

# Observatório de Tecnologias Exponenciais

Nº 02

---

NOVEMBRO  
2021



# Observatório de Tecnologias Exponenciais N° 02

## **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: 978-65-86614-38-1

Novembro de 2021

# Sumário

Introdução.....	4
<b>1. Transição Energética e ESG .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Eficiência Energética .....</b>	<b>8</b>
2.1. Cenário Internacional .....	8
2.2. Cenário Nacional .....	9
<b>3. Geração Distribuída .....</b>	<b>10</b>
3.1. Cenário Internacional.....	10
3.2. Cenário Nacional .....	11
<b>4. Armazenamento de Energia.....</b>	<b>12</b>
4.1 Cenário Internacional.....	12
<b>5. Veículos Elétricos .....</b>	<b>13</b>
<b>6. Gestão e Resposta da Demanda.....</b>	<b>15</b>
6.1. Cenário Internacional.....	15
6.2. Cenário Nacional .....	16
<b>7. Microrredes e Usinas Virtuais.....</b>	<b>17</b>
7.1. Cenário Internacional.....	17
<b>8. Tecnologias e Soluções Digitais.....</b>	<b>19</b>
8.1. Gerenciamento da Demanda.....	20
8.2. Operação de Sistema.....	20
<b>9. Segurança Cibernética.....</b>	<b>21</b>
9.1. Cenário Internacional.....	21
9.2. Cenário Internacional.....	22
Considerações finais.....	23

# Introdução

---

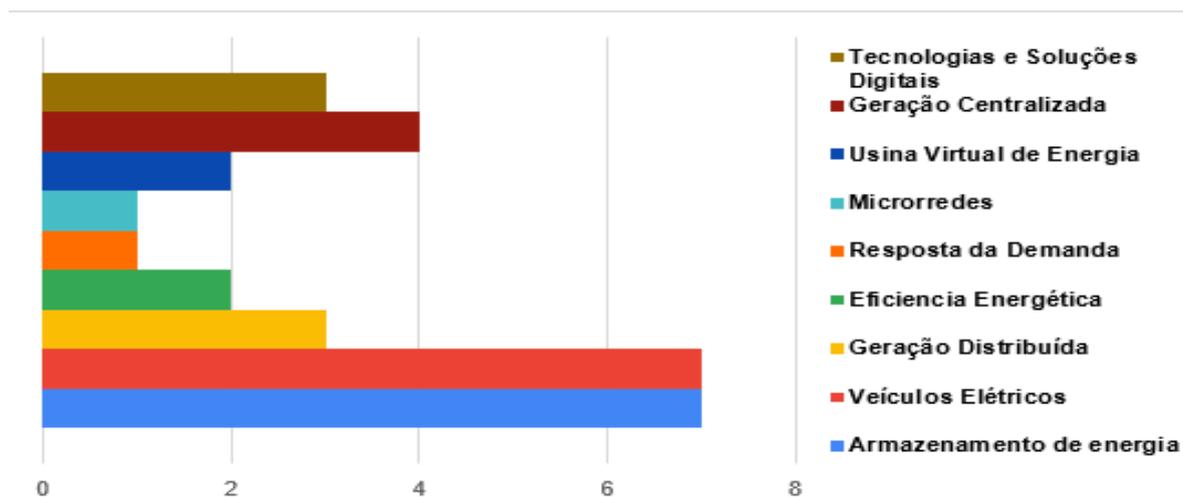
A transição energética é uma mudança estrutural do setor de energia, que se baseia, principalmente, no aumento da inserção de fontes de energias renováveis para a descarbonização da economia. Devido à intermitência destas fontes, a operação do sistema elétrico se torna mais complexa, exigindo mecanismos 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 no setor elétrico 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 necessidade e a importância da transição energética mundial segue sendo reforçada através do seu progresso contínuo. Com isso, surgem projetos voltados para a aceleração deste processo junto à disseminação dos REDs e de suas necessidades tecnológicas. Ao observar os projetos alavancados no mês de outubro, por meio do **Gráfico 1**, o armazenamento de energia prolonga o seu lugar de destaque, oferecendo amparo para as fontes de energia renováveis, principalmente a solar. No mesmo patamar, encontram-se os veículos elétricos, representando a importância da descarbonização em um dos setores que mais emitem gases do efeito estufa (GEE) no mundo: o setor de transportes.



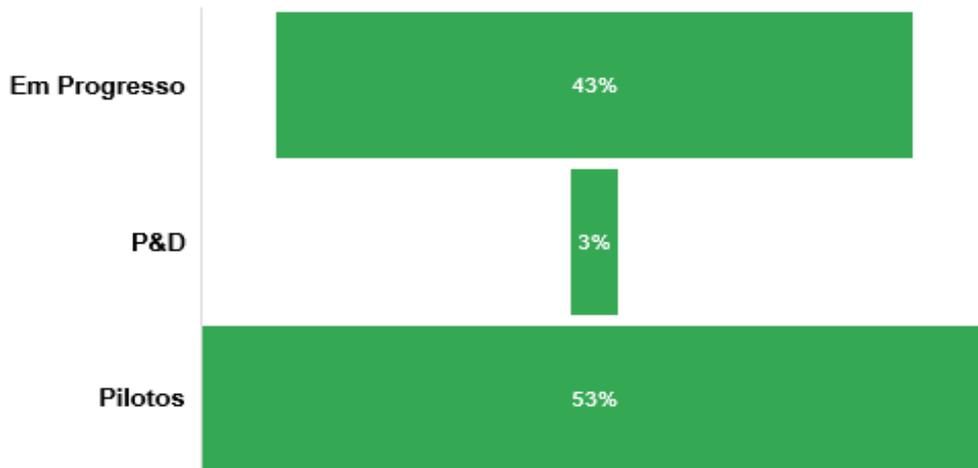
**Gráfico 1** - Número de projetos em P&D, financiamento e pilotos anunciados no mês de outubro, por tecnologia.

Fonte: Elaboração própria

Os projetos anunciados podem ser classificados em três tipos: projetos em progresso, projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e projetos pilotos. Os enquadrados na primeira tipologia (43%), apesar de ainda não representarem a maior parcela observada (Gráfico 2), trazem um destaque ao papel dos financiamentos para a aceleração da transição energética.

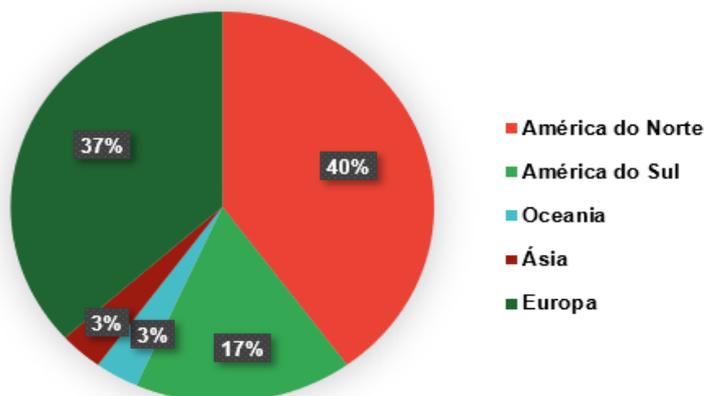
Assim, embora estejam sendo aprovados novos financiamentos nos EUA, segundo a [RMI](#), organização mundial em prol da energia limpa, o país não deve descartar as linhas já existentes. No momento, há mais de 100 programas federais que podem apoiar uma transição mais equitativa sem a necessidade de aprovação de uma nova legislação. Ademais, alguns desse programas já estão sendo reorientados para se concentrar na ação climática e na transição para uma economia de baixo carbono.

# Transição Energética e ESG

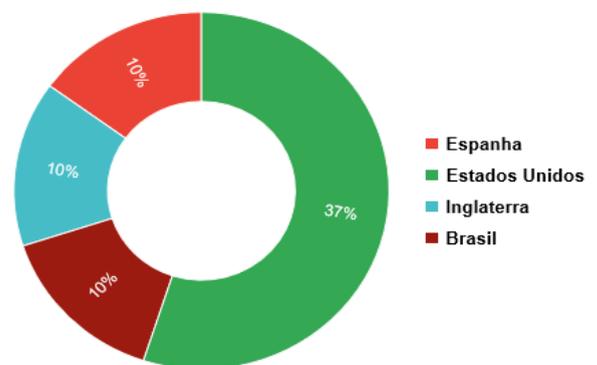


**Gráfico 2** - Classificação dos projetos anunciados no mês de outubro  
Fonte: Elaboração própria

De acordo com os Gráficos 3 e 4, a América do Norte se mantém com a maior participação (40%) frente aos projetos mensais, com destaque ainda para o EUA. Contudo, o crescimento da América do Sul (37%), observado no [Observatório nº 01](#), publicado no mês anterior, se mantém, com ênfase na participação mais significativa de outros países, além do Brasil, visando a descarbonização. Ainda assim, o destaque da região permanece no Brasil, em razão das cooperações internacionais que se tornam cada vez mais essenciais para a constância da transição energética a nível global. Como exemplo, [apresenta-se o lançamento da ferramenta Brazil Green Finance Programme, que visa avaliar os investimentos públicos em energia solar, através da cooperação](#) em finanças verdes entre o Reino Unido e o Brasil.



**Gráfico 3** - Distribuição de projetos identificados no mês de outubro, por continente  
Fonte: Elaboração própria

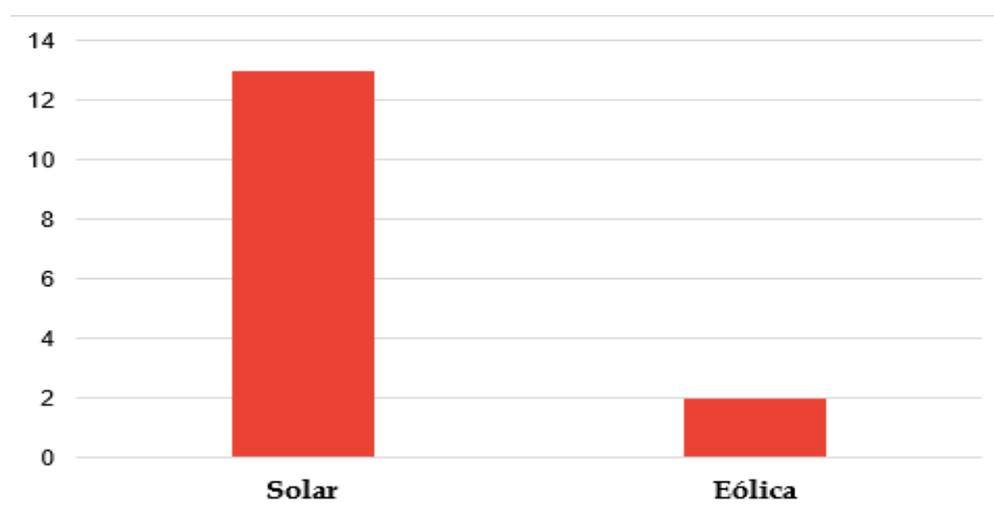


**Gráfico 4** - Distribuição de projetos identificados no mês de outubro, por país  
Fonte: Elaboração própria

Nesse *ranking*, a Europa apresenta-se em terceiro lugar, com 17% das iniciativas, destacando-se a Espanha e a Inglaterra.. A Oceania e a Ásia ocupam a última posição, empatadas com 3% dos projetos. A novidade frente ao mês anterior aparece com a presença da Ásia no gráfico. A cooperação internacional é reforçada novamente neste caso, em função do anúncio recente de parceria firmada entre o Banco Asiático de Investimento em Infraestrutura (AIIB) e a Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA) através de um memorando de entendimento ([MOU](#)), a fim de mobilizar maior capital privado direcionado à energia renovável para o continente.

# Transição Energética e ESG

A fonte solar permanece com o destaque na transição energética global, como pode ser visto no Gráfico 5, apesar da tendência de alta nos preços. Neste sentido, nos EUA, as restrições da cadeia de abastecimento de componentes críticos para equipamentos solares estão levando ao aumento de preço em todos os segmentos do mercado de energia solar, segundo o relatório [US Solar Market Insight](#), divulgado pela Solar Energy Industries Association (SEIA) e pela Wood Mackenzie.



**Gráfico 5** – Distribuição dos projetos com foco em geração distribuída e centralizada identificados no mês de outubro por tipo de fonte renovável  
Fonte: Elaboração própria

No contexto mundial, a intensificação da inclusão das métricas ESG (sigla em inglês que se refere às boas práticas ambientais, sociais e de governança) tanto por empresas estatais quanto pelas privadas, mostra-se cada vez mais necessária. Um exemplo disso é a [Aliança Global para Energia Sustentável](#), que une 17 corporações e associações em uma aliança global em defesa de uma cadeia renovável de energia, sendo a Eletrobrás a única representante brasileira.

Além disso, segundo a [Bloomberg New Energy Finance](#) (BNEF), 111 empresas, que representam dois terços dos maiores emissores de GEE do mundo, estabeleceram metas com o intuito de reduzir totalmente ou compensar suas emissões líquidas em carbono. Deste modo, evidencia-se a importância de associar diferentes mecanismos, como financiamentos e cooperações internacionais, para habilitar novas tecnologias, visando a transição para uma energia mais limpa.

# Eficiência Energética

## Cenário Internacional

A necessidade de redução das emissões de GEE tem promovido iniciativas de eficiência energética (EE), visando uma redução inteligente do consumo de energia elétrica. Segundo o [Conselho Americano para uma Economia Eficiente em Energia](#) (ACEEE), a EE tem o potencial de ajudar os EUA a realizar uma transição energética acessível e equitativa, evitando que os estados com objetivos climáticos robustos elevem os custos de implementação de ações em prol da sustentabilidade energética para famílias e empresas participantes do processo rumo a uma economia de baixo carbono. Neste contexto, o Departamento de Energia americano (DOE) anunciou um [financiamento](#) no valor de US\$ 61 milhões destinados a 10 projetos piloto, que implementarão novas tecnologias para transformar milhares de casas e locais de trabalho em edifícios mais eficientes.

Ademais, o [Movimento pela Eficiência Energética](#), lançado pela ABB, fabricante de equipamentos suíça, acredita que o impacto das mudanças climáticas nos países mais populosos da América Latina, como Brasil, México e Colômbia, sempre são maiores nos períodos de secas e de chuvas. Com isso, a empresa pretende mitigá-las através da implementação de soluções inteligentes, que já foram responsáveis por uma redução do consumo de energia de 25%.

## Iniciativa em Destaque

### Willdan irá implementar projetos de eficiência energética

A cidade de Dublin, na Califórnia, assinou um [contrato](#) de US\$ 21,2 milhões com a Willdan, uma empresa de engenharia, para implementar um projeto de eficiência energética, infraestrutura, resiliência e melhorias em cidades inteligentes.

A companhia será responsável por executar a engenharia do projeto, desenvolvimento, a construção, o comissionamento, a medição e a verificação de economia em mais de 20 locais em toda a cidade, incluindo a implantação REDs em 10 deles.



Figura 1 - Cidade de Dublin, Califórnia  
Fonte: [WILLDAN \(2021\)](#)

# Eficiência Energética

## Cenário Nacional

Os projetos de eficiência energética, dentro do cenário nacional, têm sido impulsionados a partir de iniciativas apoiadas pelo governo. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), órgão regulador setorial, é a responsável pelo desenvolvimento de grande parte dos projetos anunciados no mês de outubro. Neste contexto, a ANEEL regulamentou um Programa de Eficiência Energética, com investimentos no valor de R\$ 73,3 milhões advindos da CPFL Energia. O objetivo é utilizar esse financiamento para a execução de 125 projetos de eficiência energética, que beneficiarão a população brasileira, por meio de iniciativas como CPFL nos Hospitais, Projeto Bônus Geladeiras e Projetos de Baixa Renda. Outras iniciativas podem ser vistas no **Quadro 1**.

**Quadro 1** - Levantamento de iniciativas de eficiência energética

Projeto	Agência Governamental	Objetivo
Trilateral Brasil-Bolívia-Alemanha	<u>Agência Brasileira de</u> <u>Cooperação (ABC)</u>	Promover diretrizes para a implementação de eficiência energética na Bolívia
Programa de Eficiência Energética	<u>ANEEL</u>	Financiamento para a execução de 125 projetos de Eficiência Energética
Chamada Pública de Projeto Prioritário de Eficiência Energética	<u>ANEEL</u>	Apresentar soluções de eficiência energética para hospitais públicos e possuam CEBAS

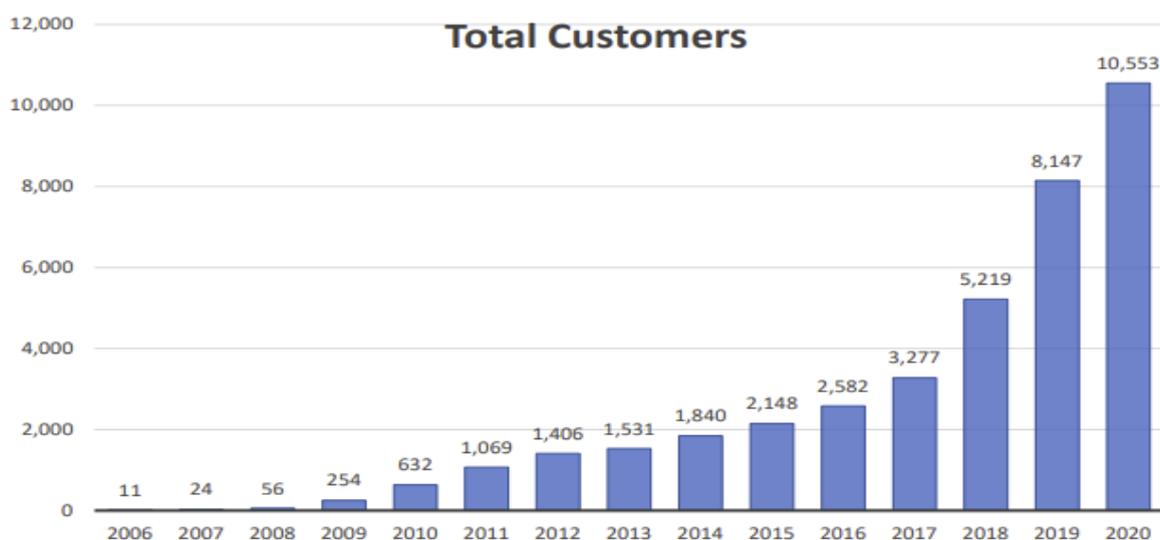
A Agência também abriu a Chamada Pública de Projeto Prioritário de Eficiência Energética nº 003/2020, que visa encontrar soluções de eficiência energética para hospitais públicos e aqueles possuíntes da Certificação das Entidades Benéficas de Assistência Social (CEBAS). O objetivo é a melhoria das instalações elétricas internas dos prédios, demandando um investimento extra para renovação da infraestrutura desses edifícios. A ANEEL também incentivou o debate sobre o projeto trilateral desenvolvido entre Brasil, Bolívia e Alemanha no Aneelcast, cujo objetivo principal é promover diretrizes para a implementação de eficiência energética na Bolívia. Em suma, as iniciativas evidenciam a importância da eficiência energética dentro da transição para uma energia limpa

# Geração Distribuída

## Cenário Internacional

A geração distribuída (GD) está em expansão nos EUA, incentivada principalmente por programas estaduais. Segundo [anúncio da Governadora de Nova York](#), o estado irá quase dobrar a meta de instalações solares distribuídas. Isso ocorreu graças ao Programa NY-Sun, programa de incentivo financeiro estadual para instalação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, que já recebeu iniciativas de cerca de US\$ 1,8 bilhão. O NY-Sun já estava perto de alcançar, ainda em 2021, a sua meta prevista até 2025, de 6 GW de capacidade, por isso foi ampliado para 10 GW, a serem alcançados até 2030. O NY-Sun já apoiou mais de 114.000 projetos, que complementam outros 73 projetos de grande escala em andamento por todo o estado.

No estado de Michigan, de acordo com um novo relatório da [Comissão de Serviço Público do Michigan](#) (MPSC), o programa estadual de geração de energia distribuída adicionou mais de 2.400 novos clientes no ano passado, expandindo a capacidade instalada em 37% (Gráfico 6). O programa tem como base permitir que os clientes gerem sua própria energia, o que, por sua vez, também possibilita que eles reduzam suas faturas de eletricidade, consumindo menos da concessionária. A maioria esmagadora (97%) dos projetos de prossumidores está baseada na energia solar e o restante em energia eólica.



**Gráfico 6:** Evolução na quantidade de consumidores aderentes ao programa de geração distribuída de Michigan

Fonte: [MPSC \(2021\)](#)

# Geração Distribuída

## Cenário Nacional

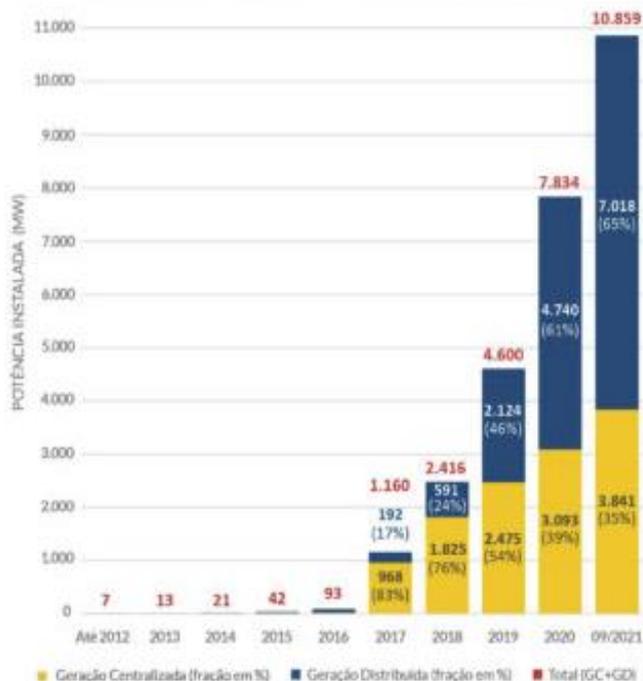
O Brasil tem sentido os primeiros impactos do novo marco da GD, aprovado recentemente na Câmara, com um aumento expressivo do número de projetos (**Gráfico 7**). O [Itaú BBA](#), por exemplo, que já possuía operações de cerca de R\$ 1 bilhão em geração distribuída, impulsionados apenas pela demanda, recentemente divulgou uma nota afirmando que a procura aumentou após a aprovação do novo marco.

Ademais, o [novo projeto de lei](#), aprovado no Senado, também pode contribuir para a contínua ascensão da GD no Brasil. O projeto permite incluir, no financiamento de imóveis, o custo da instalação de um sistema de geração solar, facilitando a adesão de prossumidores. A nova regra pode ser aplicada para operações de financiamento até R\$ 1,5 milhão e o financiamento da instalação do sistema de energia não poderá ultrapassar os 10% do valor do imóvel.

O aumento da fatura de energia, somados com à ajuda de programas que estimulam a geração distribuída através de financiamentos com taxa de juros reduzida, tem feito a GD ganhar espaço em áreas rurais, atingindo a marca de 1 gigawatt de potência instalada, o suficiente para abastecer cerca de 1,5 milhão de habitantes. Um exemplo disso é o [Programa Paraná Energia Rural Renovável](#) (RenovaPR), que já elaborou 656 projetos para produtores que aderiram à iniciativa, instalando unidades de geração de energia solar ou biodigestor em suas propriedades. Juntos, os projetos alcançaram o montante de R\$ 120 milhões, dos quais quase R\$ 44 milhões já estão em bancos para financiar o equivalente a 244 iniciativas.

### Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil

Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2021.



**Gráfico 7** - Evolução da geração solar de energia no Brasil, entre 2017 a outubro de 2021.

Fonte: ABSOLAR (2021)

# Armazenamento de Energia

## Cenário Internacional

A importância do armazenamento de energia para o futuro das energias renováveis tem sido crescentemente debatida. Em vários países, já se encontram projetos em que o armazenamento é associado, principalmente, com a geração de energia solar, visando o atendimento de metas ambiciosas de descarbonização.

Durante a conferência da [Semana Nacional de Energia Limpa](#), líderes e executivos da indústria estadunidense alertaram que a descarbonização completa da rede elétrica dos EUA exigirá avanços contínuos em áreas cruciais, como o armazenamento de energia de longa duração. O país já tem planos de colocar em operação cerca de 14.5 GW de capacidade de armazenamento de bateria no período entre 2021 e 2024, dos quais 9,4 GW serão associados com energia solar, segundo o relatório da [Energy Information Administration](#) (EIA).

De acordo com o [IHS Markit](#), o mercado global de armazenamento de energia terá um rápido crescimento ainda neste ano, com instalações atingindo mais de 12 GW, um aumento de mais de 7 GW comparado a 2020. Além disso, será apenas o início de um período de expansão contínua, com instalações globais anuais definidas para exceder 20 GW, em 2024, e 30 GW, em 2030.

## Iniciativa em Destaque

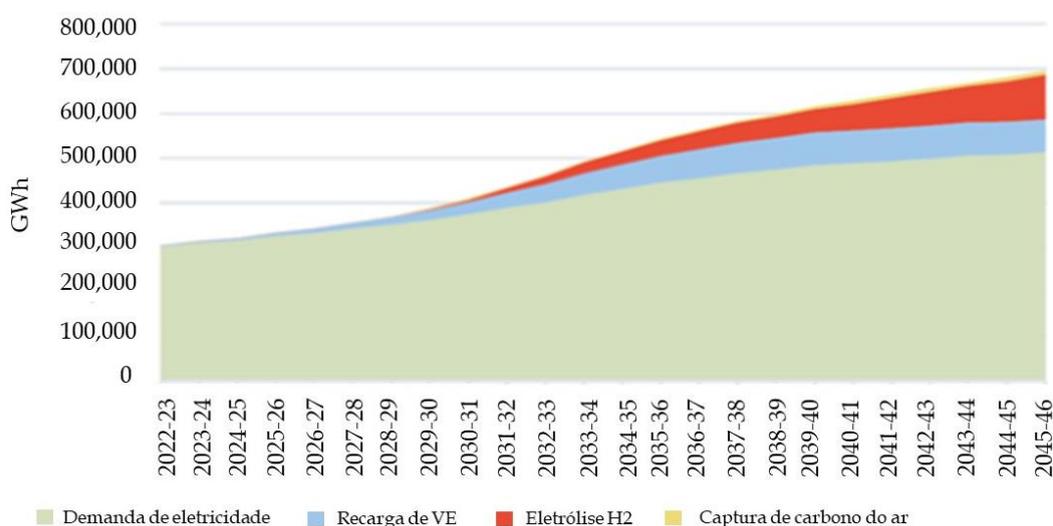
### Projeto: Baterias Tesla no maior parque solar do mundo

A [Dubai Electricity and Water Authority](#) (DEWA) desenvolveu um sistema de armazenamento de energia de 1,21 MW / 8,61 MWh, usando baterias de íon-lítio da Tesla, no Parque Solar Mohammed bin Rashid Al Maktoum, o “maior” projeto de energia renovável do mundo, localizado em Dubai, Emirados Árabes Unidos. O objetivo do projeto é testar como o armazenamento de energia pode ser utilizado para diversificar a matriz energética da concessionária, em um momento em que as demandas para a descarbonização do setor de energia vêm aumentando. Deste modo, utilizando o armazenamento de energia, as concessionárias são capazes de expandir o seu portfólio de energias renováveis e se afastar da geração de energia a partir de combustíveis fósseis

# Veículos Elétricos

No contexto internacional, entende-se que a descarbonização do setor de transportes deve ser uma preocupação geral e mesmo os países com produção intensiva de combustíveis fósseis devem aderir à eletrificação do setor. Com a combinação certa de políticas e sinergia entre os setores de energia e transporte, bem como com investimento de bancos multilaterais de desenvolvimento para apoiar governos ecologicamente responsáveis, todos os países têm a oportunidade de reduzir as suas emissões de GEE. Espera-se que a redução das emissões de GEE no transporte contribua significativamente para o cumprimento das metas do Acordo de Paris.

Porém, a transformação do setor de transportes precisa ser bem planejada. Neste sentido, tem-se o exemplo da Grã-Bretanha, cuja demanda de eletricidade do setor de transporte aumentará 31 vezes, até 2040, em relação aos níveis atuais, em consequência do aumento do uso de veículos elétricos. De acordo com o **Gráfico 8**, esta é uma estimativa da empresa de pesquisas Cornwall Insight em novo relatório divulgado, o qual ressalta que os veículos elétricos são vistos como cruciais na redução de emissões e poluição, porém a magnitude do impacto que a tecnologia terá no sistema elétrico não deve ser subestimada.



Nota: Esses volumes não incluem carga para atender às exportações para mercados interconectados, carga para serviço de armazenamento hidráulico bombeado ou baterias

**Gráfico 8** – Previsão da demanda de eletricidade

Fonte: [Cornwall \(2021\)](#)

# Veículos Elétricos

De todo modo, países europeus e norte-americanos estão caminhando a passos largos rumo à transição energética no setor de transportes, o que pode ser observado a partir de iniciativas voltadas à expansão da infraestrutura de carregamento de veículos elétricos desenvolvidas nestas regiões. Neste sentido, [a Europa e a América do Norte aumentarão o número de carregadores de veículos elétricos](#) em 38%, entre 2020 e 2025, de acordo com um novo relatório divulgado pela empresa de pesquisas Berg Insight. Isso significa que o número de carregadores de veículos elétrico na Europa e na América do Norte chegará a 7,9 milhões em 2025, comparado a 1,6 milhão, em 2020.

## Iniciativas Internacionais em Destaque

### Índia

#### **Governo indiano promove campanha para impulsionar a eletrificação**

A campanha indiana, intitulada Shoonya, visa acelerar a eletrificação das entregas para o consumidor final, criando uma categoria especial para entregas elétricas. Ao fazer isso, a marca Shoonya criará um mercado diferenciado para entregas neste modelo, além de ajudar as empresas de *e-commerce* a diferenciar suas ofertas das de seus concorrentes, o que deve acelerar a eletrificação das frotas de entrega. Caso o modelo seja bem-sucedido, poderá ser replicado em outras nações, incluindo nos EUA.

### Espanha

#### **Municípios receberão subsídios para avançar na descarbonização dos transportes**

O programa de ajuda aos municípios para implementação de zonas de baixas emissões (ZBE) e a transformação digital e sustentável do transporte urbano do governo espanhol tiveram uma forte adesão e 188 municípios solicitaram ao [Ministério dos Transportes, Mobilidade e Agenda Urbana](#) subsídios para implementar ZBE e avançar na descarbonização das cidades, promovendo modos de transporte mais sustentáveis e a ampliação dos transportes públicos. Os recursos para os subsídios virão de fundos europeus e cerca de um quinto da ajuda solicitada destina-se à aquisição de veículos zero emissões (ônibus urbanos ou frota de limpeza) e à implantação de postos de recarga, entre outras ações.

# Gestão e Resposta da Demanda

## Cenário Internacional

A atuação dos agregadores de carga é interessante para a modernização do setor elétrico, pois possibilita uma maior abrangência na elegibilidade para projetos inovadores. Isso ocorre pois os agregadores trabalham com a união de diversas cargas menores, as quais, sozinhas, não conseguiriam participar destes programas, e realizam uma gestão integrada, trazendo a estas cargas a possibilidade de participar de programas de gestão e resposta da demanda, por exemplo. Destacou-se recentemente no contexto internacional o plano da Clean Power Alliance (CPA), o maior agregador de resposta da demanda da Califórnia, o qual, em [parceria com a AutoGrid](#) e a Sunnova, irá implementar e escalar um programa abrangente de REDs.

Outro passo fundamental rumo ao sistema elétrico do futuro é o desenvolvimento de estratégias de difusão de medidores inteligentes. Neste viés, [a Australian Energy Market Commission](#) (AEMC) apontou, contudo, que a implementação da tecnologia no país tem sido lenta na última década, o que, somado ao baixo nível de conhecimento dos consumidores sobre os benefícios dos medidores para o sistema, tem sido prejudicial ao setor elétrico australiano. Para reverter esta situação, a AEMC estabeleceu [recomendações](#) para acelerar a implementação dos medidores inteligentes em residências e pequenas empresas.

Na Itália, a difusão dos medidores encontra-se mais acelerada. Prova disso é o recente anúncio da [SET Distribuzione](#), operadora do sistema de distribuição de Trento, de que 380 mil medidores inteligentes serão substituídos por uma versão mais moderna, de segunda geração. Infelizmente, no Brasil, a difusão desta tecnologia, essencial para a expansão de mecanismos de resposta da demanda se aproxima mais do caso australiano do que do italiano. Esta situação é prejudicial para o Setor Elétrico Brasileiro, pois o monitoramento do consumo em tempo real viabiliza a gestão da demanda de forma muito mais eficiente, permitindo, por exemplo, um acompanhamento preciso das metas do Programa de Redução Voluntária de Demanda, analisado a seguir.

O Programa de Redução Voluntária de Demanda (RDV), estabelecido para auxiliar no controle da crise energética pelo lado da demanda, tem

# Gestão e Resposta da Demanda

## Cenário Nacional

avançado a passos lentos. Após a aprovação de um adicional de redução de demanda para utilização pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), no mês de setembro, foram adicionados 205 MW aos 237 MW que já haviam sido aprovados, totalizando [442 MW](#) de ofertas para setembro no Programa de RVD. Dentre os setores da economia, o segmento da [metalurgia](#) obteve maior destaque no Programa, seguido dos setores de minerais não metálicos, químicos, extração de minerais não metálicos, alimentícios, madeira, papel e celulose, serviços e veículos.

Em workshop sobre o Programa de RVD, realizado pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), no dia 22 de setembro, o Diretor de Planejamento do ONS, [Alexandre Zucarato](#), afirmou que há a expectativa de que estes volumes aumentem com o tempo, com a obtenção de aprendizado, confiança e a participação de mais agentes. Neste viés, o atual montante atingido é pequeno frente às necessidades do setor elétrico, mas serve como um ponto de partida para incentivar a adesão ao Programa por mais empresas.

Alguns especialistas do setor elétrico acreditam que a redução da demanda pode gerar consequências negativas para a economia brasileira. Seguindo esta linha de raciocínio, a economista chefe do [Credit Suisse](#) Brasil, Solange Srouf, afirmou que 10% de redução no consumo de energia poderá gerar uma retração de 1% no PIB do país. Ela ainda afirma que este cenário poderá zerar o crescimento brasileiro em 2022, dado que a projeção para o ano seria de uma alta de 1,1% no PIB. Mesmo diante desta análise, a redução do consumo ainda deve ser vista como um importante objetivo, pois conter a crise energética segue como uma pauta prioritária no contexto brasileiro. Diante disso, a Electra Comercializadora foi a primeira empresa homologada pelo ONS e pela CCEE para atuar [como agregadora de carga](#). Além de impulsionar o Programa de RVD, a iniciativa do operador do sistema e da câmara de comercialização teve como objetivo acelerar a adesão de consumidores menores ao mercado livre.

Do ponto de vista do cliente, monitorar o desempenho no Programa de RVD tem se tornado mais fácil para consumidores da área de concessão da Energisa. Isto se [deve à iniciativa da distribuidora para fornecer ferramentas de acompanhamento do consumo de energia elétrica, focando na redução voluntária de demanda para consumidores de baixa tensão](#). Entre as funcionalidades da ferramenta, estão mecanismos de acompanhamento de metas e dicas de eficiência energética. No contexto internacional, a concessionária portuguesa [EDP](#) vai ainda mais longe, lançando uma ferramenta completa de gestão de demanda, que fornece informações sobre a utilização da energia e o monitoramento do consumo a cada 15 minutos. Iniciativas como estas apontam o caminho da digitalização como um importante facilitador da modernização do setor elétrico.

# Microrredes e Usinas Virtuais

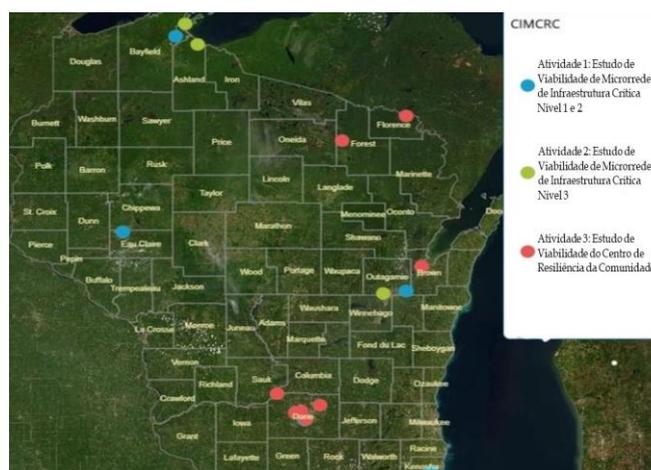
## Cenário Internacional

Com a necessidade crescente da descentralização do setor de energia elétrica advinda da tendência positiva da transição energética, a aplicação das microrredes e das usinas virtuais de energia (VPPs) seguem ganhando força e espaço. Diante disso, parcerias e financiamentos constroem um caminho benéfico para a introdução dessas novas formas de fornecimento de eletricidade.

Para exemplificar o contexto, destaca-se a iniciativa do governo australiano, o qual, através da Agência Australiana de Energia Renovável (ARENA), lançou o programa [Pilotos de Microrrede Regional da Austrália \(RAMPP\)](#), investindo AUD\$ 50 milhões para apoiar projetos piloto de microrredes no país. A duração do programa é de seis anos e tem como objetivos melhorar a confiabilidade do fornecimento de eletricidade em comunidades regionais e demonstrar soluções para as barreiras técnicas, regulatórias ou comerciais frente à implantação de tecnologias desses sistemas descentralizados.

Destaca-se, também, a iniciativa lançada pela [Comissão de Serviço Público de Wisconsin \(PSC\)](#), um órgão regulador americano, que concedeu um financiamento de US\$ 915 mil para estudos de viabilidade das microrredes de infraestrutura crítica e dos centros de resiliência da comunidade ([CIMCRC](#)). Cada projeto aprovado estudará a possibilidade de implantação de energia renovável, armazenamento e controles de rede interativos. A verba e seus recebedores podem ser divididos em três atividades, como mostra a **Figura 2**.

Ademais, a [GridPoint](#) e a Leap, agregadora de energia elétrica, anunciaram uma parceria para reforçar a resiliência e a flexibilidade do sistema elétrico através de VPPs. O objetivo da colaboração é fornecer a capacidade de flexibilizar o fornecimento de eletricidade e desenvolver uma economia de eficiência energética em horários de pico da demanda e quando ocorrem emergências na rede.



**Figura 2** – Mapa de história interativo do CIMCRC  
Fonte: [PSC \(2021\)](#)

# Microrredes e Usinas Virtuais

## Iniciativas Internacionais em Destaque



Figura 3 – Sistemas solares instalados no campus da FIU  
Fonte: [FIU \(2021\)](#)

### EUA: Florida International University terá microrrede no campus

A [Florida International University](#) (FIU) e a [Florida Power & Light Company](#) (FPL) desenvolveram a microrrede FIU-FPL de energia no campus da universidade, cujo objetivo é fornecer energia de reserva para o centro de engenharia da FIU no caso de uma interrupção. Quando entrar em operação, ainda este ano, a microrrede fornecerá energia por aproximadamente 24 horas, a depender do uso da energia.

### EUA: Usina Virtual de Energia na Califórnia

A [AutoGrid Systems Inc.](#) anunciou que a [Clean Power Alliance \(CPA\)](#) da Califórnia utilizará suas soluções de VPP, bem como os serviços do [California Independent System Operator \(CAISO\)](#). Com isso, a parceria fornecerá ao Programa de Resposta de Energia da CPA recursos avançados, visando contribuir para a estabilização da infraestrutura da rede elétrica da Califórnia e para uma energia mais limpa em todo o estado, de modo a gerar mudanças climáticas positivas.

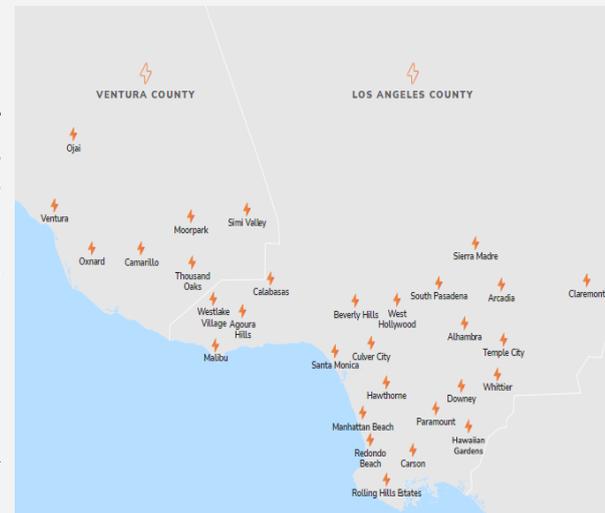


Figura 4 – 30 cidades beneficiadas pelo CPA  
Fonte: [CPA \(2021\)](#)



Figura 5 – Um projeto de bateria C&I da Stem Inc.  
Fonte: [Stem Inc \(2021\)](#)

### Chile: 1º Usina Virtual de Energia na América do Sul

No Chile, está sendo desenvolvida a primeira usina de energia virtual na América do Sul. A iniciativa é da [Stem Inc](#), provedora de *hardware* e *software* de armazenamento de energia inteligente, em parceria com a [Copec](#), empresa de energia. O objetivo da iniciativa é integrar pontos de dados da rede e da concessionária local, que otimizam os ativos de armazenamento de energia com inteligência artificial.

# Tecnologias e Soluções Digitais

---

As soluções digitais estão se mostrando uma boa alternativa para promover a transição energética de empresas, devido à capacidade de auxiliar no gerenciamento da demanda e na otimização da operação de sistemas de energia. Os medidores inteligentes e as tecnologias *blockchain* se destacam por serem capazes de contribuir no gerenciamento da demanda, enquanto a aplicação da inteligência artificial (IA), de *machine learning* e de tecnologias de computação quântica têm sido mais direcionadas à otimização de sistemas

## Gerenciamento da demanda

A exemplo, a [E.ON](#), multinacional alemã de energia, adquiriu o provedor de rede inteligente gridX, com a finalidade de expandir o seu portfólio de soluções digitais capazes de auxiliar na transição energética, uma vez que viabiliza a integração, o controle e a otimização de REDs. Desta forma, a aquisição permitirá que a empresa forneça soluções de gerenciamento digital de energia para casas inteligentes e de gerenciamento avançado de energia, incluindo para infraestrutura de carregamento de veículos elétricos.

O [CAISO](#), operador do sistema elétrico californiano, implementou a tecnologia blockchain da Energy Web em seu programa Flex Alerts, para coletar dados de maneira segura dos consumidores. O programa é de utilização pública voluntária, possuindo a finalidade de reduzir o uso de eletricidade durante horários críticos específicos, e provou ser uma ferramenta importante no gerenciamento da rede elétrica da Califórnia.

No Reino Unido, o mercado de medidores inteligentes está em expansão, com aproximadamente seis milhões de medidores inteligentes conectados à rede da [Data Communications Company](#) (DCC), operadora de medidores inteligentes do país, entre 2020 e 2021. Nota-se que o número de medidores conectados à rede da DCC dobrou no último ano e estima-se que os mesmos, agora, estão evitando a emissão de mais de 300 mil toneladas de CO<sub>2</sub> por ano.

# Tecnologias e Soluções Digitais

## Operação do sistema

No que se refere à aplicação de soluções digitais para a otimização da operação de sistemas, destaca-se a iniciativa conjunta da [Baker Hughes](#), companhia de serviços de petróleo, e da C3 AI, empresa de tecnologia. As empresas anunciaram a implantação bem-sucedida do aplicativo de IA empresarial [BHC3 Production Optimization](#), na MEG Energy, uma companhia de energia sediada em Alberta, no Canadá. O aplicativo foi implantado com a intenção de melhorar a eficiência operacional e a produtividade, bem como para visualizar melhor os riscos nas operações de produção *upstream* da empresa. O BHC3 baseado em IA monitora operações momento a momento e permite uma integração perfeita entre engenheiros e equipe de campo. Além disso, o aplicativo cria percepções preditivas acionáveis para aprimorar o fluxo de trabalho operacional diário para engenheiros de produção e operadores, com alertas baseados em análises personalizadas e medidores virtuais.

Por outro lado, um *framework* relacionado à computação quântica e a tecnologias de *deep learning* para diagnóstico de falhas em sistemas elétricos foi proposto por pesquisadores da [Universidade de Cornell](#). A proposta traz uma abordagem que utiliza inteligência artificial combinando técnicas de modelagem de conjuntos de dados multidimensionais com outras de *machine learning*. Em um artigo, a ser publicado na [Applied Energy](#) em dezembro, os pesquisadores afirmam que foi demonstrada uma alta eficiência computacional e qualidade de desempenho de diagnóstico em relação aos métodos de treinamento clássicos. Além disso, um desempenho superior e confiável de diagnóstico de falhas com tempo de resposta mais rápido foi alcançado em comparação aos métodos da última geração.

## Caso de relevância nacional

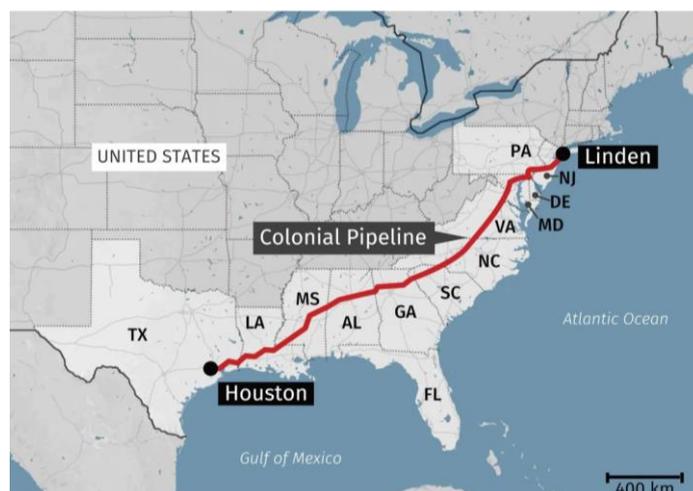
### Copel e Lactec firmam parceria para projeto P&D de cidades inteligentes

A [Copel](#) e a [Lactec](#) firmaram uma parceria para projetos de P&D, visando a realização de estudos e a aplicação de tecnologias de *smart city* em sistemas *smart grid*. O piloto do projeto está em fase de implantação. O investimento previsto é de R\$ 4,5 milhões e o aporte na implantação da rede inteligente foi de R\$ 7,9 milhões. Segundo o Lactec, inicialmente será testada a inserção de três tecnologias: automação da iluminação pública, medição inteligente de consumo de água e automação do monitoramento climático.

# Segurança Cibernética

## Cenário Internacional

Como apresentado no [Observatório nº 01](#), o setor de energia e de serviços públicos, em geral, são uns dos mais afetados por ameaças cibernéticas. Para avaliar os riscos relacionados à segurança cibernética desses setores, a [Beazley](#), empresa líder de seguros, entrevistou diversos líderes de negócios. Segundo o estudo, as empresas dos setores de serviços públicos e energia se sentem mais expostas às ameaças cibernéticas, de acordo com 40% dos entrevistados, principalmente após uma série de ataques nestes setores, eespecial o ataque de *ransomware*, em maio, no *Colonial Pipeline*, que teve consequências desastrosas



**Figura 6** – Ataque cibernético no Colonial Pipeline

Fonte: [CBC \(2021\)](#)

O aumento mundial de casos de ataques no âmbito cibernético está se alastrando e afetando diferentes mercados, até mesmo dentro do setor elétrico, como, por exemplo, a construção de cidades inteligentes. O relatório da [Guidehouse Insights](#), intitulado [Cybersecutiry for Smart Cities](#), examina o estado atual da segurança cibernética para tecnologias de cidades inteligentes e fornece previsões de mercado para gastos com segurança de dados e segurança de redes e dispositivos para projetos desta natureza em todo o mundo. De acordo com o relatório, a receita global anual de cibersegurança em cidades inteligentes deve crescer de US\$ 7,6 bilhões, em 2021, para US\$ 26 bilhões, em 2030.

# Segurança Cibernética

## Iniciativas internacionais em destaque

### DOE anuncia US\$ 1 milhão em financiamento para cinco projetos no CyManII

O [DOE](#), em parceria com o *Manufacturing Innovation Institute* (CyManII), anunciou um investimento de mais de US\$ 1 milhão em cinco projetos, para ajudar a tornar os processos de manufatura avançados e as cadeias de suprimentos mais seguros no âmbito cibernético. Os cinco projetos selecionados cobrem uma série de objetivos técnicos identificados pelo CyManII, que fortalecem a infraestrutura de segurança cibernética de fabricação avançada, otimizando a eficiência energética.

### FERC pondera sobre novo paradigma de segurança cibernética

Nos EUA, a [Federal Energy Regulatory Commission](#) (FERC), comissão de regulação americana, está reconsiderando o modo em que os requisitos de segurança cibernética são aplicados aos ativos do sistema elétrico. Dado o crescimento dos REDs e o risco de ataques cibernéticos nas cadeias de suprimentos, há uma percepção crescente de que, talvez, os padrões de infraestrutura crítica (CIP) em vigor não sejam mais a abordagem certa, segundo o presidente da FERC, Richard Glick. Em vez de aplicar automaticamente requisitos de segurança mais rígidos a instalações maiores, os especialistas do painel recomendaram o desenvolvimento de padrões com base em avaliações de risco e no impacto potencial que um ataque pode ter.

## Cenário Nacional

O tema de segurança cibernética está cada vez mais em alta no Brasil. De acordo com dados divulgados pela pesquisa *PwC Digital Trust Insights 2022*, que contou [com 3,6 mil executivos de negócios, tecnologia e segurança, cerca de 83% das organizações empresariais no Brasil devem aumentar o investimento em](#) segurança cibernética em 2022, a fim de provocar uma redução na frequência de ataques de *hackers* registrados durante a pandemia de Covid-19. Uma quantidade maior de companhias brasileiras preveem o aumento de investimentos em segurança cibernética para o próximo ano. No contexto internacional, essa tendência é reafirmada: 69% das empresas pretendem aumentar seus investimentos em segurança cibernética. Uma comparação realizada ao ano passado mostra que os índices eram bem menores: 55% para empresas brasileiras e 57% para companhias internacionais.

# Considerações Finais

---

No mês de novembro, notou-se que a maior parcela das iniciativas anunciadas foram voltadas ao armazenamento de energia e aos veículos elétricos, sendo a maioria projetos piloto e financiamentos. Os EUA são responsáveis pela maior parte dos anúncios de projetos e se destacam quando se trata de financiamentos realacionados às tecnologias exponenciais. Para favorecer a formação de um setor elétrico mais resiliente frente à transição energética, o país tem investido tanto em projetos para a integração de REDs, quanto naqueles direcionados à segurança cibernética.

No Brasil, a eficiência energética passou a ser um ponto central não apenas para mitigar as emissões de GEE, mas também para contribuir com a diminuição da pressão nos reservatórios de água, através da redução do consumo de energia. Neste sentido, o uso de ferramentas que facilitem o monitoramento do consumo de energia pelo cliente pode contribuir para uma maior adesão dos consumidores de baixa tensão no Programa de RVD.

Além disso, a ampliação do uso de soluções digitais, como os medidores inteligentes e a blockchain, entre outras, podem ter um papel fundamental no gerenciamento da demanda, assim como no desenvolvimento de sistemas energéticos mais eficientes, de modo a aumentar a flexibilidade do setor elétrico.

O acompanhamento sistemático da inserção das tecnologias exponenciais no setor elétrico nacional e internacional, por meio do [Informativo Setorial de Tecnologias Exponencias \(IFE TEX - GESEL\)](#), evidenciou a necessidade de avaliações analíticas periódicas, capazes de identificar, mapear e analisar as principais iniciativas adotadas para promover e regular estas tecnologias. Deste modo, 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 a conjuntura do setor elétrico no Brasil e no mundo.

# Referências Bibliográficas

---

- AEMC, Australian Energy Market Commission (2021). AEMC sets out metering options for a smarter energy future. Disponível em: <https://www.aemc.gov.au/news-centre/media-releases/aemc-sets-out-metering-options-smarter-energy-future>. Acesso em: 27 de out. 2021.
- AGÊNCIA CANAL ENERGIA (2021). Cepel e Lactec firmam parceria para P&D de cidades inteligentes. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53189097/cepel-e-lactec-firmam-parceria-para-pd-de-cidades-inteligentes>. Acesso em: 31 de out. 2021.
- AGÊNCIA CANAL ENERGIA (2021). Energisa lança ferramenta para monitorar consumo. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53190010/energisa-lanca-ferramenta-para-monitorar-consumo>. Acesso em: 28 de out. 2021.
- ARENA (2021). Australian Renewable Energy Agency. Regional Australia Microgrid Pilots Program. Disponível em: <https://arena.gov.au/funding/regional-australia-microgrid-pilots-ramp/>. Acesso em: 31 de out. 2021.
- AUTOGRID (2021). AutoGrid to provide turnkey 'virtual power plant' to Clean Power Alliance's power response program to improve reliability of California grid. Disponível em: <https://www.auto-grid.com/news/autogrid-to-provide-turnkey-virtual-power-plant-to-clean-power-alliances-power-response-program-to-improve-reliability-of-california-grid/>. Acesso em: 29 de out. 2021.
- AUTOGRID (2021). Sunnova partners with AutoGrid help to modernize California's power grid. Disponível em: <https://www.auto-grid.com/news/sunnova-partners-with-autogrid-to-help-modernize-californias-power-grid/>. Acesso em: 28 de out. 2021.
- BAKER HUGHES (2021). Baker Hughes and C3 AI deploy enterprise AI solutions at MEG Energy for improved efficiency of thermal production operations. Disponível em: <https://investors.bakerhughes.com/news-releases/news-release-details/baker-hughes-and-c3-ai-deploy-enterprise-ai-solutions-meg-energy>. Acesso em: 31 de out. 2021.
- BEAZLEY (2021). Spotlight on technology risk. Disponível em: <https://reports.beazley.com/2021/rr/technology/beazley-tech-risks-deep-dive-report.pdf>. Acesso em: 30 de out. 2021.
- CNN (2021). Custos com cibersegurança devem crescer em 83% das empresas em 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/custos-com-ciberseguranca-devem-crescer-em-83-das-empresas-em-2022/>. Acesso em: 30 de out. 2021.
- CORNELL UNIVERSITY (2021). Tying quantum computing to AI prompts a smarter power grid. Disponível em: <https://news.cornell.edu/stories/2021/09/tying-quantum-computing-ai-prompts-smarter-power-grid>. Acesso em 31 de out. 2021.
- CORNWALL (2021). Evs are predicted to increase electricity demand by 71,6 TWh. Disponível em: <https://www.cornwall-insight.com/press/evs-are-predicted-to-increase-electricity-demand-by-71-6twh/>. Acesso em: 30 de out. 2021.
- DCC (2021), Data Communications Company. Smart meter network doubled in 12 months. Disponível em: <https://www.smartdcc.co.uk/news-events/smart-meter-network-doubled-in-12-months/>. Acesso em: 31 de out. 2021.
- E.ON (2021). E.ON acquires majority stake in gridX and expands portfolio of digital solutions for the energy transition. Disponível em: <https://www.eon.com/en/about-us/media/press-release/2021/eon-acquires-majority-stake-in-gridx.html>. Acesso em: 31 de out. 2021.

# Referências Bibliográficas

---

- ELECTRIC ENERGY ONLINE (2021). Sunnova partners with AutoGrid hlp to modernize California's power grid. Disponível em: <https://electricenergyonline.com/article/energy/category/ot-it/53/921100/sunnova-partners-with-autogrid-to-help-modernize-california-s-power-grid.html>. Acesso em: 28 de out. 2021.
- ESTADÃO. Electra é a primeira autorizada em programa para reduzir demanda por energia. Disponível em: <https://economia.estadao.com.br/blogs/coluna-do-broad/electra-e-a-primeira-autorizada-em-programa-para-reduzir-demanda-por-energia/>. Acesso em: 28 de out. 2021.
- FIU NEWS (2021), Florida International University. FIU, FPL unveil innovative microgrid and virtual control room at College of Engineering & Computing. Disponível em: <https://news.fiu.edu/2021/fiu-and-fpl-unveil-innovative-microgrid-and-virtual-control-room-at-college-of-engineering-computing>. Acesso em: 28 de out. 2021.
- FOLHA DE S. PAULO (2021). Senado aprova projeto sobre inclusão de custos de energia solar no financiamento habitacional. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2021/09/senado-aprova-projeto-sobre-inclusao-de-custos-de-energia-solar-no-financiamento-habitacional.shtml>. Acesso em 24 de out. 2021.
- GRIDPOINT (2021). GridPoint and Leap announce partnership to bolster grid resiliency and flexibility. Disponível em: <https://www.gridpoint.com/press-release/gridpoint-and-leap-announce-partnership-to-bolster-grid-resiliency-and-flexibility/>. Acesso em: 29 de out. 2021.
- GUIDEHOUSE INSIGHTS (2021). Global annual revenue for smart city cybersecurity is expected to experience a 15% compouns annual growth rate from 2021-2030. Disponível em: <https://guidehouseinsights.com/news-and-views/global-annual-revenue-for-smart-city-cybersecurity-is-expected-to-experience-a-15-compound-annual-gr>. Acesso em: 30 de out. 2021.
- IHS MARKIT (2021). Global energy storage industry primed to treble annual installations by 2030 despite tightening supply of Li-ion batteries, IHS Markit says. Disponível em: [https://news.ihsmarket.com/prviewer/release\\_only/slug/2021-10-04-global-energy-storage-industry-primed-to-treble-annual-installations-by-2030](https://news.ihsmarket.com/prviewer/release_only/slug/2021-10-04-global-energy-storage-industry-primed-to-treble-annual-installations-by-2030). Acesso em: 20 de out. 2021.
- MPSC, Michigan Public Service Commision (2021). Michigan's distributed generation program capacity grew 37% in 2020 and added 2,400 customers, MPSC report finds. Disponível em: [https://www.michigan.gov/mpsc/0,9535,7-395-93307\\_93313\\_17280-569769--,00.html](https://www.michigan.gov/mpsc/0,9535,7-395-93307_93313_17280-569769--,00.html). Acesso em: 25 de out. 2021.
- MITMA (2021), Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Más de 180 municípios solicitan 1500 millones de euros de los fondos europeos para descarbonizar la movilidad y las ciudades. Disponível em: <https://www.mitma.gob.es/el-ministerio/sala-de-prensa/noticias/lun-04102021-1314>. Acesso em: 25 de out. 2021.
- OEER, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (2021). Department of Energy Announces \$1 Million in Funding for Five New Projects at Cybersecurity Manufacturing Innovation Institute. Disponível em: <https://www.energy.gov/eere/amo/articles/department-energy-announces-1-million-funding-five-new-projects-cybersecurity>. Acesso em: 31 de out. 2021.
- PSC OF WISCONSIN (2021), Public Service Commission of Wisconsin. PSC Awards 15 grants to study critical infrastructure microgrids and community resilience centers. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/1cg0-w1S-7Qo\\_I1dyL301iKPKYcr5IhiY/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1cg0-w1S-7Qo_I1dyL301iKPKYcr5IhiY/view?usp=sharing). Acesso em: 3 de out. 2021.

# Referências Bibliográficas

---

RENEWABLE ENERGY WORLD (2021). Solar + storage to add most new battery storage capacity in the US over next three years. Disponível em: <https://www.renewableenergyworld.com/storage/solarstorage-to-add-most-new-battery-storage-capacity-in-the-u-s-over-next-three-years/>. Acesso em: 18 de out. 2021.

RENEWS.BIZ (2021). US to add 14,5 GW of battery storage by 2024. Disponível em: <https://renews.biz/72573/us-to-add-145gw-of-battery-storage-by-2024/>. Acesso em: 30 de out. 2021.

RMI (2021). Don't take existing energy transition funding for granted. Disponível em: <https://rmi.org/dont-take-existing-energy-transition-funding-for-granted/>. Acesso em: 21 de out. 2021.

SMART ENERGY (2021). California ISO turns to blockchain to enhance flexibility alerting. Disponível em: <https://www.smart-energy.com/regional-news/north-america/california-iso-turns-to-blockchain-to-enhance-flexibility-alerting/>. Acesso em: 31 de out. 2021.

SMART ENERGY (2021). DEWA pilots Tesla battery storage at world's largest solar park. Disponível em: <https://www.smart-energy.com/industry-sectors/storage/dewa-pilots-tesla-battery-storage-at-worlds-largest-solar-park/>. Acesso em: 18 de out. 2021.

SMART ENERGY (2021). EDP adds digital tool to enhance consumer energy management. Disponível em: <https://www.smart-energy.com/industry-sectors/energy-grid-management/edp-adds-digital-tool-to-enhance-consumer-energy-management/>. Acesso em: 29 de out. 2021.

SMART ENERGY (2021). Europe and North America to connect 7.9 million EV chargers by 2025. Disponível em: <https://www.smart-energy.com/industry-sectors/electric-vehicles/europe-and-north-america-to-connect-7-9-million-ev-chargers-by-2025/>. Acesso em: 17 de out. 2021.

SMART ENERGY (2021). Italy's SET Distribuzione launches second-generation smart meter programme. Disponível em: <https://www.smart-energy.com/industry-sectors/smart-meters/italys-set-distribuzione-launches-second-generation-smart-meter-programme/>. Acesso em: 27 de out. 2021.

SMART ENERGY (2021). Quantum computing potential for power systems fault analysis. Disponível em: <https://www.smart-energy.com/industry-sectors/energy-grid-management/quantum-computing-shows-potential-for-power-system-fault-analysis/>. Acesso em: 31 de out. 2021

STEM (2021). Stem, Inc. announces South America's first virtual power plant and completes first smart energy storage project in Chile. Disponível em: <https://www.stem.com/stem-announces-south-america-first-vpp-and-first-chile-smart-energy-storage/>. Acesso em: 26 de out. 2021

UTILITY DIVE (2021). 'Maybe it's not the right approach anymore' – FERC Chair Glick mulls new security paradigm for power sector. Disponível em: <https://www.utilitydive.com/news/maybe-its-not-the-right-approach-anymore-ferc-chair-glick-mulls-new-se/607594/>. Acesso em: 30 de out. 2021.

UTILITY DIVE (2021). New technology needed to meet utility decarbonization goals, EEL, others warn. Disponível em: <https://www.utilitydive.com/news/new-technology-needed-to-meet-utility-decarbonization-goals-eei-others-wa/606964/>. Acesso em: 18 de out. 2021.

WEF, World Economic Forum (2021). How can we get hydrocarbon-rich nations to board the EV wagon?. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2021/09/electric-vehicles-decarbonization/>. Acesso em: 27 de out. 2021.



# Observatório de Tecnologias Exponenciais

ISBN: 978-65-86614-38-1



[www.gesel.ie.ufrj.br](http://www.gesel.ie.ufrj.br)