimento global a 1,5°C, indicando a importância de compromissos futuros como financiamento e adaptação.

Em última análise, enquanto a COP 28 representa um passo importante em direção à cooperação global sobre a crise climática, certos desafios e divergências persistem. O equilíbrio entre aspirações ambiciosas, realidade das circunstâncias nacionais e urgência de ação eficaz moldará o caminho em direção a um futuro mais sustentável e resiliente.

Cenário Internacional

O panorama das perspectivas sobre a transição energética apresenta um cenário desafiador e dinâmico, marcado por avanços significativos, mas também por gargalos críticos que exigem atenção. Diversos relatórios e análises destacam a urgência de transformações substanciais para alcançar metas climáticas e garantir a segurança energética global.

Um estudo da [Agência Internacional de Energia](#) (IEA, na sigla em inglês) enfatiza a necessidade de adicionar ou substituir 80 milhões de quilômetros de redes até 2040 para cumprir as metas climáticas e garantir a segurança energética. O relatório destaca a importância de mudanças nas regulamentações e o aumento significativo nos investimentos anuais nas redes, atualmente estagnados.

O crescimento contínuo das energias renováveis é ressaltado por outro [relatório da Statkraft](#), indicando que o setor seguirá forte apesar das agitações geopolíticas. A energia solar e eólica lideram a transição para tecnologias limpas, impulsionadas pela redução dos custos e pelo aumento da segurança energética.

Transição Energética e ESG

No entanto, o [relatório da TotalEnergies](#) adverte que a transição energética não está progredindo rápido o suficiente para superar os desafios no médio e longo prazo. O investimento em energias de baixo carbono ainda é insuficiente para atender às demandas do crescimento populacional e a dependência contínua de combustíveis fósseis representa um obstáculo significativo.

Além disso, a [McKinsey & Company](#) destaca estrangulamentos tecnológicos que podem afetar negativamente a transição. Gargalos relacionados à disponibilidade de terrenos, infraestruturas, capacidade de produção e materiais podem atrasar a implantação de tecnologias de energia limpa, mesmo havendo forte tendência de crescimento.

Os diferentes cenários modelados pela McKinsey, como “Fullfiled Pledges”, “Fading Momentum” e “Disruption”, fornecem insights sobre possíveis resultados da transição energética. Enfrentar esses desafios exigirá ação imediata, colaboração global e investimentos em ampla variedade de soluções de baixo carbono.

Em suma, as perspectivas sobre a transição energética são diversas. Há otimismo em relação ao crescimento contínuo das energias renováveis, mas também há preocupações sobre a velocidade e a eficácia da transição, destacando a necessidade premente de ações coordenadas ao nível internacional para superar os desafios e acelerar a mudança para um futuro mais sustentável.

Eficiência Energética

Cenário Internacional

Durante o 4º trimestre de 2023, a eficiência energética permaneceu como uma das principais temáticas da agenda de transição energética. Organizações internacionais, Estados Nacionais e empresas do setor de energia reconhecem, cada vez mais, a eficiência energética como um pilar para reduzir o consumo de energia, mitigar as emissões de carbono e promover práticas sustentáveis.

O relatório [“Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach”](#), publicado pela IEA, destaca a importância da eficiência energética para as metas de neutralidade de carbono e limitação do aquecimento global a 1,5°C. De acordo com o relatório, os esforços para expandir a eficiência energética continuam ganhando força após os efeitos da crise global desencadeada pela invasão da Rússia na Ucrânia. Com isso, a onda de calor recorde observada em 2023 e o crescimento da produção industrial dos países impulsionaram a demanda por energia. O documento da IEA destaca a necessidade de triplicar a capacidade de energia renovável até 2030, reduzir o uso de combustíveis fósseis e duplicar as melhorias na eficiência energética. A IEA estima que a duplicação das taxas de melhoria na eficiência energética podem poupar o equivalente de todo o consumo atual de derivados de petróleo no transporte rodoviário até 2030, reduzindo as emissões e aumentando a segurança energética dos países. Essas melhorias na eficiência energética decorrem de três ações importantes, segundo a agência: 1) Melhoria na eficiência técnica de equipamentos como motores elétricos e aparelhos de ar condicionado; 2) Mudança para combustíveis mais eficientes (em especial a eletrificação); e 3) Uso mais eficiente da energia e das matérias-primas.

Por outro lado, o relatório da Cool Coalition, grupo apoiado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), propõe medidas que poderiam reduzir as emissões associadas à refrigeração em até 96% até 2050. Se implementadas globalmente, essas medidas poderiam economizar US\$ 1 trilhão até 2050 e reduzir os requisitos globais de energia de pico entre 1,5 TW e 2 TW.

Eficiência Energética

Atualmente, os equipamentos de refrigeração representam 20% do consumo total de eletricidade, e a expectativa é que esse percentual mais do que dobre até 2050. O relatório destaca a importância de códigos de energia de edifícios, regulamentações rigorosas e linhas de financiamento para promover soluções sustentáveis de refrigeração.

Por outro lado, o relatório do Movimento para a Eficiência Energética – em fórum global de mais de 400 organizações, como a ABB e a Microsoft – destaca que a implementação de ações de eficiência energética (como sistemas inteligentes de gestão de energia em edifícios, frotas de VEs e bombas de calor), pode economizar, aproximadamente, US\$ 437 bilhões em todo o mundo. Essas ações, quando aplicadas em toda a indústria, têm o potencial de reduzir as emissões globais de carbono em 11% até 2030, equivalendo a 4 gigatoneladas de CO₂, com economias significativas de custos anuais. O relatório também enfatiza a importância da eletrificação de frotas de veículos industriais, sistemas inteligentes de gerenciamento de edifícios e a conversão dos sistemas de aquecimento para bombas de calor. Além disso, a auditoria de eficiência energética e o dimensionamento adequado de ativos industriais são destacados como medidas essenciais para reduzir o desperdício de energia na indústria.

Em relações aos países, o Departamento de Energia dos EUA (DOE, na sigla em inglês) anunciou que irá destinar cerca de US\$ 40 milhões em subsídios para expandir a força de trabalho do setor de renováveis por meio de capacitação profissional e aprimorar a eficiência energética de edifícios. O DOE irá estabelecer 17 centros de avaliação industrial e 10 centros de treinamento e avaliação de edifícios em cerca de 25 estados para oferecer assistência técnica e avaliações em edifícios comerciais e institucionais.

Dentre as iniciativas empresariais, a Duke Energy, uma das principais distribuidoras dos EUA, está implementando um programa de eficiência energética “tarifado na fatura” para clientes da Carolina do Norte. Esse programa fornecerá acesso a atualizações de aparelhos de aquecimento e resfriamento, reformas na parte elétrica residencial, etc. As melhorias serão pagas através da cobrança na conta do cliente, facilitando a melhoria de atualizações de eficiência. Organizações de defesa do meio ambiente e energia sustentável elogiaram o programa a fim de ampliar o acesso a melhorias de eficiência energética e ajudar a cumprir as metas de redução de carbono.

Eficiência Energética

Por outro lado, a Tucson Electric Power (TEP), empresa de energia elétrica localizada em Tucson, Arizona, nos Estados Unidos, lançou o programa TEP Trade Ally, uma iniciativa que visa simplificar e tornar conveniente a implementação de projetos de eficiência energética para empresas locais. O programa da TEP visa reduzir a demanda na rede energética por meio de eficiência energética e oferece fundos para apoiar essas mudanças, conectando proprietários de empresas a empresários interessados, além de facilitar a solicitação de descontos.

A PSE&G, por sua vez, propôs estender em seis meses e investir US\$ 306 milhões em seu programa de Eficiência Energética Futura em Energia Limpa (CEF-EE, na sigla em inglês), que gerou economias anuais de centenas de milhões de dólares para os clientes de Nova Jersey. A extensão visa garantir a continuidade dos programas de eficiência energética para clientes residenciais e empresariais até dezembro de 2024. Além disso, a PSE&G planeja apresentar uma proposta para o próximo ciclo do programa, CEF-EE II, para um período de 30 meses a partir de janeiro de 2025. A proposta incluirá novas iniciativas, como um programa de resposta à demanda e uma iniciativa de descarbonização de edifícios.

Cenário Nacional

No cenário nacional, um estudo conduzido pela Aneel e pela GIZ constatou que uma amostra de 1.485 projetos de Eficiência Energética realizados entre 2008 e 2022 proporcionou economia de 1.776 MWh por ano no Brasil, o que equivale ao consumo anual de mais de 6 mil famílias e beneficiou, em sua maioria, consumidores de baixa renda.

Os projetos analisados foram executados com aporte acumulado de R\$ 3,54 bilhões de investimentos em eficiência energética no período, divididos entre as dez tipologias de projetos vigentes no PEE. Em média, os projetos proporcionaram a demanda retirada do horário de ponta de 553 kW, sendo os projetos da tipologia Baixa Renda os que receberam a maioria dos recursos (55%) e apresentaram maiores níveis médios de redução de consumo (5.129 MWh/ano) e demanda retirada da ponta (de aproximadamente 1.828 kW).

Além desses resultados, a avaliação de impacto conduzida para amostra de 8.256 consumidores residenciais de baixa renda, que receberam intervenções do PEE entre 2018 e 2022, revelou que o programa proporcionou a redução de 6,9% no consumo de eletricidade desses domicílios.

Eficiência Energética

O estudo foi realizado em parceria entre ANEEL e projeto Sistemas de Energia do Futuro, que integra a Cooperação Brasil-Alemanha para o Desenvolvimento Sustentável e vem sendo implementado pelo MME e pela GIZ, com recursos do Ministério Federal da Cooperação Econômica e do Desenvolvimento (BMZ) da Alemanha.

Ainda no âmbito das políticas públicas, dois estudos do Programa PotencializEE, que apoia as pequenas e médias indústrias na implementação de medidas de eficiência energética, indicaram que a adoção de medidas de eficiência energética pode resultar em R\$ 10 bilhões de economia para o setor industrial até 2050. Os dados foram apresentados no Seminário de Políticas Públicas para Eficiência Energética e levantados em conjunto pelo MME, MDIC e CNI.

De acordo com estudos, o maior potencial de recuperação de perdas evitáveis de energia está no aquecimento direto e indireto, processos que comumente utilizam caldeiras e fornos. Porém, tecnologias como bombas de calor e sistemas solares térmicos podem ser utilizados para esse fim de maneira mais eficiente. As soluções propostas focam em incentivos e melhores condições para o uso de tecnologias de cogeração, recuperação de calor desperdiçado, treinamentos, gestão energética e inovação.

Paralelo a isso, o MME anunciou a expansão do programa para mais estados em todas as regiões do país. A proposta de ampliação contará com o apoio das Federações Industriais de cada estado e, para isso, receberá recursos do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), gerenciados pelo MME. Da ampliação do programa para outras regiões brasileiras, participarão também o BNDES, que estabeleceu um Fundo Garantidor específico para projetos de eficiência energética (FGEnergia), bem como o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), ampliando o apoio para micro e pequenos negócios.

A penetração do PotencializEE também acontece a nível estadual, onde o governo de São Paulo promulgou decreto que regulariza o FAAE (Fundo de Aval para Desenvolvimento da Eficiência Energética no Estado de São Paulo). O FAAE, ligado à SEMIL (Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística), é uma ferramenta na busca pela neutralidade de carbono no Estado, que visa reduzir os requisitos para pequenas e médias empresas no financiamento de projetos de eficiência energética e modernização de processos, além da redução de custo para as beneficiárias.

Eficiência Energética

Com a regulamentação do fundo, o governo de São Paulo espera impulsionar a descarbonização do Estado, reduzir os custos operacionais das pequenas e médias empresas e promover a geração de emprego e renda. Os aportes do FAAE, cujo montante inicial é de € 8 milhões captados juntos à GIZ, visa a cobertura de financiamento no contexto do PotencializEE e tem como meta economizar mais de 7 TWh no consumo de energia até 2025, e reduzir as emissões de CO2 em milhão de toneladas.

Em relação à atuação das empresas de energia, a Cemig anunciou que seu programa de eficiência energética completou 25 anos. Ao longo desse período, a companhia investiu mais de R\$ 1 bilhão em soluções de eficiência no Estado de Minas Gerais e gerou, aproximadamente, 7.423 GWh de economia no consumo de energia. A maioria dos recursos foi aplicada no projeto "Cemig nas Comunidades", que promove a troca de lâmpadas e geladeiras antigas por modelos mais eficientes. Recentemente, com a penetração crescente dos REDs nas residências, a Cemig tem buscado conscientizar os clientes sobre a melhoria das instalações elétricas, especialmente para aqueles que consideram a compra de carros elétricos e instalação de painéis solares.

Geração Distribuída

Cenário Nacional

Desempenho da Geração Distribuída em 2023: Impactos em Investimentos, Custos e Implementações de Sistemas

Em Com a transição para o quarto trimestre de 2023, numerosas notícias destacaram os principais avanços do Brasil no contexto da Geração Distribuída (GD), os quais se concretizaram ou se manifestaram durante o período. Os avanços positivos se manifestaram em três domínios fundamentais: investimentos, custos e implementações de sistemas. Tais resultados exerceram influência tanto ao longo do ano de 2023 quanto, provavelmente, no ano subsequente.

No que diz respeito aos investimentos, uma análise conduzida pela Bloomberg New Finance (BNEF) indicou que a GD proveniente de energia solar fotovoltaica se destaca como o mercado que mais atrai investimentos na transição energética no Brasil. Conforme ilustrado na Figura 1, o segmento referente a sistemas de energia solar de pequeno porte destinados ao consumo residencial, comercial e rural, registrou aporte de US\$ 13,4 bilhões somente em 2022. Caso o Brasil mantenha essa trajetória proeminente na GD fotovoltaica, a pesquisa sugere que essa modalidade se tornará a principal fonte de geração elétrica do país até 2050, representando 30% da matriz, superando as grandes hidrelétricas.

Gráfico 1 – Investimentos em energia renovável no Brasil por porte (em bilhões de dólares).



Fonte: Adaptado de Absolar (2023).

Geração Distribuída

Corroborando junto aos resultados avaliados pela BNEF, em outubro de 2023, a fintech [Meu Financiamento Solar](#) constatou que os investimentos acumulados na energia solar residencial ultrapassaram R\$ 60,5 bilhões no país. Segundo levantamento baseado em dados oficiais da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar), a potência instalada de energia solar nas residências brasileiras excede 12 GW, aproximando-se da capacidade da usina de Itaipu, a segunda maior do mundo, com 14 GW. Conforme mapeamento da Meu Financiamento Solar, a tecnologia fotovoltaica está presente em mais de 1,6 milhão de residências, distribuídas em cerca de 5,5 mil municípios, abrangendo todas as regiões do Brasil.

Em relação aos custos associados à aquisição de sistemas fotovoltaicos de pequeno porte, observa-se que os [preços dos painéis solares](#) no Brasil registraram queda média de 40% ao longo de 2023. Como resultado, houve incremento na atratividade da instalação de sistemas fotovoltaicos em telhados, mesmo diante da implementação das novas normativas de cobrança pelo uso da rede elétrica na geração distribuída. Essa redução no custo final para os consumidores tem sido impulsionada pelo aumento da capacidade produtiva na China. Argumenta-se que esse acontecimento tem contribuído para melhorar o tempo de retorno do investimento entre 10% e 20% para os brasileiros que optaram pela geração própria de energia solar em 2023.

Observamos uma tendência positiva quando consideramos o panorama das implementações de sistemas de geração distribuída fotovoltaica. Em outubro de 2023, foi registrado o total de [64 mil sistemas de energia solar rural](#) instalados, posicionando a operação em terceiro lugar em conexões e capacidade instalada, logo atrás das residências e empresas. O crescimento das implantações de sistemas de GD fotovoltaica no país já apresenta resultados na atenuação da demanda por energia. Em novembro de 2023, a energia solar atendeu a 19,2% da demanda no Brasil, sendo a maioria proveniente da geração solar de GD, totalizando 10.898 MW ou 10,8%.

Geração Distribuída

Panorama Regulatório da Geração Distribuída

O quarto trimestre de 2023 foi caracterizado por levantamento e progressos em algumas questões regulatórias relacionadas à Geração Distribuída (GD). O Quadro 2 sintetiza todas as notícias pertinentes a esse tema, incluindo data, tópico e descrição.

Quadro 2 – Notícias relacionadas ao âmbito regulatório de GD no Brasil (4º trimestre de 2023).

Data	Tema	Descrição
27/09/2023	Geração Distribuída de Interesse Social (GDIS)	Um projeto de lei sugere investimento de R\$ 56 bilhões na geração de energia solar, com o intuito de atender famílias de baixa renda e substituir a tarifa social de energia elétrica.
31/10/2023	Venda de excedente de GD	A Aneel iniciou a Tomada de Subsídios nº 18/2023 para avaliar a necessidade de regulamentações específicas visando implementar as diretrizes do art. 28 da Lei n.º 14.300/2022, que regula o setor de geração distribuída, proibindo a comercialização de excedentes de energia.
08/11/2023	Revogação de ex-tarifários (importação)	A ABSOLAR apresentou duas solicitações à Câmara de Comércio Exterior (CAMEX), uma dirigida ao Governo Federal e outra ao Mercosul, buscando a manutenção da isenção de imposto de importação para módulos bifaciais e monofaciais.
11/11/2023	Elevação da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE)	A Aneel aprovou a proposta de aumento da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) em 6,43% para o ano de 2024, destinando parte dos subsídios para custear a geração distribuída e o programa Luz para Todos.
21/11/2023	Extensão de desconto nas Tarifas de Uso do Sistema de Transmissão (TUST)	A Frente Nacional dos Consumidores de Energia (FNC) e a União pela Energia se posicionam contra possível extensão de desconto na TUST.

Fonte: Elaboração própria com base nos IFE TEX.

Geração Distribuída

Neste contexto, duas questões se destacam por razões distintas: a potencial implementação de GDIS e a possível revogação de ex-tarifários. A GDIS, em estágio de discussão, representa um avanço importante para o Brasil na busca por uma transição energética equitativa. Em contrapartida, a possível alteração no regime de ex-tarifários para importações de sistemas de GD sinaliza uma ameaça potencial para este mercado no país.

A GDIS propõe a aplicação da geração distribuída para atender às necessidades energéticas de populações de baixa renda, especialmente aquelas em áreas remotas. O projeto de lei, apresentado pelo deputado Pedro Uczai, tem em vista viabilizar o acesso à GD para populações economicamente vulneráveis, criando a Renda Básica de Energia financiada pelo BNDES, com operacionalização pela ENBPar. Esse modelo, baseado em estudo inspirado na Conta Covid, visa proporcionar benefícios semelhantes aos oferecidos às empresas durante a pandemia.

Por outro lado, o regime de ex-tarifário, mecanismo de redução temporária da alíquota do imposto de importação para produtos sem fabricação no país, enfrenta a possibilidade de mudanças. Segundo a ABSOLAR, tal alteração poderia resultar em redução de investimentos no setor de GD, cancelamento de projetos contratados, perda de empregos e renda, além de aumento nos preços da energia solar para a população brasileira.

Perspectivas do Mercado de Geração Distribuída em 2024

Além dos temas previamente discutidos, o último trimestre de 2023 foi caracterizado pelas publicações das perspectivas para o mercado de Geração Distribuída (GD). Essas visões abrangem a previsão de crescimento exponencial nos investimentos do setor, bem como a capacidade instalada dos sistemas, antecipando um avanço significativo nos próximos anos.

Especialistas preveem crescimento notável para o segmento de geração solar distribuída nos anos de 2024 e 2025, como debatido durante o Intersolar Summit Brasil Sul. A Lei 14.300 de 2022 se destaca como fator que proporciona maior segurança jurídica, tornando os investimentos em geração própria de energia mais atrativos e seguros.

A ABSOLAR também divulgou projeções inéditas, indicando que os novos investimentos no setor solar fotovoltaico podem ultrapassar R\$ 38,9 bilhões em 2024. Antecipa-se a adição de mais de 9,3 GW de potência instalada, representando crescimento superior a 26% em relação à capacidade solar atual do país. Do total previsto, 68% serão provenientes de pequenos e médios sistemas instalados pelos consumidores.

Geração Distribuída

Cenário Internacional

O último trimestre de 2023 testemunhou desenvolvimentos significativos no cenário internacional em relação à regulação da Geração Distribuída (GD). Tanto na Europa quanto na América Latina foi observado o avanço de certos países na regulamentação ao abordar questões tributárias e atualizações legislativas.

Na Áustria, o governo optou por reduzir o [Imposto sobre o Valor Acrescentado \(IVA\)](#) para módulos solares a 0% a partir de janeiro de 2024. Essa medida se aplica a todos os sistemas fotovoltaicos com potência de 35 kW, abrangendo tanto a aquisição de componentes quanto os custos de instalação. A Ministra da Proteção Climática Leonore Gewessler anunciou essa iniciativa como parte de um novo pacote de estímulo econômico, visando apoiar a expansão solar e simplificar o processo de aquisição de sistemas fotovoltaicos.

No Equador, o governo atualizou o [marco regulatório da GD](#) para permitir o autoabastecimento dos consumidores regulados de energia. A norma publicada pelo regulador de energia e recursos naturais não renováveis (ARCERNNR), acompanhou a emissão de diretrizes pelo Ministério de Energia e Minas para promover ainda mais a GD. O novo regulamento (ARCERNNR-008/23) substitui e expande o texto publicado anteriormente em 2021 (ARCERNNR-001/2021), permitindo capacidades superiores a 2 MW para eletricidade não injetada na rede e até 2 MW para despacho na rede, em comparação com o limite anterior de 1 MW, entre outros ajustes.

Armazenamento de Energia

A Comissão Europeia junto aos governos da Austrália, EUA e Canadá, anunciou a "Iniciativa de Armazenamento de Bateria de Supercarga". Esse novo projeto, revelado durante a Conferência Climática da ONU, COP28, realizada em Dubai, cogita promover o armazenamento em baterias como peça central na transição energética global.

A "Iniciativa de Armazenamento de Bateria de Supercarga" faz parte da "Reunião Ministerial de Energia Limpa" da Comissão Europeia, que conta com a participação de departamentos de energia de governos de dezenas de países. Reconhecendo o papel vital do armazenamento de energia na integração de fontes renováveis e na estabilidade das redes, a iniciativa visa estimular a cooperação internacional e alinhar objetivos para impulsionar o desenvolvimento da tecnologia.

O foco da iniciativa é reduzir os custos da tecnologia de armazenamento de energia e construir uma cadeia de abastecimento sustentável, transparente e responsável. A Secretária de Energia dos EUA, Jennifer Granholm, afirmou que o armazenamento em baterias, especialmente em escala de rede, é essencial para alcançar as metas de descarbonização. Ela destacou ainda, a necessidade de 1,5TW a 2,5TW de capacidade de armazenamento para atingir zero emissões líquidas nos EUA.

Maroš Šefčovič, vice-presidente da Comissão Europeia, enfatizou que o armazenamento de baterias será a espinha dorsal da transição verde, desempenhando um papel crucial na descarbonização dos transportes e da energia. A Agência Internacional de Energia (IEA, sigla em inglês), representada pelo diretor-executivo Fatih Birol, também reconheceu a importância do armazenamento de baterias nos sistemas elétricos com, cada vez mais, participação de fontes renováveis intermitentes.

Segundo a modelagem da IEA, será necessário superar 1TW de implantação global de armazenamento de baterias até 2030 para honrar os compromissos de redução de emissões, representando aumento significativo em relação aos níveis atuais.

Armazenamento de Energia

Paralelamente a isso, onze países aderiram recentemente ao Consórcio de Sistemas de Armazenamento de Energia de Bateria (Consórcio BESS), anunciado na COP28, com o objetivo de implantar 5 GW de BESS. Além disso, o governo do Reino Unido divulgou sua "Estratégia para Baterias", buscando desenvolver uma cadeia de fornecimento globalmente competitiva.

Essas ações ocorrem em um contexto no qual, a UE e os EUA intensificam esforços para apoiar suas indústrias de baterias e reduzir a dependência de fornecedores asiáticos. A crescente demanda por baterias, especialmente de íons de lítio, impulsiona essas iniciativas.

No entanto, os desafios persistem, incluindo a necessidade de enfrentar questões relacionadas a minerais críticos e segurança de abastecimento das cadeias de matérias-primas. A UE, por exemplo, lançou a oportunidade de financiamento de 4 bilhões de euros para projetos de energia limpa, incluindo armazenamento de energia.

Esse cenário dinâmico e o comprometimento global destacam a importância do armazenamento de energia na transição para um sistema energético mais sustentável e descentralizado. O setor de armazenamento de baterias está se tornando fundamental para alcançar metas ambiciosas de descarbonização e impulsionar o crescimento de sistemas elétricos limpos em todo o mundo.

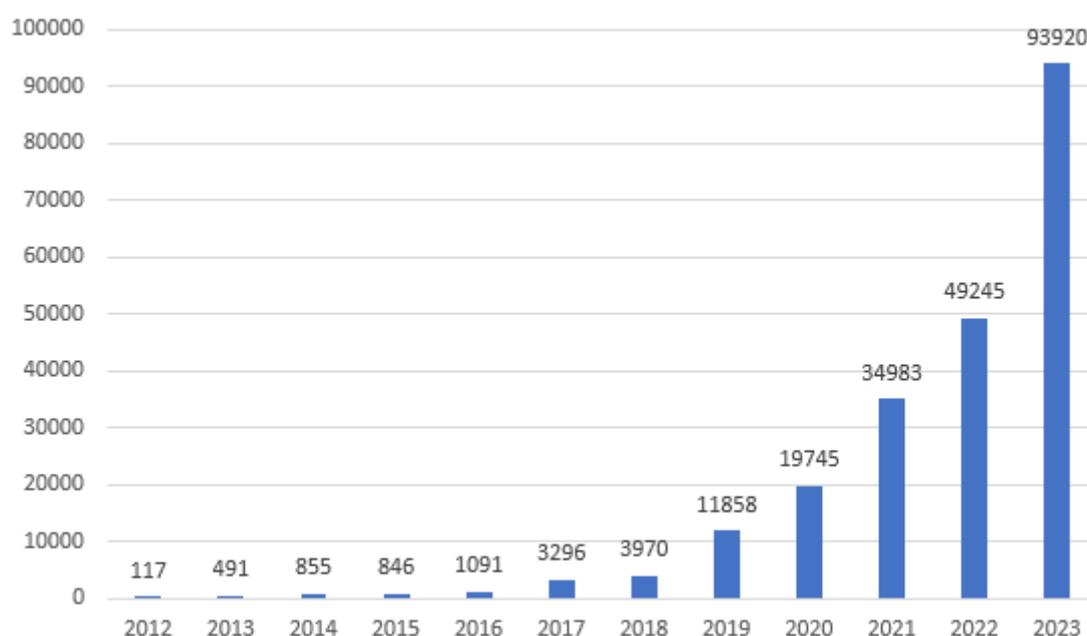
Veículos Elétricos

Cenário Nacional

No acumulado de 2023, o Brasil registrou a marca de 93,9 mil veículos eletrificados (veículos 100% a bateria e híbridos leves) vendidos/emplacados. O volume comercializado no ano passado quase dobrou em comparação a 2022, quando 49,2 mil veículos foram negociados no mercado doméstico. A Associação Brasileira de Veículos Elétricos atribui o recorde de vendas a diversos fatores, principalmente ao anúncio do retorno da cobrança de imposto de importação de VEs e híbridos a partir de janeiro de 2024. A medida estabelecida pelo Governo Federal provocou aumento na demanda de consumidores que buscavam evitar o pagamento do tributo.

Além disso, destaca-se que o mês de dezembro apresentou o total de vendas de 16.279 unidades cujo crescimento foi de 191% em comparação com dezembro de 2022 (5.587 unidades). O Gráfico 2 abaixo ilustra o crescimento anual das vendas acumuladas de VEs no país.

Gráfico 2 – Acumulado das vendas/emplacamentos de veículos eletrificados no Brasil (2012-2023).



Fonte: Elaboração própria.

Veículos Elétricos

Políticas Públicas

Esta seção sintetiza as principais políticas públicas implementadas por Estados, Municípios e União, no âmbito da mobilidade elétrica para o cenário nacional, no período de outubro a dezembro de 2023.

Quadro 3 – Principais iniciativas de políticas públicas anunciadas no cenário nacional (4º trimestre de 2023).

Abrangência	Descrição
Nacional	A PEC 45 aprovada pelo Senado Federal estende os créditos presumidos de IPI para a Contribuição sobre Bens e Serviços (CBS) até 31 de dezembro de 2032, com redução anual de 20% de 2029 a 2032. O crédito presumido da CBS se aplica à produção de veículos elétricos e híbridos, bem como à produção de veículos com motor de combustão interna, caso iniciem a produção de veículos elétricos até 1º de janeiro de 2028.
Estadual	O Governo do Tocantins anunciou o envio do PL n.º 14/2023 à Assembleia Legislativa, que trata da redução da base de cálculo do IPVA para veículos movidos a motores elétricos. A proposição destaca a posição de Tocantins como Estado incentivador da economia verde, seguindo a tendência mundial em adotar práticas sustentáveis visando à descarbonização.
Nacional	Foi anunciada, a retomada da cobrança do Imposto de Importação para carros 100% elétricos e o aumento das alíquotas para híbridos a partir de janeiro de 2024, movimento o que já era esperado pelo setor automotivo. O governo planeja promover a produção de veículos eletrificados no país através da retomada gradual do imposto.
Municipal	O BNDES anunciou que aprovará R\$ 2,5 bilhões para viabilizar a compra de 1.600 ônibus elétricos para o município de São Paulo. Segundo o presidente da instituição, Aloizio Mercadante, o valor pagará a diferença entre a compra de ônibus a diesel e ônibus elétricos.
Estadual	O governador Tarcísio de Freitas enviará à Assembleia Legislativa de São Paulo (Alesp) um projeto de lei que isenta ônibus, caminhões ou veículos elétricos e híbridos do pagamento de IPVA. Com a medida, ônibus ou caminhões movidos exclusivamente a hidrogênio, ou gás natural ficarão isentos de pagar o imposto de 1º de janeiro de 2024 a 31 de dezembro de 2028.
Estadual	Pelo menos nove Estados e o Distrito Federal já oferecem isenção ou redução do IPVA para VEs. São Paulo é o mais novo integrante do grupo após aprovação pela Assembleia Legislativa do Estado do projeto de lei que prevê corte de parte do tributo para proprietários de VEs, híbridos ou movidos a hidrogênio. Estados como Rio de Janeiro e Alagoas, por exemplo, apenas reduzem as alíquotas do IPVA, sem isenção total.
Nacional	O governo brasileiro está lançando um arcabouço para títulos soberanos sustentáveis, investindo no financiamento de projetos de eletrificação e energias renováveis. Com a captação de recursos internacionais, a intenção do governo é custear, por exemplo, ações voltadas para o transporte de baixa emissão de carbono, como os ônibus elétricos, estações de carregamento e redes de estradas para veículos eletrificados.

Veículos Elétricos

Infraestrutura de recarga

Esta seção sintetiza as principais iniciativas de implementação da infraestrutura de recarga para VEs, no âmbito da mobilidade elétrica para o cenário nacional, no período de outubro a dezembro de 2023.

Quadro 4 – Principais iniciativas de implementação da infraestrutura de recarga para VEs anunciadas no cenário nacional (4º trimestre de 2023).

Empresa	Abrangência	Descrição
BYD	Nacional	A BYD Energy anunciou no Brasil que irá comercializar carregadores rápidos e ultrarrápidos de veículos elétricos no país. Dessa forma, a companhia atuará no mercado de mobilidade elétrica com soluções desde a geração de energia, com painéis solares, até o produto final, o veículo eletrificado. Um dos principais nichos que a empresa cogita atender é representado pelos hubs de recarregamento, principalmente em postos de combustível, shoppings, aeroportos e estacionamentos.
Rede Graal	Nacional	A Rede Graal revelou um projeto para aumentar o número de aparelhos de recarga de carros elétricos nas principais rodovias do país. A empresa de postos de serviço e conveniência promete investir R\$ 15 milhões para mais que triplicar o número de pontos de carregamento em suas lojas. Pelos planos da empresa, a ideia é fechar 2024 com 50 pontos de recarga ultra rápidas e semirápidas para veículos elétricos. Atualmente, o grupo conta com 13 eletropostos.
Certaja Energia	Estadual	A Certaja Energia dará início a um plano de infraestrutura de carregadores para veículos elétricos no Rio Grande do Sul. A cooperativa investirá R\$ 800 mil na primeira fase do projeto para a inauguração de três eletropostos nas rodovias mais importantes do estado, BR-386 e SC-287.
Go Electric	Nacional	A Go Electric mira alcançar a marca de 20 eletropostos de recarga rápida e ultrarrápida nas principais rodovias do país até o final de 2024. A previsão é que o negócio seja facilitado pelo plano de expansão mais recente da empresa, que contempla, ao menos, três modelos de negócios para a conjugação de investimentos.
Raízen e Indigo	Nacional	A Raízen Power, por meio do programa Shell Recharge, celebrou parceria com a Indigo para a expansão da infraestrutura de recarga de VEs no Brasil. O acordo visa alavancar soluções para a rede de carregadores que sejam diversificadas e abrangentes, de modo a impulsionar o ecossistema de mobilidade elétrica nacional. A previsão é a implantação de até mil postos de recarga em 2024.
Carbon e EZ Volt	Nacional	A empresa No Carbon e a startup de eletromobilidade EZVolt avançam em parceria para a implementação de mais 30 pontos de recarga para caminhões, que serão somados a outros 100 eletropostos já instalados pela colaboração.
99	Municipal	A 99 inaugurou uma estação de recarga de carros elétricos na Avenida Paulista, uma das vias mais movimentadas de São Paulo. O local, funcionará 24 horas em sete dias da semana, foi construído em um estacionamento do Parque Trianon em parceria com a Zletric, empresa especializada na construção de pontos de recarga para VEs.

Fonte: Elaboração própria com base nos IFE TEX.

Veículos Elétricos

Cenário Internacional

Metas e parcerias estratégicas

Esta seção visa sintetizar as principais metas e parcerias estratégicas estabelecidas pelas empresas da indústria automobilística, no âmbito da mobilidade elétrica para o cenário internacional, no período de outubro a dezembro de 2023.

Quadro 5 – Principais metas e parcerias estratégicas anunciadas no cenário internacional (4º trimestre de 2023).

Empresa/grupo	Abrangência	Descrição
Nissan	Europa	A Nissan Motors anunciou um investimento de até £ 3 bilhões para expandir sua capacidade de fabricação de VEs e baterias no Reino Unido, visando ter uma linha totalmente elétrica na Europa.
Stellantis e CATL	Europa	A Stellantis firmou parceria com a fabricante chinesa CATL para construir uma fábrica de baterias na Europa. O objetivo é produzir baterias mais baratas do tipo fosfato de ferro-lítio (LFP) no mercado europeu.
Toyota	EUA	A Toyota Motor planeja dobrar seu investimento em uma fábrica na Carolina do Norte, EUA, com aporte de quase US\$ 8 bilhões, visando reforçar a fabricação de baterias para veículos totalmente elétricos e híbridos plug-in.
Hyundai	Arábia Saudita	O grupo Hyundai irá construir uma fábrica de carros na Arábia Saudita em parceria com o Fundo de Investimento Público (PIF), o fundo soberano saudita, conforme anunciado pelo presidente da Coreia do Sul, Yoon Suk Yeol. A fábrica terá capacidade de produção anual de 50 mil VEs.
Mitsubishi	Global	A Mitsubishi anunciou um investimento de até 200 milhões de euros na Ampere, uma empresa de VEs da Renault, como parte dos esforços para fortalecer sua aliança com a empresa francesa.
BMW e Toyota	Global	A BMW e a Toyota vão adotar o sistema de carregamento da Tesla a partir de 2025. A montadora alemã informou que os proprietários de VEs com tomada Combined Charging System (CCS) terão acesso à rede Supercharger da Tesla no início de 2025 através de um adaptador.

Fonte: Elaboração própria com base nos IFE TEX.

Gestão e Resposta da Demanda

A crescente demanda por energia elétrica global vem impulsionando a busca por soluções inovadoras e sustentáveis. Diante desse contexto, as tecnologias inteligentes emergem como peças-chave nesse quebra-cabeça complexo que planeja garantir a segurança do fornecimento de energia e o bom gerenciamento dos ativos conectados à rede. Sob esse contexto de priorização de segurança energética e transição para fontes mais limpas, programas de Resposta da Demanda de energia elétrica despontam como alternativas viáveis, impulsionado pelo uso estratégico de tecnologias inteligentes.

No Brasil, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) lançou o estudo [“Potencial Técnico, Econômico e de Mercado da Resposta da Demanda no Setor Industrial”](#). A pesquisa enfatiza o papel crucial de programas de RD na transição energética e os benefícios, desafios e oportunidades de implementar esse tipo de programa no Setor Elétrico Brasileiro (SEB).

Ademais, foi destacado que, com a mudança no padrão de oferta e demanda de energia no mercado nacional, é importante o fornecimento seguro de energia, além de garantir benefícios para o consumidor, eficiência operacional e redução de custos.

Durante o 4º trimestre de 2023 houve implementações bem sucedidas de tecnologias inteligentes para programas de RD. Esses cases de sucesso enfatizam a importância das tecnologias inteligentes na qualificação dos sistemas elétricos.

Quadro 6 – Cases de uso de tecnologias inteligentes em RD.

Título	País	Descrição
<u>Uso de medidores inteligentes para atualização da rede</u>	Austrália	A agência Endeavour Energy recebeu uma autorização experimental do regulador de energia australiano (AER, na sigla em inglês) para atualizar 5.600 medidores inteligentes. A autorização permite que a Endeavour Energy realize essa operação, melhore a gestão da carga elétrica, reduza os custos da rede e introduza novos serviços de energia. O teste de 30 meses compartilhará lições aprendidas sobre a modernização de medidores inteligentes e auxiliará futuros testes de sandbox.

Gestão e Resposta da Demanda

Título	País	Descrição
<u>Subsidiária utiliza termostatos inteligentes para redução de consumo</u>	Reino Unido	A Hive, subsidiária de tecnologia da Centrica, empresa de energia elétrica do Reino Unido, divulgou dados que destacam como seus termostatos inteligentes economizaram mais de 1 milhão de toneladas de emissões de carbono e cerca de £ 325 milhões nas contas dos britânicos ao longo da última década.
<u>National Grid recebe subsídios para projeto de implementação de REDs</u>	EUA	A National Grid recebeu a doação de US\$ 50 milhões do Departamento de Energia dos EUA (DOE, na sigla em inglês) para um projeto que implantará tecnologia digital destinada a otimizar o uso de REDs visando melhorar a confiabilidade e resiliência do sistema elétrico.

Fonte: Elaboração própria com base nos IFE TEX.

Apesar do avanço na implementação de tecnologias associadas à Resposta da Demanda (RD), desafios significativos estão sendo enfrentados. Na [região leste dos EUA](#), barreiras regulatórias têm surgido como obstáculos à adoção em larga escala da RD, enquanto no [Reino Unido](#), a implementação de tecnologias inteligentes, como os medidores inteligentes, têm encontrado dificuldades. Essas questões regulatórias e obstáculos tecnológicos ressaltam a necessidade premente de abordar não apenas os aspectos técnicos e operacionais, mas também políticas e regulamentações que afetem a integração dessas inovações no setor energético. Ao superar esses desafios, será possível maximizar o potencial das tecnologias inteligentes e da RD, impulsionando assim, a eficiência e a sustentabilidade em nossos sistemas energéticos.

Microrredes e Usinas Virtuais de Energia

Cenário Internacional

Ao analisarmos as tendências em microrredes e usinas virtuais de energia em escala global, é imprescindível destacar o papel dos Estados Unidos (EUA) e examinar as iniciativas do país. Em seguida, é necessário expandir nossa investigação para outras regiões do mundo, considerando as mais recentes notícias sobre projetos de microrredes em diversos países. O Quadro 7 resume as notícias do último semestre de 2023 relacionadas a microrredes e às Virtual Power Plants (VPPs) nos EUA.

Quadro 7 – Iniciativas voltadas a microrredes e VPPs nos EUA (4º trimestre de 2023).

Estado	Iniciativa
Nacional	O Departamento de Energia dos EUA financiou o desenvolvimento de uma ferramenta chamada Orquestrador de Microrredes , projetada para conectar e coordenar várias microrredes, aumentando a resiliência do serviço elétrico.
Califórnia	A Pacific Gas and Electric (PG&E) comissionou sua primeira microrrede totalmente renovável na Califórnia, localizada em Pepperwood Preserve, no condado de Sonoma.
	A Pacific Gas and Electric Company (PG&E) lançou o Programa de Incentivo à Microrrede com um financiamento total de US\$ 200 milhões para apoiar a construção de microrredes.
	A Correlate Energy desenvolverá um projeto de microrrede para uma grande empresa privada de petróleo e gás no sul da Califórnia.
	A Eaton e a Bloom Energy estão colaborando para desenvolver uma microrrede com o objetivo de reduzir os custos de energia do local em até 20% e as emissões de gases de efeito estufa em cerca de 25%.
Califórnia e Havaí	A Swell Energy e a Shifted Energy unem forças para aprimorar as capacidades das VPPs , atendendo à crescente demanda por soluções energéticas eficientes em mercados com redes antigas e mudanças climáticas extremas.
Colorado	Reguladores buscam a implementação rápida de uma VPP pela Xcel Energy, com previsão para início até o verão, apesar dos alertas da concessionária sobre a complexidade do projeto.
Washington	A Puget Sound Energy e a AutoGrid estão colaborando no desenvolvimento de uma VPP, planejando expandi-la para 100 MW até 2025.

Microrredes e Usinas Virtuais de Energia

Estado	Iniciativa
Massachusetts	Difusão de projetos de microrrede que buscam aumentar a resiliência e beneficiar os residentes, incluindo a criação de uma "microrrede virtual" de propriedade comunitária usando software baseado em nuvem.
Louisiana	O lançamento do projeto de microrrede solar " Together Louisiana " foi marcado pela inauguração de um grande centro de resiliência em LaPlace.
Minneapolis, Detroit, Chattanooga e Nova Orlean.	O Grid Deployment Office anunciou a alocação de US\$ 3,46 bilhões por meio do programa Grid Resilience and Innovation Partnership (GRIP) programados para projetos de microrredes .
Atlanta	A Fundação Ray C. Anderson, em parceria com o Footprint Project, Cherry Street Energy e o Ministério de Resposta a Desastres da Geórgia do Norte da Igreja Metodista Unida, apresentaram uma inovadora microrrede solar móvel .
Nova Iorque	O Conselho de Serviços Públicos de Jamestown recebeu uma subvenção federal de US\$ 17,3 milhões que será utilizada para implantar uma microrrede no centro de Jamestown, incluindo carregamento de veículos elétricos e armazenamento de baterias.
Vermont	A Green Mountain Power (GMP) lançou a Iniciativa Zero Outages, com o objetivo de alcançar um sistema de energia sem interrupções até 2030, envolvendo o uso de microrredes e armazenamento de energia.

Fonte: Elaboração própria com base nos IFE TEX.

A análise do quadro anterior evidencia o amplo uso tanto de microrredes quanto de VPPs nos EUA, com destaque para a Califórnia que se posiciona como principal área de implementação dessas tecnologias. Esses resultados destacam a importância das microrredes na proteção da infraestrutura crítica de energia no país.

Conforme reportagem da Fox News, nos últimos quatro anos, o número de microrredes nos EUA aumentou 11%, devido a sua relevância como ativos importantes para garantir a segurança energética e sua operação a partir de fontes renováveis de energia. James Potach, vice-presidente sênior de serviços de energia e sustentabilidade da Schneider Electric, ressalta que as microrredes são excelentes para mitigar parte dos riscos associados à infraestrutura da rede elétrica.

Apesar do panorama positivo na capacidade de microrredes desde 2017, desafios persistem a fim de continuar sua expansão. Segundo o relatório do scorecard, a política estadual continua sendo um obstáculo, especialmente para microrredes multiclientes. Destaca-se a necessidade de superar essas barreiras políticas para coordenar tecnologias energéticas e fortalecer a rede de forma mais resiliente.

Microrredes e Usinas Virtuais de Energia

Outros países

O Quadro 8 compila as iniciativas de microrredes e VPPs para outras regiões do mundo (exceto os EUA), considerando as notícias mais recentes sobre projetos em outros países.

Quadro 8 – Iniciativas voltadas a microrredes e VPPs no cenário internacional exceto EUA (4º trimestre de 2023)

Localidade	Iniciativa
África e Ásia	A Husk Power angariou mais de US\$ 100 milhões em financiamento visando a construção de 1.400 novas microrredes , conectando cerca de 300.000 novos clientes a energia limpa e confiável.
Austrália	A Universidade Flinders, em Adelaide, implementou com sucesso a VPP baseada em veículos elétricos habilitados com o recurso V2G.
Japão	A Base Aérea de Yokota concluiu a instalação de uma nova microrrede de 10,72 MW como parte de um projeto de melhoria de infraestrutura de US\$ 406 milhões.
Canadá	O governo canadense e a Hydro-Québec anunciaram o investimento de US\$ 3,7 milhões na expansão da microrrede de Lac-Mégantic, no leste de Quebec.
Filipinas	O Departamento de Energia das Filipinas lançou um convite para licitar a construção, instalação, manutenção e operação de microrredes em apoio ao seu Roteiro Nacional de Eletrificação Total.
África	A organização CEI África concedeu subsídio de quase US\$ 3,1 milhões para apoiar a criação de uma minirrede solar de 3,7 MW na região de Goma, na República Democrática do Congo (RDC).
Nigéria	A Agência Nigeriana de Eletrificação Rural assinou um memorando de entendimento com a Associação Africana de Desenvolvedores de Microrredes para acelerar o desenvolvimento de microrredes no país.
Singapura	A Universidade Nacional de Singapura firmou parceria com a Keppel para desenvolver uma microrrede híbrida CA/CC .

Fonte: Elaboração própria com base nos IFE TEX.

Conforme indicado anteriormente, observa-se crescimento das microrredes nas regiões da Ásia e da África, enquanto não foram identificados projetos dessa natureza na Europa. Além disso, destaca-se a necessidade de expansão das VPPs fora dos EUA.

Microrredes e Usinas Virtuais de Energia

Perspectiva em Destaque

O uso de IA no desenvolvimento de microrredes

A Inteligência Artificial (IA) está desempenhando um papel, cada vez mais, relevante na gestão de microrredes e Recursos Energéticos Distribuídos (REDs). A aplicação da IA tem o potencial de aprimorar a eficiência operacional; fornecer previsões meteorológicas para otimizar o aproveitamento de energias renováveis e melhorar a manutenção preditiva de ativos energéticos. Embora a IA tenha o potencial de revolucionar as microrredes, tornando-as mais reativas e eficientes, é essencial considerar os custos e os desafios práticos da sua implementação.

Diante desse cenário, reconhecendo o potencial dessa tecnologia, a Florida International University (FIU) está empregando a IA para desenvolver uma microrrede inovadora. Tal microrrede tem o propósito de fornecer resiliência energética, reduzir as emissões de carbono e contribuir para estabilizar a rede durante interrupções. O campus de engenharia da FIU atua como entidade autônoma dentro dessa microrrede, possuindo sua própria geração e armazenamento de energia com capacidade de atendimento de 10.000 pessoas, aproximadamente. A IA é utilizada para prever condições meteorológicas e de carga, bem como os custos de energia, orientando a microrrede em suas operações para garantir a máxima eficiência e resiliência. Para saber mais, clique [aqui](#).

Tecnologias e Soluções Digitais

Cenário Nacional

Nas últimas décadas, testemunhamos uma transformação significativa no setor de energia impulsionada pelo avanço das tecnologias e soluções digitais. Essa evolução impacta diretamente a maneira como produzimos, distribuimos e consumimos energia, abrindo portas para a criação de redes elétricas mais eficientes e sustentáveis. As inovações não se restringem apenas à geração e distribuição de energia, mas abrangem áreas como monitoramento e otimização de fontes renováveis, VEs, cidades inteligentes e muito mais.

Esse panorama de transformação energética é apresentado nos quadros a seguir que compilam as notícias mais recentes sobre projetos e tecnologias disruptivas no setor elétrico.

Quadro 9 – Projetos e iniciativas de tecnologias e soluções digitais no âmbito nacional (4º trimestre de 2023)

Empresa/grupo	Abrangência	Descrição
EDP	Estadual	A EDP Brasil, uma das principais empresas do setor elétrico, anunciou investimento de R\$ 59,3 milhões na construção de duas subestações de energia totalmente digitalizadas. As instalações serão implantadas nas cidades de Ibitirama e Muniz Freire, localizadas na região do Caparaó, no Espírito Santo.
Celesc	Municipal	A Celesc iniciou, no dia 2 de janeiro de 2024, o processo de instalação de medidores inteligentes para clientes de Florianópolis. A operação terá início no bairro Coqueiros, com base em questões logísticas, e ao longo de 36 meses será expandida para as demais regiões da Capital.
Copel	Estadual	Os municípios de Irati e Rio Azul, no Paraná, foram contemplados pela nova fase do programa de modernização da Copel que permitirá o acompanhamento do consumo em tempo real pelos clientes. Segundo a companhia, o Programa Rede Elétrica Inteligente agora está presente em 81 cidades paranaenses.

Tecnologias e Soluções Digitais

Empresa/grupo	Abrangência	Descrição
Hyundai	Arábia Saudita	A Enel Distribuição São Paulo ultrapassou a marca de 570 mil medidores inteligentes instalados em bairros da capital paulista. O investimento, foi de aproximadamente R\$ 470 milhões. Os equipamentos permitem aos consumidores monitorar e otimizar o consumo de energia, além de permitir à distribuidora executar algumas atividades remotamente, com o objetivo constante de aprimorar a qualidade do serviço.
Aneel	Nacional	A Aneel está trabalhando em um relatório para análise de impacto regulatório (AIR) que pode levar a maior digitalização e modernização do setor elétrico, contribuindo para a transição energética. A expectativa é que a regulação seja finalizada em 2025. A Aneel vê a medição inteligente como elemento fundamental nesse processo, especialmente à medida que as redes inteligentes ganham espaço nas grandes capitais brasileiras.

Fonte: Elaboração própria com base nos IFE TEX.

Cenário Nacional

Quadro 10 – Projetos e iniciativas de tecnologias e soluções digitais no âmbito internacional (4º trimestre de 2023)

Empresa/grupo	Abrangência	Descrição
UK Power Networks	Reino Unido	A UK Power Networks, operadora de rede de distribuição no Reino Unido, está testando drones para inspecionar falhas em suas redes rurais. O objetivo é verificar se imagens de alta qualidade capturadas por drones identificar danos e acelerar o tempo de restauração de energia em até 30 minutos.
União Europeia	Regional	A União Europeia (UE) lançou o tão esperado Plano de Ação para as Redes, visando otimizar a eficiência e a expansão rápida das redes na região. Com a ênfase na necessidade de desenvolvimento das redes para acompanhar a geração renovável, o plano estabelece sete áreas de ação e quatorze ações personalizadas. Conforme a diretriz, o sistema será descentralizado, digitalizado e flexível, incorporando painéis solares, bombas de calor, VEs, energias renováveis offshore e produção de hidrogênio.

Tecnologias e Soluções Digitais

Empresa/grupo	Abrangência	Descrição
National Grid	Reino Unido	A National Grid Electricity Distribution avança com o projeto PRIDE (Planning Regional Infrastructure in a Digital Environment), financiado pelo Fundo de Inovação Estratégica (SIF, na sigla em inglês) da Ofgem, para desenvolver um gêmeo digital a partir de dados de energia, facilitando o planejamento energético regional.
SP Energy Networks	Reino Unido	A SP Energy Networks lidera o projeto Predict4Resilience, financiado pelo governo britânico, investindo £ 5 milhões para empregar inteligência artificial na previsão de falhas climáticas com até uma semana de antecedência. O objetivo é antecipar onde as falhas podem ocorrer antes de eventos climáticos severos, permitindo a mobilização eficiente de pessoal e equipamentos para minimizar interrupções no fornecimento de energia.
DEWA	Dubai	A Autoridade de Eletricidade e Água de Dubai (DEWA, na sigla em inglês) desenvolveu a Power Platform da Microsoft e a ferramenta generativa de IA Copilot para auxiliar os desenvolvedores de software da DEWA na escrita de código e no desenvolvimento de aplicativos. Essa iniciativa faz parte dos esforços da DEWA para utilizar a IA em todos os seus serviços e operações, além de melhorar a transformação digital e fornecer serviços digitais avançados.

Fonte: Elaboração própria com base nos IFE TEX.

Segurança Cibernética

No último trimestre de 2023, a incidência de crimes cibernéticos continuou a crescer, o que reiterou a importância global das questões relacionadas à segurança cibernética. Em relatório, a [Huntress](#) destaca o aumento nos ataques direcionados a pequenas e médias empresas utilizando métodos convencionais.

Esse tipo de ataque está mudando sua abordagem, explorando ferramentas legítimas em vez de confiar apenas em malware. Embora o malware ainda represente 44% dos incidentes, os invasores estão, cada vez mais, utilizando estruturas de script e ferramentas legítimas como software de monitoramento e gerenciamento remoto.

Essa evolução e mudança nos padrões de crimes cibernéticos está impulsionando o aumento nos gastos com Tecnologia da Informação (TI), conforme projetado pela empresa de análise [Gartner](#). Espera-se que os gastos globais com TI atinjam US\$ 5,1 trilhões em 2024, registrando o crescimento anual de 8%. Esse marco representa a primeira vez que os gastos com TI ultrapassarão a marca dos US\$ 5 trilhões. Além disso, os [investimentos em segurança cibernética](#) devem chegar a US\$ 215 bilhões em 2024, representando 14% de aumento em relação a 2023. Esse aumento nos investimentos reflete a crescente conscientização sobre riscos cibernéticos e a necessidade de fortalecer programas de segurança cibernética em organizações em todo o mundo.

A expansão projetada no campo da segurança cibernética é global em sua natureza. Segundo o [Estudo Global de Força de Trabalho](#), a força de trabalho global em segurança cibernética cresceu 8,7% em 2023, alcançando 5,5 milhões de pessoas, o maior número já registrado. Além disso, para combater o cibercrime, a iniciativa "[Atlas do Cibercrime](#)" busca colaborar de maneira global para mapear e compreender melhor o ecossistema do crime cibernético, com o objetivo de perturbar a rede criminosa e fortalecer a cibersegurança em escala global.

Apesar do panorama apresentado e das perspectivas positivas para a segurança cibernética, a percepção atual sobre o tema ainda representa um desafio para os formuladores de políticas, conforme indicado pela [CompTIA](#). A crescente complexidade da segurança cibernética, a falta de métricas eficazes, a baixa compreensão das tendências de ameaças e os desafios na contratação de segurança de terceiros também são obstáculos.

Segurança Cibernética

Diante desses desafios, a maioria das empresas ainda encara a segurança cibernética como custo. Em pesquisa realizada pela [PwC](#) com 645 conselhos de administração, descobriu-se que quase metade (49%) ainda percebe a segurança cibernética como desafio. Paralelamente, os investimentos de capital de risco em segurança cibernética atingiram o menor nível em quatro anos, de acordo com dados da [Crunchbase](#). No terceiro trimestre, as startups de segurança cibernética levantaram cerca de US\$ 1,9 bilhão, marcando queda de 30% em relação ao ano anterior, além do número de negócios também diminuir em 17%.

Cenário Nacional

No quarto trimestre de 2023, o Brasil testemunhou avanços significativos em questões regulatórias relacionadas à segurança cibernética. Duas medidas se destacaram nesse contexto: a implementação da Política Nacional de Cibersegurança (PNCiber) e a proposta de criar uma agência reguladora de cibersegurança.

O presidente Luiz Inácio Lula da Silva estabeleceu a [PNCiber](#) para direcionar e fortalecer as práticas de segurança cibernética no país. Os objetivos da PNCiber incluem o reforço da proteção online, especialmente para grupos vulneráveis como crianças, adolescentes e idosos, bem como o combate aos crimes cibernéticos e a promoção da educação em segurança cibernética. Além disso, a política busca desenvolver mecanismos de regulação, fiscalização e controle para aprimorar a segurança cibernética e garantir a confidencialidade dos dados transmitidos eletronicamente.

Simultaneamente, o governo federal planeja apresentar ao Congresso um projeto de lei para criar uma [agência reguladora dedicada à cibersegurança](#). Essa proposta surge como uma das primeiras iniciativas do Comitê Nacional de Cibersegurança (CNCiber), criado no mesmo decreto que instituiu a política nacional sobre o assunto. Inicialmente, a criação da Agência Nacional de Cibersegurança estava prevista por meio de decreto presidencial, mas o governo optou por seguir o caminho legislativo. Entre as responsabilidades do CNCiber estará a regulamentação dos padrões de segurança cibernética, visando reforçar a proteção tanto nos órgãos públicos quanto nas entidades privadas, incluindo instituições financeiras.

Segurança Cibernética

Cenário Internacional

No contexto global, foram identificados alguns crimes cibernéticos. O Quadro 11 compila esses ataques e fornece detalhes sobre cada um deles

Quadro 11 – Ataques cibernéticos no cenário internacional (4º trimestre de 2023)

Localidade	Crime cibernético
Austrália	Hackers acessaram o sistema judicial do Estado de Victoria, e, além de interromper a rede de tecnologia audiovisual do tribunal, eles podem ter roubado algumas gravações de audiências dos dias 1º de novembro e 21 de dezembro de 2023.
EUA	A cidade de Aliquippa foi atingida pelo que as autoridades federais norte-americanas dizem ser hackers apoiados pelo Irã. Esses criminosos estavam visando um equipamento específico porque esse era de fabricação israelense.
Ucrânia	A Mandiant revelou que o grupo de hackers Sandworm , associado à Rússia, foi responsável pelos ataques à infraestrutura energética da Ucrânia durante os apagões de outubro de 2022.

Fonte: Elaboração própria com base nos IFE TEX.

Um dos países mais afetados por esses ataques foram os Estados Unidos, que testemunharam um aumento no número de incidentes cibernéticos. Segundo pesquisa do Identity Theft Resource Center, as violações de dados resultaram na exposição de informações de identificação pessoal atingindo nível recorde em 2023 e ultrapassando a referência estabelecida em 2021. Até o momento, mais de 2.100 organizações reportaram incidentes de violação de dados nos primeiros nove meses de 2023, superando o recorde anterior de 1.862 violações em 2021, conforme constatado pelo ITRC.

Apesar do crescente cenário de ataques cibernéticos, existe uma variedade de soluções de segurança cibernética em desenvolvimento ou em implementação, conforme apresentado no Quadro.

Segurança Cibernética

Quadro 12 – Soluções em prol da segurança cibernética no cenário internacional (4º trimestre de 2023)

Localidade	Solução
EUA	A Agência de Segurança Cibernética e de Infraestruturas (CISA) lançou a campanha " Secure our World " para aumentar a conscientização sobre a segurança cibernética entre famílias e pequenas empresas.
	A CISA está incentivando a indústria de software a adotar linguagens de programação segura para memória, evitando vulnerabilidades no código.
	Autoridades alertaram sobre um ataque cibernético em curso , conduzido por hackers afiliados ao Corpo da Guarda Revolucionária Islâmica do Irã.
	Mais de 250 organizações participaram do exercício bienal GridEx da North American Electric Reliability Corp. (NERC), simulando um ataque cibernético à rede elétrica dos EUA.
	As agências federais estão intensificando os esforços para melhorar a segurança do software de código aberto utilizado por fornecedores de infraestruturas críticas.
	CISA lançou uma nova fase do programa Secure by Design , promovendo o incentivo à indústria global para melhorar a segurança de software e produtos.
	CISA destaca a importância de aplicar princípios de segurança desde a concepção, transferindo a responsabilidade para os fabricantes.
	CISA direciona seu foco as ameaças relacionadas à China, considerando o país a principal ameaça cibernética .
CISA emitiu um pedido de comentários sobre a criação de um sistema de identificação de software mais harmonizado, como parte dos esforços para fortalecer a segurança na cadeia de suprimentos de software.	
União Europeia	A Rede Europeia para a Cibersegurança (ENCS) e a Entidade EU DSO estão colaborando para desenvolver regulamentos, práticas e normas de cibersegurança avançadas para o sistema de distribuição de eletricidade.
	O projeto eFORT, apoiado pelo programa Horizon Europe, foi lançado para melhorar a segurança e resiliência da rede europeia, abordando ameaças cibernéticas e físicas .
União Europeia e Ucrânia	A parceria, assinada pela ENISA, o Centro Nacional de Coordenação de Cibersegurança (NCCC) e a Administração do Serviço Estatal de Comunicações Especiais e Proteção de Informação da Ucrânia (SSSCIP), visa alinhar a implementação da legislação cibernética , incluindo NIS2, especialmente em setores como energia e telecomunicações.
Reino Unido	A Agência de Segurança Cibernética e de Infraestrutura e o Centro Nacional de Segurança Cibernética do Reino Unido divulgaram diretrizes conjuntas para garantir práticas seguras no desenvolvimento de IA .

Fonte: Elaboração própria com base nos IFE TEX.

Segurança Cibernética

A análise do quadro anterior destaca a preponderância das soluções de segurança cibernética originárias dos EUA. De acordo com Matt Ross, da corretora de seguros Marsh McLennan, as empresas norte-americanas estão aprimorando suas estratégias em relação aos incidentes cibernéticos e fortalecendo sua posição de negociação com os invasores, uma vez que, elas demonstram capacidade de recuperação.

Considerações Finais

O acompanhamento sistemático da inserção das tecnologias exponenciais no setor elétrico nacional e internacional, por meio [do Informativo Setorial de Tecnologias Exponencias](#) (IFE TEX - GESEL) evidencia a necessidade de análises periódicas, capazes de identificar e mapear as principais iniciativas adotadas pelos setores elétricos nacional e internacional para promover e regular as tecnologias exponenciais. Sendo assim, o Observatório de Tecnologias Exponenciais espera contribuir para uma maior divulgação do conhecimento referente ao tema e impulsionar debates e estudos acerca de novas estratégias e políticas públicas, bem como analisar conjuntura do setor elétrico no Brasil e no mundo.

Observatório de Tecnologias Exponenciais

