

Observatório de Tecnologias Exponenciais

Nº 06

ABRIL
2022



Observatório de Tecnologias Exponenciais N° 06

Organizadores

Nivalde de Castro
Lorrane Câmara
Caroline Chantre

Equipe de Pesquisa

Cristina Rosa
Kalyne Brito
Matheus Balmas
Monique Coimbra
Pedro Barbosa

Revisão Geral

Bianca Castro

ISBN:

Abril de 2022

Sumário

Introdução.....	4
1. Transição Energética e ESG.....	5
2. Eficiência Energética.....	8
2.1. Regulação	8
2.2. Desafios da eficiência energética em programas de gerenciamento da demanda	9
3. Geração Distribuída.....	11
3.1. Cenário Internacional.....	11
3.2. Cenário Nacional.....	12
4. Armazenamento de Energia.....	13
5. Veículos Elétricos.....	14
6. Gestão e Resposta da Demanda.....	17
6.1. Cenário Internacional.....	16
6.2. Cenário Nacional.....	17
7. Microrredes e Usinas Virtuais de Energia.....	18
8. Tecnologias e Soluções Digitais.....	20
8.1. Medidores Inteligentes.....	20
9. Segurança Cibernética.....	22
9.1. Cenário Internacional.....	22
9.2. Cenário Nacional.....	23
Considerações Finais.....	24

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 a descarbonização da economia. Devido à intermitência destas fontes, a operação do sistema elétrico se torna mais complexa, exigindo mecanismos que aumentem a sua flexibilidade e confiabilidade. Estas características podem ser obtidas através da difusão dos recursos energéticos distribuídos (REDs) e da digitalização do sistema, que contribuem para equilibrar a oferta e a demanda de energia.

Assim, a recente conjuntura do setor elétrico tem criado novas formas para o fornecimento e o consumo de energia elétrica com a inserção das tecnologias exponenciais, modificando a relação do consumidor com as concessionárias do setor. Diante deste cenário, vários países têm buscado maneiras de aprimorar o planejamento do setor elétrico e enfrentar os desafios trazidos com a necessidade de descarbonização e expansão das fontes renováveis.

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

Transição Energética e ESG

A guerra e as energias renováveis

A guerra russa contra a Ucrânia tem impactado os diferentes setores da economia mundial, incluindo o setor de energias renováveis, o que pode contribuir para acelerar o processo da transição energética. Tendo isto em vista, esta seção visa apresentar como o conflito tem afetado o setor de energias renováveis, fornecer um panorama das energias renováveis na Ucrânia e do suprimento de gás natural na Europa. Em primeiro lugar, vale ressaltar o papel da Rússia como um dos principais fornecedores de combustíveis fósseis (principalmente o gás natural) da União Europeia, conforme mostra o **Gráfico 1**, que apresenta as exportações de gás da Rússia por país importador no ano de 2020. Os países que seriam mais afetados com um possível corte de fornecimento por parte da Rússia seriam a Alemanha, com 42,8% de consumo de gás russo, e a Itália, com 29,2%. De acordo com a Agência Internacional de Energia ([IEA](#)), o gás natural russo representou 45% das importações de gás da UE e 40% do seu consumo total de gás.

Exportações de gás da Rússia

Países por bilhões de metros cúbicos importados da Rússia

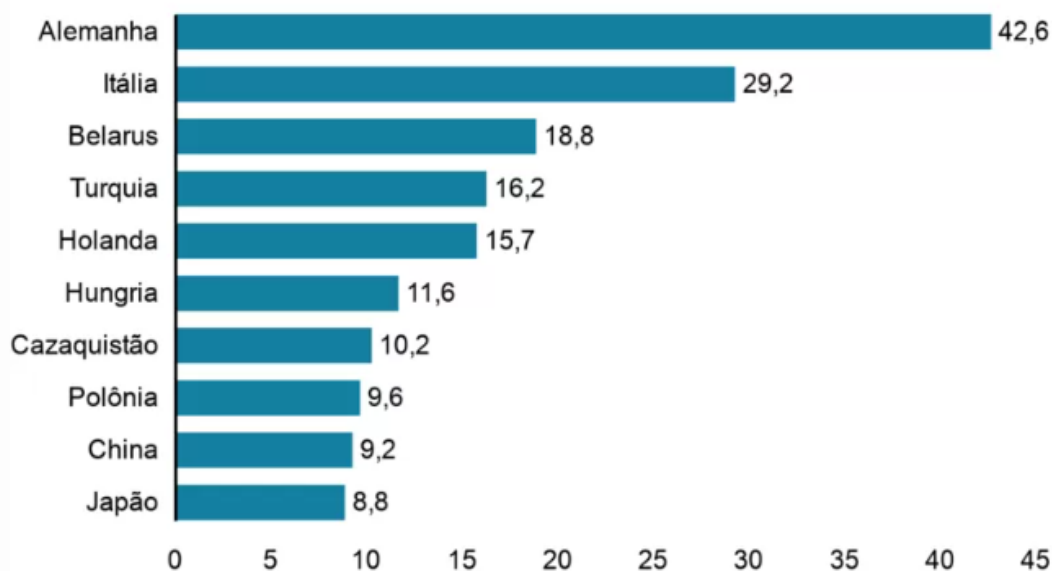


Gráfico 1: Exportação de gás da Rússia por país importador

Fonte: [BBC \(2022\)](#).

Transição Energética e ESG

Em um cenário de guerra, a maioria dos países membros da Organização das Nações Unidas (ONU) se posicionaram contra os ataques à Ucrânia. Deste modo, a UE e os Estados Unidos (EUA) decidiram restringir as importações de combustíveis russos. Inicialmente, a restrição foi apenas com o petróleo e, após a Rússia ameaçar cortar o gás natural como resposta, se estendeu a essa outra fonte de energia. Como resultado, visto os riscos geoestratégicos, os preços dos combustíveis fósseis dispararam no mundo todo, atingindo até os países que não importam da Rússia. O **gráfico 2** apresenta as variações dos preços do gás natural na UE, Reino Unido e nos EUA até o dia 8 de março de 2022. O gráfico 2 apresenta as variações dos preços do gás natural na UE, Reino Unido e nos EUA até o dia 8 de março de 2022.



Gráfico 2 - Variação dos preços do gás natural do dia 1º de janeiro a 8 de março de 2022

Fonte: [BBC \(2022\)](#).

A necessidade de controlar os preços do gás, somada à intenção ou necessidade de redução da dependência dos países do fornecimento russo de combustíveis fósseis, resultou na emergência das energias renováveis como uma solução a esta problemática. Essa análise é apresentada em um relatório produzido pela IEA, com a intenção de fornecer [um plano para a UE reduzir a dependência do gás natural russo](#).

Um dos pontos abordados no plano sugere acelerar a implementação de novos projetos eólicos e solares, com um esforço político concentrado para aumentar as adições de capacidade renovável. Segundo o estudo, o resultado de algumas ações geraria mais 35 TWh de geração de novos projetos renováveis em 2023, sendo 20 TWh advindos, em sua maioria, de projetos de grande escala. Para isso, o governo deveria lidar com os atrasos nas licenças, esclarecendo e simplificando

Transição Energética e ESG

as responsabilidades entre os vários órgãos de licenciamento, aumentando a capacidade administrativa, e digitalizando os pedidos. Os 15 TWh restantes seriam provenientes da implantação mais rápida de sistemas solares fotovoltaicos em telhado, através de um programa de subvenções de curto prazo que cubra 20% dos custos de instalação, duplicando o ritmo de investimento nesta tecnologia. Em resumo, essa nova capacidade em renováveis permitiria a redução do uso de gás em 6 bilhões de metros cúbicos.

A Agência Internacional para as Energias Renováveis ([IRENA](#)) também apresentou uma perspectiva favorável frente a atuação das energias renováveis como uma saída para os altos preços dos combustíveis fósseis. De acordo com a agência, a crença equivocada de energias renováveis caras e combustíveis fósseis baratos atrapalha o andamento da transição energética. Em um contexto como o atual, a implementação das energias renováveis reduziria a exposição aos preços do gás, trazendo maior segurança energética.

Neste contexto, muitos países têm adotado iniciativas envolvendo renováveis como meio de enfrentar as adversidades resultantes da guerra russa. Na [Escócia](#), por exemplo, o Michael Matheson, secretário do Gabinete para Transição Energética, Energia e Transporte, deixou claro que a natureza altamente imprevisível dos preços do petróleo e do gás ressalta a necessidade de acelerar a descarbonização do sistema de energia escocês nos próximos anos. Segundo o secretário, quando se trata da inserção de fontes limpas de energia, um bom progresso já foi realizado, como no caso do sucesso da implantação de energia eólica *onshore*.

Outro tópico envolvendo o impacto da guerra sobre as energias renováveis é a situação em que se encontram essas fontes no território ucraniano. Segundo a Associação Ucraniana de Energia Renovável ([UARE](#)), metade do setor de energia renovável da Ucrânia está ameaçado de destruição devido aos ataques militares da Rússia. Isso porque, 47% da capacidade instalada das usinas de energia renovável está localizada nas regiões onde as hostilidades ativas estão ocorrendo. Além disso, muitos de recursos energéticos distribuídos (REDs) estão localizados em áreas adjacentes aos ataques. Ainda segundo a UARE, 89% da capacidade dos parques eólicos está localizada em áreas onde as hostilidades ativas estão em andamento, outros 9% estão localizados nas proximidades dessas regiões.

Eficiência Energética

Regulação

A eficiência energética (EE) vem sendo considerada essencial nos planos energéticos das nações para as próximas décadas, como destacado no [Plano Decenal de Expansão de Energia 2031](#). Neste contexto, a discussão acerca da construção e desenvolvimento de uma regulação para EE tem se expandido, com o objetivo de regulamentar a utilização e exploração dos serviços de efficientização pelos agentes do setor, consumidores cativos e livres, produtores independentes e autoprodutores. Deste modo, o intuito dessa seção é apresentar algumas das iniciativas que têm sido adotadas com este objetivo.

Nos Estados Unidos, dois grandes temas regulatórios ganham destaque no último mês. No estado de [New Hampshire](#), em outubro de 2021, um corte drástico no financiamento do seu projeto local (NHSaves) voltado a ações de EE foi objeto da legislação. A decisão de corte da *Public Utilities Commission de New Hampshire* (PUC) reduziu as taxas de financiamento dos programas de eficiência para os níveis de 2017 até 2023. No entanto, após receber fortes críticas de vários partidos da região, incluindo a *Conservation Law Foundation* (CLF), organização de defesa ambiental da Nova Inglaterra, a decisão da PUC foi restaurar os níveis de investimento para os níveis de 2020 -2021, com efeito imediato. Apesar disso, os defensores da efficientização acreditam que a ação da PUC criou uma turbulência que agora deve ser abordada por tribunais e legisladores. Nesse sentido, a esperança é um projeto de lei futuro (HB 549), que irá implementar instrumentos regulatórios para a execução da política de eficiência do estado, entre elas: o restabelecimento dos sistemas pré-existentes de avaliação, a testagem de custo-benefício, o transporte de orçamento e os incentivos de desempenho de serviços públicos.

Outro ponto que tem sido discutido no país é a padronização da eficiência de eletrodomésticos. Nesse panorama, dezenas de legisladores democratas e independentes na Câmara e no Senado assinaram uma [carta](#) solicitando ao Departamento de Energia dos EUA (DOE) a priorização de atualizações nos padrões de eficiência de eletrodomésticos. Isso porque, apesar do governo de Joe Biden reverter

Eficiência Energética

modificações nas regras que aconteceram sob o governo Trump, que complicaram o processo de definição desses padrões e deram aos fabricantes mais margem de manobra nas avaliações de produtos e isenções de testes, os defensores da EE alertam para a lentidão do processo. De acordo com o grupo de legisladores, liderado pela senadora Jeanne Shaheen, D-New Hampshire, e pelo deputado Peter Welch, D-Vermont, haviam 28 atualizações de padrões de eletrodomésticos atrasadas quando o presidente Joe Biden assumiu. Por sua vez, se forem atualizados, os padrões podem reduzir as emissões de gases de efeito estufa em até 3 Gt até 2050, contribuindo com as metas climáticas do país. Além disso, ao reduzir o consumo de energia dos eletrodomésticos, os clientes podem economizar US\$ 100 anualmente em contas de serviços públicos até 2030 com essas ações por parte do governo.

Na Europa, a IPM, uma iniciativa da consultora de comunicação especializada em tecnologia e energia Imedia, apontou a necessidade de priorizar a eficiência energética nas diretivas europeias, através de um ato legislativo da União Europeia (UE) que exige que os Estados-Membros alcancem um determinado resultado. Por fim, as conclusões do estudo intitulado "[*La Eficiencia Energética es una fuente de energía por derecho propio*](#)" mostram que, dada a gravidade do aumento dos preços da energia, priorizar a eficiência energética não só demonstra como a eletricidade pode se tornar mais barata, mas também como o modelo elétrico tradicional de produção e venda de energia está esgotado e será substituído pela priorização dos recursos energéticos pelo lado da demanda.

Desafios da eficiência energética em programas de gerenciamento da demanda (DSM)

A tendência de prioridade aos recursos energéticos pelo lado da demanda mostrada na conclusão do [relatório](#) do IPM já levanta debates e trabalhos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Dentro deste contexto, os programas de gerenciamento da demanda (DSM) se tornam uma oportunidade, uma vez que consistem em atividades de planejamento, implementação e monitoramento das concessionárias de energia elétrica para incentivar os consumidores a modificar seu nível e padrão de uso de eletricidade. A partir disso, cabe avaliar os desafios associados à eficiência energética e ao gerenciamento da demanda, entre eles: preocupações de baixa equidade e o potencial de clientes de baixa e média renda.

Em um cenário de crescimento contínuo da geração de energia variável, que altera a estrutura de custos de manutenção de uma rede confiável e resiliente, o monitoramento do consumo de energia em tempo real se tornam essenciais. Deste modo, com o objetivo de aprofundar as discussões nesta temática, foi realizado o

Eficiência Energética

2022 NARUC Winter Policy Summit da *National Association of Regulatory Utility Commissioners* ([NARUC](#)), evento que reúne reguladores, legisladores e outros atores para discutir políticas do setor energético. No evento, os especialistas acordaram que os programas de eficiência para clientes de baixa renda podem não oferecer os mesmos benefícios de rede comparados a abordagens de gerenciamento de carga, como carregamento gerenciado de veículos elétricos.

Segundo Mike Specian, gerente de serviços públicos do Conselho Americano, para uma economia com eficiência energética, há benefícios em integrar eficiência com outros REDs, como a resposta da demanda e o armazenamento de energia, porém esses recursos estão isolados em diferentes programas, com distintos orçamentos. De acordo com Emily Levin, consultora principal da Vermont Energy Investment Corporation, os estados sem um forte foco em reduções de gases de efeito estufa e equidade energética (não possuem grandes metas acerca da descarbonização, mostrando a falta de reconhecimento dos benefícios da EE) estão apresentando interesse em estabelecer projetos eficiência energética, pensando apenas na oportunidade de fornecer muito mais valor à rede por meio de uma abordagem coordenada.

Nesse contexto, esquece-se que a EE também é um recurso que pode contribuir para alcançar equidade, benefícios diretos para clientes e residências, bem como fornecer assistência com a carga de energia. Como Steve Schiller, consultor sênior afiliado ao [Lawrence Berkeley National Laboratory](#), afirmou: "a eficiência energética deve ser integrada aos portfólios da DSM tanto quanto possível [...] Mas pode haver momentos em que realmente irá precisar da garantia de beneficiamento daqueles que mais precisam."

Geração Distribuída

Cenário Internacional

O mercado de geração distribuída na Ásia tem seguido a tendência global e se expandido cada vez mais. Na China, o Ministério da Habitação e Construção Urbano-Rural (MOHURD) anunciou que vai trabalhar em um plano de desenvolvimento para alavancar a tecnologia. O [plano](#) do governo é implementar 50 GW de geração solar distribuída em edifícios chineses até 2025. Na [Índia](#), os investimentos em GD foram elevados, o que resultou na instalação de 1,7 GW de energia solar distribuída em 2021. Segundo a Mercom India Research, empresa de pesquisa e consultoria, essas adições representaram um aumento de 210% ano a ano no número de instalações.

Outro importante player no segmento de geração distribuída são os [Estados Unidos](#). O país implementou 5,4 GW de energia solar fotovoltaica de pequena escala em 2021. A tecnologia nos EUA é principalmente concentrada em dez estados (Arizona, Califórnia, Colorado, Havaí, Kansas, Nevada, Novo México, Oklahoma, Texas e Utah), que foram responsáveis por mais da metade da capacidade adicionada. Nos próximos 5 anos, espera-se que até 4,5 GW de capacidade solar sejam adicionados no país por meio de [iniciativas comunitárias](#), com destaque para os estados de Nova Jersey, Nova York, Illinois e Colorado, que possuem melhor financiamento para expansão e implantação de projetos.

Dentre outros fatores, o crescimento da GD se deve aos esforços de sustentabilidade e descarbonização feitos pelos governos, como o Programa [Solarize Philly](#), lançado pela Autoridade de Energia da Filadélfia (PEA), que visa aumentar o acesso à energia solar para os moradores do estado através de descontos nos preços e proteções ao consumidor. Outra iniciativa governamental relevante se deu na [Irlanda](#), onde um parlamentar propôs que a instalação de painéis solares seja obrigatória em edifícios públicos, isentando-os da necessidade de consentimento do regime de planejamento. Já no [Brasil](#), o governo incluiu a geração distribuída fotovoltaica na certificação I-REC, título que comprova a sustentabilidade da energia através de padrões internacionais.

Geração Distribuída

A geração distribuída é um modelo de geração, no qual a tecnologia solar fotovoltaica é responsável pela grande maioria da capacidade instalada. Isso traz desafios à medida que esta fonte tem característica intermitente e imprevisível. A expansão dos REDs gera a necessidade de adaptação da rede elétrica para lidar com os desafios atrelados ao aumento da complexidade do sistema. Neste viés, o governo da [Austrália Ocidental](#) irá introduzir uma nova medida para melhorar o gerenciamento dos REDs: conceder aos operadores a capacidade de desligar remotamente os sistemas solares residenciais como um mecanismo de estabilidade da rede de emergência. A medida, no entanto, será acompanhada de investimento em armazenamento, para que tais interrupções sejam cada vez menos necessárias.

Cenário Nacional

Segundo a Associação Brasileira de Energia Solar (Absolar), a geração distribuída atingiu 9 GW de capacidade instalada no Brasil e está presente em 5.541 municípios de todos os estados do país. Tendo em vista as perspectivas positivas para o setor, a [Cemig SIM](#), braço de GD da Cemig, irá investir R\$ 1 bilhão em novos projetos de GD, além de fusões e aquisições. Os investimentos serão focados no estado de Minas Gerais, estado líder em potência instalada (1.545 MW), visto que, de acordo com a regulação, os ativos de geração distribuída precisam estar localizados na mesma área de concessão do cliente. Tal iniciativa aponta uma oportunidade de novos negócios para grandes empresas do setor.

Apesar das altas expectativas, os efeitos da pandemia do Covid nas cadeias globais de suprimento causaram atraso na perspectiva de redução de custos dos painéis solares. Segundo a GlobalData, estes custos terão moderado acréscimo no ano de 2022. Algumas medidas, no entanto, podem atenuar esta consequência. No estado do [Mato Grosso](#), por exemplo, o Tribunal de Justiça suspendeu a cobrança de ICMS sobre energia solar, utilizando a argumentação de que a produção de energia nesta modalidade é para autoconsumo, e não para comercialização. Além disso, no Norte do país, o BNDES disponibilizou uma linha de financiamento de placas solares chamada “Amazônia Solar”, com apoio da *fintech* SolFácil sem necessidade de intermediação de bancos.

Armazenamento de Energia

Segundo estudo realizado pela desenvolvedora de tecnologias Honeywell, o mercado de armazenamento de energia em baterias chegará a US\$ 37 bilhões em 2030. O acelerado crescimento da tecnologia também é demonstrado por dados da IEA, que afirmam que o investimento geral em armazenamento por baterias aumentou quase 40% em 2020, para US\$ 5,5 bilhões. No entanto, para que o avanço da tecnologia ganhe ainda mais tração, há importantes questões a serem superadas. A baixa duração dos sistemas que atualmente estão disponíveis no mercado (cerca de quatro horas) faz com que seja necessário um maior número de baterias para atender a demanda. Além disso, segundo a empresa de dados IHS Markit, o aumento dos preços dos metais, a alta demanda por veículos elétricos e a dominância chinesa sobre o setor retardaram a queda dos preços das baterias de íons de lítio até 2024, o que atrasará a viabilidade financeira dos sistemas de armazenamento.

Apesar dos entraves, a Europa tem se destacado globalmente na fabricação de baterias. Neste sentido, 35 gigafábricas estão chegando ao mercado europeu até 2035, em uma estratégia que visa a redução da dependência de exportações de baterias, visto que atualmente a produção da tecnologia é concentrada na China. Além da fabricação dos sistemas, a Europa também tem relevância quanto ao número de projetos de armazenamento. No Reino Unido, Departamento de Negócios, Energia e Estratégia Industrial (BEIS) anunciou que financiará 24 projetos da tecnologia em uma competição de Demonstração de Armazenamento de Energia de Longa Duração. O ministro de Energia e Mudanças Climáticas, Greg Hands, afirmou que para uma energia renovável barata, limpa e segura, impulsionar tecnologias de armazenamento de energia será essencial.

A fala do ministro britânico é pertinente à medida que com a expansão de fontes renováveis intermitentes, a flexibilidade torna-se cada vez mais relevante. Segundo um estudo realizado pela consultoria de Oxford Aurora Energy Research, serão necessários até 46 GW de armazenamento de energia para atingir a meta de neutralizar as emissões de carbono até 2035 no Reino Unido. No entanto, a pesquisa afirma que mais da metade desta capacidade deverá ser de longa duração (acima de quatro horas), o que esbarra na já citada escassez de sistemas desse tipo no mercado.

Armazenamento de Energia

Atualmente, esta modalidade de armazenamento é representada por apenas 2,8 GW de usinas hidrelétricas reversíveis no Reino Unido. Para tentar contornar essa barreira, o Laboratório Nacional do Noroeste do Pacífico (PNNL) desenvolveu uma nova forma de armazenar energia em grande escala por longos períodos. A [alternativa](#), baseada em baterias de fluxo redox de vanádio, já está sendo levada ao mercado através de uma parceria do laboratório com duas empresas.

Os sistemas de baterias residenciais também estão em ascensão, o principal uso deste tipo de solução é atrelado a geração distribuída fotovoltaica, visando melhor aproveitamento da energia autoproduzida. Segundo um [relatório](#) da Guidehouse Insights, que analisou o mercado de sistemas residenciais de armazenamento de energia (RESS) até 2030, a tecnologia terá uma taxa de crescimento anual composta de 21,3% de 2021 a 2030.

A sinergia entre armazenamento e geração de energia não se limita à aplicação residencial. Usinas solares com armazenamento são cada vez mais comuns. Nesse viés, o maior [projeto](#) deste tipo do mundo acaba de receber AUD 210 milhões (US \$152,2 milhões) em aumento no capital de seu financiamento. A fazenda solar PowerLink Austrália-Ásia (AAPowerLink), da Sun Cable, conta com 20 GW de geração e até 42 GWh de armazenamento de energia e visa fornecer eletricidade renovável para Darwin e Cingapura.



Crédito: Getty Images/freepik, criada por vectorjuice

Veículos Elétricos

Em um cenário de ampliação da inserção dos veículos elétricos (VEs), o desenvolvimento da infraestrutura de carregamento se mostra indispensável. Neste sentido, o futuro do mercado de mobilidade elétrica enfrenta um dilema similar ao do ovo e da galinha entre esses dois elementos (VEs e carregamento). O tema não reflete a busca de uma resposta concreta para esse dilema, mas busca evidenciar a importância do vínculo atribuído aos VEs e a infraestrutura da rede.

Na conferência online Evision 2022, promovida pela federação de indústrias do setor elétrico europeu Eurelectric, foi discutido os desafios e oportunidades para as concessionárias em torno da adoção de VEs, trazendo a questão sobre o que deve ser desenvolvido primeiro, os VEs ou a infraestrutura da rede. Por sua vez, o relatório resultante deste evento – *“Power sector accelerating e-mobility”* – analisa o papel dos operadores de pontos de carregamento (CPOs), que garantem permissões para instalar infraestrutura, e dos operadores de rede, responsáveis por conectar a energia aos pontos de carregamento, para resoluções de problemáticas ligadas ao processo de carregar VEs. Além disso, o estudo se concentra no aumento previsto nas vendas de VEs na Europa (UE27, além da Noruega, Suíça e Reino Unido) e a infraestrutura de carregamento necessária para apoiá-lo, considerando as diferentes necessidades de carregamento em seis segmentos: residencial (rural e urbano), local de trabalho, hub de frota, hub de pernoite e corredor rodoviário.

Ao longo do [relatório](#), apresentou-se uma pesquisa da iniciativa EV100 do The Climate Group, que cita a falta de infraestrutura de carregamento como responsável por 67% dos empecilhos ao crescimento da mobilidade elétrica, sendo a barreira mais significativa. De acordo com a Eurelectric, a demanda total de eletricidade na Europa deverá aumentar cerca de 1,8% ao ano até 2030 para cerca de 3.530TWh para atender à expansão dos VEs. Deste modo, serão necessários 34 milhões de carregadores até 2030, dos quais 29 milhões serão residenciais para acomodar 60 milhões de VEs e 65 milhões de carregadores até 2035, dos quais 56 milhões serão residenciais para acomodar 130 milhões de VEs. O gráfico 3 (página seguinte) demonstra estas projeções.

Veículos Elétricos

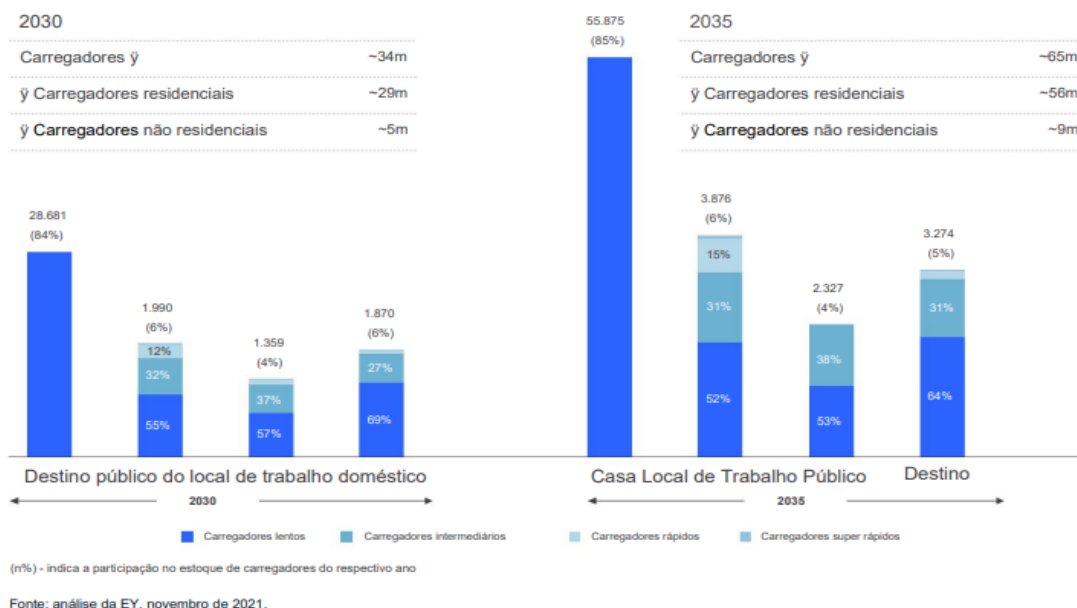


Gráfico 3: Estoque de carregamento por local de carregamento e tipo de carregador
 Fonte: [EY \(2022\)](#).

A relevância da necessidade de ampliação das infraestruturas de recarga está sendo amplamente reconhecida e tratada em projetos de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D), como no informe [“EV Charging: Key Opportunities, Challenges & Market Forecasts 2021-2026”](#) da Juniper Research – uma empresa de analistas especializada em pesquisa de mercado de tecnologia digital. Neste novo estudo descobriu-se que os gastos com carregamento residencial de veículos elétricos crescerão em um nível superior a 390% nos próximos 5 anos, excedendo US\$ 16 bilhões globalmente em 2026. Por sua vez, o desenvolvimento do mercado de carregamento de VE se deve ao menor custo e conveniência do carregamento doméstico de VEs, em vez de usar redes públicas de carregamento caras e que frequentemente podem ser um incômodo.

A Juniper Research também analisa o cenário da mobilidade elétrica em seu *whitepaper* [“How EV Charging is Driving Electric Mobility Forward”](#), que mostra as perspectivas do volume global de sessões de carregamento de veículos elétricos, em que uma bateria de VE é carregada usando um ponto de carregamento. Segundo o *whitepaper*, o volume das sessões de carregamento terá uma taxa de crescimento de 65% nos próximos cinco anos, excedendo US\$ 1,5 bilhão por ano em 2026, comparado ao nível de US\$ 200 milhões em 2021. Este crescimento é consequência de incentivos governamentais para veículos elétricos, bem como maior disponibilidade de serviço de carregamento.

Gestão e Resposta da Demanda

Apesar de ser um conceito amplo, segundo a Empresa de Pesquisa Energética ([EPE](#)) a flexibilidade pode ser definida como a possibilidade de variação da geração, de forma controlável, para atender às necessidades do sistema elétrico. Este conceito está cada vez mais em evidência devido à transição energética e à consequente expansão das fontes renováveis intermitentes. Sendo assim, a resposta da demanda é um importante mecanismo para fornecer flexibilidade à rede, pois através dela é possível gerenciar a demanda de energia através de sinais de preços ou pelo controle direto da carga de consumidores, com acordos previamente estabelecidos.

Neste contexto, a National Grid ESO, utility britânica, e Octopus Energy, grupo britânico de energia renovável, realizaram um [projeto](#) visando incentivar a redução do consumo fora dos horários de pico através de resposta da demanda, de modo a testar o efeito de iniciativas como esta no equilíbrio da rede. O objetivo do projeto é obter informações sobre a capacidade da flexibilidade doméstica de reduzir o estresse do sistema elétrico nos horários de pico. James Eddison, CTO e cofundador do Octopus Energy Group, afirmou que 1,4 milhões de clientes serão convidados a participar do teste, que tem capacidade de reduzir a demanda de energia durante os períodos de pico em até 23%.

Projetos este estão sendo realizados de diferentes maneiras no mundo todo. No Texas, o OhmConnect Energy (OCE) lançou um [novo modelo](#) de incentivos para programas de resposta da demanda. A fornecedora varejista de eletricidade irá pagar os consumidores que economizarem energia durante os horários de pico. Além do já utilizado modelo de recompensa através do fornecimento de créditos na conta de energia, a OCE trará aos clientes a possibilidade de utilizar os benefícios para participar de sorteios ou comprar dispositivos inteligentes que auxiliam na gestão energética.

A flexibilidade no segmento residencial tem um potencial interessante de colaborar com o setor elétrico do futuro, cada vez mais complexo e descentralizado. Segundo o novo [relatório](#) da Guidehouse Insights, o investimento em sistemas residenciais de armazenamento de energia está

Gestão e Resposta da Demanda

crescendo, o que é diretamente associado à expansão do uso de sistemas de geração distribuída fotovoltaica. Dentre outros fatores, esta tendência positiva dos REDs pode ser explicada pela mudança comportamental dos consumidores, que cada vez mais desejam autonomia e controle sobre o uso da energia. A resposta da demanda possui bastante sinergia com este cenário, pois através dela os consumidores podem otimizar o seu consumo, obtendo vantagens financeiras ao mesmo tempo que colaboram com o sistema.



Sugestão de Leitura

A Delta-EE, provedora de serviços de consultoria e pesquisa de energia, em parceria com a Smart Energy Europe, associação empresarial europeia, elaborou o relatório “European Market Monitor for Demand Side Flexibility 2021”, com o objetivo de analisar e comparar o mercado de flexibilidade do lado da demanda em 30 mercados europeus. Através de entrevistas com cerca de 100 importantes agentes do setor elétrico, o estudo reuniu dados, avaliou e classificou os países baseado em quatro categorias: tamanho do potencial mercado de flexibilidade, progresso regulatório da flexibilidade do lado da demanda, flexibilidade local e futuro da flexibilidade. Dentre as conclusões do relatório, tem-se que Espanha, França, Grã-Bretanha, Alemanha e Itália são os cinco maiores mercados, representando cerca de 60% do valor total da flexibilidade.

Para saber mais, acesse [aqui](#).

Microrredes e Usinas Virtuais de Energia

As microrredes enfrentam diversos desafios para a implementação de seus modelos de negócio, tanto regulatórios quanto técnicos. Porém, tais desafios estão sendo gradualmente solucionados, permitindo o desenvolvimento do mercado. De acordo com um novo [relatório](#) divulgado pela *Transparency Market Research*, [o mercado global de microrredes aumentará 11,3% entre 2021 e 2031](#), resultando em um aumento na geração de receita de US\$ 63,5 bilhões para US\$ 206,1 bilhões. De acordo com o estudo, os fatores que impulsionam um aumento na adoção de microrredes incluem: a incapacidade das redes de atender à crescente demanda de energia, o aumento da confiabilidade e resiliência da rede durante eventos climáticos extremos, a Indústria 4.0, as metas de sustentabilidade, a intermitência das energias renováveis e a modernização da rede.

Os impactos dos eventos climáticos extremos na resiliência da rede elétrica têm sido extensamente debatidos. Em março de 2022, [enchentes devastadoras](#) cortaram a energia de dezenas de milhares de pessoas em New South Wales e Queensland, regiões da Austrália. Isto poderia ter sido apaziguado com a instalação de microrredes renováveis como fonte de energia de backup, garantindo energia as comunidades regionais em casos de eventos como este. Utilizando microrredes, no caso da rede principal começar a falhar, é possível se desconectar da rede principal e continuar a operar no chamado modo “ilhamento”.

As [microrredes também podem auxiliar nas dinâmicas da mobilidade elétrica](#). O CEO da empresa de energia Hamster Energy, Idris Rufai, observou que a África não tinha infraestrutura e capacidade para apoiar soluções de mobilidade elétrica, especialmente em áreas rurais, mas que a solução estava em descentralizar o fornecimento de energia das redes estatais e permitir que o setor privado entrasse no mercado. Isto pode ser feito através da construção de microrredes baseadas em energia renovável para atender às áreas remotas. No eixo norte-americano, as concessionárias de carros dos EUA observaram a necessidade de atualizar sua infraestrutura elétrica rapidamente, devido ao rápido crescimento nas vendas de VEs. Sean Gouda, vice-presidente executivo da Future Energy, companhia focada em

Microrredes e VPP

serviços de infraestrutura industrial, afirmou que à medida que as concessionárias de energia tentam atender a essa demanda de serviços elétricos poderão ocorrer problemas operacionais e as microrredes podem ser a solução, uma vez que oferecem energia no local e permitem às concessionárias de carros a redução dos custos de eletricidade.

Projetos de Microrredes e Usina Virtual de Energia (VPP)

Instalação de teste de microrrede de Queensland contribui para a transição energética do estado



A concessionária de Queensland, Ergon Energy, abriga as novas instalações de Microgrid and Isolated Systems Test (MIST), que está ajudando a orientar a transição energética do estado australiano. O MIST é utilizado para testes de energia solar e baterias, microrredes e sistemas de energia autônomos, bem como tecnologias emergentes, como armazenamento de energia de hidrogênio e redução de carbono. A iniciativa tem desempenhado um papel fundamental no avanço das energias renováveis e na integração de novas tecnologias na rede elétrica de Queensland.

Crédito: Getty Images/iStockphoto

EUA: Swell Energy e Nuvve irão integrar REDs com usinas de energia virtuais

A empresa de projetos de usinas virtuais (VPPs) dos EUA, Swell Energy, formou uma parceria com a empresa especialista em mobilidade elétrica Nuvve para explorar a integração de diferentes REDs (armazenamento de energia e GD) para residências e empresas. Os parceiros estão lançando um compromisso estratégico de investigar como os VEs e sua infraestrutura podem participar da rede VPP da Swell. Agregá-los significa que eles podem ser controlados e despachados de forma coordenada, ajudando as concessionárias a gerenciar os fluxos de energia em suas redes e reduzindo a dependência de usinas termelétricas.

Tecnologias e Soluções Digitais

Dentre as tecnologias associadas à digitalização do setor elétrico, destacam-se as tecnologias de *blockchain*, que estão tendo um grande papel na descentralização e automação de diversos processos no setor, como a comercialização, segurança cibernética, validação de dados, entre outros.

Na Europa, tem-se analisado as políticas públicas, regulamentações e os desafios para o setor de energia europeu associados à aplicação das tecnologias *blockchain*. Por exemplo, o [projeto ENERCHAIN](#), que buscou investigar a aplicabilidade e o potencial da tecnologia no setor de energia, identificou cinco utilizações promissoras: medição inteligente, comunidades de energia incluindo *peer-to-peer* e *peer-to-grid*, flexibilidade de prestação de serviços, certificação de origem e integração de rede de VEs. Além disso, os resultados do projeto apontaram que em todos os casos o potencial para a implementação de *blockchain* é viável e funcional, porém ainda há alguns desafios que devem ser superados, como questões de segurança; escalabilidade; acesso a dados; definição de padrões; entre outros.

A Energy Web (companhia especializada em sistemas descentralizados de energia), em parceria com a Vodafone (companhia de tecnologias de comunicação) e o Mastercard (multinacional especializada em transações e digitalização), irá [desenvolver soluções para uma nova plataforma de 'Economy of Things'](#). A plataforma, que permitirá que dispositivos conectados verificados a partir da tecnologia *blockchain* no sistema Digital Asset Broker (DAB) da Vodafone realizem transações de forma transparente e segura, incluindo VEs que realizam transações diretamente com pontos de carregamento. Um dos aplicativos desenvolvidos na plataforma, Green Charging, fornece um processo transparente para fracionar RECs (Renewable Energy Certificates), permitindo que qualquer pessoa adquira provas de que a energia comprada para carregamento é certificada de fontes renováveis. Usando um único aplicativo, é possível escolher a eletricidade com o melhor preço com base na localização e no tempo de carregamento e pagar por ela automaticamente. Quando um VE está conectado, o carro e a estação de carregamento se identificam usando a rede da Vodafone, enquanto os pagamentos da energia são feitos através da rede Mastercard.

Tecnologias e Soluções Digitais

Além do *blockchain*, a inteligência artificial (IA) também tem sido utilizada no setor elétrico. Na Espanha, o [projeto de pesquisa IA4TES](#) da Iberdrola em parceria com a Minsait (empresa de soluções tecnológicas) tem como objetivo desenvolver tecnologias avançadas que prolonguem a vida útil das instalações de geração de energia renovável, aumentem a eficiência, flexibilidade e sustentabilidade das redes elétricas, assim como tecnologias que possibilitem uma nova estrutura para acelerar a participação dos prossumidores no mercado de energia. A Minsait coordenará os projetos que estudarão a aplicação de tecnologias inteligentes para a otimização da operação e manutenção dos ativos utilizados na geração eólica e fotovoltaica.

Iniciativas em destaque

Nanossatélite da DEWA melhora o gerenciamento de redes de energia e água

A concessionária de eletricidade e água dos Emirados Árabes Unidos (DEWA), primeira no mundo a lançar seu próprio satélite, informou que o satélite DEWA-SAT 1 forneceu à sua equipe de P&D o conhecimento, a experiência na eficácia e no valor da tecnologia para melhorar o gerenciamento da energia da concessionária e da transmissão de água e redes de distribuição. O DEWA-SAT 1 é um nanossatélite da NanoAvionics, companhia especializada na produção de satélites. A concessionária planeja, a partir desta experiência, oferecer satélites para o setor de serviços públicos globalmente.

Namíbia: Hidrogênio verde será verificado com tecnologia blockchain

O provedor descentralizado de dados climáticos dClimate firmou parceria com a Namíbia para se tornar um verificador do impacto de carbono e das iniciativas de sustentabilidade do país. A parceria por meio da Universidade da Namíbia incluirá o estabelecimento de um sistema de registro e verificação local de blockchain para quantificar a economia de carbono do país, emissões de carbono e créditos de carbono de projetos de hidrogênio verde na Namíbia.

Segurança Cibernética

O desenvolvimento das tecnologias digitais desencadeou uma nova dinâmica de relações internacionais ligadas às políticas cibernéticas. Ataques cibernéticos podem causar grandes turbulências econômicas e afetar severamente a soberania dos países. Em julho de 2021, em um esforço para fortalecer sua segurança cibernética, o Partido Comunista Chinês (PCCh) elaborou um plano de ação de três anos, que deve aumentar a [tensões entre a China e os EUA](#). Após o ataque cibernético à News Corp, companhia relevante relacionada a mídia estadunidense, os EUA estão em alerta. O conflito cibernético, principalmente entre os dois países tende a se intensificar nos próximos anos, e segundo um relatório do senado americano, os EUA estão bastante vulneráveis: 7 em cada 8 agências federais estão falhando em proteger dados críticos.

Os riscos se tornam ainda maiores, devido às tensões cibernéticas envolvendo os EUA. A invasão da Ucrânia pela Rússia aumentou as tensões globais e os setores críticos de infraestrutura dos EUA estão se preparando para possíveis ataques cibernéticos. Mas [especialistas acreditam que não há um aumento imediato na ameaça às empresas de eletricidade](#) e pode não ser necessário que as concessionárias tomem medidas defensivas adicionais imediatamente. No final de fevereiro, o presidente Joe Biden alertou a Rússia sobre a iminência de um contra-ataque cibernético caso a infraestrutura crítica americana seja violada. O governo federal estadunidense tem trabalhado para reforçar a defesa de 16 setores críticos, incluindo energia, comunicações, serviços financeiros e agricultura.

Dada esta constante ameaça aos EUA, as [seguradoras estão receosas com o potencial de ataques](#) e estão aumentando os prêmios de seguro para empresas de energia, de acordo com Michael Gaudet, líder em energia e serviços públicos dos EUA. As concessionárias de energia elétrica que adquirem o seguro cibernético viram os prêmios aumentarem de 25 a 30%, enquanto outros tipos de empresas de energia no setor de seguros comerciais viram os prêmios mais que dobrarem. Como consequência, as ameaças ao EUA estão preocupando investidores e a *Securities and Exchange Commission* (SEC), agência independente responsável por regular o mercado de capitais nos EUA, propôs [regras mais rígidas e detalhadas](#)

Segurança Cibernética

relacionadas à segurança cibernética, incluindo relatórios mais profundos da empresa sobre ataques cibernéticos e arquivamentos regulares sobre gerenciamento, governança e estratégia de riscos cibernéticos.

Acontecimentos Relevantes

Estações de carregamento de VEs são foco para pesquisadores de segurança cibernética

Em um artigo publicado na revista *Computers & Security*, uma equipe de pesquisadores liderada pela Universidade de Concordia estudou as vulnerabilidades encontradas em alguns dos maiores fabricantes da indústria de estações de carregamento de veículos elétricos (VEs). Eles encontraram vulnerabilidades que podem deixar estes sistemas sujeitos à ataques cibernéticos, com consequências que afetam os usuários, as próprias estações e até a rede elétrica à qual eles se conectam. Os pesquisadores utilizaram várias técnicas para avaliar a segurança de 16 sistemas de gerenciamento de estações de carregamento de VEs, incluindo pesquisa e coleta de sistemas, engenharia reversa e técnicas de teste de penetração. Eles identificaram e descobriram vulnerabilidades e depois discutiram as implicações de ataques cibernéticos simulando o possível impacto de um ataque a rede elétrica.

UL publica relatório sobre segurança cibernética para REDs

A Underwriter Laboratories (UL), líder global em ciência da segurança, publicou um novo relatório em cooperação com o Laboratório Nacional de Energia Renovável (NREL) do DOE, que observou uma normalização das ameaças de segurança cibernética. Recentemente, milhares de usuários de internet na Europa perderam o acesso a serviços devido a um “evento cibernético”. [O mesmo ataque derrubou quase 6 mil turbinas eólicas \(11 GW\) na Alemanha e na Europa Central.](#) O crescimento da energia distribuída (REDs) é um novo alvo para ataques cibernéticos e realizar procedimentos de teste de certificação são necessários para identificar lacunas na funcionalidade de segurança cibernética dos REDs, bem como mandatos para recursos seguros no dispositivo, rede e nível do sistema. A ameaça cibernética aumenta quando os recursos têm ferramentas de comunicação.

Considerações Finais

Os recentes conflitos entre a Rússia e Ucrânia tornaram ainda mais evidente a dependência mundial dos combustíveis fósseis, ampliando as discussões sobre a transição energética e a expansão das energias renováveis como uma solução para aumentar segurança energética. Além das energias renováveis, iniciativas de eficiência energética e a sua integração com outros REDs, como resposta da demanda, também pode contribuir para minimizar os impactos desta crise energética mundial, através da diversificação da matriz energética e conseqüentemente da redução da dependência dos combustíveis fósseis, contribuindo para minimizar os impactos da flutuação dos preços de energia.

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

ISBN:



www.gesel.ie.ufrj.br