



White Paper

MISSÃO ABRACEEL PARIS 2024

CIGRE PARIS SESSION

Novembro de 2024.
São Paulo, Brasil



Este *White Paper* tem como objetivo apresentar os principais pontos discutidos nos eventos acompanhados pela Missão Abraceel Paris 2024, selecionados pela Thymos Energia, que atuou como curadora de conteúdo.

O Paris Session é um evento realizado de forma bienal, e reúne especialistas de todos os 16 Comitês de Estudo do Cigre para discutirem sobre avanços, desafios e oportunidades em suas respectivas linhas temáticas.

Os assuntos referentes a mercados de eletricidade e regulação são abordados no Comitê de Estudos C5 (CE-C5), foco principal da Missão.

A inserção de novas tecnologias tem sido uma realidade constante no setor. Veículos elétricos, hidrogênio, sistemas de armazenamento, entre outros, estarão cada vez mais presentes no dia-a-dia, e isso traz uma nova realidade aos operadores dos sistemas.

Adicionalmente, os mercados de energia têm buscado, cada vez mais, uma abordagem varejista, na busca por inserir a competição a nível de consumidores de baixa tensão e possibilitar que esses consumidores escolham livremente seu fornecedor de energia.

No nosso cenário, o Brasil passa por um momento único em seu setor elétrico. A mudança de sua matriz elétrica, que passou a ter uma característica de multi-fontes (ao contrário da outrora hidro-térmica), aliada à crescente inserção de recursos energéticos distribuídos, e à atual abertura de mercado para todos os consumidores de alta tensão, significam evoluções importantes em nosso mercado de energia elétrica.

Nesse contexto de constantes mudanças e avanços, é fundamental conhecer e entender a experiência internacional e como outros países estão aperfeiçoando seus desenhos de mercado para acomodar os avanços tecnológicos, enfrentar os desafios de operação e inserir a competição a nível varejista.

Com isso, o Paris Session é sempre uma oportunidade única de discussões e troca de experiências, tão importantes para endereçar os desafios de um setor dinâmico, como o de eletricidade.



Conteúdo

04

Introdução

07

Mudanças Climáticas

Segurança Energética e Integração das Fontes Renováveis

20

Desafios à Operação dos Mercados Elétricos

Grandes Perturbações

30

Discussões Relevantes sobre Mercados de Energia

Novas Tecnologias e Gerenciamento pelo Lado da Demanda

40

Integração de Veículos Elétricos

nos Mercados de Energia

47

O papel do hidrogênio

de baixo carbono na transição energética

56

Mercados Elétricos Varejistas

Experiências Internacionais

96

Considerações Finais

The background image shows a wide view of the Arc de Triomphe in Paris, France, at sunset. The sky is filled with vibrant orange and yellow clouds, and the sun is low on the horizon, creating a silhouette effect on the monument. The foreground is filled with traffic, including cars and a motorcycle, with their headlights and taillights visible. The overall scene is a busy urban street during the 'golden hour' of sunset.

Introdução

A cada dois anos, o CIGRE realiza o mais importante evento mundial de desenvolvimento e compartilhamento de conhecimento sobre sistemas de energia, que conta com a participação de especialistas e executivos do setor elétrico mundial: o Paris Session

O Paris Session é realizado em Paris, França, nos anos pares. É o principal evento global de sistemas de energia do mundo, reunindo cerca de 9.000 participantes da indústria de energia de mais de 100 países, incluindo 3.600 especialistas internacionais e outros tomadores de decisão. Essa é uma oportunidade interativa única de uma semana. A programação deste ano incluiu mais de 160 reuniões de trabalho, mais de 30 sessões dos Comitês de Estudo e mais de 800 trabalhos técnicos abrangendo todo o sistema de energia.

Conferências

Seja em uma mesa-redonda ou workshop, as Conferências são o palco onde as últimas tendências da indústria de energia são apresentadas e discutidas.

Reuniões de Discussão em Grupo

Uma oportunidade única de participar, contribuir e absorver novos conhecimentos. Cada reunião inclui um processo de contribuição que permite aos delegados contribuírem. Funciona da seguinte maneira: os mais de 800 trabalhos da Sessão são cuidadosamente analisados antecipadamente pelos 'Relatores Especiais' do Comitê de Estudo e, em seguida, são distribuídos aos delegados. Antes da Sessão de Paris, esses Relatores Especiais preparam uma série de perguntas dirigidas à comunidade para estimular

contribuições. A 'Reunião de Discussão em Grupo' de cada Comitê de Estudo, gerida pelo Relator Especial, permite que os 'Contribuintes' selecionados apresentem seus pontos de vista e experiências diante de um público de especialistas. Dessa forma, a expertise coletiva dos Contribuintes é utilizada para gerar novas ideias que se baseiam no que o autor apresentou em seu trabalho em discussão. Novas ideias e conhecimentos são sintetizados no dia seguinte em relatórios diários. Esses, junto com outras contribuições das Reuniões de Discussão em Grupo, formam a base sobre a qual os Comitês de Estudo da CIGRE e seus 'Grupos de Trabalho' se concentrarão nos dois anos seguintes. Após os cinco dias da Sessão de Paris, o Conselho Técnico do CIGRE também se reúne para reunir *feedbacks* e lições aprendidas, e definem quais tópicos preferenciais devem ser abordados no próximo período de dois anos.

Sessão de Pôsteres

Os autores dos mais de 800 trabalhos técnicos apresentam seus trabalhos ao longo de vários dias nas Sessões de Pôsteres interativas. Os delegados podem ter discussões individuais com os autores especialistas, passando de um trabalho para outro, encontrando os autores relevantes em sua área de interesse.

Tutoriais

Durante a Paris Session, cada um dos 16 Comitês de Estudo do CIGRE apresentou um tutorial sobre uma área temática chave. Esses eventos altamente informativos oferecem aos delegados a oportunidade de escolher os tópicos de interesse e absorver a expertise relevante.

Workshops

Durante a Paris Session, até sete workshops são realizados sobre as questões mais relevantes que afetam o sistema global de energia. Esses eventos obrigatórios oferecem conhecimento técnico aprofundado compartilhado por especialistas em seus campos.

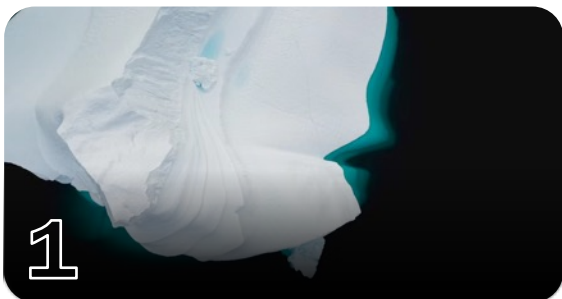
Exposições Técnicas

Mais de 300 empresas internacionais, provedores de tecnologia e serviços costumam exibir suas inovações, produtos e serviços.

Networking

Os delegados são convidados a participar de eventos onde podem se encontrar com personalidades da indústria. É também uma oportunidade para reuniões com colegas de todo o mundo e as oportunidades de networking são únicas e numerosas.

Este *White Paper* está dividido em quatro linhas temáticas, e procura trazer as principais discussões que foram acompanhadas pela Missão Abraceel Paris 2024



Mudanças Climáticas, Segurança Energética e Integração das Fontes Renováveis

Tem como foco principal abordar os pontos da cerimônia de abertura do Paris Session.



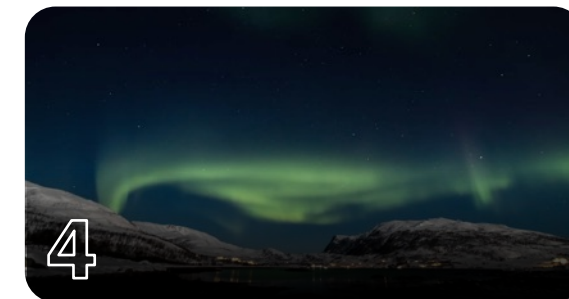
Desafios à Operação dos Mercados Elétricos: Grandes Perturbações

Traz as principais discussões e *key takeaways* das apresentações sobre mercados realizadas durante o workshop de Grandes Perturbações.



Discussões Relevantes sobre Mercados de Energia: Novas Tecnologias e Gerenciamento pelo lado da Demanda

Procura trazer as principais discussões sobre os workshops que abordaram a participação do consumidor na rede elétrica, a integração de veículos elétricos nos mercados de energia, e o papel do hidrogênio de baixo carbono na transição energética.



Mercados Elétricos Varejistas: Experiências internacionais

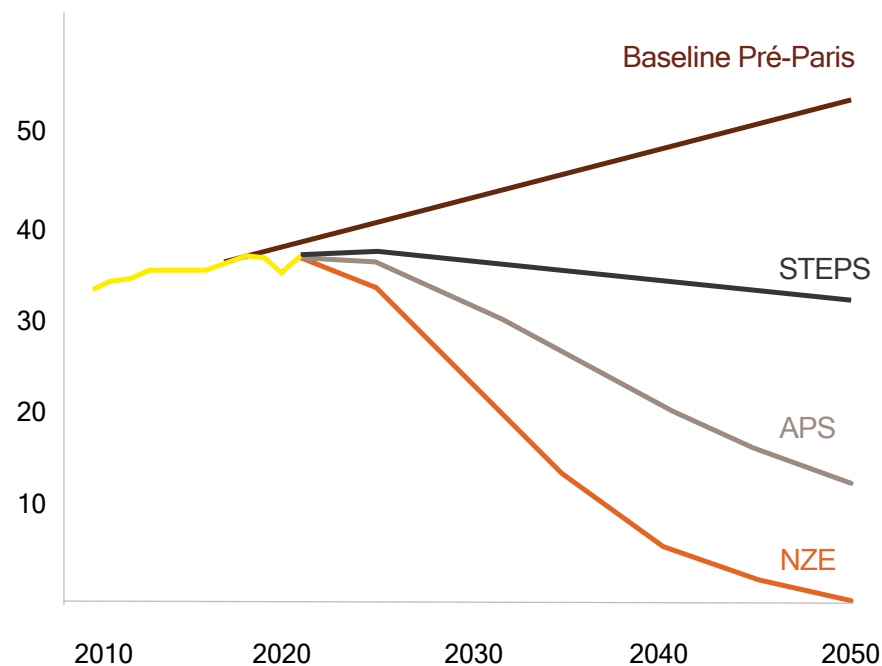
Objetiva trazer os principais pontos discutidos do workshop sobre competição varejista, com mercados de energia selecionados.

Mudanças Climáticas

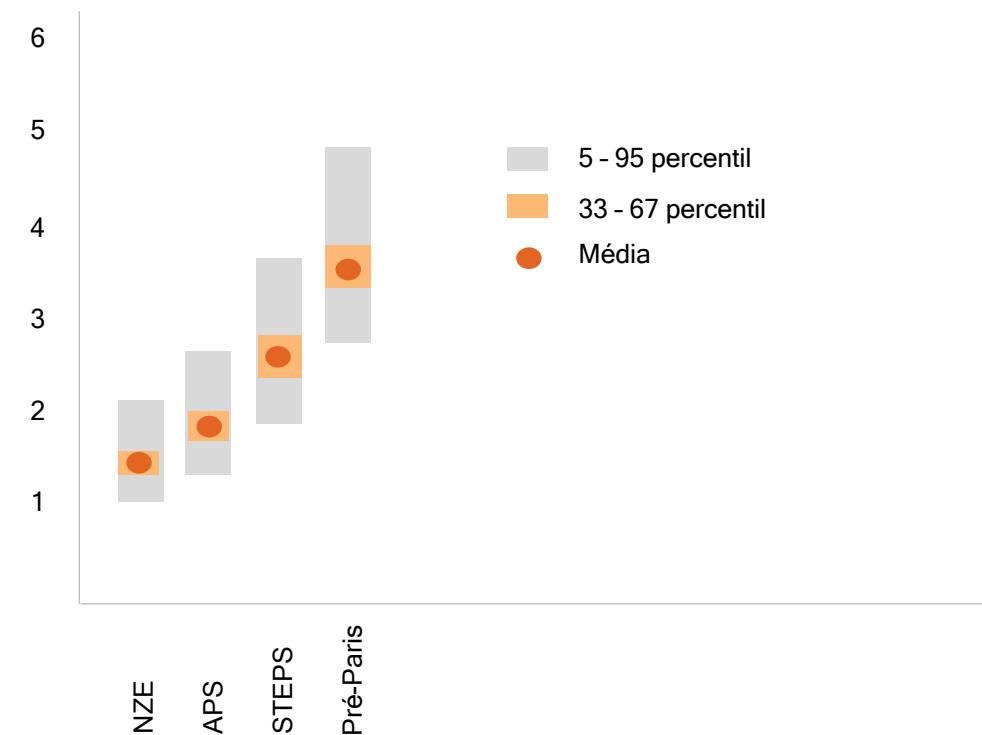
Segurança Energética e
Integração das Fontes
Renováveis

Os avanços relacionados à política e à evolução tecnológica das fontes renováveis permitem reduzir em média 1°C a elevação de temperatura até 2100. Contudo, ainda há um longo caminho a ser percorrido para garantir que a meta central do Acordo de Paris continue factível

Emissões de CO₂ (GtCO₂)



Projeção de aumento de temperatura em 2100 °C



STEPS - Stated Policies Scenario - Cenário com as atuais políticas relacionadas à transição energética

APS - Announced Pledges Scenario - Cenário que incorpora em sua totalidade todas as metas de longo-prazo anunciadas pelos países

NZE - Net Zero Emissions by 2050 Scenario - Cenário que considera a emissão líquida nula em 2050

O setor elétrico possui um papel fundamental na transição energética: atualmente, é responsável por cerca de 40% todas as emissões relacionadas à energia. A descarbonização da geração de energia, via fontes de baixa intensidade de carbono, é um fator chave para a redução das emissões

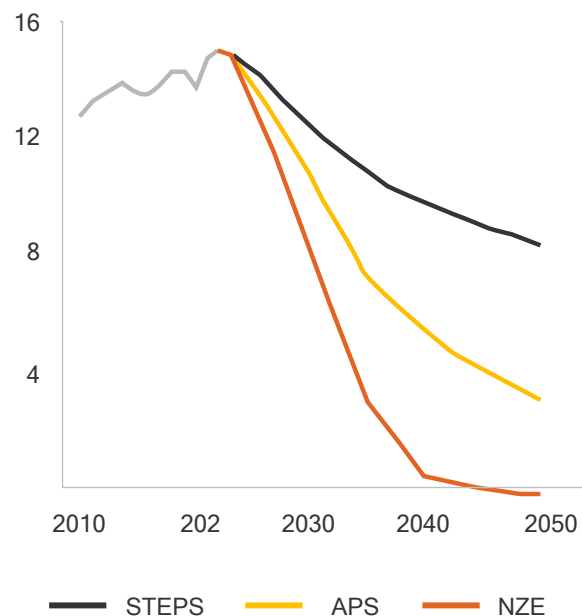
As emissões globais de CO₂ do setor de energia estavam próximas de 15 gigatoneladas (Gt) em 2022 (incluindo tanto a produção de eletricidade quanto de calor), respondendo por quase 40% de todas as emissões de CO₂ relacionadas à energia.

As emissões do setor de energia devem atingir o pico no curto prazo e então começar a diminuir em todos os cenários. As condições climáticas nos principais mercados influenciarão o momento preciso, por exemplo, secas podem reduzir a produção de energia hidrelétrica e aumentar temporariamente o uso de combustíveis fósseis.

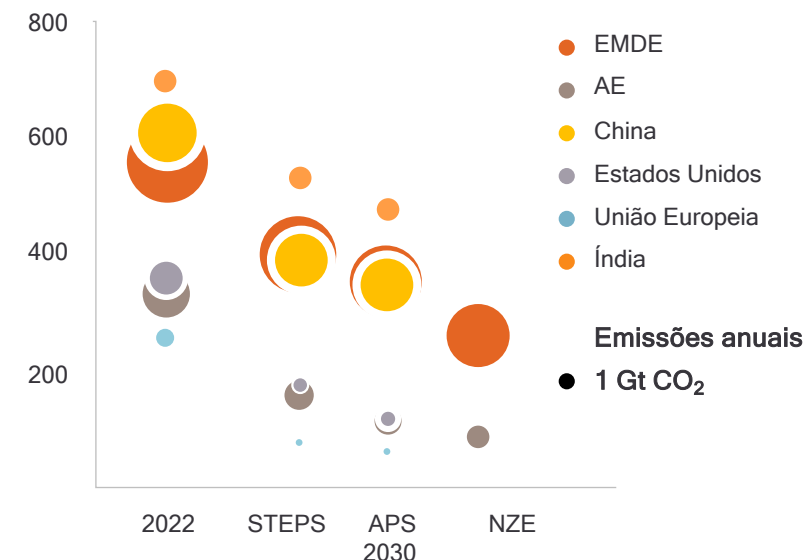
Até 2030, as emissões globais do setor de energia cairão cerca de 15% no cenário STEPS, 30% no cenário APS e 45% no cenário NZE, no qual as emissões do setor de eletricidade subsequentemente são nulas até 2035, nas economias avançadas no total, 2040 na China e pouco antes de 2045 globalmente. Isso torna o setor de energia o primeiro a atingir emissões líquidas zero.

Emissões e intensidade de CO₂ - setor de energia e geração de eletricidade (projeções)

Emissões globais do setor elétrico (Gt CO₂)



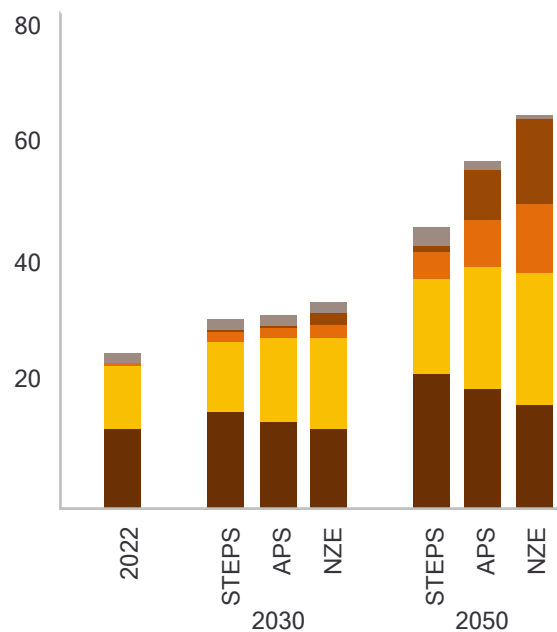
Intensidade de emissões na geração de energia elétrica (gCO₂/kWh)



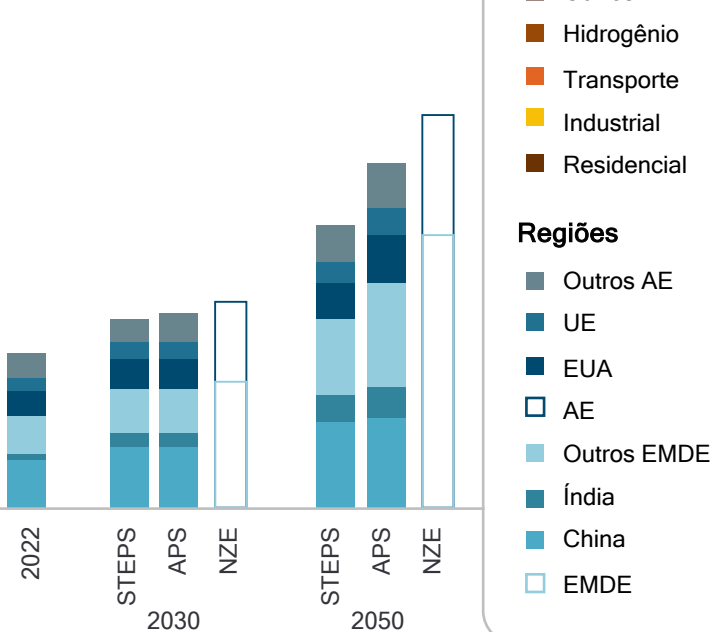
A demanda por eletricidade tende a aumentar de forma significativa nos próximos anos, em função de três fatores: i) aumento populacional, ii) incremento do nível de renda médio e iii) eletrificação de processos e setores da economia

Demanda de eletricidade
(projeções por setor, região e cenário)

Por Setor
Mil TWh



Por Região



Setores

- Outros
- Hidrogênio
- Transporte
- Industrial
- Residencial

Regiões

- Outros AE
- UE
- EUA
- AE
- Outros EMDE
- Índia
- China
- EMDE

O crescimento da demanda global por eletricidade até 2050 é impulsionado pelas economias emergentes, que juntas respondem, aproximadamente a três quartos do total global no cenário STEPS, APS e NZE.

Atualmente, a China é o maior consumidor de eletricidade e o crescimento da demanda de mais de 2% em média por ano até 2050 em todos os cenários significa que o país usa o dobro ou mais de eletricidade que qualquer outro país até 2050.

O crescimento anual da demanda por eletricidade de cerca de 5% coloca a Índia atrás apenas da China e dos Estados Unidos em termos de consumo de eletricidade até 2050 em todos os cenários.

Outras economias de mercado emergentes e em desenvolvimento também têm um crescimento robusto da demanda por eletricidade decorrente do aumento populacional, desenvolvimento econômico e aumento da renda.

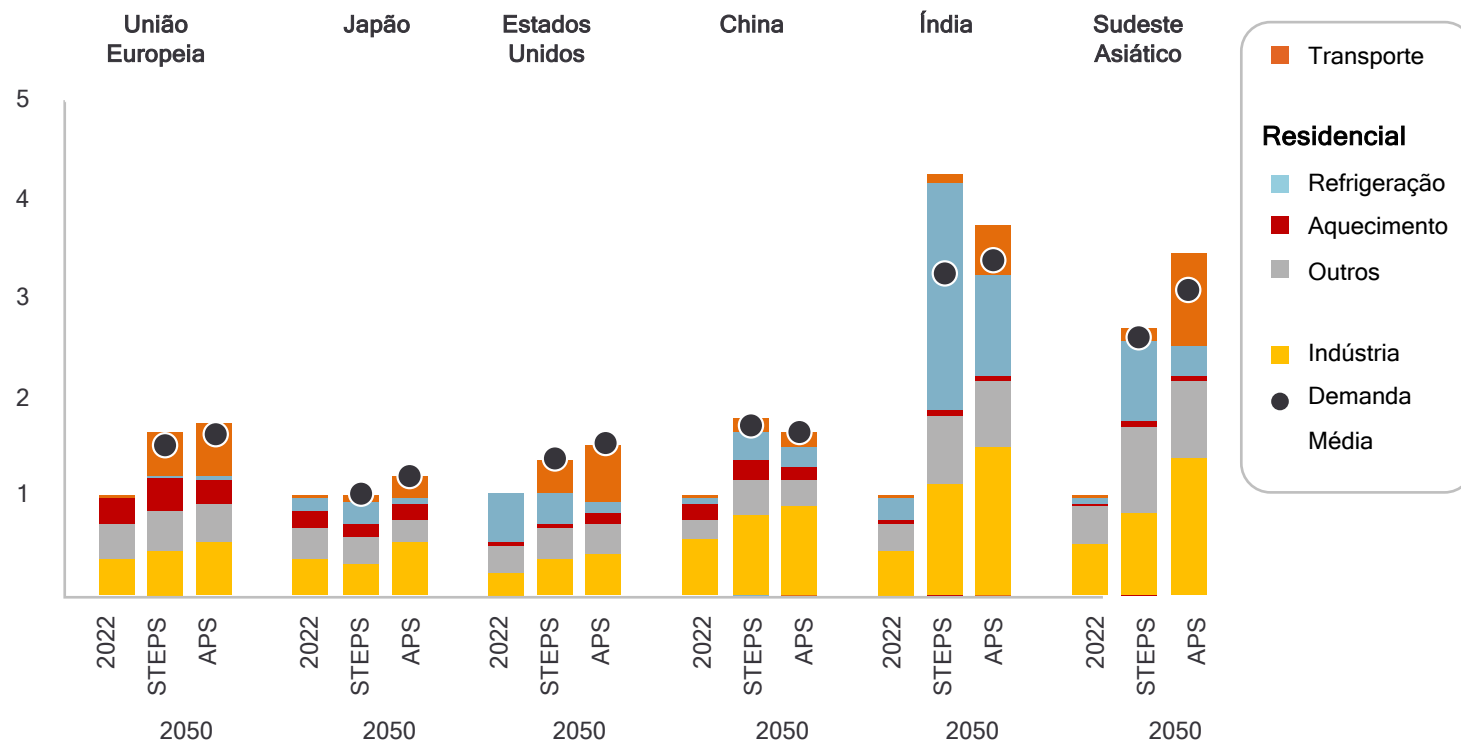
Em economias avançadas, o crescimento da demanda por eletricidade é menor, variando entre 1,4% ao ano no cenário STEPS e 2,4% no cenário NZE.

EMDE - Emerging Markets and Developing Economies; AE - Advanced Economies; UE - União Europeia; EUA - Estados Unidos da América

A mudança nos padrões de consumo à medida que o uso de eletricidade aumenta tem um impacto significativo na demanda máxima de eletricidade ao longo do ano. O uso de medidas voltadas à eficiência energética, além de programas de resposta da demanda serão importantes para a operação dos sistemas elétricos

Demanda de eletricidade
(projeções por setor, região e cenário)

Índice (2022=1)



No cenário STEPS, a demanda máxima aumenta em 37% nos Estados Unidos e 65% na União Europeia até 2050. O aumento é maior em países com necessidades significativas de climatização. Na Índia, por exemplo, há um aumento de quatro vezes na demanda máxima de eletricidade até 2050, como resultado da expansão da eletrificação, aumento do uso de condicionadores de ar e carregamento de veículos elétricos.

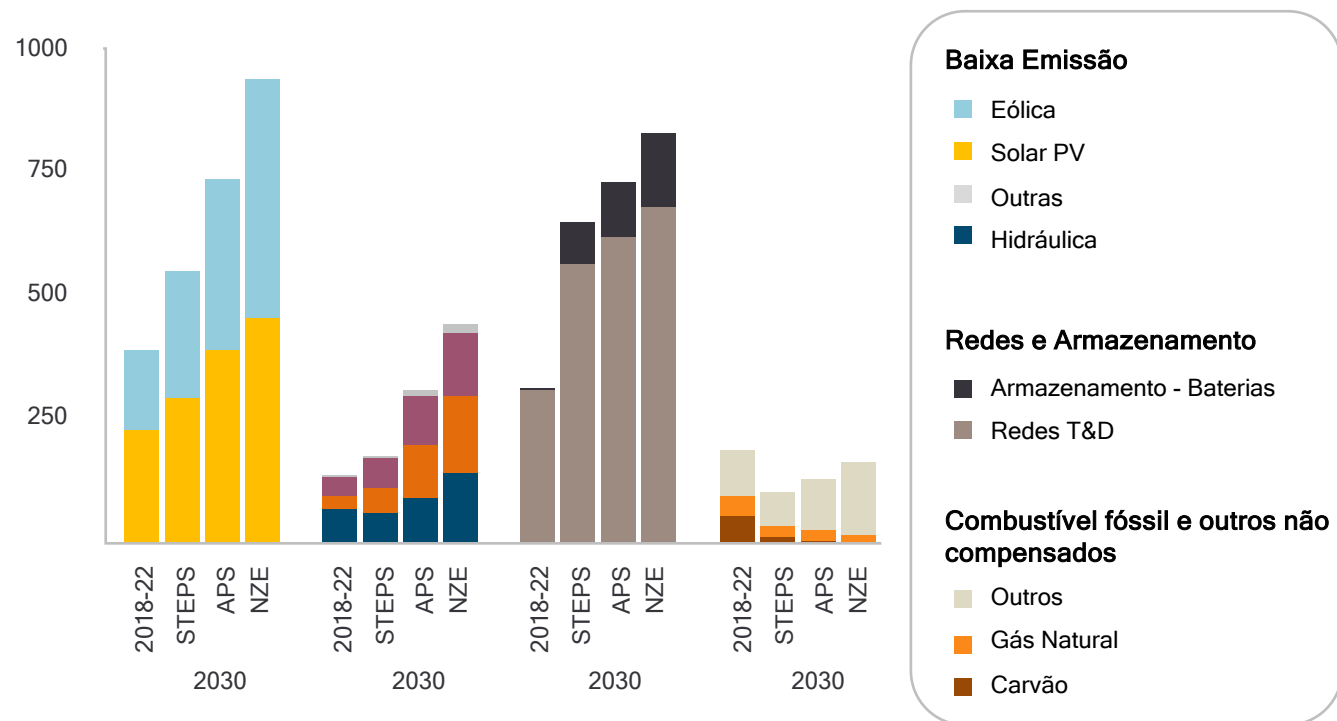
A eficiência energética tem um papel vital a desempenhar na mitigação do aumento da demanda máxima e redução do estresse nas redes de eletricidade. A contribuição do ar condicionado para a demanda máxima, por exemplo, é reduzida pela metade na Índia e em dois terços nos Estados Unidos no cenário APS, em comparação com o cenário STEPS em 2050, por padrões mínimos de desempenho energético mais rigorosos e projetos de construção mais eficientes.

Como uma grande parte do aumento na demanda pico é devido a usos finais com potencial de flexibilidade significativo, como veículos elétricos, condicionadores de ar e bombas de calor, esses incrementos na demanda pico também podem ser mitigados por meio de medidas de resposta do lado da demanda.

Para suportar esse crescimento no consumo de energia elétrica, o movimento de transição energética e a segurança operativa dos sistemas elétricos, os investimentos em infraestrutura devem aumentar de forma significativa em todos os cenários analisados

Investimento médio global no setor elétrico (projeções por tipo de fonte e cenário)

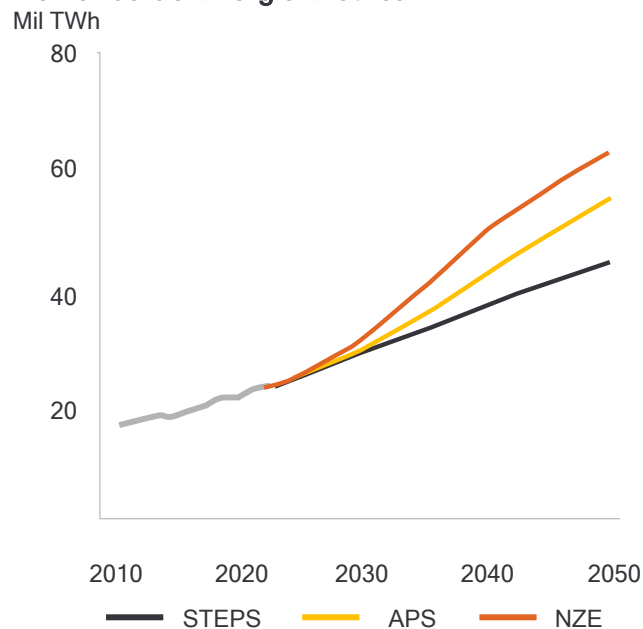
Bilhões USD (2022, MER)



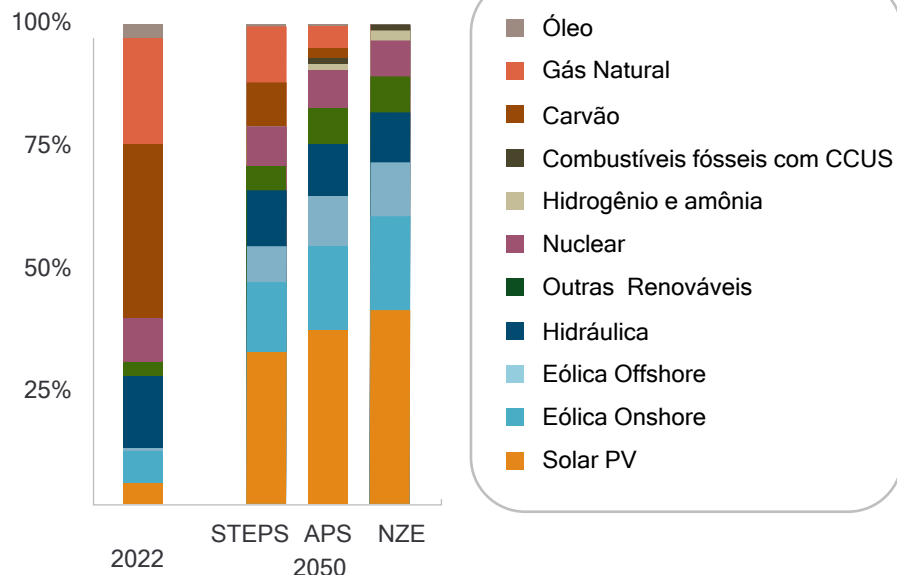
Do lado da geração, as fontes de energia de baixa emissão serão fundamentais para o movimento de descarbonização da matriz elétrica mundial e atendimento da crescente demanda por energia elétrica, a qual é prevista para aumentar em cerca de 80% com as atuais políticas de transição energética

Demanda global por eletricidade e mix de geração (projeções)

Demanda de Energia Elétrica



Geração de Energia Elétrica



A demanda global por eletricidade deve aumentar rapidamente em todos os cenários como resultado do crescimento populacional, da renda e da eletrificação.

Até 2050, a demanda por eletricidade aumenta de seu nível atual em mais de 80% no cenário STEPS, 120% no APS e 150% no Cenário NZE.

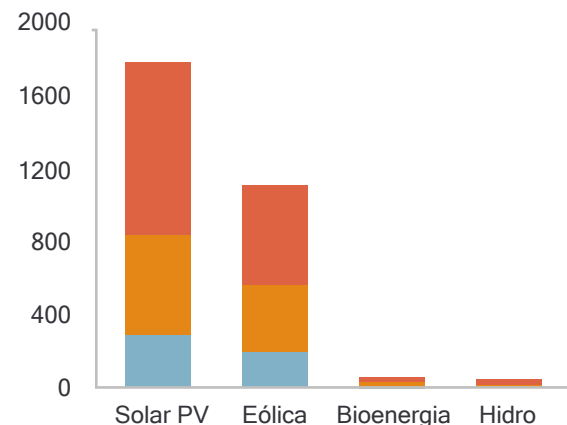
A demanda adicional é atendida principalmente por fontes de eletricidade de baixa emissão - renováveis, energia nuclear, combustíveis fósseis, acoplados com captura de carbono, hidrogênio e amônia - aumentando sua participação no fornecimento de eletricidade em cada cenário.

A participação de combustíveis fósseis diminui de forma significativa, caindo em mais de um terço de 2022 a 2050 no cenário STEPS, três quartos no cenário APS e quase 100% no Cenário NZE.

Contudo, para garantir a expansão das fontes renováveis é necessário investimento e aperfeiçoamento das redes de transmissão e distribuição. Atrasos no desenvolvimento e implementação desses projetos possuem impacto relevante na descarbonização da matriz elétrica mundial

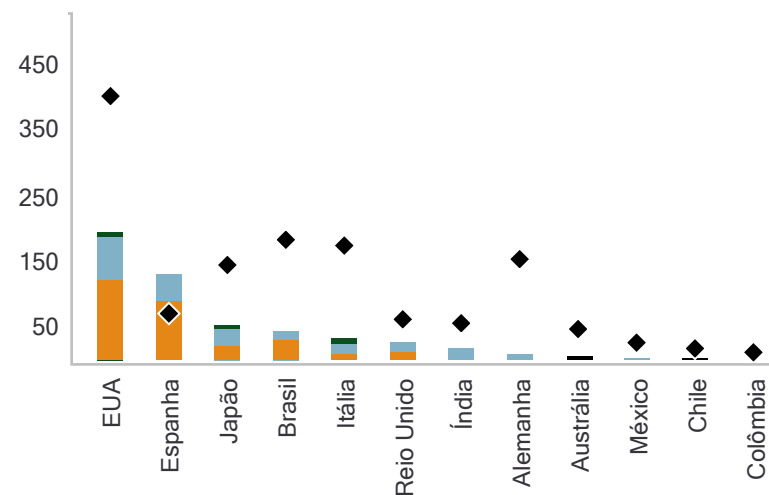
Projetos renováveis com solicitação de conexão à rede e projetos de geração centralizada por país

Solicitações de conexão
GW



■ Estágio avançado ■ Em revisão ■ Estágio inicial

Projetos de geração renovável em estágio avançado por país
GW



■ Solar PV ■ Eólica ■ Bioenergia ■ Hidro ◆ Capacidade Instalada - Renováveis

O rápido avanço tecnológico, aliado a uma expressiva redução de custos, têm sido fatores fundamentais na expansão da matriz elétrica mundial via fontes renováveis. Novos projetos precisam solicitar conexão à rede elétrica e, então, aguardar pela aprovação para seguir para fases mais avançadas de desenvolvimento e implementação.

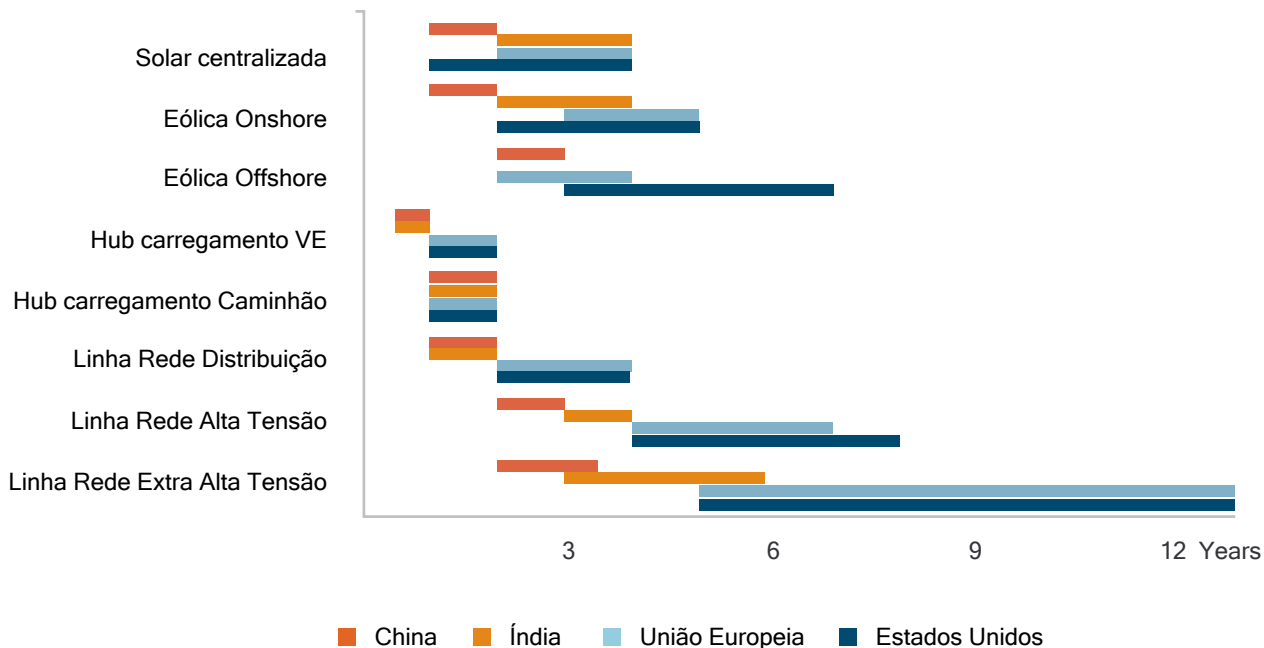
Totalizando os pedidos de conexão de fontes renováveis (solar, eólica, hidrelétrica e bioenergia) dos Estados Unidos, Espanha, Brasil, Itália, Japão, Reino Unido, Alemanha, Austrália, México, Chile, Índia e Colômbia, esse número chega a 3 TW de capacidade. Aproximadamente 1,5 TW desse total é relativo a projetos com a tecnologia solar ou eólica em fase avançada do processo de conexão.

Desses, 500 GW referem-se a projetos que ou já possuem documentos de conexão assinados ou estão em vias de assinatura, e possuem uma alta probabilidade de se conectar à rede nos próximos cinco anos. Esses projetos representam cerca de 40% da capacidade renovável instalada nos países mencionados.

Paralelamente, 1 TW de projetos estão em revisão para determinar a viabilidade de conexão (e se é necessário algum reforço/melhoria) na rede.

A expansão e a implantação dos sistemas de transmissão e distribuição demandam um tempo geralmente maior do que o da construção de ativos renováveis, o que causa um descompasso entre os dois segmentos, impondo desafios aos Operadores dos sistemas

Tempo médio de desenvolvimento e implementação de redes (anos)



Usualmente, grandes projetos estão longe do centro de carga, o que demanda redes para escoar a energia por eles produzida. A implementação dessas redes é complexa, envolve diversos agentes e dura vários anos. Grandes projetos de sistemas de transmissão podem levar uma década ou mais para serem concluídos, geralmente muito mais do que os novos ativos eólicos e solares fotovoltaicos que se conectam a eles.

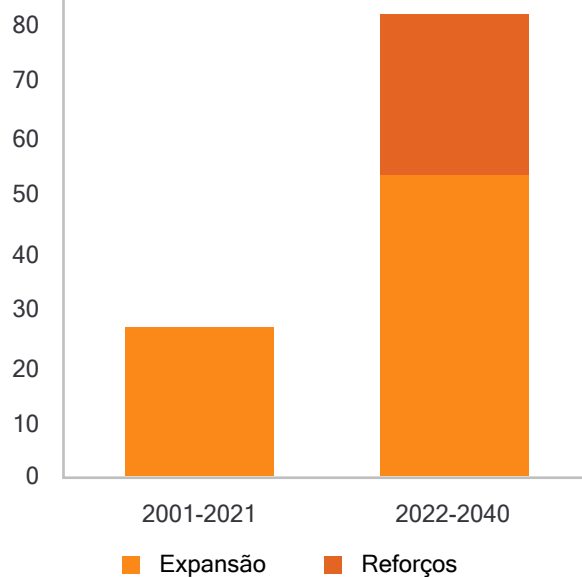
Os tempos médios de aprovação e construção para linhas de energia variam muito. Não é incomum que uma única linha aérea de extra-alta tensão (acima de 220 kV) leve de 5 a 13 anos para passar por autorização e construção em economias avançadas, dependendo do comprimento da linha e de outros fatores. Projetos de baixa tensão são geralmente mais rápidos e podem durar de 4 a 8 anos, enquanto projetos de rede de distribuição geralmente são concluídos em 4 anos.

Esses prazos são significativamente menores na China e na Índia, comparativamente a outros locais. Na China, isso se deve, principalmente, à tomada de decisão centralizada e à estratégia de priorização do governo de conectar os centros de carga do leste com províncias do norte e oeste, por meio de linhas UHV. Na Índia, o governo tem priorizado o rápido desenvolvimento da capacidade de transmissão interestadual e intraestadual por meio de programas nacionais (por exemplo, Green Energy Corridor).

O investimento no desenvolvimento e implementação das redes precisa aumentar já no cenário em que as políticas anunciadas para a transição energética são totalmente implementadas. Isso significa que a extensão da rede total mundial irá dobrar até 2050 e mais da metade da rede existente precisa ser modernizada

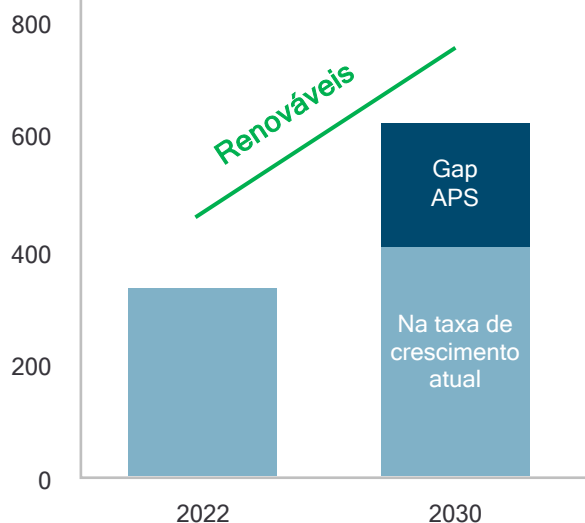
Extensão da rede

Milhões km



Investimentos

Bilhões USD



O comprimento total das redes em todo o mundo mais que dobra de 2021 a 2050 no cenário APS, atingindo 166 milhões de km. A distribuição continua a representar mais de 90% do comprimento total da linha, conectando bilhões de consumidores para atender suas necessidades diárias.

As redes de transmissão totalizam 12,7 milhões de km até 2050, ante 5,3 milhões de km em 2021. Cada região tem seu próprio caminho de desenvolvimento das redes, distinguido por mudanças subjacentes na economia e eletrificação.

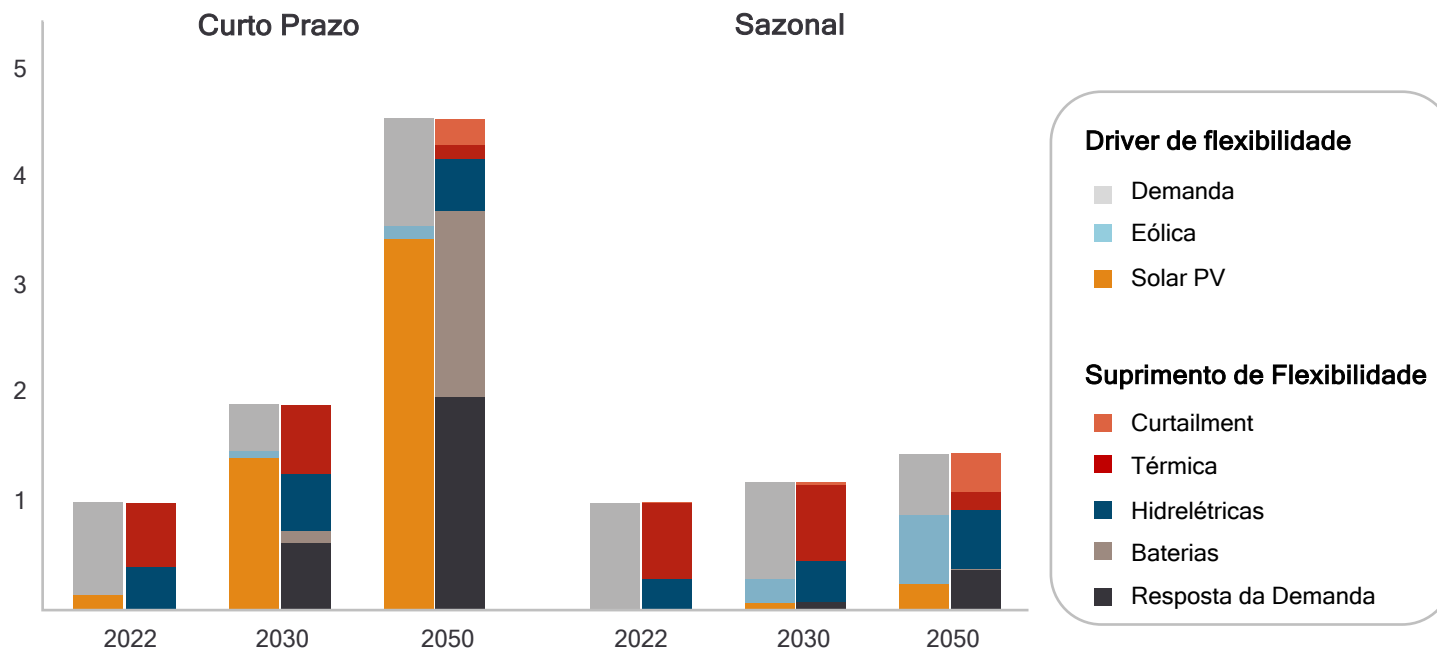
Em economias avançadas, o comprimento total da rede aumenta em 50% de 2021 a 2050, enquanto nas economias emergentes projeta-se um crescimento de mais de 150%.

Nas próximas duas décadas, mais de 80 milhões de quilômetros de redes de transmissão e distribuição serão construídas ou substituídas no mundo. Isso representa mais do que o comprimento total das redes em 2021.

O uso de tecnologias de geração de energia elétrica de baixo carbono já é uma realidade e fator chave na descarbonização da matriz elétrica. Isso traz novos desafios aos Operadores, e a demanda por redes cada vez mais flexíveis será maior. O uso de baterias e a resposta da demanda podem auxiliar a endereçar essa necessidade

Necessidade e Suprimento de Flexibilidade no Cenário APS

Índice (2022=1)

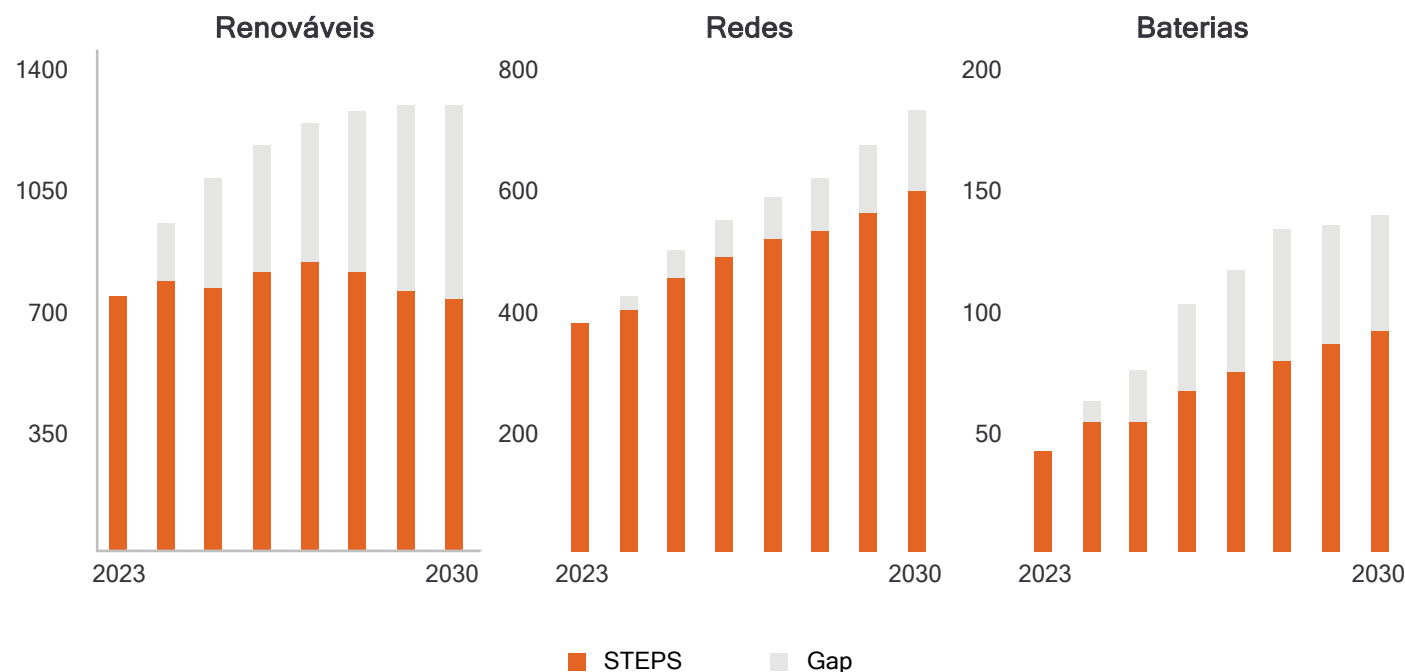


A maior parte da flexibilidade necessária em todas as escalas de tempo hoje é fornecida por usinas termelétricas e hidrelétricas (incluindo sistemas de armazenamento). Nos três cenários projetados pela IEA, grande parte da flexibilidade adicional de curto prazo necessária é fornecida por baterias e resposta à demanda, especialmente após 2030. As usinas termelétricas e a energia hidrelétrica continuam a fornecer a maior parte da flexibilidade sazonal, com a resposta à demanda e a redução da geração excedente desempenhando um papel cada vez mais importante no final do período de previsão.

A participação crescente da energia solar fotovoltaica surge como o fator chave que aumenta as necessidades de flexibilidade de curto prazo: o vento é menos variável no curto prazo, mas pode variar significativamente ao longo de semanas ou estações, e se torna um importante impulsionador das necessidades de flexibilidade sazonal, à medida em que sua participação aumenta nos sistemas de energia em todo o mundo. Os padrões de produção eólica e solar podem ser complementares às variações na demanda de eletricidade, mas sua participação crescente tende a aumentar as necessidades gerais de flexibilidade do sistema.

Triplicar a capacidade renovável instalada mundial até 2030 foi um compromisso assumido pelos países na COP28, em Dubai. Embora o investimento mundial em renováveis tenha atingido o recorde de US\$ 735 bilhões em 2023, mais esforços são necessários para alcançar essa meta

Gap em investimentos para triplicar a capacidade instalada de renováveis até 2030
(Em bilhões de dólares)



Os primeiros sinais de uma possível desaceleração nos investimentos em energias renováveis, e os níveis persistentemente insuficientes de investimento em mercados emergentes e economias em desenvolvimento fora da China, ressaltam a necessidade de redobrar os esforços para manter as metas do Acordo de Paris de e acesso à energia.

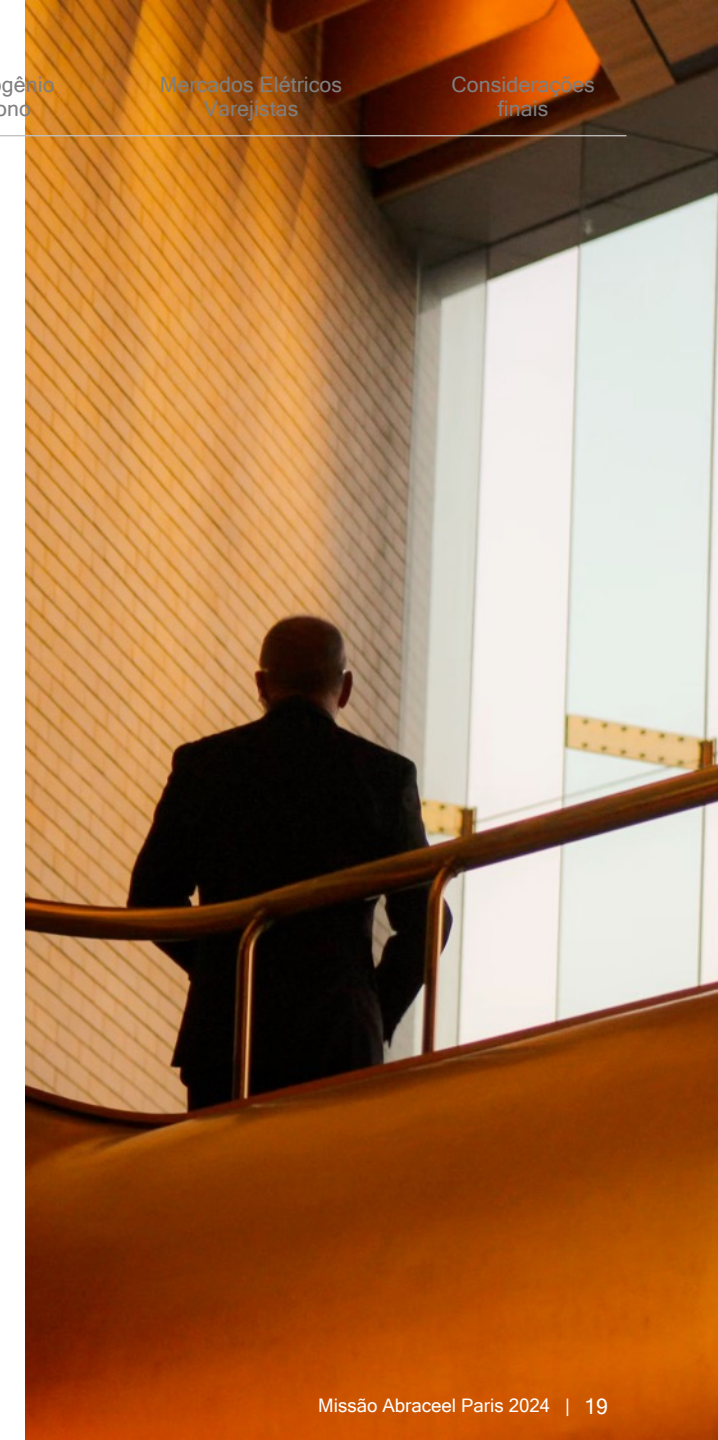
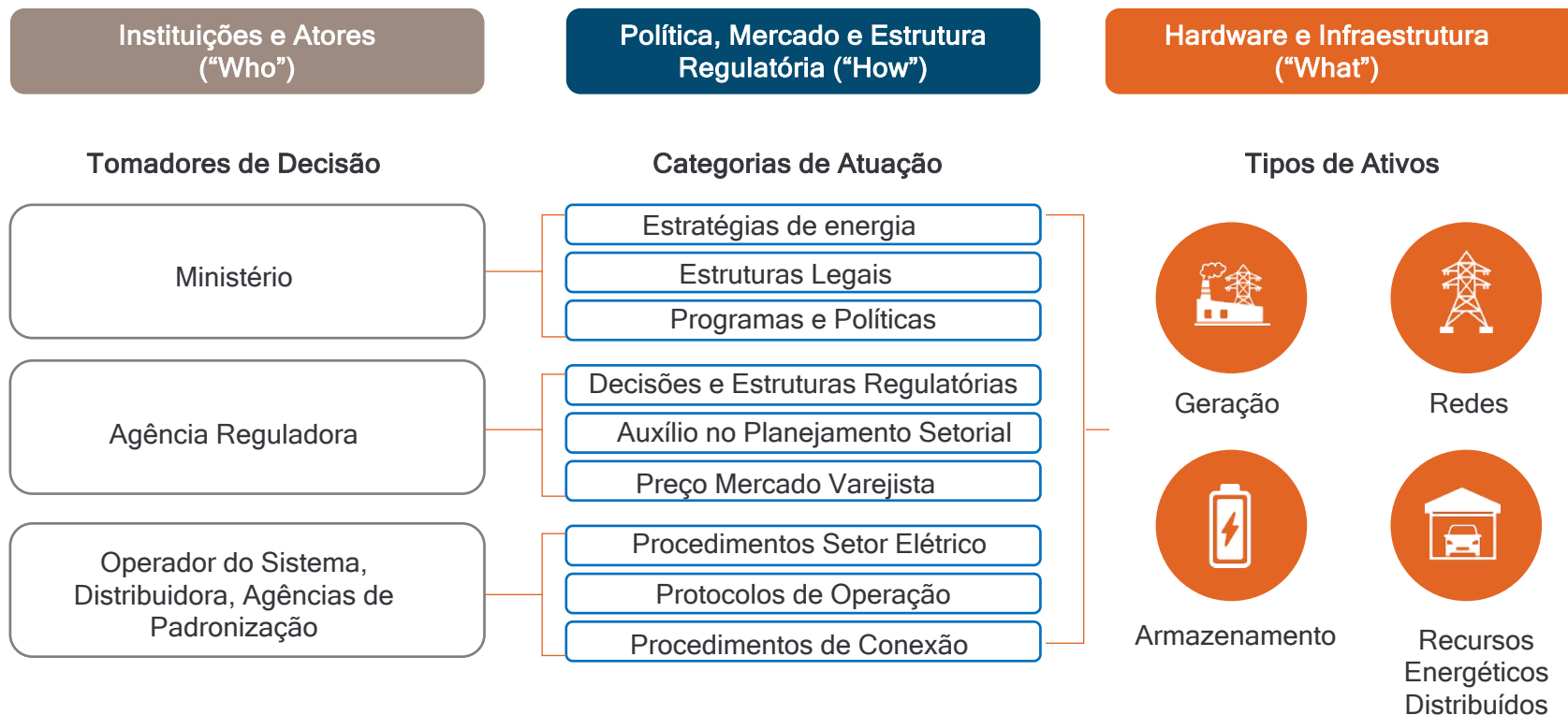
Garantir aumentos adicionais no investimento em renováveis requer atenção para os seguintes aspectos: marcos regulatórios claros e estáveis; apoio político; processos de licenciamento mais simples e rápidos; expansão da rede elétrica; armazenamento de energia e fontes de flexibilidade; garantias de pagamento e mais linhas de financiamento.

Com as políticas e condições de mercado atuais, o investimento em energias renováveis nos próximos sete anos poderá cobrir cerca de dois terços do investimento necessário para triplicar a capacidade instalada de renováveis até 2030. Isso cria uma lacuna de cerca de US\$ 400 bilhões por ano no investimento necessário com energias renováveis entre 2024 e 2030.

Enquanto as economias avançadas e a China precisarão aumentar seus investimentos anuais atuais em uma média de 6%, nos mercados emergentes e economias em desenvolvimento, esse número chega a ser de 30% ao ano.

Colaboração entre governos e setor privado é fundamental para alcançar os objetivos do Acordo de Paris, auxiliar na transição energética e descarbonização do setor elétrico e manter a flexibilidade necessária para operar os sistemas elétricos

Layers para garantir a flexibilidade nos sistemas elétricos (framework)



A background image showing a landscape at sunset or sunrise. The sky is a mix of orange, yellow, and blue. In the foreground, there are silhouettes of trees and a line of power poles with multiple power lines stretching across the frame. The overall mood is serene and industrial.

Desafios à Operação dos Mercados Elétricos: Grandes Perturbações

| Large Disturbances Workshop - LDW

Organizado por Greg Thorpe e Flávio Alves

O Workshop de Grandes Perturbações (LDW) surgiu no início dos anos 1990 com um pequeno grupo de operadores de sistemas de energia reunindo-se à margem das Sessões CIGRE em Paris para trocar informações sobre eventos operacionais significativos que haviam vivenciado. O objetivo era compartilhar conhecimento sobre os eventos e as respostas a eles.

Nos 20 anos seguintes, as reuniões cresceram em tamanho, mas continuaram focadas na operação técnica dos sistemas de energia. Para a Paris Session de 2012, o LDW tornou-se um workshop conjunto sobre grandes perturbações na operação de sistemas de energia (Grupo de Estudo C2) e mercados e regulamentação (Grupo de Estudo C5).

Nas últimas 6 Paris Sessions, cada LDW atraiu cerca de 500 participantes, com aproximadamente 10 eventos de todo o mundo, abrangendo desde grandes sistemas interconectados até pequenos sistemas isolados e uma variedade de diferentes desenhos de mercado.

Eventos importantes frequentemente afetam tanto a operação do sistema de energia quanto o mercado da região, mas nem sempre, e nem todos os sistemas de energia são operados como mercados desagregados, por exemplo, se uma

concessionária de eletricidade local, que é um monopólio, gerencia o sistema de energia. Os eventos de sistemas de energia apresentados nos LDWs variaram de interrupções devidas a condições operacionais instáveis inesperadas até apagões generalizados. Os impactos no mercado geralmente envolvem preços de energia e serviços ancilares, que são usados para manter a operação do sistema de forma segura, mas também consideram perturbações nos sinais de investimento de longo prazo.

O foco dos workshops é entender o que deu errado em cada caso e, de forma importante, o que foi ou poderia ser feito para evitar uma recorrência.

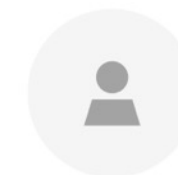
Em 2022, foi notado que a razão para os eventos havia mudado um pouco, de questões predominantemente técnicas associadas à mudança na tecnologia de geração devido à descarbonização para incluir problemas com a coordenação com autoridades externas durante desastres naturais, como incêndios florestais e ciclones.

As apresentações selecionadas para o LDW de 2024 continuam a tendência de 2022 e incluem uma mistura de perturbações causadas por inércia reduzida/aumento da participação de recursos baseados em inversores e eventos não técnicos, incluindo inundações, incêndios florestais e ciclones, e as consequências desses eventos sobre os

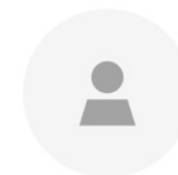
mercados e preços de energia.

Em 2024, as apresentações vieram da Polônia, Escandinávia, Cingapura, Austrália (costa leste), Alberta (Canadá), Holanda, Moçambique e Índia.

Palestrantes



Greg Thorpe



Flavio Rodrigues De Miranda Alves

As experiências apresentadas sobre mercados elétricos tiveram como objetivo compartilhar as lições aprendidas, bem como as medidas implementadas. Como casos mais relevantes foram apresentados os da Escandinávia e Singapura. O caso da Escandinávia foi devido a um erro de oferta, sendo que os Reguladores da Finlândia e Noruega ainda investigam o assunto

O mercado de eletricidade nórdico faz parte do mercado de eletricidade europeu:

- Finlândia, Suécia, Dinamarca, Noruega, com um total de 12 zonas de preço (*bidding zones*)
- Operador de mercado: NordPool

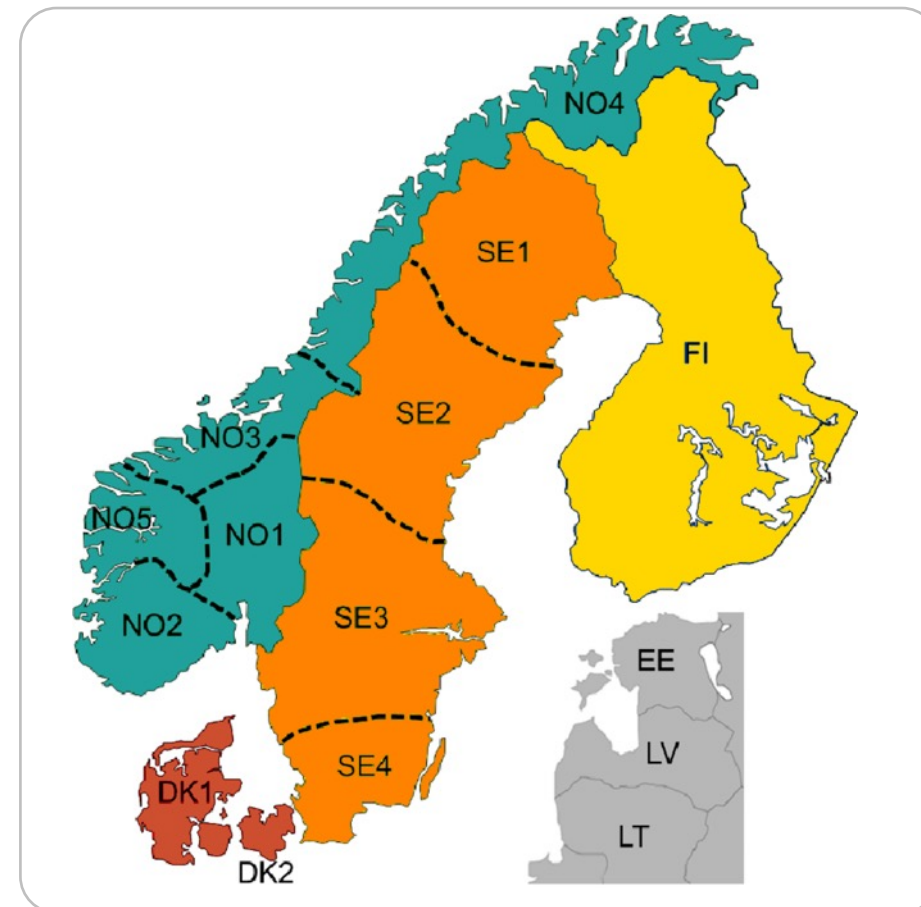
Mercado zonal, com acoplamento day-ahead;

Preços máximos e mínimos de oferta: +4.000 e -500 EUR/MWh

Estruturas de Mercado

- Day-ahead, fechado ao meio-dia (12:00 CET) (preço de referência mais importante)
- Intraday, com negociações contínuas, incluindo o mercado europeu:
 - Inicia-se no dia anterior
 - Ajuste de Posições
 - Leilões intradiários iniciando-se em junho de 2024
- Mercado de balanceamento (balancing market)
 - Majoritariamente nacional, mas está sendo integrado com os outros países.

Mercado de Eletricidade Nórdico



O caso da Finlândia está relacionado a uma falha em mecanismos de mercado: um agente enviou uma oferta equivocada de preço e volume de energia, trazendo impactos à operação financeira do mercado

O evento, ocorrido na Finlândia, em 23 de novembro de 2023, foi devido a uma oferta equivocada do player Kinect Energy, que vendeu 5,8 GW (na média) para entrega em todas as horas do dia 24 de novembro, a -500,00 EUR/KWh (o menor valor para uma ofertada aceita no NordPool).

As consequências desse evento foram:

- O balanceamento no mercado intradiário foi alcançado por meio de procedimentos-padrão, no qual todas as ofertas de suprimento foram cortadas.
- Os preços na Finlândia foram a -500,00 EUR/kWh (piso), o que nunca havia ocorrido no país;
- A “oferta fantasma” excluiu todas as outras ofertas de fornecimento flexível, o que maximizou as exportações da Finlândia;
- A Finlândia ficou com cerca de 6 GW de déficit para o dia seguinte, caracterizando uma ameaça à segurança do fornecimento.

Na operação física do sistema houve os seguintes desdobramentos:

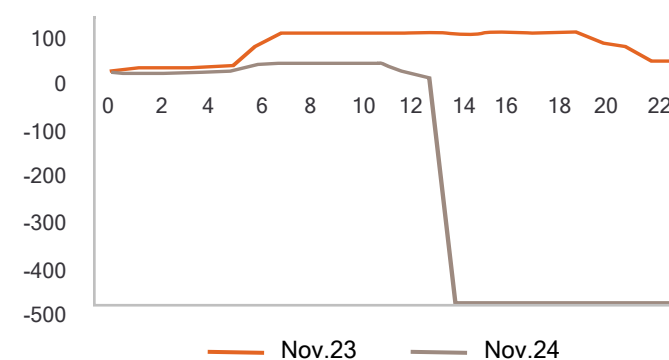
- Com preços baixos, toda a demanda flexível foi aceita;
- Fingrid e o NordPoll solicitaram aos ativos de geração finlandeses que continuassem disponíveis;
- Fingrid (excepcionalmente) atuou para balancear a produção e o consumo.
- No mercado intradiário:
 - A Kinect Energy comprou volumes significativos (alto volume de negociação)

- Na Suécia, a negociação intradiária aumentou de 17,6 GWh (23 de novembro) para 85,2 GWh (24 de novembro)
- O sistema ficou razoavelmente equilibrado em tempo real
- Preços intradiários não indicaram tendências fora do comum para o período

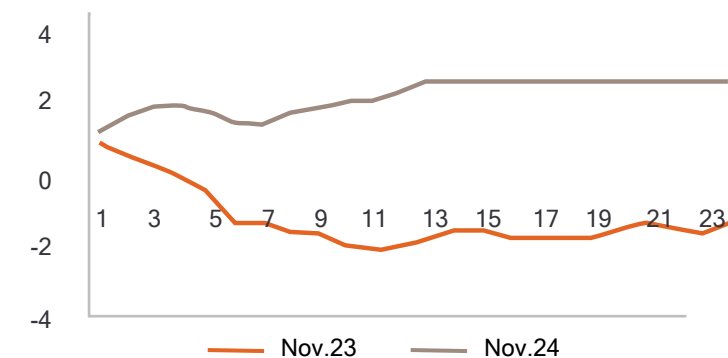
Principais considerações

- As operações no intradiário neutralizaram a situação, e a operação durante o dia foi relativamente normal;
- A bolsa de eletricidade NordPool possui um sistema que alerta sobre ofertas anormais, mas ele falhou nessa situação
- Muitos operadores de mercado estão ativos no mercado europeu, competem entre si e não estão dispostos a divulgar seus procedimentos de teste em detalhe.
- Os procedimentos de fechamento do mercado seguem um cronograma muito apertado (pouco ou nenhum espaço para recálculo e não há “segunda rodada de leilão” no mercado de eletricidade nórdico).

Preços Day-ahead na Finlândia, Nov. 23 e 24
Preço (€/MWh)



Mercado Day-ahead na Finlândia: Exportador
GW



Já o caso de Singapura está relacionado a um aumento expressivo no preço de mercado, que teve como consequência a saída de algumas comercializadoras varejistas e, por conseguinte, a revisão e aprimoramento de medidas para aumentar a segurança do mercado

Desenho de mercado

mercado puramente de energia (energy-Only). Energy co-otimizada com reservas e serviços de regulação

Despacho

usinas despacháveis (geradores e carga) competem para o despacho em ofertas de 30 em 30 minutos.

Preço meio-nodal

geradores são pagos via preços nodais, enquanto consumidores pagam um preço médio ponderado (Uniform Singapore Energy Price - USEP)

Mix de Combustível para Geração de Eletricidade

95% Gás Natural. A fonte solar é a renovável mais promissora

Estrutura de mercado

Gentailers possuem um significativo market share



O que pode ter causado o aumento de preços no Q42021?

Baixo suprimento

A margem de suprimento (diferença entre oferta e demanda sobre oferta) no Q42021 foi de 20,5%, comparado a 22-23% nos outros trimestres de 2021

Interrupções Não Planejadas

Altos níveis de interrupções não planejadas em novembro e dezembro de 2021, comparados com os 6 meses anteriores, coincidindo com a alta demanda no Q42021

Curtailment de gás

Questões sobre o suprimento de gás natural canalizado eram reportados desde julho/21; reparos e atualizações das planta de West Natuna causaram reduções no suprimento de gás ao longo do Q42021.

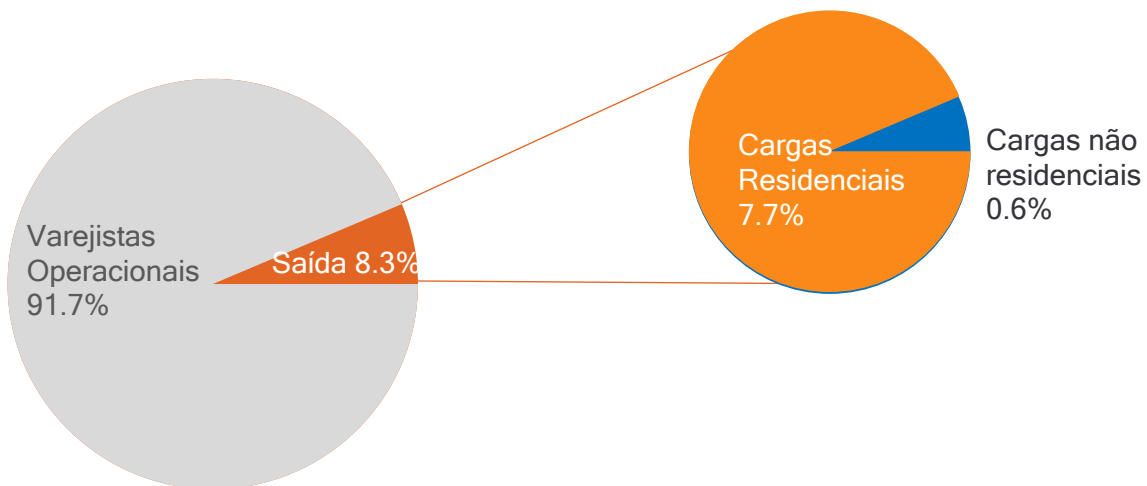
Preços de Importação de combustíveis mais altos

Desde o Q22020, houve um aumento significativo nos preços de combustível, principalmente o óleo combustível. Os preços de longo prazo do gás na Singapura são atrelados a esses índices globais.

Nesse contexto, cria-se um ciclo vicioso entre preços altos de gás e a manutenção da capacidade instalada dos geradores para atender a demanda, o que acaba contribuindo para a manutenção do preço alto (e volátil) de energia elétrica



Uma consequência da alta volatilidade de preços, foi a saída de comercializadores varejistas do mercado de Singapura



O cenário de alta volatilidade do Q42021, trouxe, como consequência, a saída de alguns comercializadores independentes;

Um comercializador terminou prematuramente seus contratos com certos consumidores.

Um comercializador foi suspenso depois de incorrer em inadimplência.

Isso afetou cerca de 9% dos consumidores - 140 mil residenciais, 11 mil comerciais/industriais.

O Regulador (Energy Market Authority - EMA) suspendeu temporariamente a emissão de novas licenças de comercialização e revisou o arcabouço regulatório dos comercializadores varejistas.

Dentre as possíveis causas da saída dos comercializadores varejistas do mercado, há duas possibilidades: i) a falta de hedges e ii) baixo custo para a saída de um comercializador do mercado

Falta de Hedges

Ao contrário dos Gentailers, que possuem melhor acesso aos Contratos-por-Diferença (CfDs) e bilaterais, os comercializadores varejistas dependem de contratos futuros para gerenciar seus riscos de preço. A liquidez desses contratos foi afetada negativamente nos meses anteriores ao Q42021

Baixo custo para a saída dos comercializadores

O mercado possui o mecanismo de Comercializador de Última Instância (RoLR), no qual os consumidores sem comercializador são supridos pelo agente licenciado (Market Support Services Licensee) Em 2021, os comercializadores não eram requeridos a apresentar garantias de execução dos contratos (performance bonds) Portanto, os comercializadores podiam acionar o RoLR (ex: encerrando suas operações) a um custo relativamente baixo.



Saída de comercializadores independentes

Diante disso, foram implementadas medidas de curto e longo prazo para aprimorar a segurança de mercado

	Direct supply scheme (DSS)	Standby Capacity Scheme (SCS)	Temporary Electricity Contracting Scheme (TRECS)
Esquema	<p>Fornece ao Operador o poder de orientar os geradores a oferecer ao mercado quando forem antecipadas deficiências.</p> <p>O Operador criará uma instalação de gás (standby) para seu fornecimento, caso necessário</p>	<p>Esquema voluntário que permite ao Operador adquirir capacidade que será ativada para segurança/ confiabilidade do sistema ou para mitigar a volatilidade do USEP.</p> <p>O Operador fornece gás (se necessário)</p>	<p>Opção de contratação varejista de curto prazo para grandes consumidores, com preços de contrato fixos mensalmente, com base nos preços spot do GNL, adicionado de uma margem fixa</p>
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> Garantir a segurança do sistema Garantir a confiabilidade do sistema Mitigar a volatilidade do USEP 		<ul style="list-style-type: none"> Auxiliar os consumidores a obter contratos de varejo

Adicionalmente às medidas de curto prazo, o Regulador também identificou medidas a médio prazo para aumentar a segurança de mercado, sendo as principais:



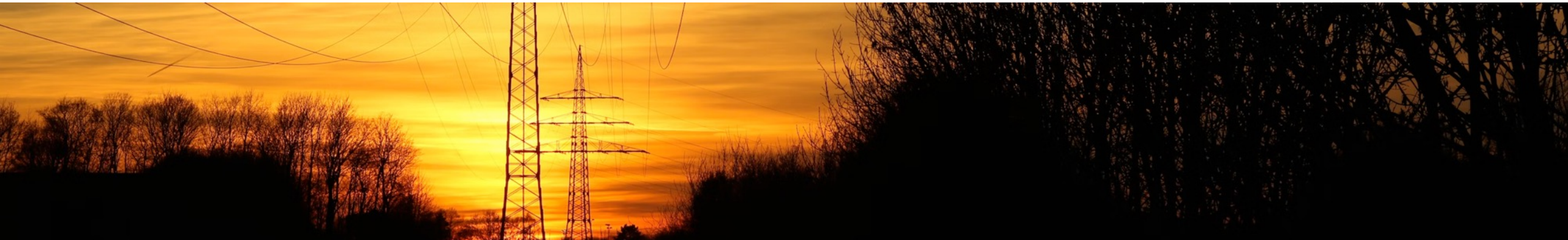
Teto de preço Temporário

Mecanismo tipo circuit-breaker para evitar períodos prolongados de preços altos e voláteis.

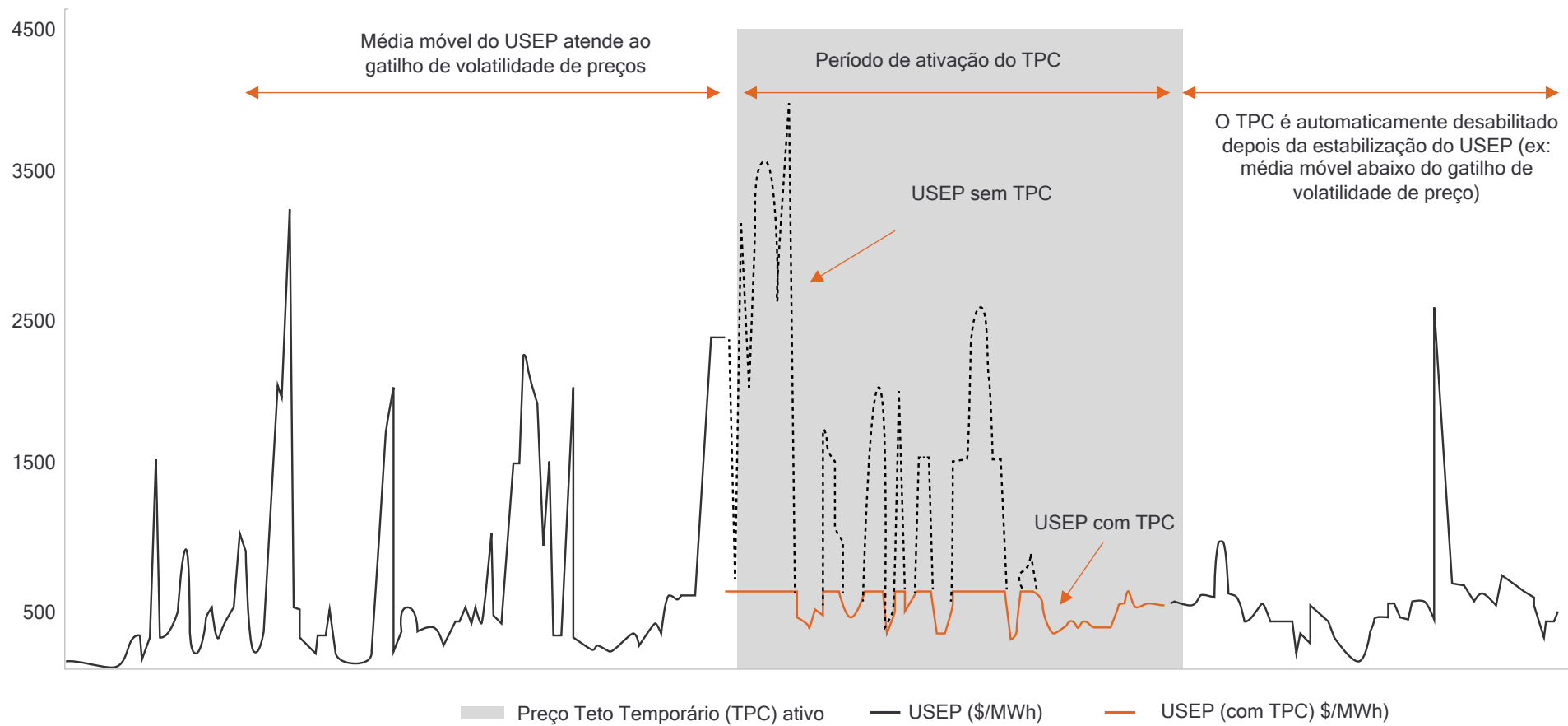


Aprimoramentos na Regulação dos Varejistas

Fortalecimento da resiliência dos varejistas para suportar a volatilidade do mercado.



Teto de preço temporário



Mecanismo para volatilidade extrema de preço já em operação.

Limiar de ativação e o limite de preço (inferior) indexado aos custos do gás, atualizado quinzenalmente.

Ativado quando a média móvel do USEP ultrapassa um determinado limite.

Desativado quando o preço USEP mostra um comportamento menos volátil, após estar ativo por 48 períodos.

| Aprimoramentos para a regulamentação dos comercializadores varejistas



Aumento dos requisitos de garantia

Capital integralizado ou patrimônio líquido tangível de 1 milhão de dólares singapurianos (SGD)



Aprovação da EMA em cargos de liderança

Para garantir que os líderes da organização possuam integridade e saúde financeira estável



Requisitos de Hedge revisados

Título de, pelo menos, 80 por cento da quantidade do contrato de varejo em uma base contínua de 24 meses, com o valor residual não coberto por Garantias de Execução



Aprimorar a proteção do consumidor diante do término prematuro dos contratos

Para garantir equidade entre os consumidores



Discussões Relevantes sobre Mercados de Energia:

Novas Tecnologias e Gerenciamento pelo Lado da Demanda

Em uma economia neutra em carbono, a eletricidade será o vetor energético mais eficiente, e, nesse sentido, precisará estar acoplada a outros setores vetores. O sistema elétrico do futuro será baseado em três elementos básicos: neutralidade em carbono, flexibilidade e o próprio grid

O conceito do sistema elétrico do futuro será baseado em três elementos básicos:



Fontes de energia carbono-neutras fornecerão a maior parte da energia elétrica, sendo que grande parcela dessa geração será via fontes que dependem de recursos renováveis (principalmente solar e eólico);



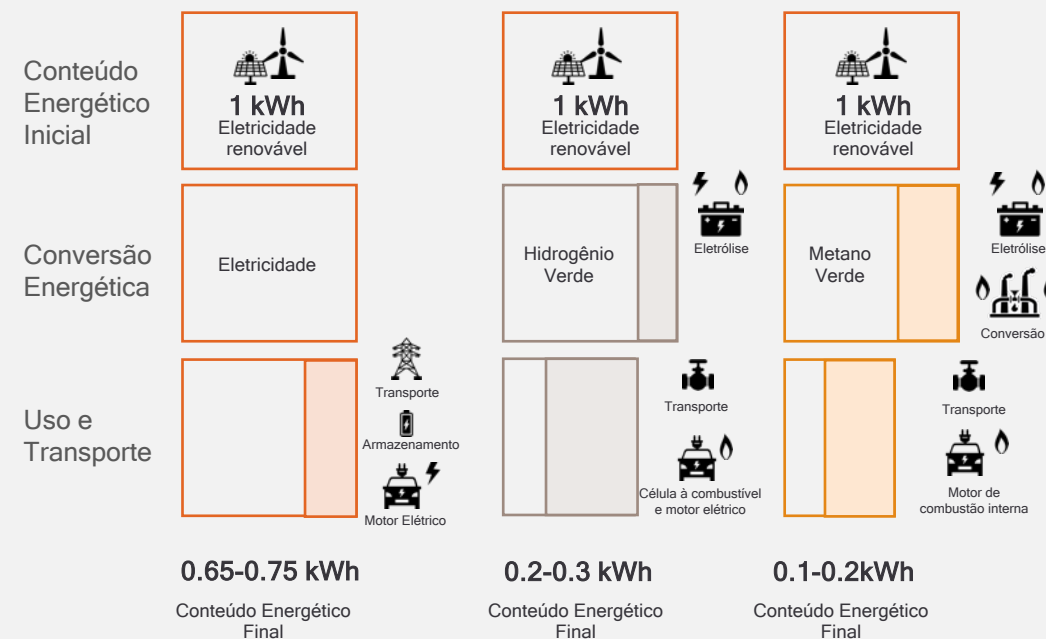
Recursos que garantam flexibilidade aos sistemas, para complementar de forma eficiente a variabilidade da geração e do consumo e para endereçar a crescente complexidade da operação dos sistemas elétricos de potência.



O próprio grid, conectando geradores, consumidores e recursos de flexibilidade, o que demandará investimentos em tecnologia e infraestrutura.

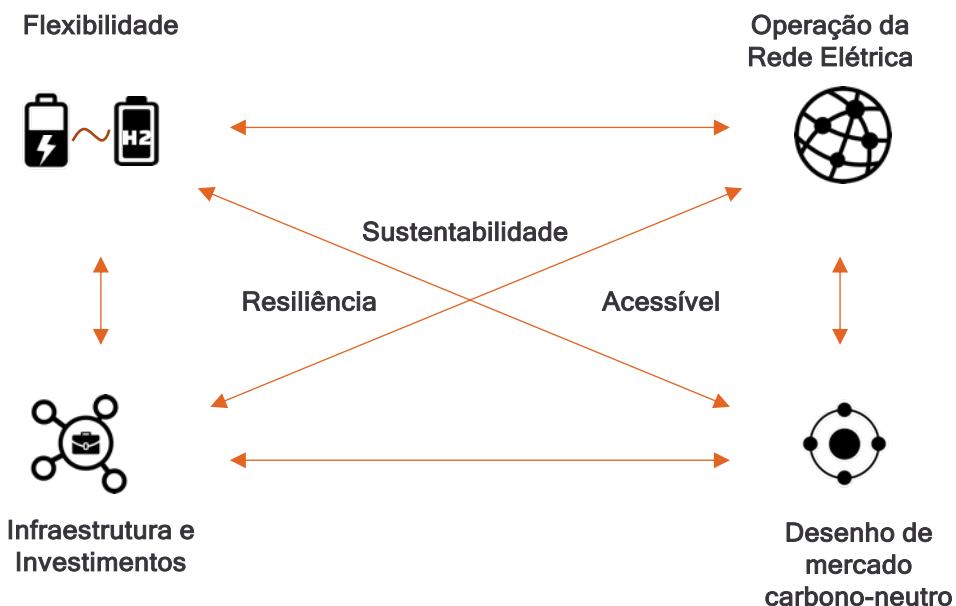
Nesse sentido, surge o conceito de Sistema de Sistemas (System of Systems), que considera uma forte cooperação entre os diferentes Operadores (Transmissores e Distribuidores) e entre diferentes sistemas de energia. Todos os operadores serão habilitadores-chave e facilitadores para tornar esse sistema realidade.

Comparativo entre a eficiência de diferentes usos da energia elétrica



O Sistema de Sistemas, necessitará essencialmente de quatro elementos-chave, que possuem o objetivo de endereçar três desafios fundamentais, todos fundamentais para a transição energética

Elementos-chave e desafios fundamentais: Sistema de Sistemas



Os elementos-chave nesse novo contexto de operação dos sistemas elétricos e de forte inserção de renováveis são:

Flexibilidade Operativa: facilitar o desenvolvimento de recursos que garantam flexibilidade para endereçar a crescente complexidade de operação do sistema elétrico e para balancear o que se tornará um sistema altamente dependente de aspectos climáticos.

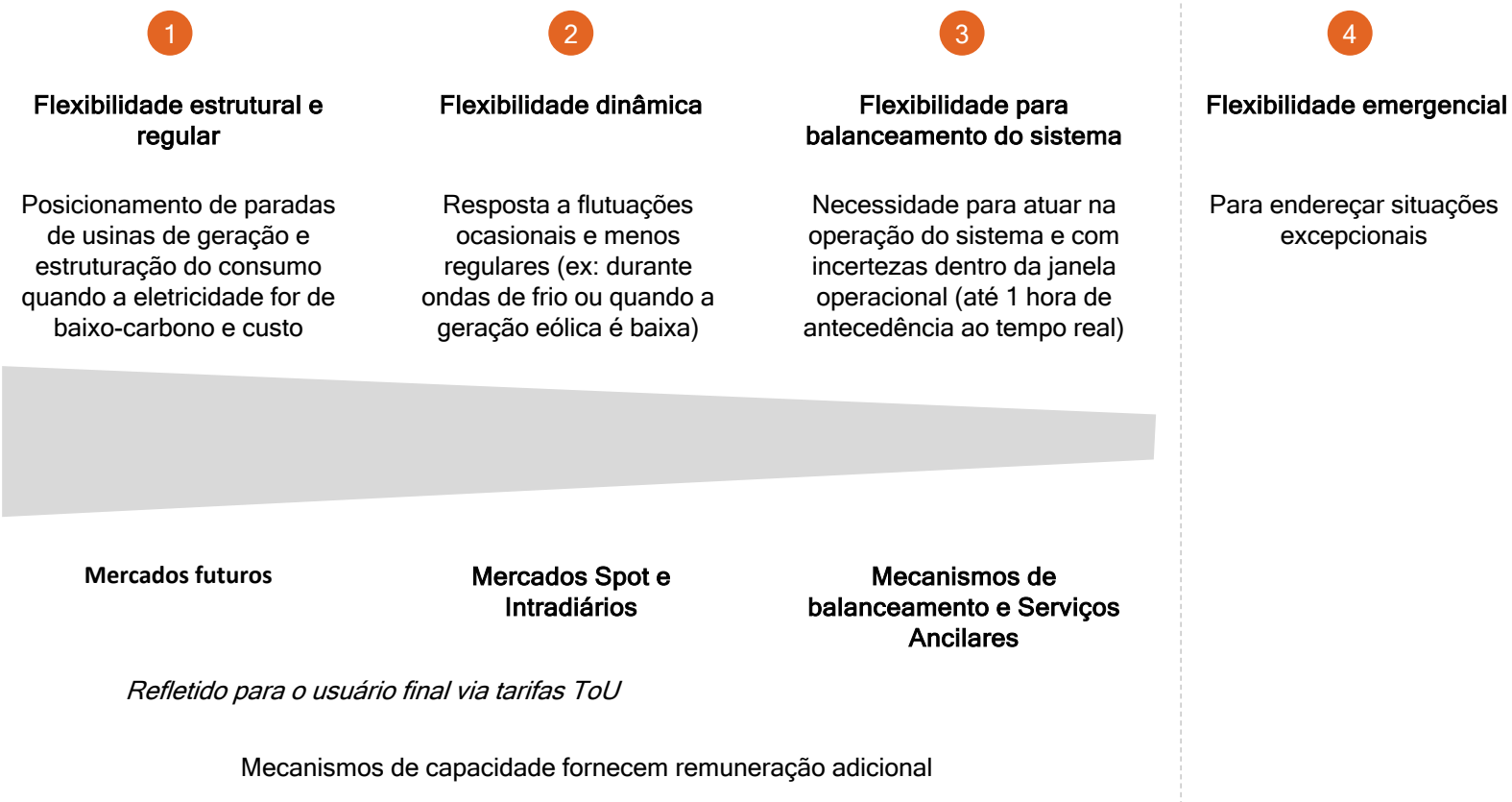
Infraestrutura e investimentos: acelerar o desenvolvimento e financiamento do sistema elétrico do futuro.

Operação do Sistema Futuro: preparar e organizar a operação de um sistema de energia carbono-neutra, que será totalmente diferente do atual.

Desenho de Mercado: identificar os princípios e possíveis soluções para um novo desenho que incorpore aspectos de uma economia carbono-neutra.

Um sistema elétrico carbono-neutro será altamente dependente de condições climáticas. Para endereçar a complexidade operativa e a volatilidade, tanto do lado da oferta quanto da demanda, uma quantidade significativa de flexibilidade é necessária

Tipos de Necessidade de Flexibilidade



Flexibilidade refere-se à habilidade de um sistema elétrico lidar com a variabilidade e incerteza da demanda, geração e disponibilidade da rede.

Ao adotar a direção relativa à neutralidade de carbono, a natureza, o volume das necessidades e o portfólio de recursos de flexibilidade irão aumentar. A implantação oportuna de múltiplos recursos de flexibilidade neutra em carbono será necessária, incluindo geração flexível, demanda ativa, armazenamento e uso flexível da rede.

Basicamente, as necessidades de flexibilidade podem ser divididas em quatro:



Existem várias tecnologias que podem ser usadas para atendimento dos requisitos de flexibilidade dos sistemas elétricos. Os recursos mais adequados para esse atendimento serão baseados em mecanismos de mercado que supram esses serviços, com a necessidade, portanto, de aprimoramentos regulatórios

	Fonte Necessidade	Períodos de escassez de vRES	Gerenciamento da Congestão	Estabilidade/Inércia	Controle de Tensão	Confiabilidade/Restauração
Geração	Geração fóssil	↓	↓	↓	↓	↓
	Geração via hidrogênio	●				○
	Renováveis despacháveis (hidro)	●	○	○	○	●
	Geração variável		●	●	●	○
Carga	Carregamento inteligente/pequena RD	○	●	●	○	○
	Grandes RD	○	●	●	○	●
Armazenamento	Baterias/V2G		●	●	●	●
	Supercapacitores			○		
	Usinas Reversíveis	○	●	●	●	●
	Flywheels			○		
	LAES/CAES, armazenamento térmico	○	○	○		
Acoplamento	Power-to-hydrogen		●	○	○	
	Power-to-heat		○	○		
Rede	Interconexões	●	●	○	●	○
	Flexibilidade de rede (fluxo de potência, controle de tensão)		●	●	●	●

↓ Phase-out até 2050 ● Mais promissor ○ Contribui

Os recursos do lado da demanda, e o armazenamento elétrico em particular, têm um bom potencial para se tornarem provedores significativos de flexibilidade de curta duração neutra em carbono. Isso inclui, por exemplo, consumidores ativos (onde a demanda se adapta à geração) e soluções de veículo-para-rede (Vehicle-to-grid), para as quais a cooperação entre TSOs e DSOs será essencial para habilitar seu potencial.

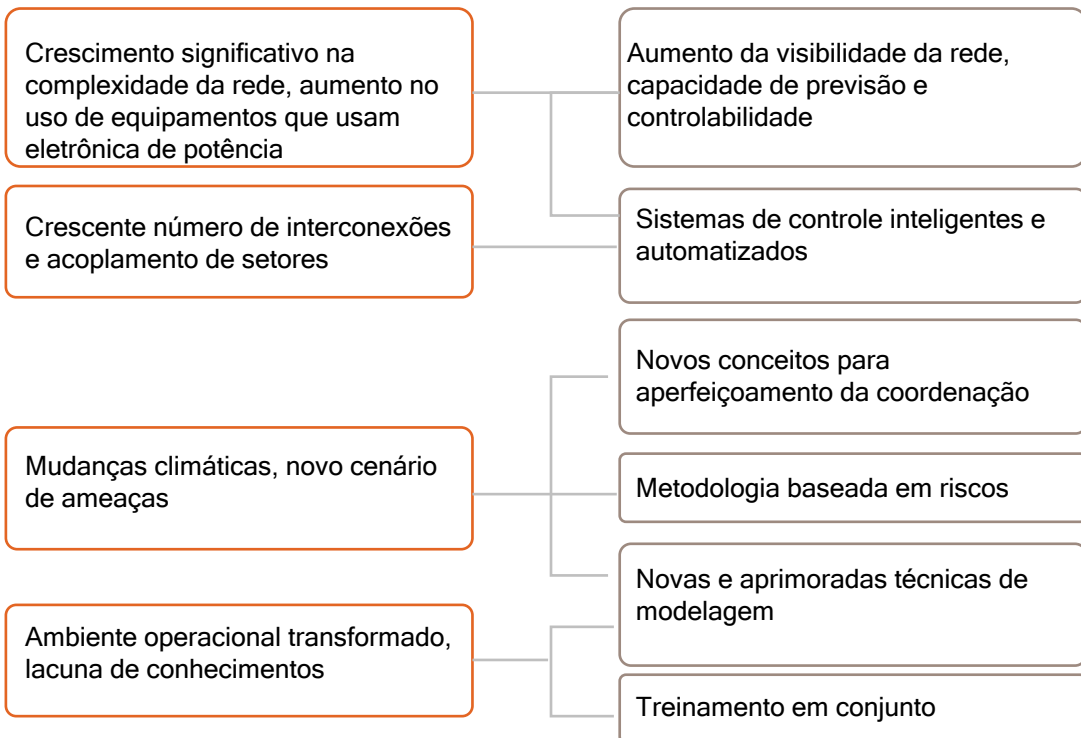
Existem poucas fontes potenciais de flexibilidade de longa duração, e carbono-neutras, em larga escala, além da hidroeletricidade, para as quais um maior desenvolvimento em larga escala enfrenta múltiplos desafios em vários países. A solução mais promissora, neste caso, poderia ser o hidrogênio – produzido por geração neutra em carbono, armazenado e, subsequentemente usado para geração de energia quando o sistema exigir. Outras alternativas poderiam surgir, presumindo que mais progresso tecnológico seja feito para diminuir seu custo e melhorar sua capacidade de armazenar energia.

Para permitir uma transição segura em direção à neutralidade de carbono, a implantação de recursos de flexibilidade de curta e longa duração precisará ser coordenada com a integração de fontes de geração renováveis dependentes do clima. Esses recursos serão localizados na transmissão e distribuição, onshore e offshore, e em outros setores de energia.

Operar o sistema elétrico do futuro deverá considerar vários aspectos como a participação crescente de recursos distribuídos, alta dependência climática, integração setorial via flexibilidades, coordenação entre transmissoras e distribuidoras e mudanças no desenho de mercado

DESAFIOS

HABILITADORES



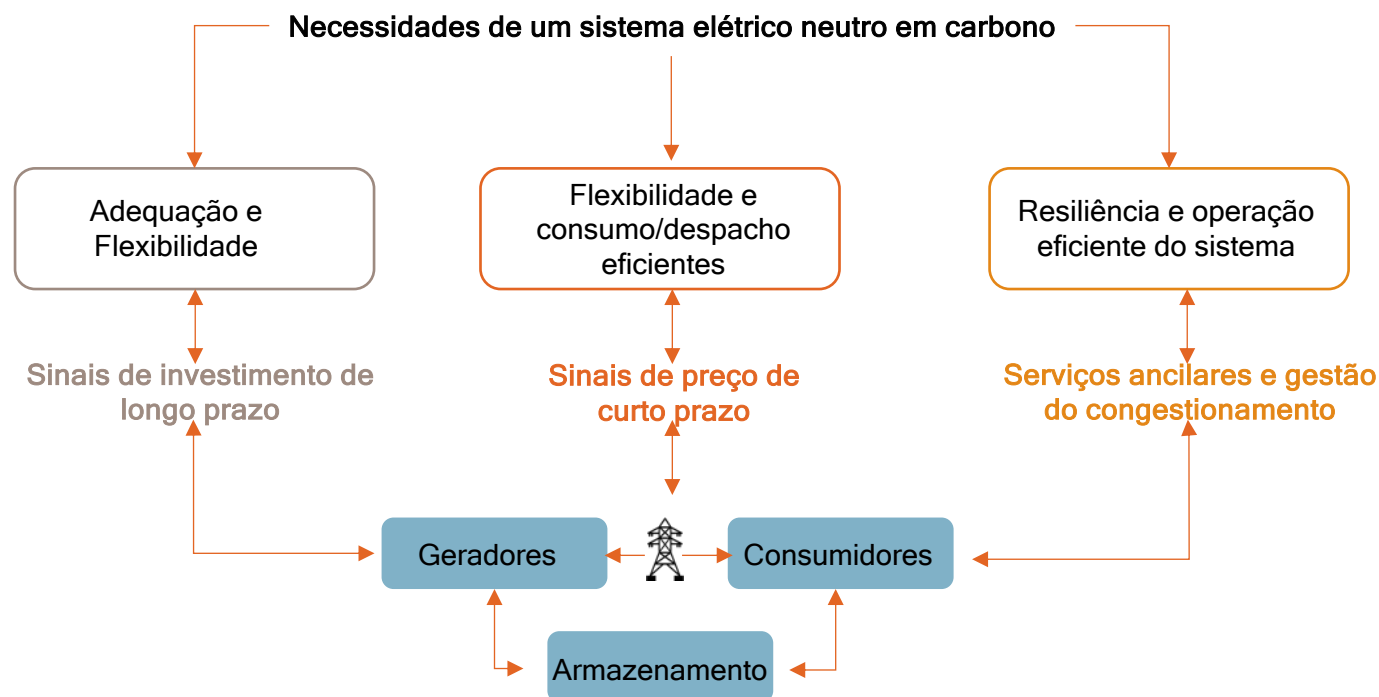
Os Operadores (TSOs e DSOs) precisarão acelerar a adoção de novas e emergentes tecnologias disponíveis para controlar a rede de forma segura e eficiente, a fim de lidar com as características do futuro sistema elétrico.

A dependência significativa das condições climáticas terá um forte impacto na operação do sistema. Isso exige uma abordagem mais integrada, onde a demanda precisará se tornar cada vez mais capaz de se adaptar às mudanças na geração para garantir um equilíbrio contínuo entre oferta e demanda. Será necessária uma variedade de fontes de flexibilidade para manter um nível aceitável de segurança e resiliência. As necessidades identificadas pelos Operadores serão

traduzidas em serviços e mecanismos baseados no mercado, desenvolvidos para fornecer os serviços de flexibilidade relacionados para o planejamento e gerenciamento do sistema.

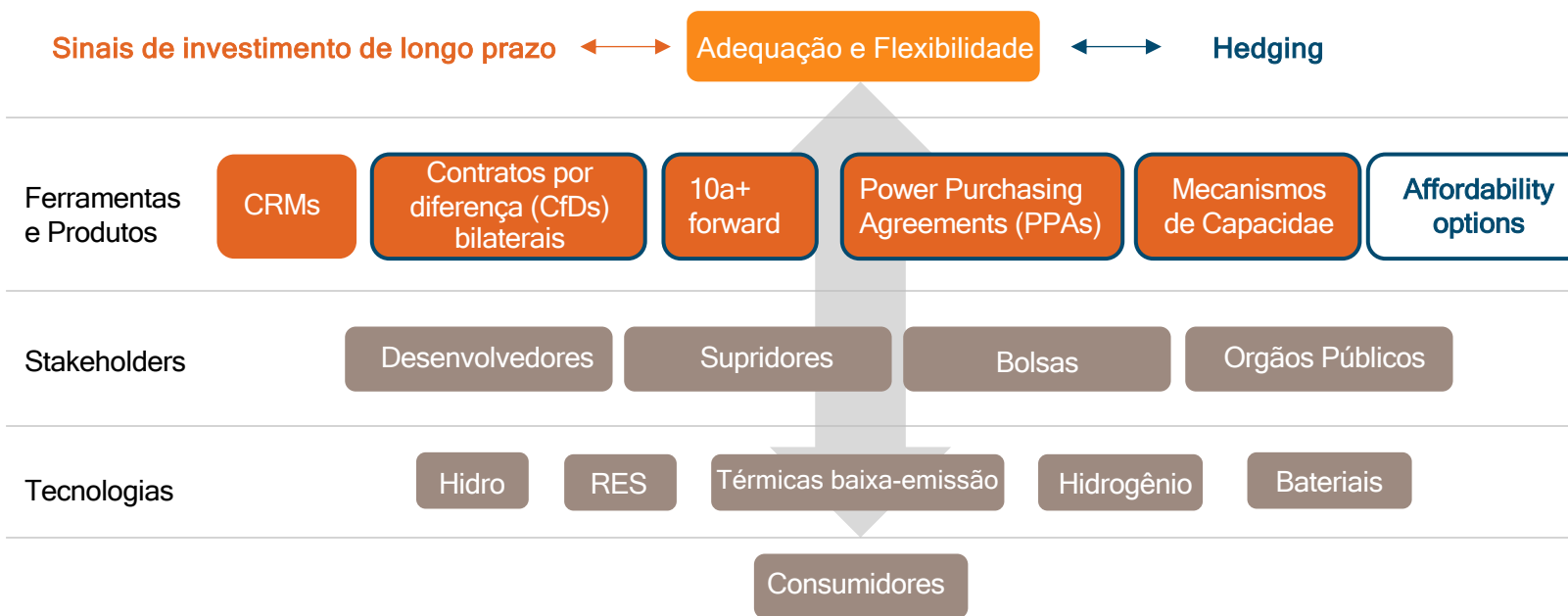
A integração de flexibilidades em larga escala, vindas da transmissão, distribuição e de outros setores de energia, resultará em um novo conceito de coordenação de todos os operadores e atores envolvidos, dentro de um verdadeiro "Sistema de Sistemas". Recursos e redes precisarão ser operados em conformidade com as necessidades de cada sistema individual e alinhados com os princípios de eficiência e segurança.

Para acelerar a transição carbono-neutra, os mercados de energia precisarão aprimorar seus mecanismos e desenhos, com o objetivo de incorporar as tecnologias e os requisitos de flexibilidade



- Particularmente, mercados de energia bem desenhados precisarão:
- Viabilizar os investimentos necessários em energias renováveis, recursos de flexibilidade e no desenvolvimento da rede em toda a cadeia de valor, por meio de sinais de longo prazo eficazes;
- Incentivar o despacho e o consumo eficiente de recursos, ao mesmo tempo estimulando a flexibilidade de todo o "Sistema de Sistemas" de energia, ao longo do tempo, espaço e fronteiras setoriais;
- Facilitar a operação de redes elétricas estáveis e confiáveis, garantindo que quaisquer incentivos para as partes de mercado sejam consistentes com as capacidades físicas da rede e com os requisitos de segurança do sistema como um todo;
- Entregar energia sustentável e acessível aos consumidores, além de uma ampla gama de ofertas no varejo e oportunidades de engajamento.

Para assegurar sinais econômicos em investimentos de longo prazo, podem ser utilizados vários instrumentos. Mecanismos de fomento a renováveis têm como direcionador a eficiência de custo e permitir uma integração eficiente para suportar consumidores no mercado atacadista e no de serviços ancilares

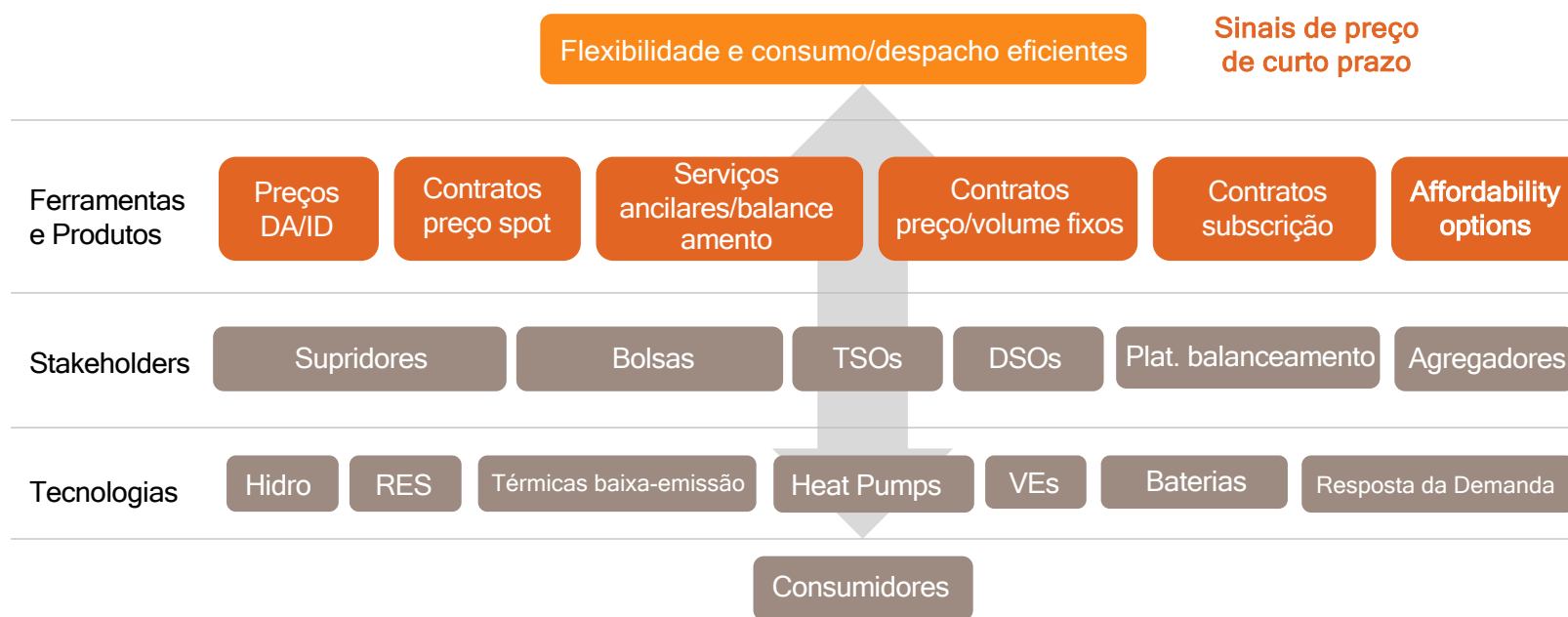


Contratos de Diferença bidirecionais (CfDs) podem ser um instrumento eficaz para limitar as receitas dos geradores em tempos de altos preços, mas precisam ser cuidadosamente projetados – por exemplo, remunerando a disponibilidade em vez da produção.

Os mercados de eletricidade precisarão valorar a capacidade – e sua contribuição para a adequação dos recursos – muito mais do que hoje. Um sistema com alta participação de geração renovável está, por conseguinte, dependente do clima, sem flexibilidade de longa duração em larga escala, e inevitavelmente estará exposto a períodos em que esses recursos serão insuficientes para atender à demanda. Portanto, algum tipo de mecanismo adicional de remuneração de capacidade para garantir investimentos oportunos em geração de reserva e/ou despachável provavelmente será uma característica chave de muitos mercados internacionais.

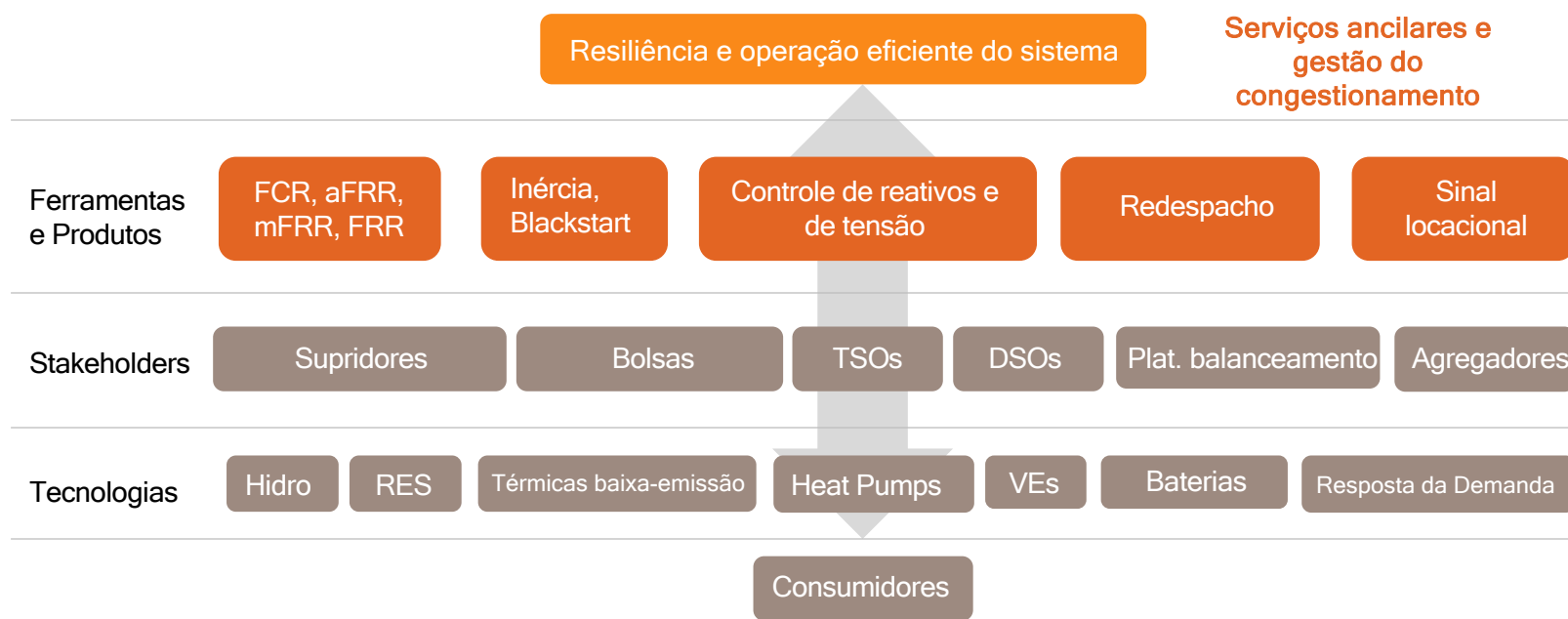
Por fim, no futuro, deve se tornar possível definir níveis de adequação de recursos de maneira mais sofisticada e personalizada para consumidores mais flexíveis, capazes e dispostos a reduzir seu consumo durante situações de escassez, introduzindo a Capacidade por Assinatura, por exemplo.

Para aumentar os requisitos de flexibilidade de curto prazo dos sistemas de potência, sinais de preço nos mercados day-ahead, intradiário e de balanço serão essenciais. Os mercados de curto prazo precisarão operar mais próximos do tempo real e reduzir cada vez mais seus períodos de liquidação



Os mercados de eletricidade devem ser projetados em estreita cooperação com todos os atores do futuro Sistema de Sistemas de energia. O objetivo é garantir interfaces de mercado contínuas entre transmissão, a distribuição e os demais agentes da cadeia de valor. Tecnologias de acoplamento setorial, como eletrólise, bombas de calor e veículos elétricos, irão promover um sistema de energia mais integrado, com o setor elétrico no centro. Sinais de preços eficientes serão essenciais para possibilitar o desenvolvimento ideal de tal sistema como um todo, otimizando o uso de todos os recursos energéticos no espaço e no tempo. Além disso, o desenho de mercado deve ser continuamente aprimorado, com o objetivo de assegurar um acesso eficiente a fontes de energia descentralizadas e de flexibilidade (incluindo a resposta à demanda).

Com o objetivo de assegurar a resiliência e um uso eficiente da infraestrutura, o desenho de mercado deve refletir as restrições do grid e os desafios operacionais. Isso pode ser endereçado via requisitos, sinais de preço e produtos, incluindo novos serviços ancilares, gerenciamento da congestão de redes entre outros



Em primeiro lugar, os Operadores de Sistemas de Transmissão (TSOs) precisam identificar, definir, quantificar e comunicar as necessidades de longo prazo do sistema para orientar as evoluções do desenho de mercado e estimular a inovação tecnológica e empresarial.

Em segundo lugar, o desenho de mercado deve refletir melhor a realidade física da rede. O uso ideal da infraestrutura limita os custos de cortes de geração de fontes renováveis (RES) e de gestão de congestionamentos, que estão aumentando em muitos países e, em última instância, são arcados pelos consumidores. Existem várias opções para aumentar os sinais de preços locais dentro do desenho dos mercados de atacado, como a reconfiguração ideal das zonas de lance, abrangendo hubs de despacho, ou o design de mercado nodal (onde aplicável). A solução mais eficiente dependerá de cenários futuros (por exemplo, ritmo de desenvolvimento da infraestrutura de rede) e das especificidades regionais/nacionais.

Por fim, pode ser útil avaliar como as estruturas de tarifas de rede podem refletir melhor as contribuições individuais dos usuários da rede para os custos do sistema e para a segurança operacional.

FCR - Frequency Containment Reserve, aFRR - Automatic Frequency Restoration Reserve, mFRR - Manual Frequency Restoration Reserve, FRR - Frequency Restoration Reserves, TSO - Transmission System Operator, DSO - Distribution System Operator, VE - Veículo Elétrico

Fonte: A Power System for Carbon Neutral Europe: ENTSO-E Vision (2022)

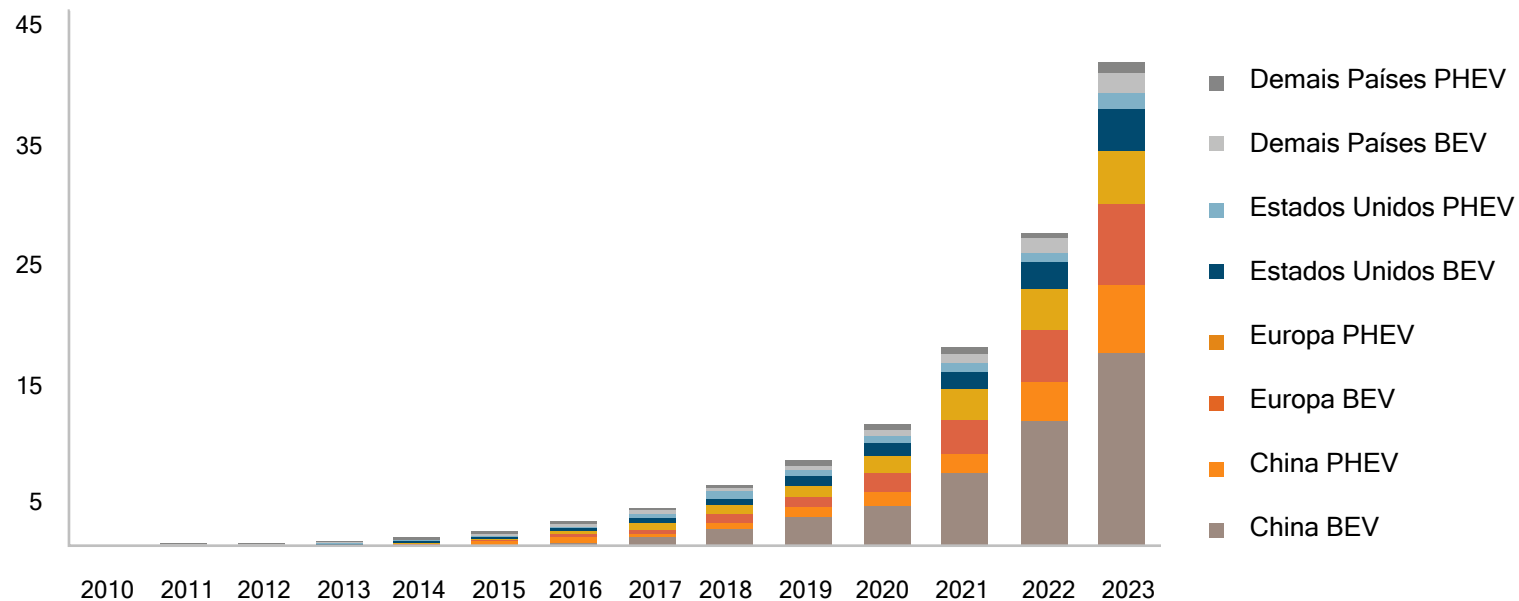
A close-up photograph of an electric car's charging port. A black charging cable with a silver and black connector is plugged into the port. The car's body is dark and reflective, showing highlights from the environment. The background is blurred, suggesting an outdoor setting with some yellow lights.

Integração de Veículos Elétricos nos Mercados de Energia

As vendas globais de veículos elétricos alcançaram quase 14 milhões em 2023, representando 18% das vendas totais no mundo. Isso representa um incremento de 35% em comparação a 2022, demonstrando robustez do mercado. É esperado que esse número seja em torno de 50% até 2035, com a China liderando esse movimento (45% do total), seguida pela Europa (25%) e Estados Unidos (11%)

Vendas de veículos elétricos, 2010-2023

Milhões



PHEV - Plug-in hybrid electric Vehicle, BEV - Battery-powered electric vehicle

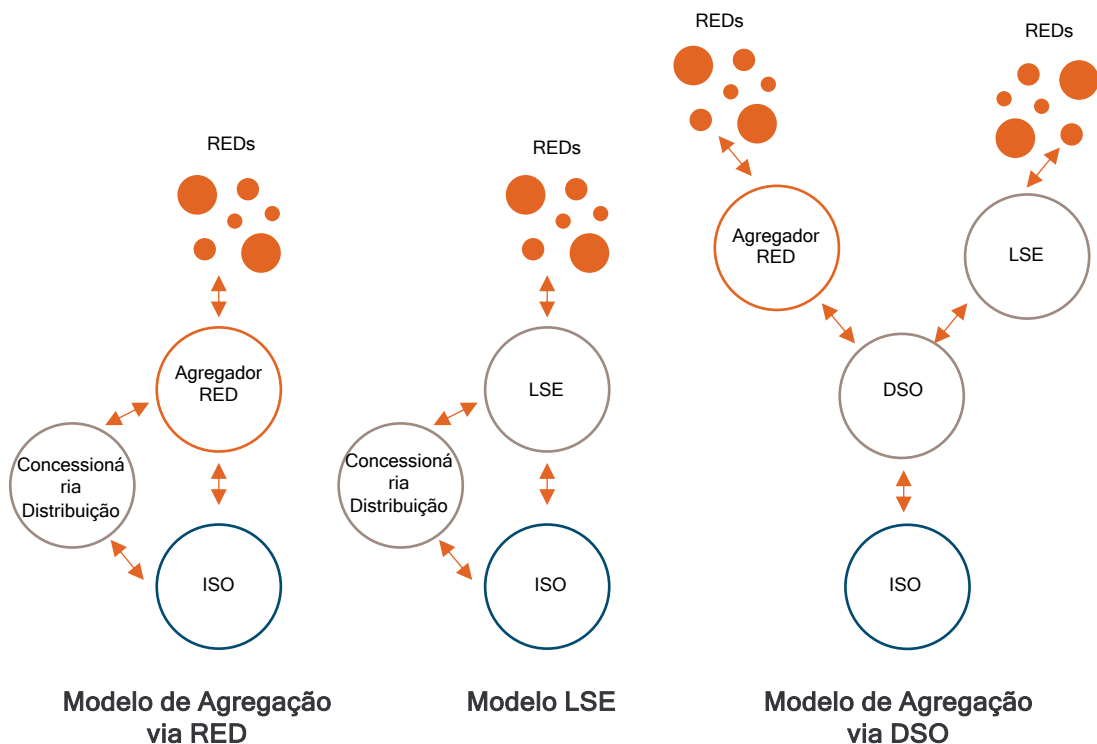
Fonte: Global EV Outlook (IEA, 2024)



Portanto, a integração dos VE's na rede elétrica será de fundamental importância, juntamente com os outros Recursos Energéticos Distribuídos (REDs)

Modelos para integração de REDs em Mercados de Energia

Tipos de Modelo



A integração dos recursos energéticos distribuídos (REDs), incluindo veículos elétricos (VEs), ao mercado de energia e à operação da rede elétrica representa uma das transformações mais significativas para o setor energético global. Com o crescimento exponencial da mobilidade elétrica e o avanço de tecnologias como geração solar distribuída e armazenamento de energia, é essencial que esses recursos sejam integrados de forma eficiente, para garantir a sustentabilidade, confiabilidade e acessibilidade da eletricidade.

A participação de ativos conectados à rede de distribuição no nível do mercado atacadista de energia requer coordenação entre as diferentes entidades e gerenciamento de diferentes partes da rede.

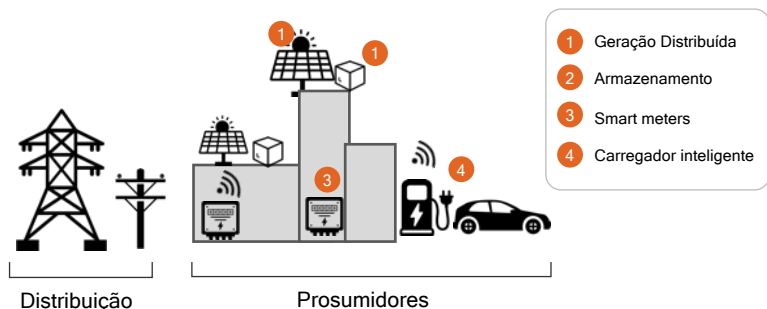
A literatura internacional menciona três formas de integração de REDs no nível atacadista: i) um modelo de agregação pura, na qual há a figura do agregador, o qual se comunica com a distribuidora e operador de mercado; ii) um modelo que utiliza a figura do fornecedor de energia (load serving entity) como agregador de REDs e; iii) um modelo no qual a distribuidora realiza toda a agregação dos REDs e se comunica com o operador de mercado.

DSO - Distribution System Operator, ISO - Independent System Operator, LSE - Load-Serving Entity. A LSE e a concessionária de distribuição podem ser os mesmos em alguns mercados de energia.

Existem diversos desafios para efetiva integração dos VE's ao sistema elétrico, principalmente referente à conexão das estações de recarga (EVSE). A coordenação entre os diversos players e operadores será fundamental para superar esses desafios

Topologia de conexão e tempo médio de conexão para diferentes tipos de carregadores

Estados Unidos



Os desafios à completa integração dos veículos elétricos aos sistemas de potência estão relacionados, principalmente, ao processo de conexão das estações de recarga (EVCS) à rede elétrica.

Alguns dos desafios envolvem:

Necessário a criação de um framework para a coordenação entre os diversos agentes, com planos, responsabilidades e processos claros de cada uma das partes:

- Múltiplas partes potencialmente envolvidas na especificação de requisitos
- Benefícios na unificação de requisitos técnicos entre diferentes fabricantes e regiões.

Compromisso com os prazos de conexão podem suportar a transição energética e, por consequência, uma integração mais efetiva dos VE's ao sistema elétrico:

- O tamanho e a capacidade da infraestrutura de carregamento idealmente devem estar alinhados com a hosting capacity, os serviços necessários para a rede elétrica e a experiência desejada para o cliente.

Necessidade de pré-requisitos para o gerenciamento dos VEs/EVSEs:

- Medidores inteligentes como habilitador de diferentes serviços

Acesso facilitado às informações de conexão e hosting capacity, para identificação de locais mais apropriados para a conexão dos EVSEs:

- Prevenção de múltiplas solicitações

Disponibilidade de dados dos VEs/EVSEs é fundamental para auxiliar os Operadores na estimativa do estado da rede e na manutenção da estabilidade necessária.

Carregador Nível 2



Carregador rápido



Um outro aspecto que precisa ser endereçado é o das tarifas para serviços de carregamento. O desenho de tarifas inteligentes precisa considerar vários aspectos, com diferentes implicações ao consumidor final



O desenho de tarifas de carregamento para veículos elétricos (VEs) é uma peça fundamental na integração desses REDs à rede elétrica, tanto para otimizar o uso da infraestrutura existente quanto para incentivar o comportamento de carregamento adequado por parte dos usuários. As tarifas podem variar conforme vários critérios, como o horário do dia, a localização, e o perfil do consumidor (residencial, comercial, industrial).

Uma das estratégias mais adotadas para o desenho de tarifas de carregamento de VEs é a implementação de tarifas inteligentes. Essas tarifas buscam:

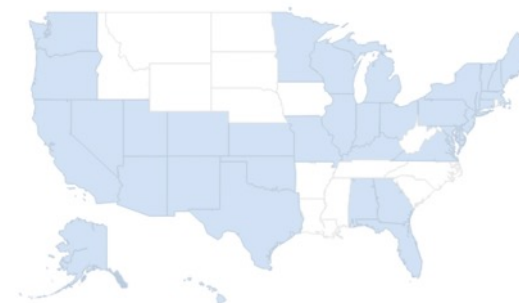
Incentivar o carregamento em horários fora do pico, quando a demanda por eletricidade é mais baixa e o custo de fornecimento é reduzido.

Tarifas baseadas no horário (Time-of-Use - TOU): Os usuários pagam tarifas mais baixas para carregar os veículos durante períodos de baixa demanda e tarifas mais altas durante os horários de pico. Nos EUA, muitos estados já adotam esse tipo de tarifa para consumidores residenciais.

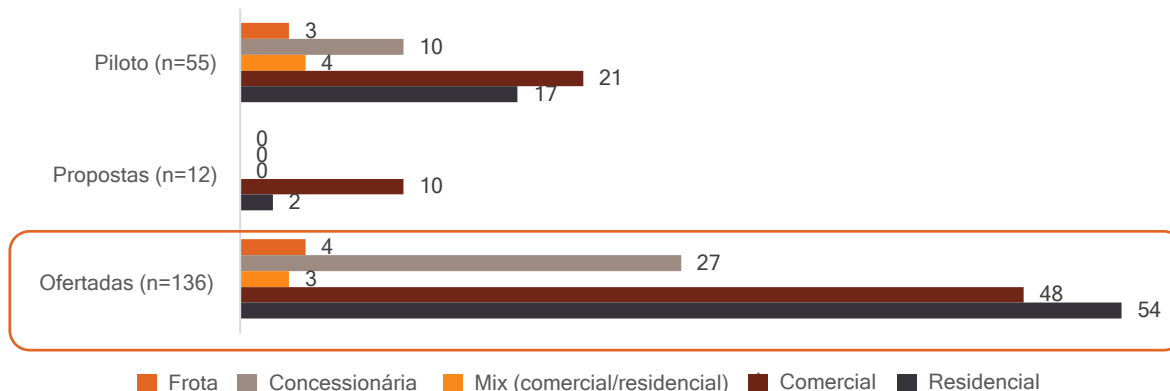
O desenho bem-sucedido dessas tarifas deve considerar vários componentes, como diferenciação temporal/locacional, demanda, controles de carregamento e configuração dos medidores utilizados.

Nos Estados Unidos, já há várias tarifas específicas para o carregamento de veículos elétricos, principalmente para consumidores residenciais e comerciais

Tarifas específicas para carregamento de VE's - EUA
Por Estado

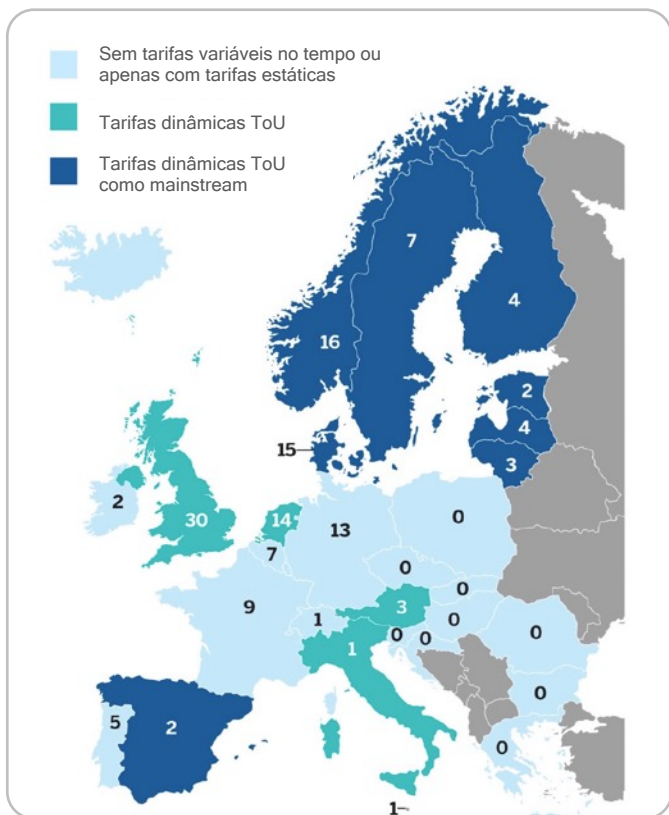


Tarifas específicas para carregamento de VE's - EUA
Por Classe de Consumidor

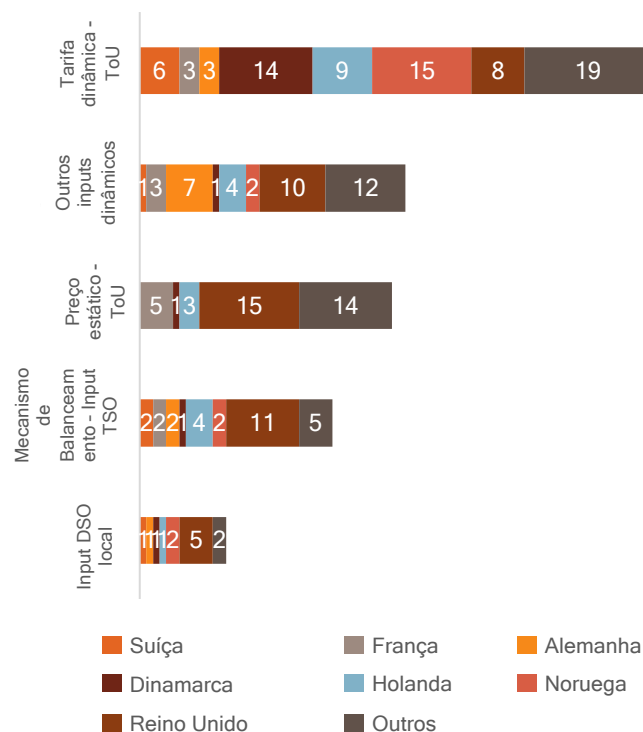


Na Europa, também é identificada uma ampla gama de tarifas inteligentes. Contudo, a distribuição dessas tarifas não é uniforme no continente

Distribuição das tarifas inteligentes na Europa Por País



Tarifas inteligentes - Europa Por País/Tipo de tarifa



Há vários serviços que os VE's podem prestar, não apenas para a rede a nível de distribuição, como também à nível de transmissão. A integração desses REDs, endereçando os aspectos de conexão e das tarifas inteligentes, será o habilitador desses serviços

Overview de serviços - Veículos Elétricos

Por Região

Tipo de Serviço para o Grid	Nível de Serviço***	Alemanha	França	Canadá	EUA*	Índia	Bosnia e Herzegovina
Energia		N	S	S	S	N	N
Capacidade		N	S	N	S	N	N
Ancilar - Reserva Primária	Rede de Alta Tensão	N**	S	N	N	N	N
Ancilar - Reserva Secundária		(S)	N	N	S	N	N
Ancilar - Reserva Terciária		N	N	N	S	N	N
Black Start		N	N	N	N	N	N
Gerenciamento de Congestionamento		(S)	S	N	N	N	N
Gerenciamento de Congestionamento		(S)	S	N	(S)	N	N
Regulação de Tensão	Rede Local	N	N	N	N	N	N
Suporte Potência Reativa		N	N	N	N	N	N
Peak Shaving		(S)	(S)	(S)	S	N	Desconhecido
Back-up Power	Consumidor	(S)	(S)	(S)	(S)	N	Desconhecido
Otimização Conta de Energia		(S)	(S)	(S)	S	S	Desconhecido

+ A marcação (S) reflete serviços que poderiam ser realizados sob regras e tecnologias atuais, mas que não se desenvolveram

*Varia de forma significativa entre as regiões dos EUA

**Atualmente apenas baterias estacionárias

***Pode ser transmissão ou distribuição, mas refere-se a um serviço de rede sub-regional versus um serviço regional, nacional ou internacional, representado como "Rede de Alta Tensão"

O papel do hidrogênio de baixo carbono na transição energética

Contextualização

O hidrogênio é a molécula mais abundante do universo, sendo que está presente normalmente associado a outros elementos químicos.

Ele está presente na Terra em grandes quantidades, combinado com outros elementos. Como exemplo, pode-se citar a água e os hidrocarbonetos. Contudo, é extremamente raro na atmosfera terrestre, na qual encontra-se em concentração de 0,00005%. Portanto, para sua produção, é necessário extraí-lo desses compostos, obtendo-se, usualmente, sua forma gasosa, a qual possui várias aplicações práticas.

Além disso, a molécula de hidrogênio é a menor e mais leve do universo: ela é 5.000 vezes menor que a espessura de um fio de cabelo.

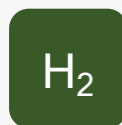
Pode ser obtido de várias formas, sendo que as principais hoje envolvem a utilização de combustíveis fósseis

O hidrogênio (H₂) é um gás com promissor potencial para auxiliar na transição energética, contribuindo principalmente na substituição de combustíveis fósseis.

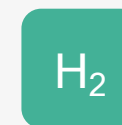
O único subproduto de sua combustão pura é a água. Sua principal vantagem é a alta densidade energética, sendo capaz de produzir até três vezes a energia da combustão da gasolina por unidade de massa.

É possível produzir H₂ por meio de vários processos e fontes de energia, essas opções são denominadas de rotas tecnológicas. Comumente é atribuída a essas rotas uma classificação por cores, sendo que a mais usual atualmente é a cinza.

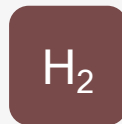
Classificação do hidrogênio por cores



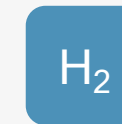
Hidrogênio musgo: produzido de biomassa ou biocombustíveis, por meio de gaseificação, biodigestão e outros



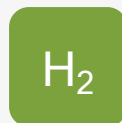
Hidrogênio turquesa: produzido por craqueamento térmico do metano, sem gerar CO₂



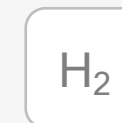
Hidrogênio marrom: produzido com carvão mineral (hulha), sem CCUS



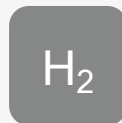
Hidrogênio azul: produzido do gás natural com CCUS



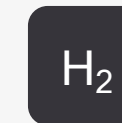
Hidrogênio verde (H₂V): produzido de fontes renováveis (particularmente, energias eólica e solar) via eletrólise da água



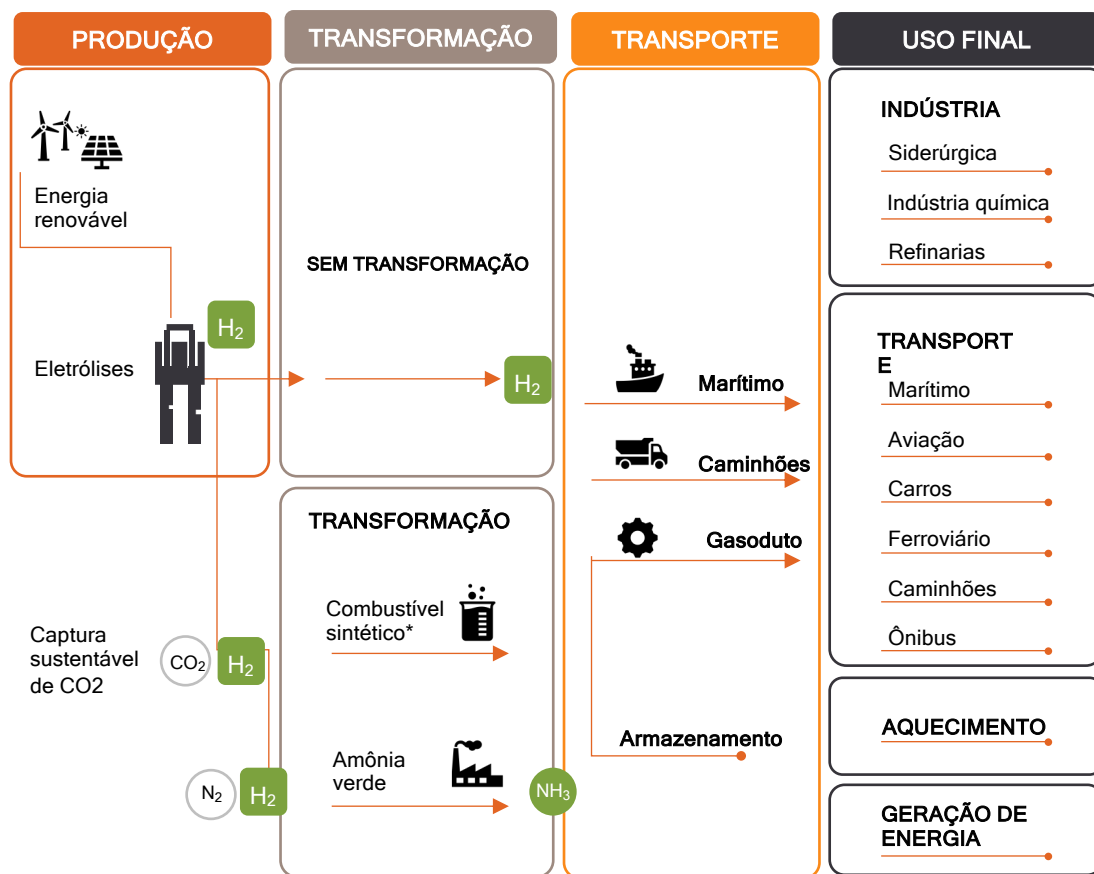
Hidrogênio branco: hidrogênio natural ou geológico



Hidrogênio cinza: produzido do gás natural sem CCUS



Hidrogênio preto: produzido por meio de carvão mineral (antracito) sem CCUS (*Carbon capture, utilisation and storage*)



*O termo combustíveis sintéticos refere-se aqui a um espectro de combustíveis baseados em hidrogênio, obtidos via processos químicos, com uma fonte de carbono (CO e CO2 capturados diretamente de processos, por fontes biológicas ou diretamente do ar). Esses combustíveis incluem o metanol, combustíveis de aviação, metano e outros hidrocarbonetos. A principal vantagem desses combustíveis é que podem ser utilizados em substituição a combustíveis fósseis, e em vários casos podem ser utilizados como substitutos diretos. Combustíveis sintéticos produzem emissões de carbono, contudo se seu processo de obtenção consome a mesma quantidade de CO2, em princípio, isso permite que esses combustíveis possuam emissões líquidas nulas de CO2.

A molécula de hidrogênio caracteriza-se como um vetor energético versátil, podendo ser utilizado em várias aplicações e com papel estratégico para a transição energética

A molécula de hidrogênio apresenta alta versatilidade para ser utilizada em diferentes segmentos como industrial, transporte, aquecimento e geração de energia elétrica.

Processos de conversão de hidrogênio para uma aplicação, ou vice-versa, são normalmente denominados Power-to-X.

Como exemplos, cita-se a conversão do hidrogênio em combustíveis líquidos (Power-to-liquids), em gases (Power-to-gas) e a conversão em energia elétrica (X-to-Power).

Essas conversões têm como objetivo principal, além do atendimento ao consumo final, adequar o modal de transporte que será utilizado para a molécula de hidrogênio.



Hidrogênio Verde

O hidrogênio verde (H2V) é obtido via eletrólise, utilizando-se como fonte de energia a produzida por tecnologias renováveis (eólica ou solar, por exemplo).

As possíveis aplicações do H2V são diversas. Podem ser citados, entre outros, o uso do hidrogênio em:



Usinas térmicas



Mobilidade



Indústria química



Armazenamento de energia química (gás comprimido, hidrogênio líquido, pilhas e baterias)

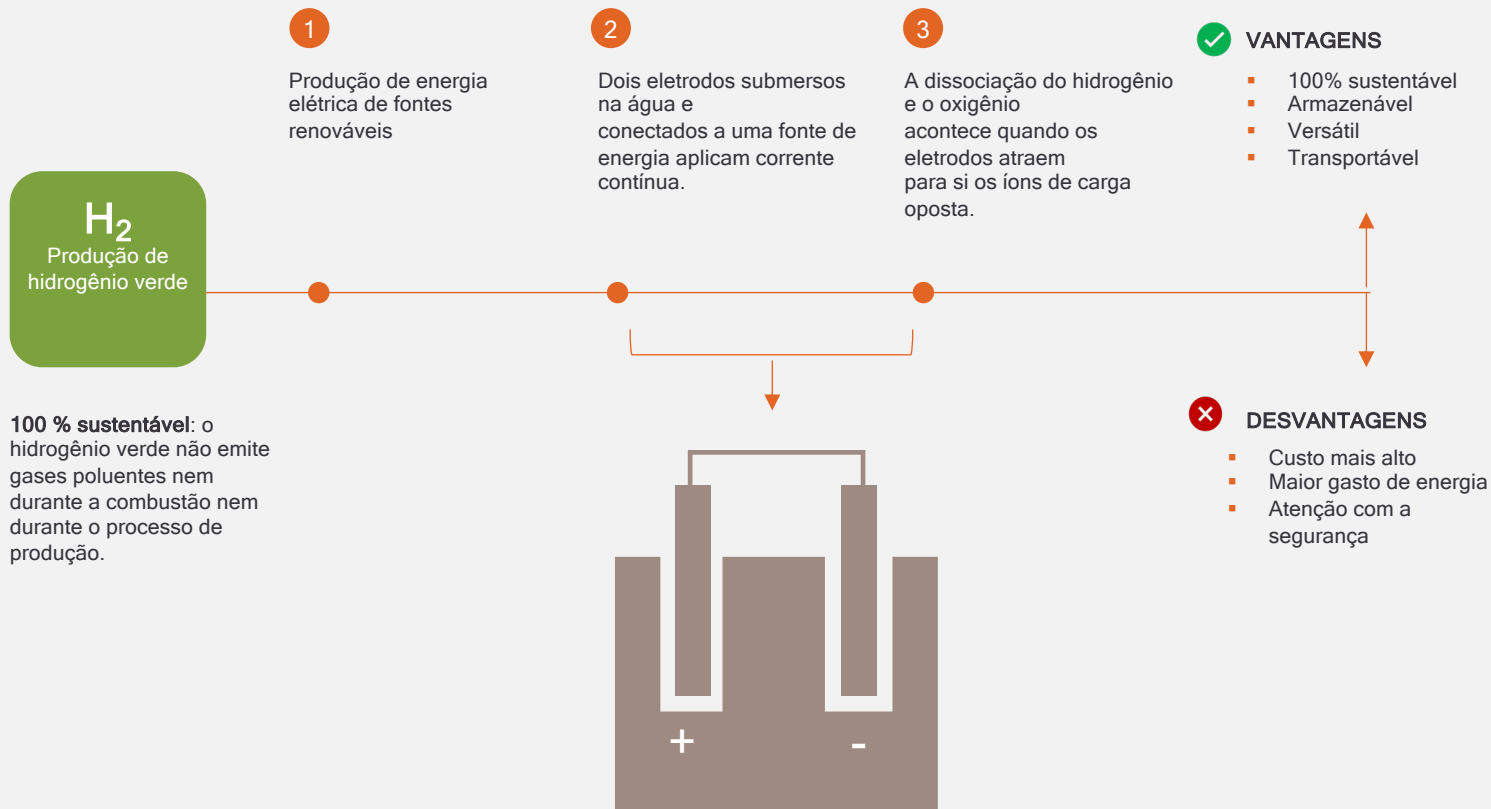


Siderurgia

Porém é necessário garantir a viabilidade da produção no Brasil, o que exige um robusto arcabouço regulatório.



Processo de eletrólise



CONSIDERAÇÕES RELEVANTES



Armazenável: o hidrogênio é fácil de armazenar, o que permite sua utilização posterior em outros usos e em momentos diferentes ao de sua produção.



Transportável: pode ser misturado com o gás natural em até 20% e viajar pelos mesmos canais e infraestruturas do gás.

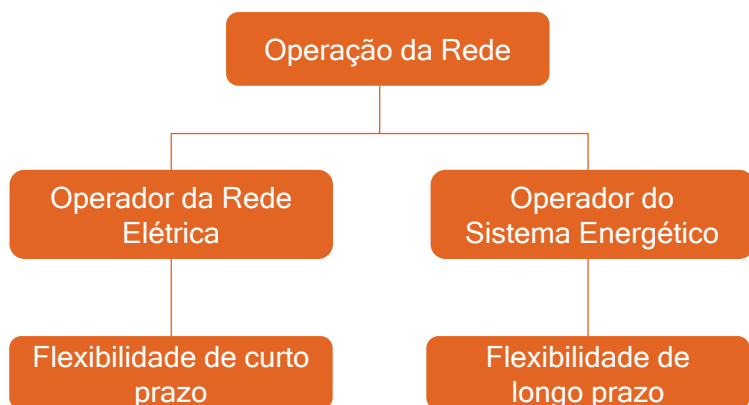


Maior gasto de energia: a produção do hidrogênio em geral e, particularmente a do verde, requer mais energia que outros combustíveis.



Segurança: o hidrogênio é um elemento muito volátil e inflamável, exigindo requisitos de segurança elevados para evitar fugas e explosões.

Incorporar o hidrogênio ao setor de energia demandará planejamento integrado entre diferentes atores e segmentos da infraestrutura



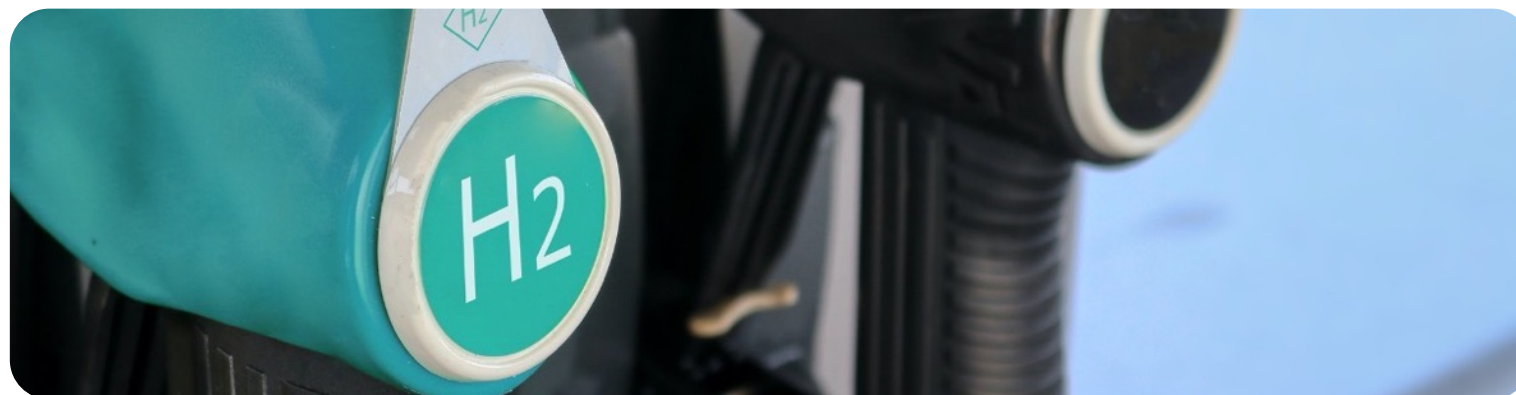
Além disso, vários mercados já existem:



Mercados de Gás para Metano e Amônia: o hidrogênio pode ser introduzido em mercados de gás já existentes, onde é utilizado para a produção de amônia (indústria de fertilizantes) ou metano sintético.



Mercados para transporte: a introdução do hidrogênio para a produção de e-fuels (e-metanol, e-diesel, e-querosene, SAF, etc).



A integração do hidrogênio necessita de aperfeiçoamentos de mercado para definir os mecanismos de remuneração.

O primeiro passo é definir quais serão os requisitos para a valoração e onde estão esses mercados.

Dois desafios que mereceram destaque foram: i) o da integração dos eletrolisadores de larga escala na rede elétrica e ii) critérios para o desenvolvimento de certificações

Topologia	Qualidade de Energia	Eficiência	Custo	Confiabilidade	Complexidade de controle
12-TR	●	●	●	●	●
12-DRMC	●	●	●	●	●
12-TRASPF	●	●	●	●	●
AFE	●	●	●	●	●

● neutro ● insatisfatório ● satisfatório ● superior

Existem 4 tipos de variante de topologia de 12 pulsos (usados principalmente para eletrolisadores de larga escala)

- 12-Pulse Thyristor Rectifier (12-TR)
- 12-Pulse Diode Rectifier with Multi-Phase Chopper (12-DRMC)
- 12-Pulse Thyristor Rectifier with Active Surrent Power Filter (12-TRASPF)
- Active Front End (AFE) Rectifier

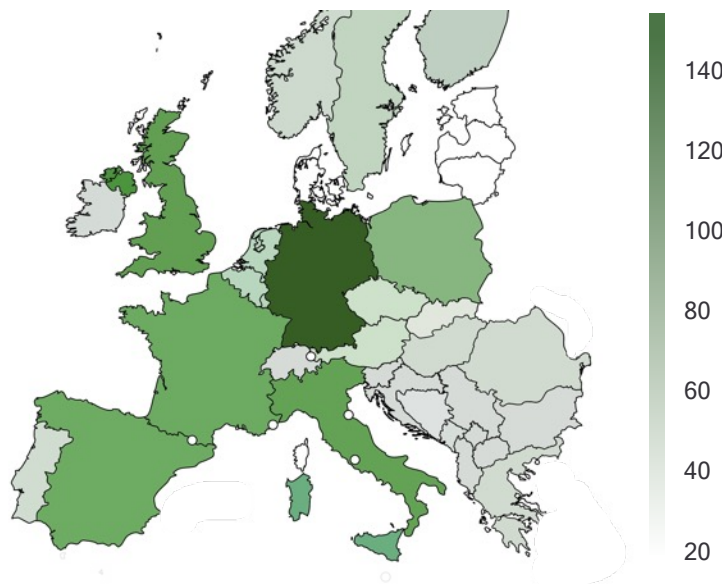
As diferentes topologias de retificadores, usualmente utilizadas em eletrolisadores de grande porte, afetam a qualidade de energia, a compensação de potência reativa e o fator de potência nos respectivos pontos de conexão.

Filtros harmônicos e a compensação de potência reativa são necessários, e auxiliam na estabilização da rede, permitindo uma operação mais eficiente dos eletrolisadores.

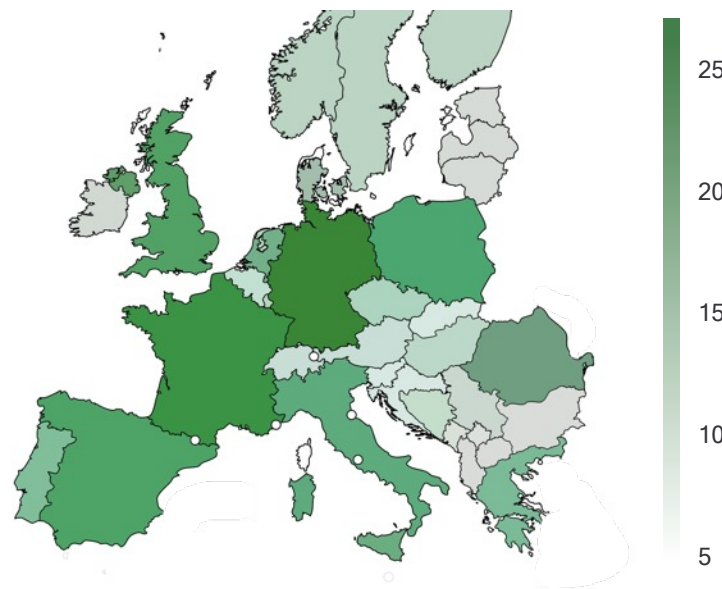
Também é necessário o desenvolvimento de códigos e requisitos específicos para que os eletrolisadores de grande escala sejam conectados à rede.

A Europa possui como planejamento alcançar a neutralidade em emissões de gases de efeito estufa até 2040, o que demandará uma forte expansão na instalação de eletrolisadores

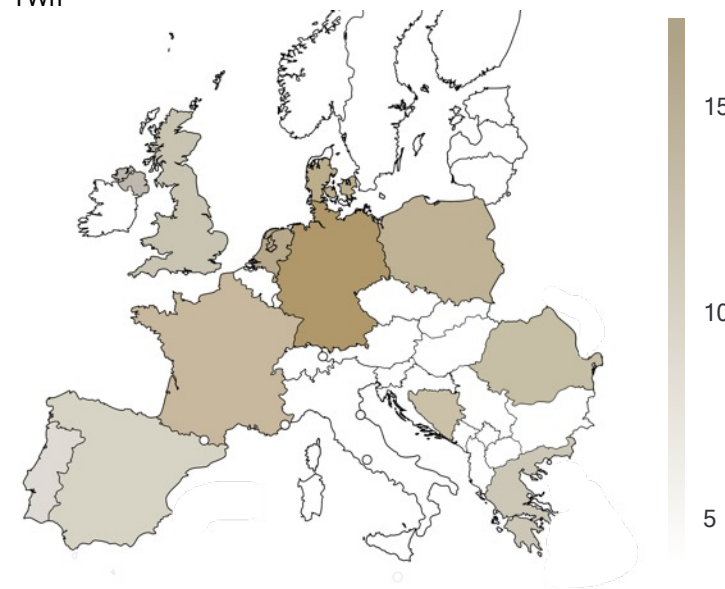
Demanda por Hidrogênio em 2040
TWh



Capacidade Instalada de Eletrolisadores em 2040
GW



Capacidade Instalada de Armazenamento subterrâneo de H2 em cavernas de sal em 2040
TWh



A certificação do hidrogênio é o fator chave para a identificação da pegada de carbono da molécula. O desafio está em estabelecer os parâmetros necessários que irão diferenciar as certificações

Múltiplos Padrões e Esquemas de Certificação ao Redor do Mundo

Atualmente, existem muitos padrões diferentes para a certificação do hidrogênio em diferentes regiões e países. Cada país ou organização internacional tem seus próprios critérios e métodos para definir e certificar o hidrogênio verde, azul, ou outras variantes. Isso causa a fragmentação no mercado, pois o hidrogênio que é considerado verde em um país pode não atender aos requisitos de certificação em outro.

Diferenças de Requisitos e Especificações

Existem variações significativas nas exigências de certificação, que incluem aspectos como:

- Emissões de carbono durante o processo de produção.
- Eficiência energética do processo.
- Métodos de captura e armazenamento de carbono (quando aplicável).

Influência Geopolítica e Interesses da Matriz Energética

Interesses geopolíticos e da matriz energética desempenham um papel significativo na forma como os padrões de

certificação são estabelecidos. Países com vastos recursos renováveis podem pressionar por padrões rigorosos de certificação de hidrogênio verde, promovendo suas exportações. Por outro lado, países que dependem mais de combustíveis fósseis ou hidrogênio azul (que usa a captura de carbono) podem buscar regulamentações menos rigorosas.

Ausência de Governança Global Estabelecida

Embora existam vários organismos internacionais que tratam de questões relacionadas à energia e à sustentabilidade, ainda não há uma governança global consolidada que regule ou padronize a certificação do hidrogênio. A falta de um órgão internacional ou de um tratado multilateral que unifique as certificações deixa o campo aberto para desentendimentos, criando incertezas nos mercados globais de hidrogênio.

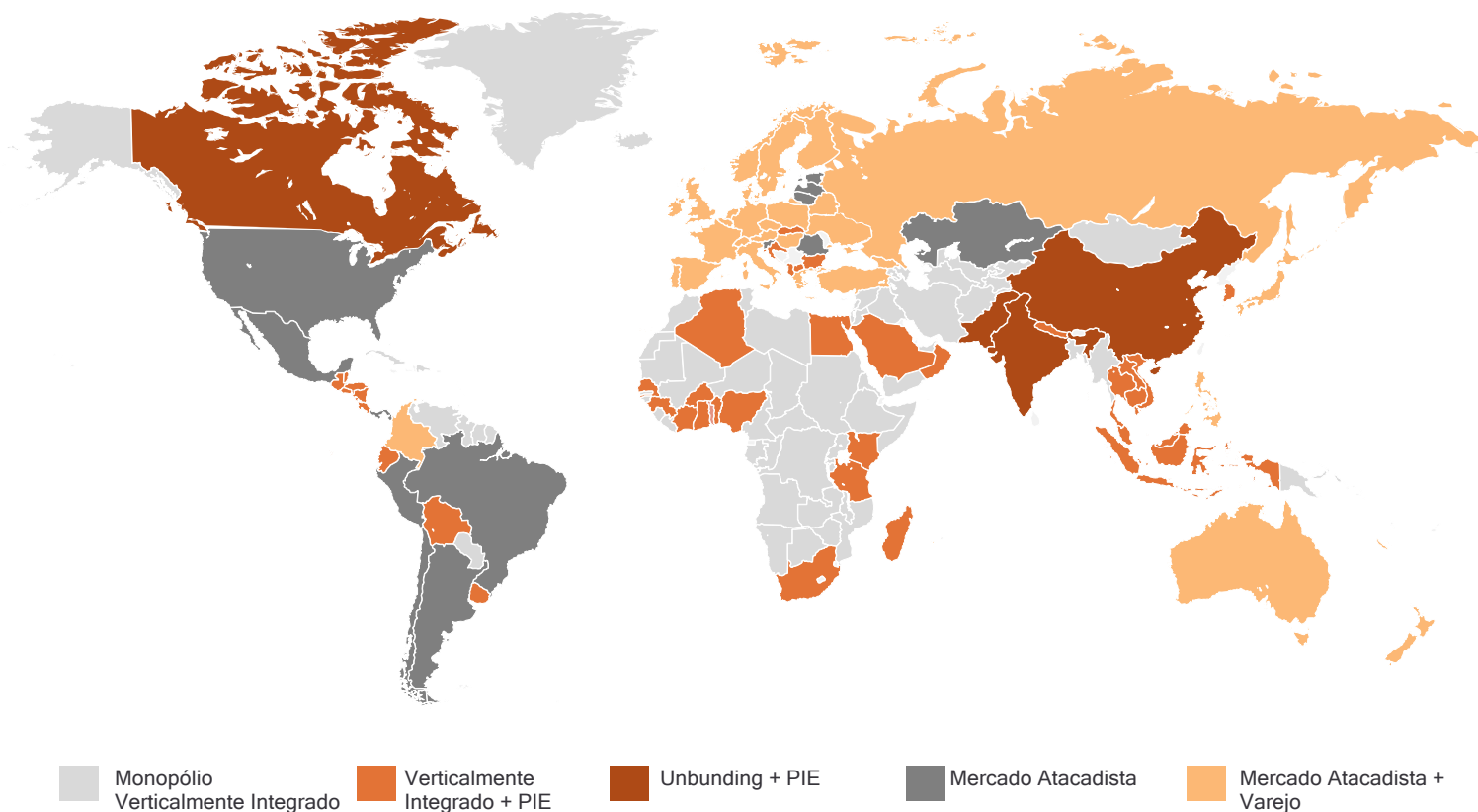
O Comércio Internacional Requer Reconhecimento Mútuo

Para que o hidrogênio possa ser comercializado globalmente, é necessário um reconhecimento mútuo dos esquemas de certificação entre os países. Isso significa que os países devem concordar em aceitar as certificações de hidrogênio produzidas por outros países, desde que sigam diretrizes padronizadas.



Mercados Elétricos Varejistas: Experiências Internacionais

A competição a nível de varejo é uma tendência em forma de desenho de mercado, e é relevante para a transição energética e uma melhor integração dos diversos REDs



A era de competição nos mercados de energia iniciou-se em 1978, com a introdução do Comprador Único e dos Produtores Independentes de Energia (IPPs) pela lei PURPA nos Estados Unidos.

Chile e Reino Unido entraram na era de atacado no final dos anos 1980. Essa decisão impulsionou novas reformas nos anos 1990 na Europa, Estados Unidos, Austrália e em países da América Latina.

Atualmente, os Estados Unidos e o Canadá apresentam uma abordagem híbrida, mesclando estados com regulação tradicional, Comprador Único, Atacado e Varejo.

Na prática os quatro modelos canônicos puros, desdobram-se em cinco modelos, sendo que o Unbundling + PIE é uma estrutura oriunda de um Verticalmente Integrado e de um Single Buyer.

Europa, Japão, Austrália e Nova Zelândia apresentam um desenho de mercado mais avançado em termos de concorrência no varejo e novas soluções para Recursos Energéticos Distribuídos (REDs).

O workshop sobre competição varejista teve como objetivo estimular as discussões sobre o mercado varejista, considerando as evoluções regulatórias e de desenho de mercado de 5 países

Parte 1 - Países com Mercado Varejista Implementado



Noruega



Austrália

Parte 2 - Países que Possuem Mercado Varejista em Implementação



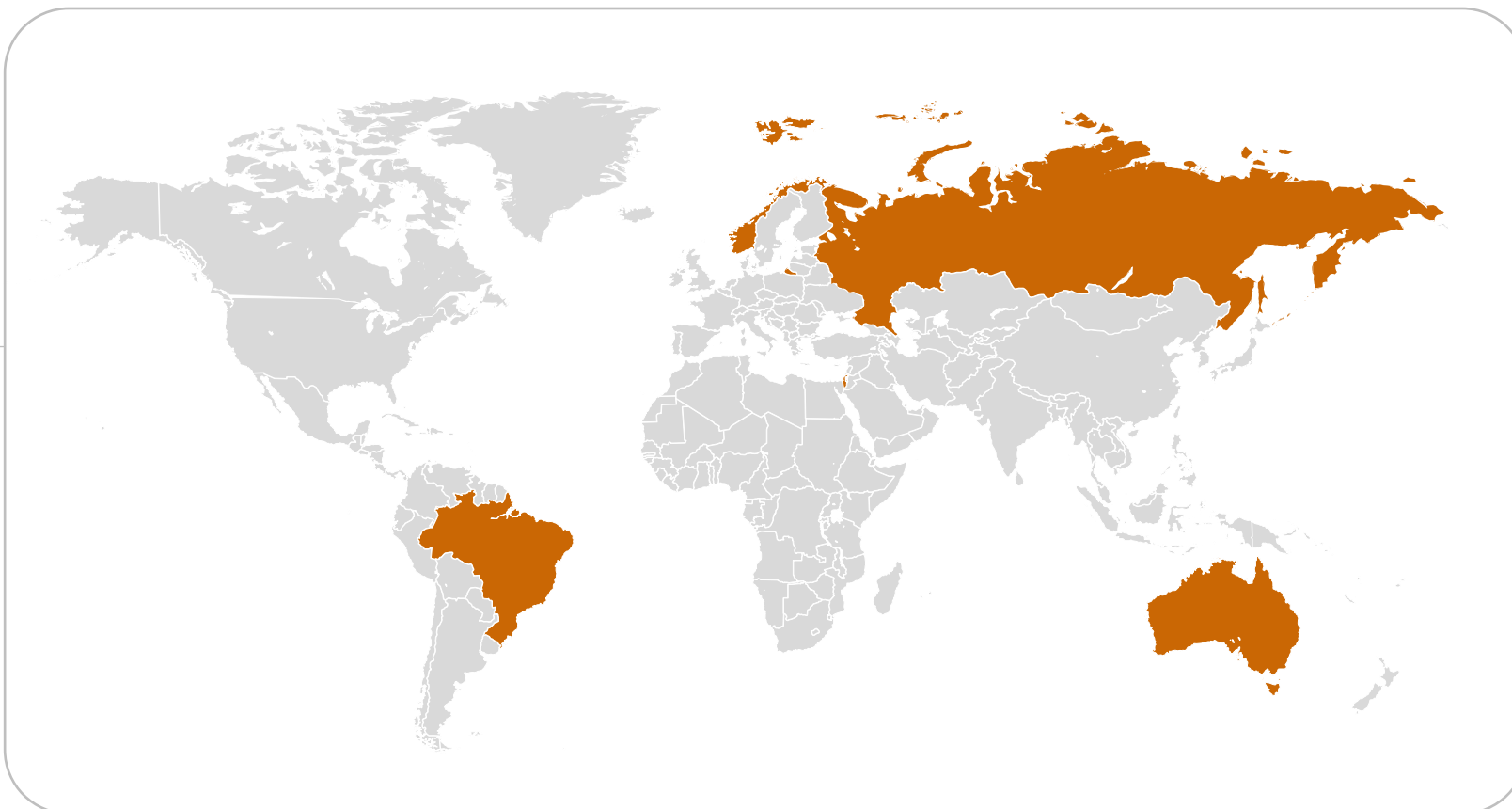
Israel



Rússia



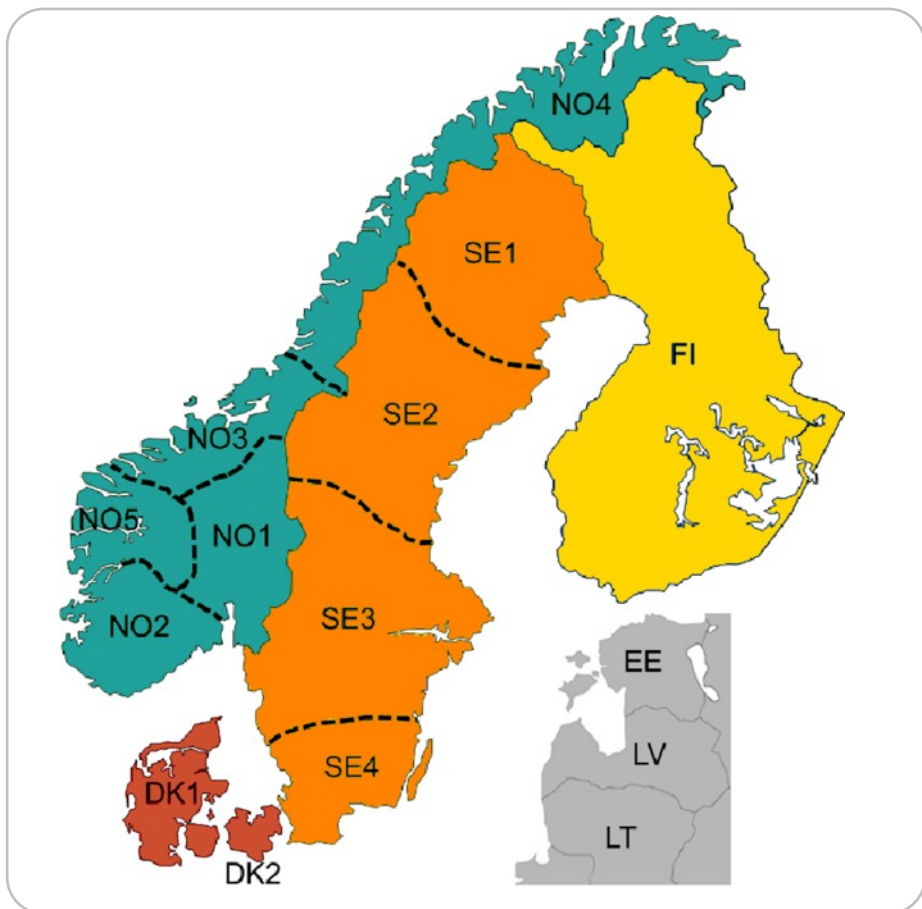
Brasil





Noruega

A Noruega segue as diretrizes do mercado de eletricidade da União Europeia, e faz parte do Nord Pool



Comentários:

- Consumo médio dos consumidores residenciais: 15.000 kWh/ano
 - Comparativo: França (5.500 kWh, Brasil 2.100 kWh)
- 80% dos consumidores possuem aquecimento (direto e via bombas) -> consumo fortemente dependente da temperatura
- 80% utilizam caldeiras elétricas para aquecimento da água
- 24% dos veículos próprios são elétricos
- 99% do parque de medição é smart meter

Principais números

NORUEGA

Área
323.802 Km²

População
5,5 Milhões

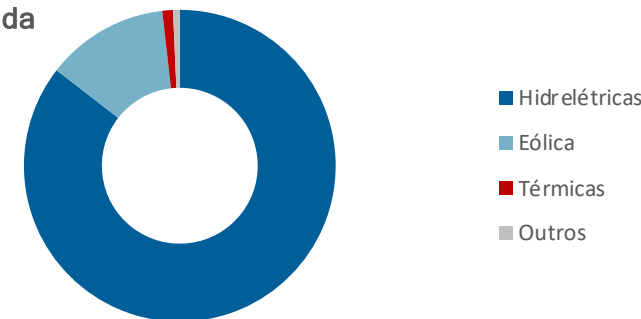
GDP 2023
US\$ 0,499 Trilhão

GDP 2023 per capita
US\$ 90.500

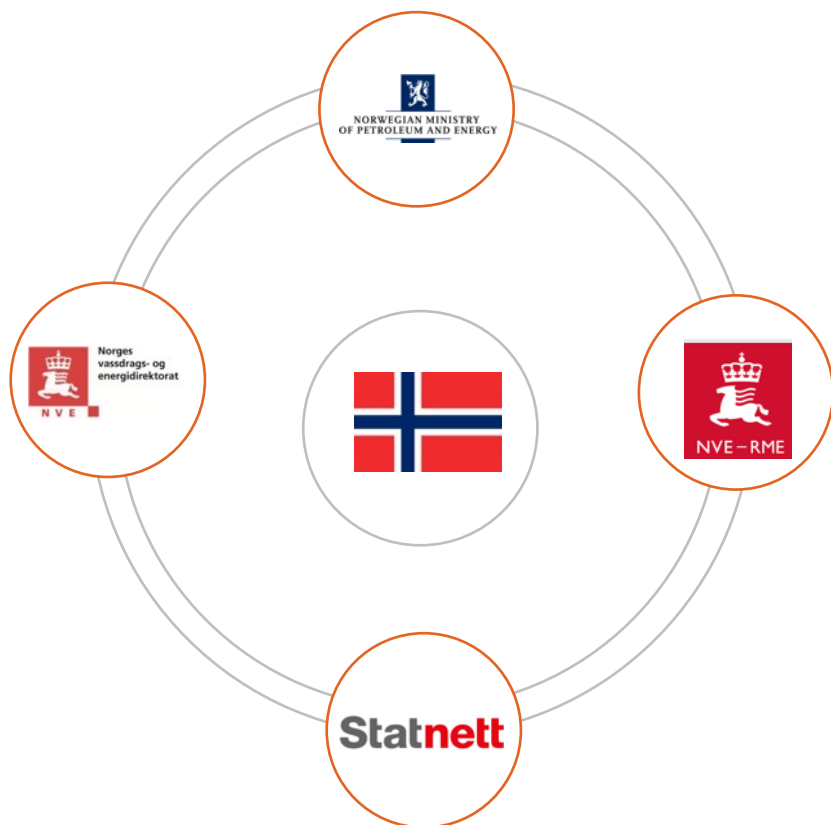
SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA

Capacidade instalada
40,4 GW

Consumo
133 TWh



A estrutura organizacional do sistema elétrico norueguês



Ministério do Petróleo e Energia: Responsável por promover uma política energética coordenada e integrada. Adicionalmente, garantir a criação de alto valor por meio de uma gestão eficiente, e ambientalmente amigável, dos recursos energéticos da Noruega.

Norwegian Energy Regulatory Authority (NVE-RME): É o regulador nacional de energia para os mercados de eletricidade e gás natural. O principal objetivo da Autoridade é promover o desenvolvimento socioeconômico e um sistema energético ambientalmente sustentável, com transmissão, distribuição, comercialização e uso de energia eficientes e confiáveis.

Operador de Rede (Statnett): É o operador do sistema elétrico do país. Possui como objetivo garantir o fornecimento de energia por meio de operações, monitoramento e prontidão, facilitando o atingimento dos objetivos climáticos da Noruega e promovendo a criação de valor para clientes e sociedade.

Diretoria Norueguesa de Recursos Hídricos e Energia (Norges vassdrags- og energidirektorat - NVE): Desempenha um papel importante na regulação e supervisão do setor de energia elétrica. A NVE aconselha o governo norueguês sobre questões de energia e recursos hídricos, e também está envolvida na implementação de políticas energéticas e climáticas.



O mercado atacadista de energia da Noruega

Introduction of electricity market and the energy act

1991

Introdução do mercado de eletricidade e do Energy Act

1993

Criação da Statnett Marked AS, o

Sweden, Denmark and Finland joined, name change to Nord Pool

1996

Creation of Statnett Marked AS, para a negociação da entrega física de energia

Suíça, Dinamarca e Finlândia juntan-se, criando o Nord Pool

2016

Formação das 5 zonas de preço

- O Nord Pool é a contraparte para todas as liquidações financeiras
- O mercado de energia elétrica nórdico está conectado ao mercado europeu.
- A janela temporal de day-ahead fecha ao meio dia
- Lances mínimos de 0,1 MW horários (planeja-se reduzir o intervalo para 15 minutos a partir de 2025)
- Preços-limite: -7,5 NOK/kWh (aprox. -0,65 EUR) e 45 NOK/kWh (aprox. 3,4 EUR)

O mercado varejista norueguês



Consumidores
3.250.000 no total
2.500.000 consumidores residenciais



Mercado Varejista



Comercializadores
>100 comercializadores varejistas

Novos entrantes: **baixas barreiras de entrada**

Consumidores: **possuem liberdade para escolher seu fornecedor de energia**

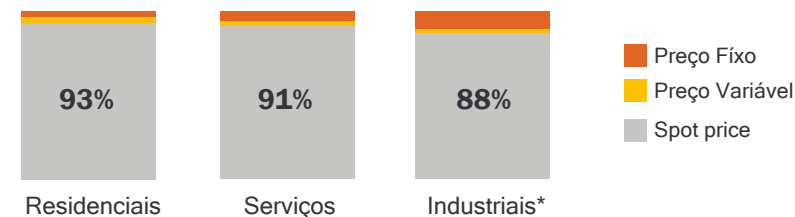
- 10% - 20% dos consumidores trocam de comercializador a cada ano
- Market share do principal comercializador é de 63%
- A distribuidora local é o supridor de última instância

Principal fator de competição: **Preço**

- Tem se tornado cada vez mais importante a facilidade de uso, informações de consumo de energia e preços nos aplicativos dos comercializadores varejistas, aliado a serviços adicionais, como carregamento inteligente de veículos elétricos

Contratos de Energia Elétrica e Precificação

Percentual dos contratos



*Sem indústrias eletrointensivas

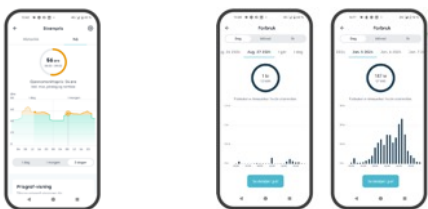
Os consumidores têm escolhido, majoritariamente, contratos com preço spot de energia

Não há restrições regulatórias para a precificação dos contratos

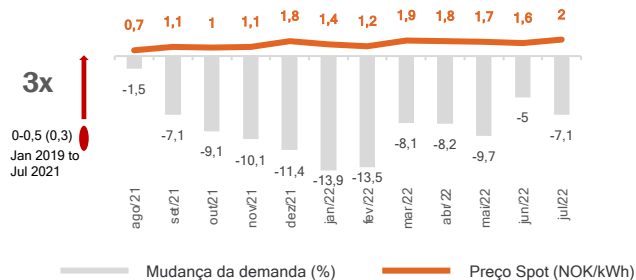
Restrições indiretas no preço de energia elétrica e cap de custo:

- Preço regulado para o supridor de última instância: Preço Spot + 0,05 NOK/kWh
- Esquema de suporte ao custo de eletricidade para residências: o Governo reembolsa 90% dos custos da eletricidade se o preço spot for superior a 0,73 NOK/kWh (0,06 EUR)

Resposta da demanda - comportamento dos consumidores face aos preços de energia

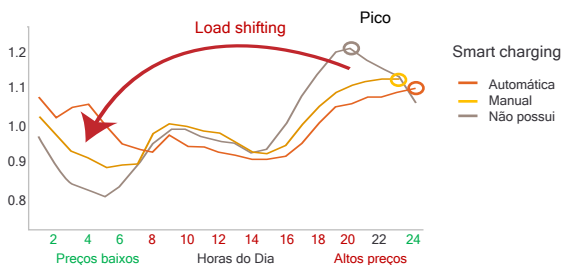


Informações de preço são disponibilizadas via aplicativos dos comercializadores de energia, utilities, etc



Rápida resposta quando os preços de eletricidade aumentaram devido à crise energética europeia

Perfil de carga e consumo médio



No intradiário, houve mudança no perfil de consumo dos usuários de veículos elétricos

Energia solar: autoprodução e tarifas feed-in

640 MW Capacidade solar instalada (quase totalmente rooftop)

Consumo

50% Autoconsumo em torno de 50%

Out/23

É permitido compartilhar “virtualmente” produção de energia elétrica com outros consumidores na mesma propriedade desde 1 de Outubro de 2023

Plus contracts

Prossumidores podem negociar “plus contracts” com os comercializadores de energia:

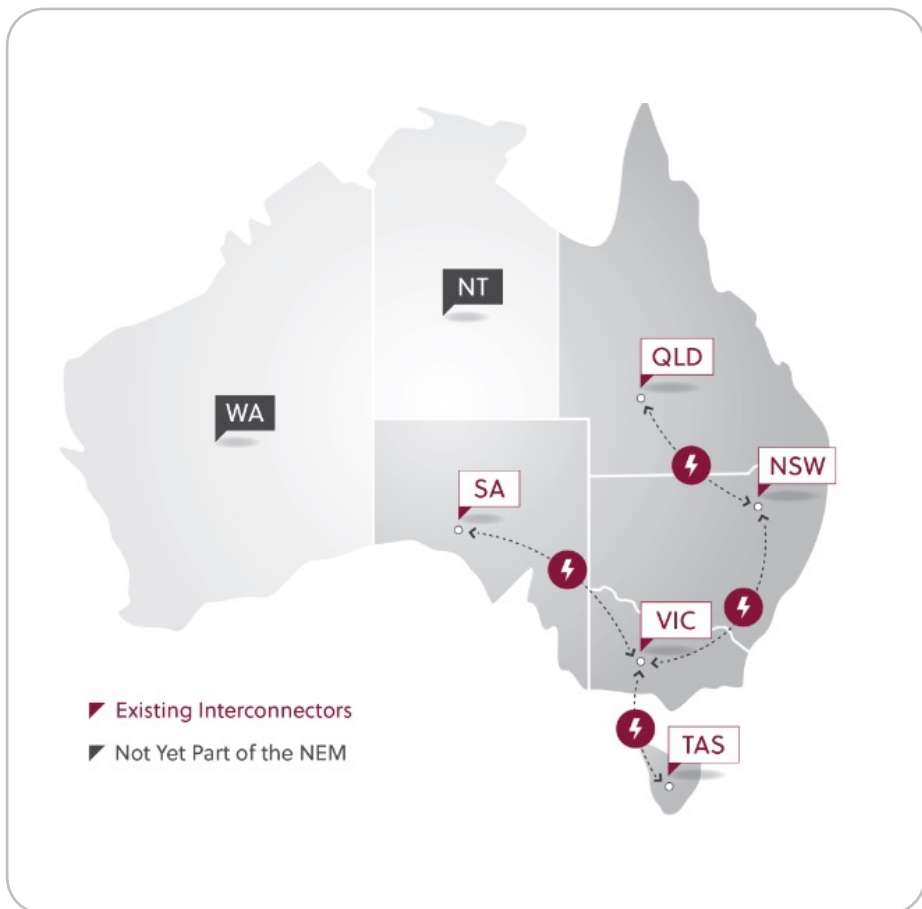
- Tarifa feed-in abaixo de 100 kW
- Aproximadamente 29.000 prossumidores (83% são residenciais)
- Não há tarifas de rede ou taxas na produção de energia elétrica
- Preço da tarifa feed-in segue o preço spot
- Alguns comercializadores varejistas oferecem contratos com “baterias virtuais”





Austrália

O mercado de eletricidade da Austrália possui um sistema integrado composto por 4 submercados (QLD, NSE, SA e TAS) e dois sistemas isolados (WA e NT)



Comentários:

- O National Electricity Market (NEM) é um sistema integrado composto por quatro submercados - Queensland (Qld), New South Wales (NSW), Victoria (Vic), South Australia (SA) e Tasmania (TAS).
- O NEM corresponde à aproximadamente 81% de todo o consumo nacional e a 88% dos consumidores e da capacidade instalada do país.
- E existem dois sistemas isolados Western Australia (WA) e Northern Territory (NT).

Principais números

AUSTRÁLIA

Área
377.975 Km²

População
125,7 Milhões

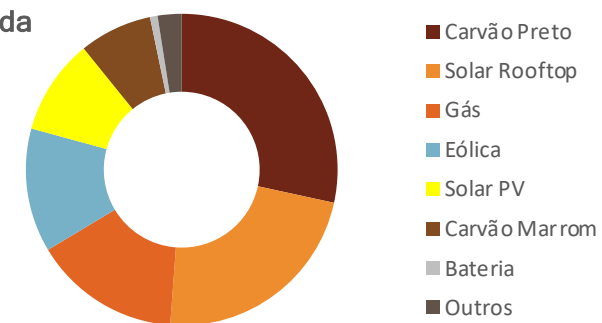
GDP 2022*
US\$ 1,7 Trilhão

GDP 2022 per capita*
US\$ 66.410

SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA

Capacidade instalada
70,5 GW

Consumo
238 TWh



A estrutura organizacional do sistema elétrico australiano



Australian Governments (COAG): é o conselho dos secretários de energia de cada região. São responsáveis pelas políticas locais.

Energy Security Board (ESB): Foi estabelecido pela COAG para coordenar a implantação de recomendações do Independent Review into the Future Security of the National Electricity Market.

Australian Energy Market Commission (AEMC) é responsável pelas regras de mercado de energia.

Australian Energy Regulator (AER) é responsável pela regulação econômica. Comparando com a estrutura Brasileira, seria similar à superintendência da ANEEL que calcula e publica tarifas.

Australian Energy Market Operator (AEMO) é responsável pela operação do sistema elétrico e do mercado. Comparando com a estrutura brasileira seria similar à união entre ONS e CCEE.



Grandes Números do NEM

Métrica	Valor Atual aprox.	Tendência
Demanda máxima	31 GW	↓
Consumo anual de energia (do NEM, exclui BTM)	130 TWh+	↓
Ativos de geração, serviços ancilares, despacháveis e/ou mapeamos no Operador de mercado	250+	↑
Número de clientes registrados no mercado (quase todos são varejistas competitivos, muitos dos quais possuem múltiplos nomes comerciais)	120+	↑
Número de consumidores	10M	↑
Giro financeiro mercado atacadista	\$14 B	↑
CO _{2-e}	130Mt	↓

Fatores que levaram à introdução da competição a nível de varejo e o unbundling

Revisão Nacional de Políticas em 1993 - Revisão Hilmer

A Revisão Hilmer foi um relatório importante na Austrália que visava aumentar a competição em setores monopolistas, como o de eletricidade. O objetivo principal era implementar reformas que permitissem uma maior eficiência e redução de custos, introduzindo a competição nesses setores. O relatório teve forte e amplo apoio da sociedade, o que facilitou o avanço das mudanças no mercado de eletricidade e impulsionou a desregulamentação e o unbundling, permitindo a entrada de novos participantes, e promovendo a competição, tanto no nível de geração quanto na distribuição e comercialização.

Melhor uso de ativos

O governo passou a ver a infraestrutura existente de forma mais estratégica. Por exemplo, o excesso de infraestrutura em New South Wales (NSW) e a introdução de interconexões regionais abriram caminho para o uso mais eficiente da infraestrutura existente. Vale citar que essas interconexões tornaram o sistema elétrico mais resiliente e flexível, facilitando o compartilhamento de energia entre diferentes regiões do país, reduzindo custos operacionais e aumentando a confiabilidade do fornecimento de energia elétrica.

Privatização

A privatização foi um passo importante nas reformas do setor elétrico australiano, e diversos motivos impulsionaram essa decisão:

- *Evitar riscos no mercado atacadista e varejista:* O governo queria reduzir sua exposição aos riscos financeiros relacionados à gestão de mercados de energia, como volatilidade de preços e flutuações na demanda.
- *Resistência política e comunitária:* Havia relutância política em privatizar ativos comunitários essenciais, já que a percepção pública muitas vezes era contrária à venda de ativos de infraestrutura importantes, como usinas e redes de distribuição.
- *Redução da dívida estatal:* Privatizar partes do setor elétrico ajudaria os estados a reduzir sua dívida pública, uma vez que a venda desses ativos proporcionaria uma injeção de capital imediato.
- *Aumento na competição de mercado:* Um dos objetivos finais da privatização era aumentar a competição no setor, o que geraria maior eficiência, dinamismo e inovação, resultando em benefícios de custo e qualidade para os consumidores.

Privatização e unbundling: histórico dos Estados Australianos

Estado	Pre-1993	Geração	Transmissão	Distribuição	Varejo
VIC - 1995 - 1998	Verticalmente integrado, com alguns serviços ofertados pelos conselhos locais	Totalmente privatizado	Privatizado, mas o governo manteve o planejamento da rede → AEMO	Privatizado - 5 Agentes	Privatizado
AS - 1999	Verticalmente integrado - empresa de propriedade do Estado	Totalmente privatizado	Privatizado	Privatizado - 1 Agente	Privatizado
NSW 2012 - Gen 2018 - Tx 2019 - Dex	Geração e Transmissão de propriedade Estadual. Distribuição de propriedade dos conselhos locais	Totalmente privatizado	Privatizado	Governo estadual mantém a participação majoritária em 2 Agentes e 100% da Distribuidora Rural	Privatizado
QLD 2007 - Retail	Geração e Transmissão de propriedade Estadual. Distribuição de propriedade dos conselhos locais	Majoritariamente de propriedade estatal	Propriedade estatal	Propriedade estatal	Privatizado por entidade de propriedade estatal nas áreas rurais
TAS	Verticalmente integrado, de propriedade do Estado	Propriedade estatal	Propriedade estatal	Propriedade estatal	Agentes Estaduais e Privados

Como a competição evoluiu: grandes consumidores

Desenho Original do NEM e a resposta da demanda

- O NEM foi projetado inicialmente com o objetivo de que a demanda respondesse a flutuações de preços.
- Quando o mercado foi aberto, os varejistas ofereciam aos grandes consumidores contratos com preços em 72 partes, variáveis ao longo do tempo, em função das mudanças nas condições do mercado. Esses contratos eram complexos e incluíam preços separados para diferentes horários do dia, como pico, fora de pico e intermediário ("shoulder"), dependendo da demanda.
- Essa abordagem era extremamente impopular entre os consumidores, pois os contratos eram difíceis de entender e geravam imprevisibilidade nos custos. A competição inicial focada nessa segmentação de preços causou insatisfação entre os consumidores industriais e comerciais.

Competição no preço da energia (commodity) nos primeiros anos

- Nos primeiros anos após do mercado, o preço da energia foi o principal driver de competição. Os varejistas basicamente replicavam os custos das taxas de rede, sem oferecer muito além disso em termos de valor agregado.
- Com o tempo, o mercado evoluiu, e agora os compradores

e vendedores são mais sofisticados. Contratos de longo prazo, com indexação e proteção ("hedging") contra flutuações de carga, tornaram-se comuns, proporcionando mais previsibilidade e segurança, tanto para consumidores quanto para os comercializadores.

- Esse tipo de contrato pode ser estabelecido tanto para um único cliente quanto para um grupo de clientes relacionados, permitindo maior flexibilidade nas negociações e nos ajustes às necessidades específicas de cada consumidor.

Contratação de consumidores para fornecer FCAS e resposta da demanda

- Alguns comercializadores varejistas começaram a contratar grandes consumidores para fornecer FCAS (Frequency Control Ancillary Services) e resposta da demanda. A resposta da demanda funciona como uma espécie de hedge físico, no qual os consumidores ajustam seu consumo em resposta a sinais do mercado, ajudando a equilibrar oferta e demanda no sistema elétrico.
- Aproximadamente 200 MW de capacidade de resposta da demanda foram relatados pelos comercializadores varejistas ao Operador de Mercado, mostrando que, embora esse mecanismo ainda esteja em uma fase de crescimento, ele já desempenha um papel relevante para

alguns grandes consumidores, que podem ajustar seu uso de energia conforme necessário.

Estabelecimento de Mecanismo de Resposta da Demanda a nível do Mercado Atacadista

- Em outubro de 2021, foi implementado um Mecanismo de Resposta da Demanda no Mercado Atacadista (Wholesale Demand Response Mechanism), permitindo que grandes consumidores com uma demanda acima de 160 MWh/ano participem por meio de agregadores.
- Nesse mecanismo, os consumidores recebem o preço spot para reduzir sua demanda em resposta às condições do mercado. Eles fazem lances para a resposta à demanda e são despachados conforme necessário.
- O desempenho é avaliado em relação a uma linha de base de consumo individual para cada cliente, permitindo uma medição precisa de quanto foi reduzido em termos de demanda.
- No primeiro ano, apenas 66 MW foram registrados, sugerindo que o mecanismo ainda estava em sua fase inicial, mas com potencial de crescimento à medida que mais grandes consumidores adotem a prática.

Como a competição evoluiu: pequenos consumidores

Reguladores estaduais definiram preços de referência no início

- No início da liberalização do mercado de energia para pequenos consumidores, os reguladores de cada estado eram responsáveis por definir e publicar preços de referência anuais.
- Esses preços de referência atuavam como um parâmetro ou "preço base", sobre o qual os contratos oferecidos pelas empresas de energia podiam se basear. Isso fornecia aos consumidores uma métrica para avaliar as ofertas dos varejistas, facilitando a comparação entre elas.

Diferenças entre os estados, mas baseadas em fatores comuns

- Embora houvesse variações entre estados na formulação dos preços de referência, geralmente todos seguiam uma estrutura comum que incluía:
 - **Previsão de mercado a nível de atacado:** os preços de referência consideravam as previsões de preços de energia no mercado atacadista e os preços dos contratos de energia.
 - **Encargos de rede aplicáveis:** consideravam também as taxas cobradas pelas redes de distribuição e transmissão de energia.
 - **Custos de mitigação de riscos:** como a energia

elétrica é sujeita a variações de preços e riscos de volatilidade, os preços de referência incorporavam os custos de hedging (proteção contra flutuações de preços), retenção de clientes e riscos gerais.

- **Margem de lucro:** uma margem de lucro comercialmente aceitável era aplicada sobre esses custos, garantindo que os varejistas ainda obtivessem lucro, mesmo competindo com base nos preços de referência.

Ofertas dos comercializadores varejistas em relação ao preço de referência

- Os comercializadores varejistas podiam oferecer contratos com preços acima ou abaixo do preço de referência. Frequentemente eram utilizados descontos ou incentivos adicionais para atrair pequenos consumidores. Entre as estratégias estavam:
 - Descontos ou ofertas especiais, como assinaturas de revistas ou outras vantagens que iam além do simples fornecimento de eletricidade, para motivar os consumidores a assinarem contratos.
 - Ofertas de energia renovável, embora poucos consumidores estivessem dispostos a pagar mais por fontes de energia renováveis. Isso indica que, embora houvesse interesse no marketing de energia sustentável, as tarifas mais altas eram uma barreira para a adoção em massa, tornando essa

oferta mais uma estratégia de marketing do que uma escolha frequente dos consumidores.

Aumento da competição, especialmente em Victoria

- A competição entre comercializadores varejistas aumentou significativamente ao longo do tempo, com destaque para o estado de Victoria, onde a taxa de troca de fornecedor atingiu 30% ao ano. Esse número é consideravelmente alto, refletindo o nível de competitividade no estado e a disposição dos consumidores em mudar de fornecedor em busca de melhores preços ou condições.
- Nos outros estados, essa taxa era um pouco menor, mas ainda significativa, em torno de 25%. Isso demonstra uma evolução na maneira como os pequenos consumidores passaram a enxergar o mercado de energia, com mais opções disponíveis e maior disposição para negociar ou mudar de fornecedor.

Remoção dos Preços de Referência

- Com o tempo, os preços de referência foram removidos, permitindo que o mercado evoluísse para um modelo mais competitivo e menos regulamentado. Isso indicou uma confiança maior por parte dos reguladores na capacidade do mercado de operar sem a necessidade de um preço de referência fixo, com os consumidores capazes de avaliar as melhores opções por conta própria.

Como a competição evoluiu: pequenos consumidores

Inicialmente, a competição do varejo foi bem-sucedida, com reduções expressivas sendo percebidas pelos consumidores.

Contudo, no início dos anos 2000, a conta de energia volta a crescer, devido a fatores como incorporação de políticas públicas e metas de redução de emissões de gases de efeito estufa

35%
Aumento médio da conta

56%
Preço médio de energia

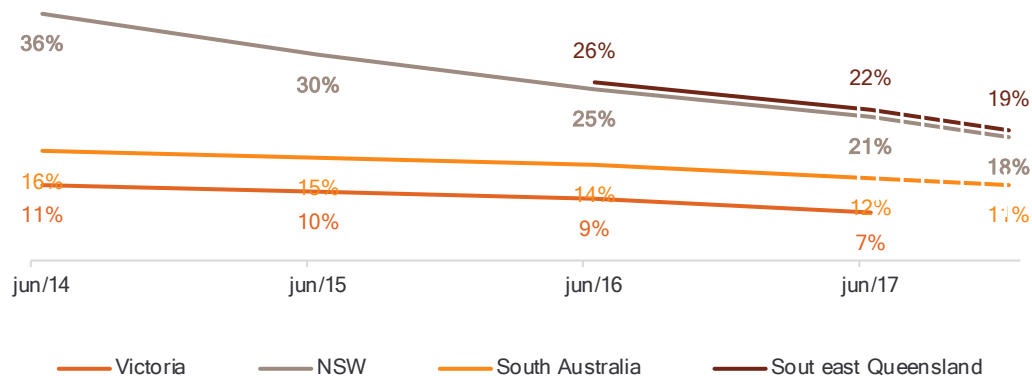
Algumas pontos de atenção:

- Inclui consumidores que não haviam recebido nenhuma oferta de comercializadoras varejistas.
- Consumidores vulneráveis incluídos nesse grupo

A medida que os preços aumentaram, o governo inicia uma retomada de preços de referência.

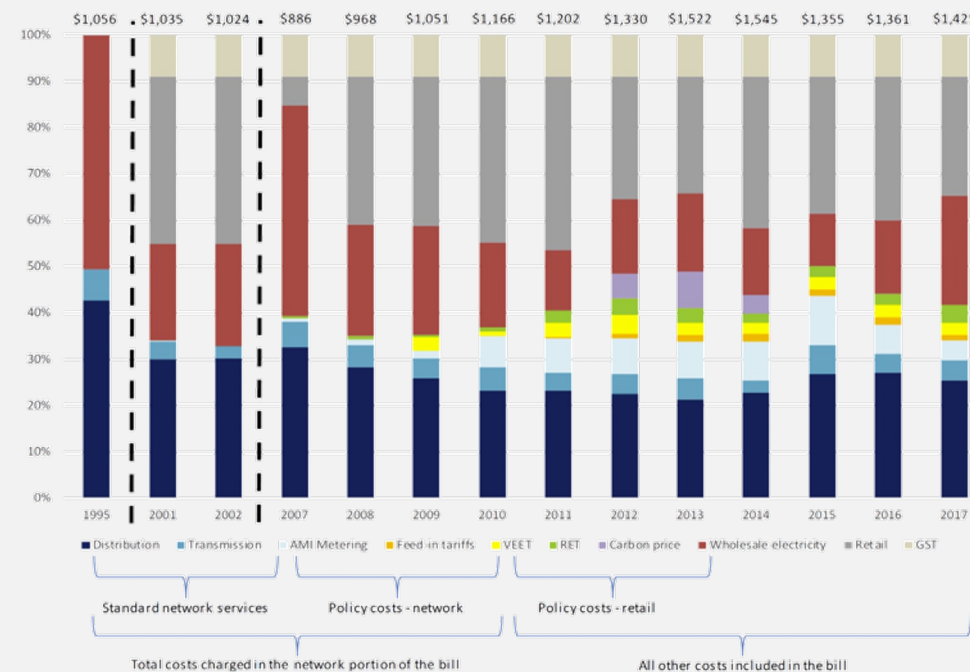
Incremento importante de uso de geração solar fotovoltaica para autoconsumo como medida adotada pelos consumidores para reduzir as contas de energia.

Redução de custos percebida pelos consumidores Por estado



O custo da fatura de energia para os consumidores residenciais aumentou nos últimos anos, devido à inserção de subsídios e tarifas, relacionadas, em sua maioria, à mitigação de impactos ambientais

Composição da tarifa dos consumidores residenciais Por componente/ano



O uso de medidores inteligentes na Austrália tinha como objetivo modernizar a forma de gerenciamento do consumo de energia, principalmente do residencial. Contudo, há desafios que ainda precisam ser endereçados

Victoria implementou a obrigatoriedade do uso de medidores inteligentes pelas distribuidoras (2009-2013)

- O estado de Victoria foi pioneiro na Austrália, ao exigir a instalação universal de medidores inteligentes entre 2009 e 2013, liderado pelas distribuidoras.
- O custo da implementação foi muito elevado, e esses custos acabaram sendo repassados aos consumidores antes mesmo de os medidores serem instalados. Isso gerou descontentamento entre os clientes, que tiveram suas contas aumentadas antes de verem qualquer benefício tangível da nova tecnologia.

Mudanças na política do Governo relacionada a novas estruturas de preços

- Inicialmente, o governo exigiu que os medidores inteligentes fossem utilizados para novas estruturas tarifárias, como tarifas que variam de acordo com o horário de consumo (time-of-use tariffs). Isso provocou uma reação dos consumidores quando as tarifas publicadas mostraram aumentos ou complexidade, resultando em críticas.

- Devido à reação negativa dos consumidores, o governo posteriormente proibiu o uso dos medidores para essas novas estruturas tarifárias, minando ainda mais o potencial de inovação da tecnologia e prejudicando sua aceitação pública.

Outros estados pararam com a obrigatoriedade de instalação de medidores inteligentes

- Em outros estados e territórios (governos estaduais e da Commonwealth), houve um movimento para parar os mandatos de implementação universal dos medidores inteligentes, em grande parte devido ao feedback negativo observado em Victoria.
- Entretanto, muitos estados mantiveram políticas de exigência de novos medidores inteligentes apenas em situações específicas, como na instalação de painéis solares em telhados (rooftop PV) ou quando medidores antigos precisavam ser substituídos.

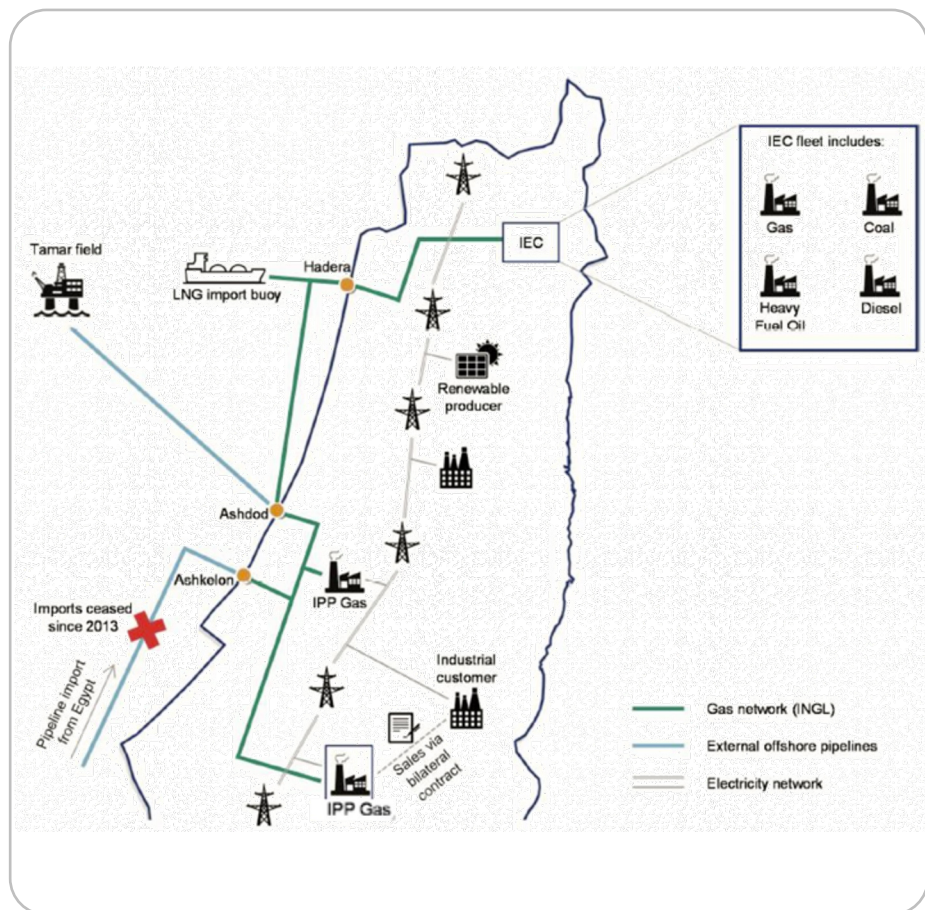
Instalação dos medidores inteligentes passa a ser dos comercializadores varejistas

- A responsabilidade pela instalação e gestão dos medidores foi então transferida dos distribuidores para os comercializadores varejistas. Isso significa que os varejistas passaram a ser responsáveis por implementar e gerenciar os medidores inteligentes, mudando a forma como o processo era coordenado e distribuído entre as empresas de energia.
- Em outros Estados, fora de Victoria, a adoção dos medidores inteligentes ultrapassou a marca de 25% da população. Embora a implementação não tenha sido tão rápida quanto em Victoria, a penetração dos medidores inteligentes tem aumentado gradualmente, especialmente com as exigências de substituição de medidores antigos.
- Nova regra determina a substituição de todos os medidores antigos até 2030



Israel

O mercado de energia de Israel está passando por uma fase importante de abertura, introduzindo a competição a nível varejista



Comentários:

- Aproximadamente 60% da demanda de energia é atendida por térmicas a gás, e o restante via térmicas a carvão.
- A geração a diesel é raramente utilizada (apenas para atendimento a eventos críticos).
- É esperado que a geração a carvão seja gradualmente descontinuada e substituída por térmicas a gás e geração renovável.

Principais números

ISRAEL

Área
20.770 Km²

População
9,85 Milhões

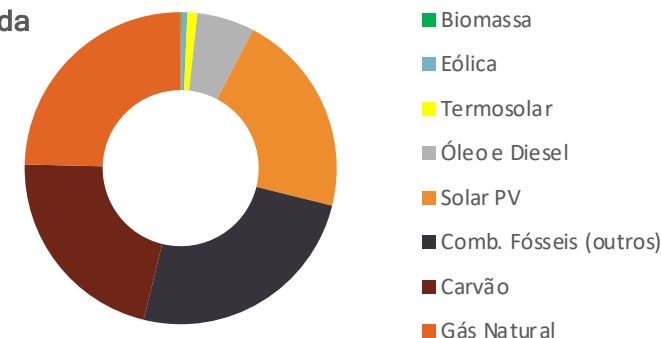
GDP 2023*
US\$ 0,54 Trilhão

GDP 2023 per capita
US\$ 54.771

SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA

Capacidade instalada
22,6 GW

Consumo
76 TWh



A estrutura organizacional do sistema elétrico israelense

Ministério de Energia: Responsável pela formulação de políticas e regulação do setor de energia em Israel. Supervisiona a implementação de projetos e garante que a infraestrutura elétrica atenda às necessidades do país.

NOGA: Operador do Sistema Elétrico.

Electricity Authority: órgão que fica responsável pela regulação do setor elétrico e suporta o Ministério de Energia quanto a aspectos de política energética. O órgão é responsável por promover um ambiente setorial confiável, competitivo e eficiente, tanto para empresas como para os consumidores.

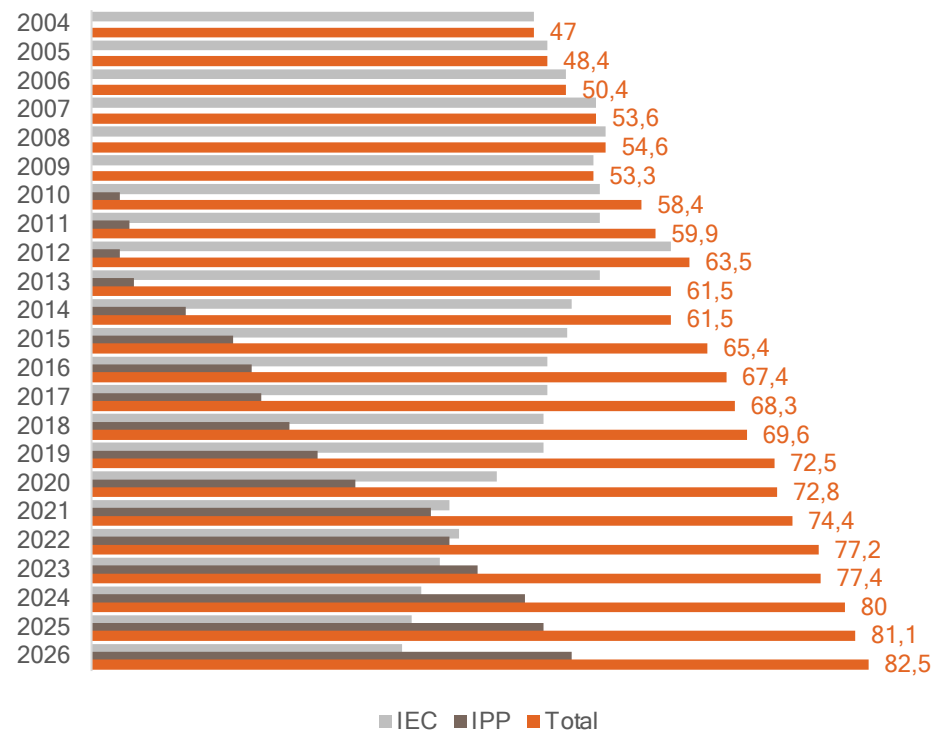
Israel Electric Corporation (IEC): é a principal companhia elétrica de Israel, responsável pela maior parte da geração, transmissão e distribuição de eletricidade no país. Empresa estatal, possui papel representativo no mercado. É supervisionada pela Electricity Authority.

Private producers: Em adição à IEC, existem vários Produtores independentes de energia elétrica, que utilizam várias fontes (gás, solar, eólica, etc.).

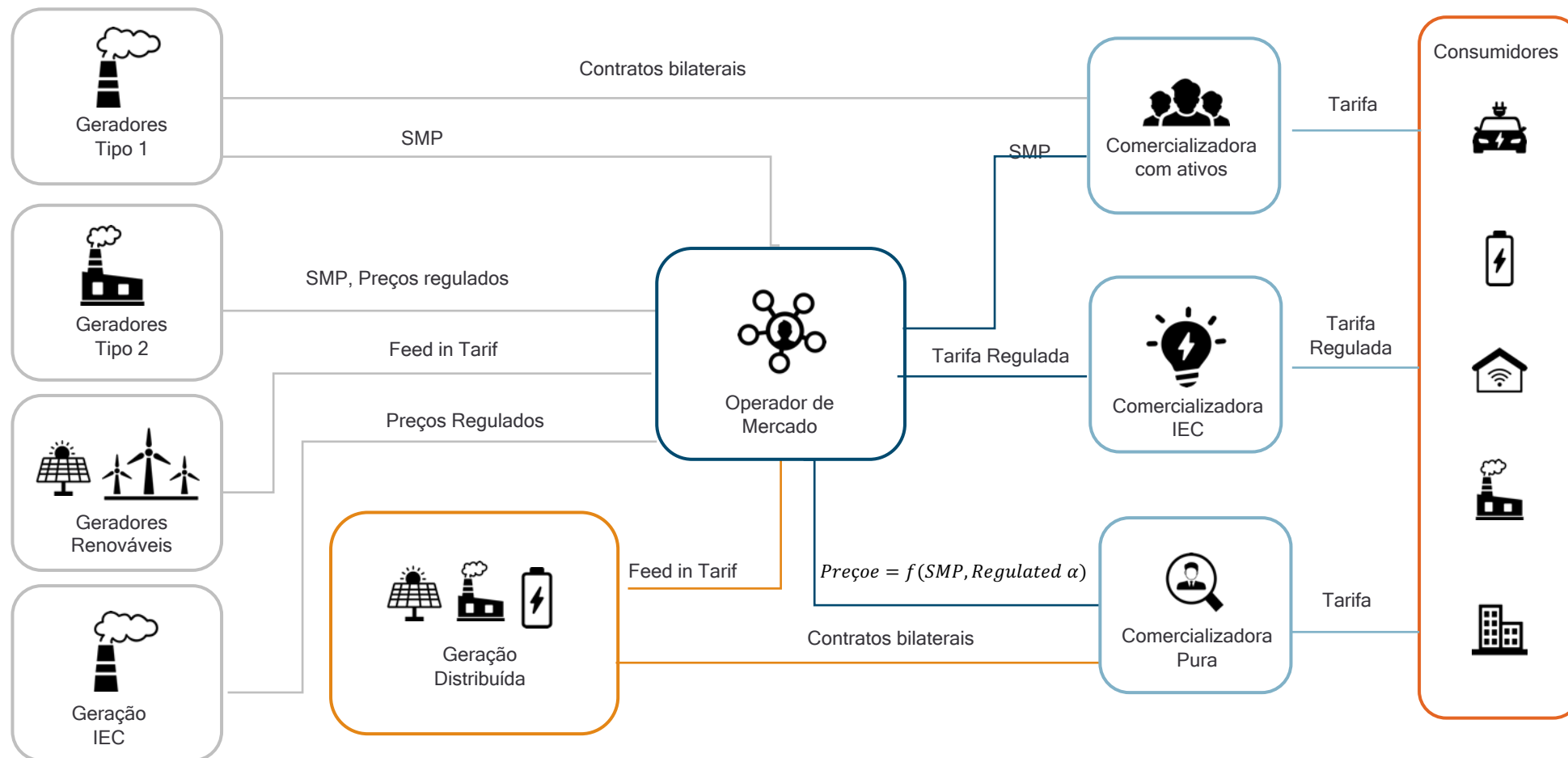


O fornecimento de energia no mercado atacadista é majoritariamente via produtores independentes de energia. A IEC possui participação importante, que tende a diminuir nos próximos anos

Geração de energia TWh



O consumidor de energia pode escolher seu fornecedor de energia, entre três tipos de agentes: IES (que nesse caso, atua como o supridor de última instância), gentailers (geradores que possuem braço de comercialização) e comercializadores puros



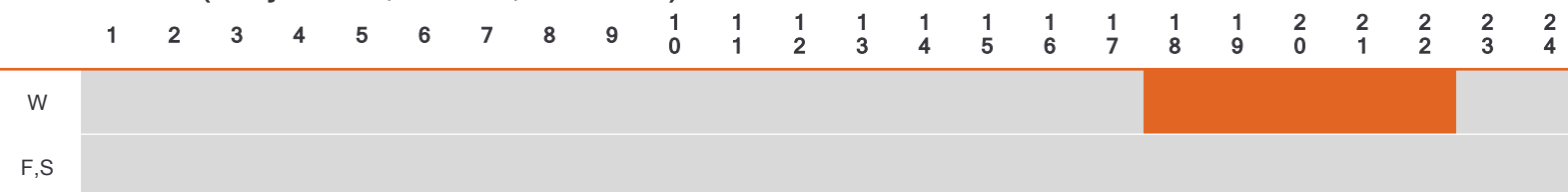
SMP - System Marginal Price

O fornecimento de energia pelo IEC é baseado na tarifa regulada de energia, a qual é baseada em hora de ponta e fora de ponta, bem como varia com os meses do ano

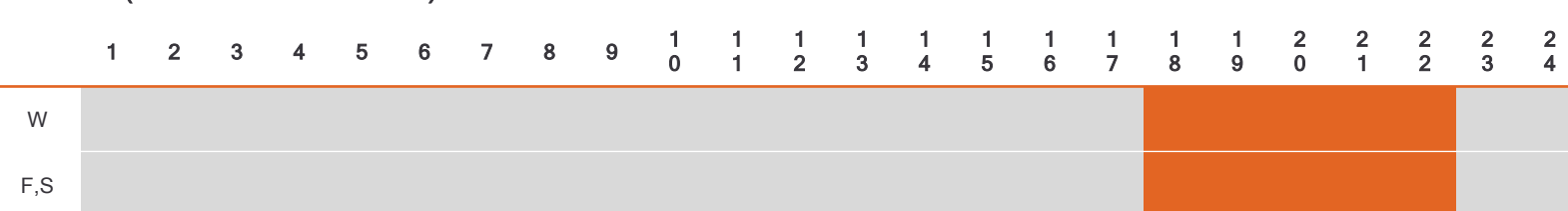
Verão (Junho - Setembro)



Intermediária (Março - Maio, Outubro, Novembro)

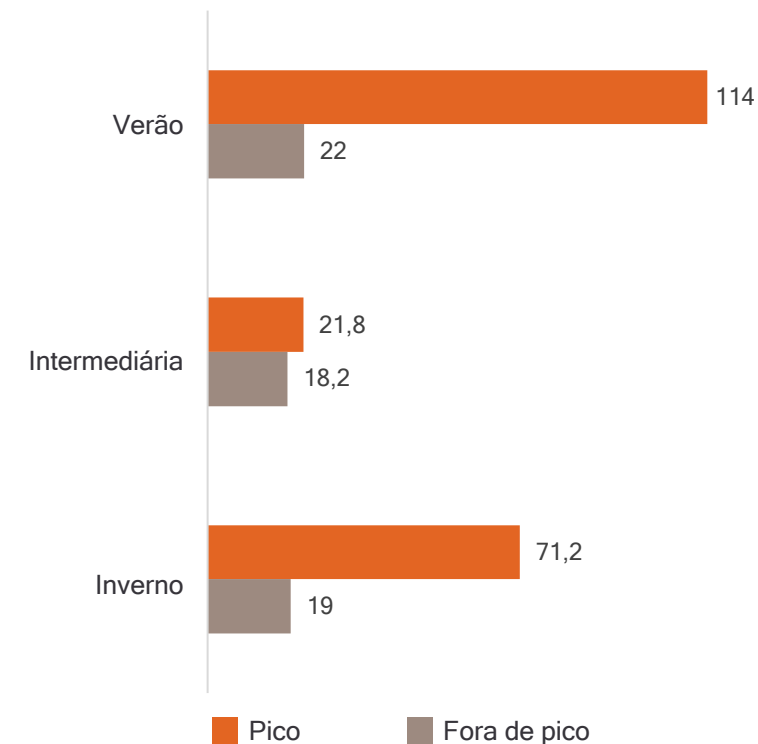


Inverno (Dezembro - Fevereiro)

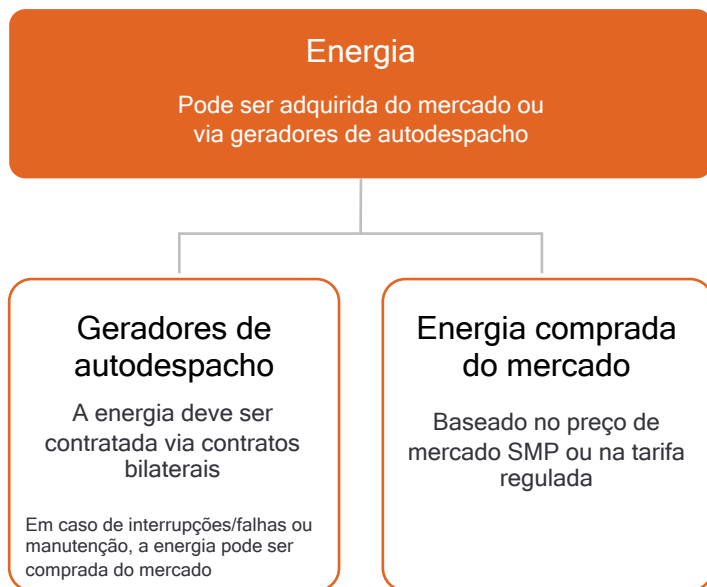


W - dia útil, F - Sexta-feira, S - Sábado

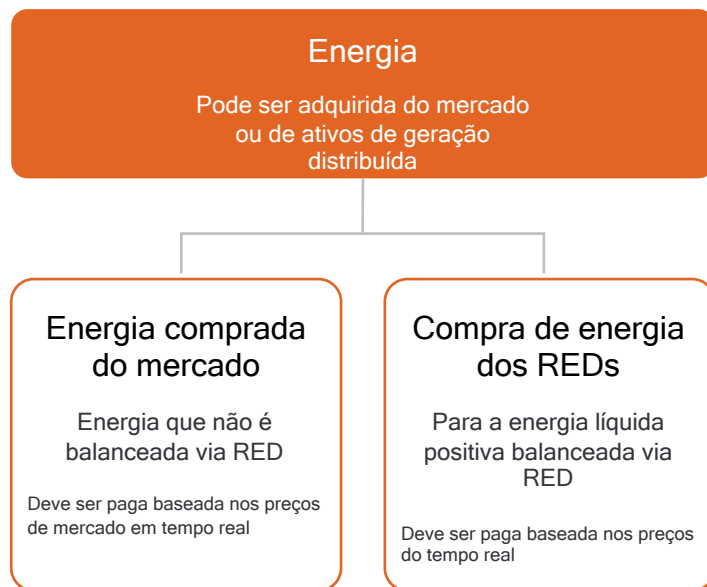
Tarifa €/MWh



Os Gentailers podem comprar energia de forma bilateral ou no próprio mercado atacadista, caso seja necessário para cumprir a entrega de energia para seus consumidores



As comercializadoras varejistas puras podem comprar energia do mercado, bem como de recursos energéticos distribuídos

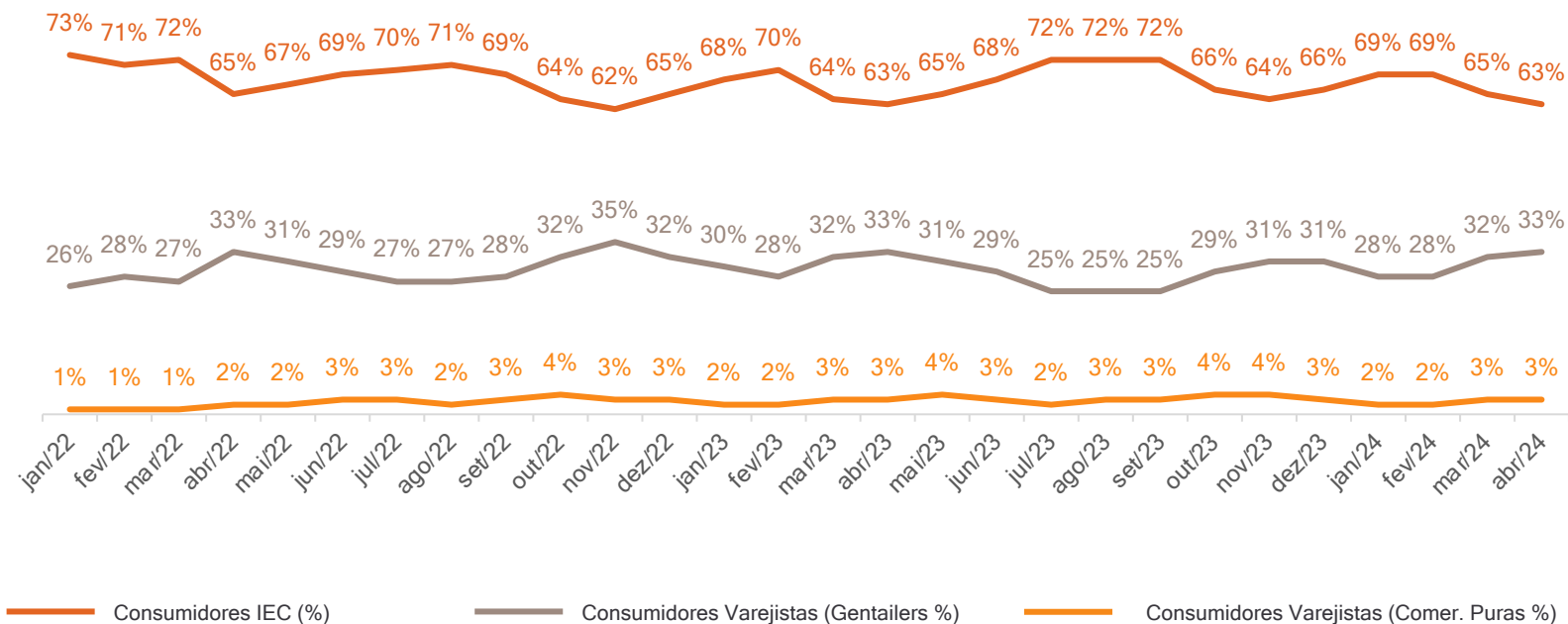


Os pagamentos para as comercializadoras puras são baseados nos preços de mercado mais uma tarifa suplementar



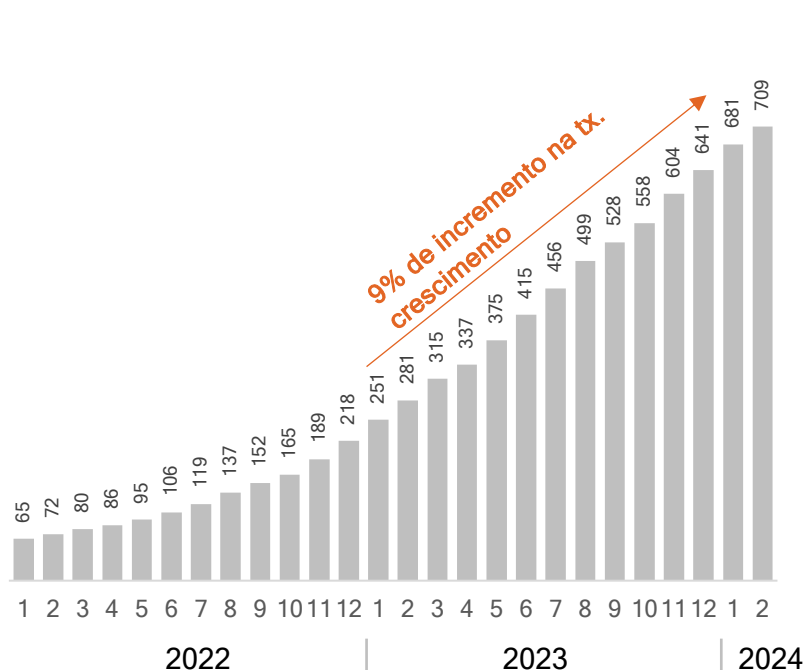
A IEC possui uma importante fatia de market share do mercado varejista, seguindo pelos Gentailers e pelas comercializadoras puras

Percentual do Mercado

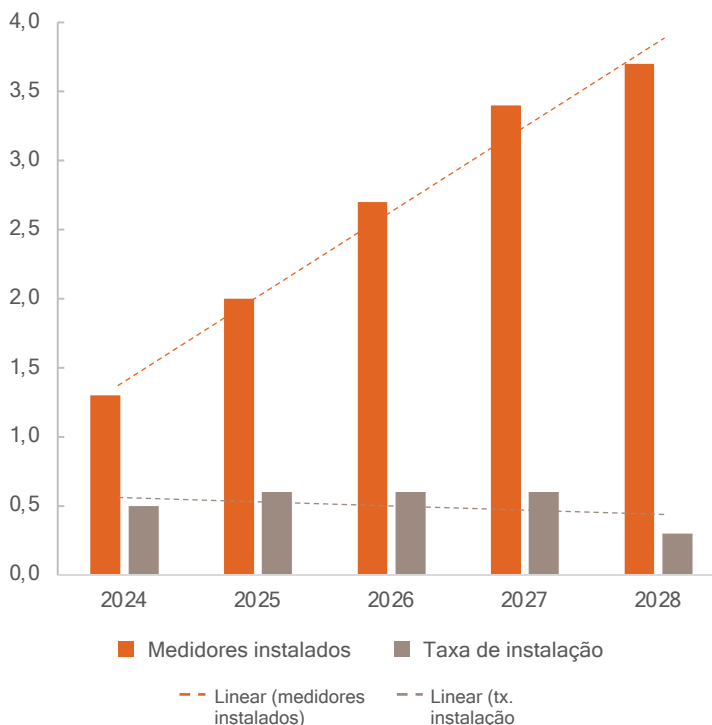


A instalação de medidores inteligentes é realizada pela IEC, que possui como projeção trocar todo o parque de medidores do país até 2028 (3,7 milhões de consumidores)

Instalação Medidores Inteligentes - Histórico
Mil Consumidores

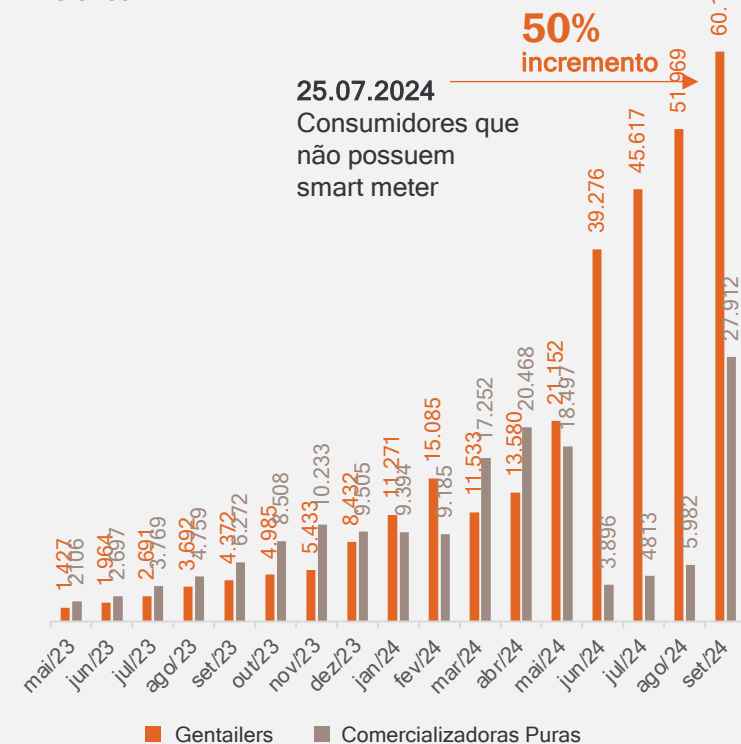


Instalação Medidores Inteligentes - Projeção
Milhões de Consumidores

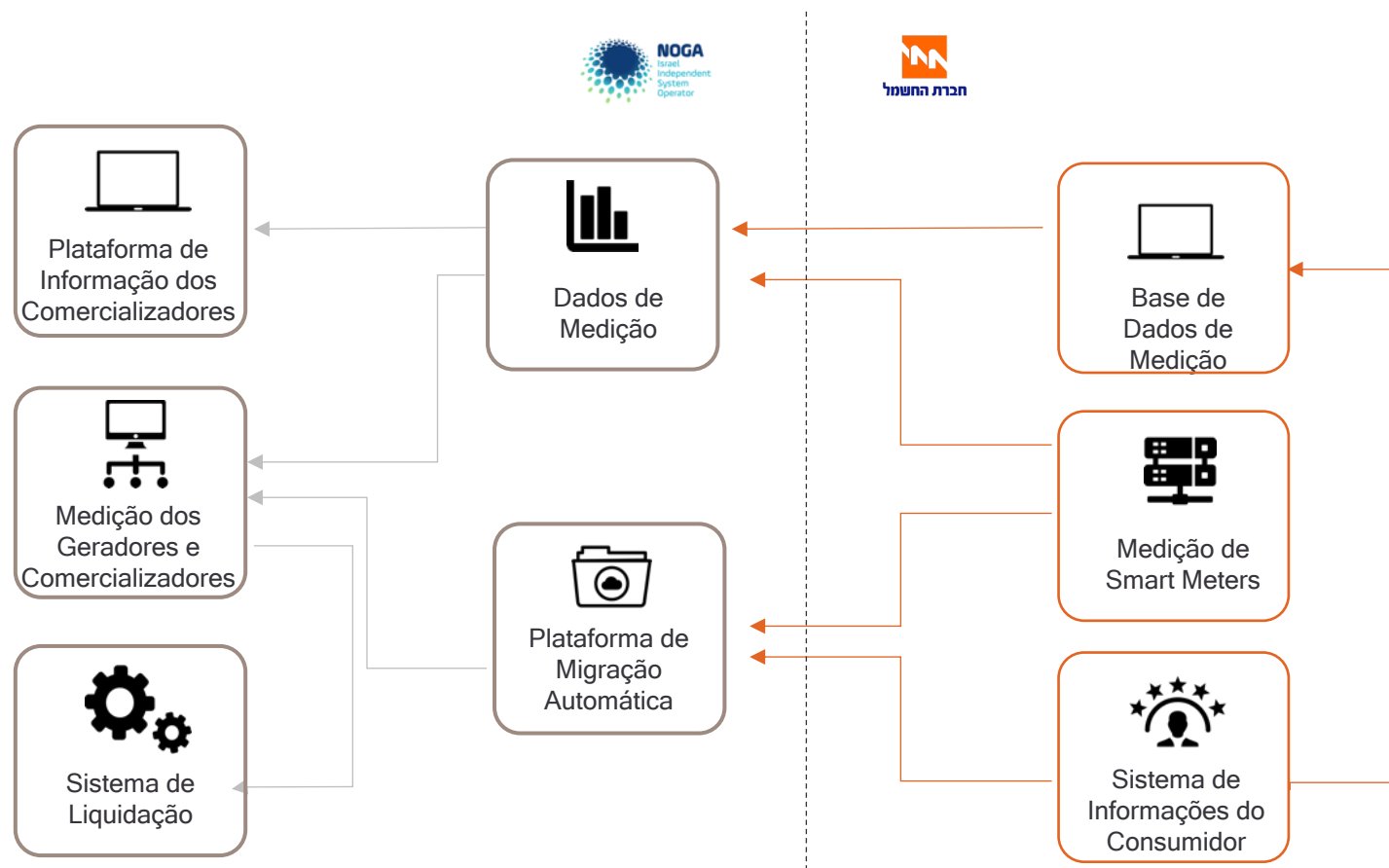


O número de consumidores varejistas que optaram por escolher seu fornecedor, e que não possuem medidor inteligente, sofreu um incremento exponencial nos últimos meses

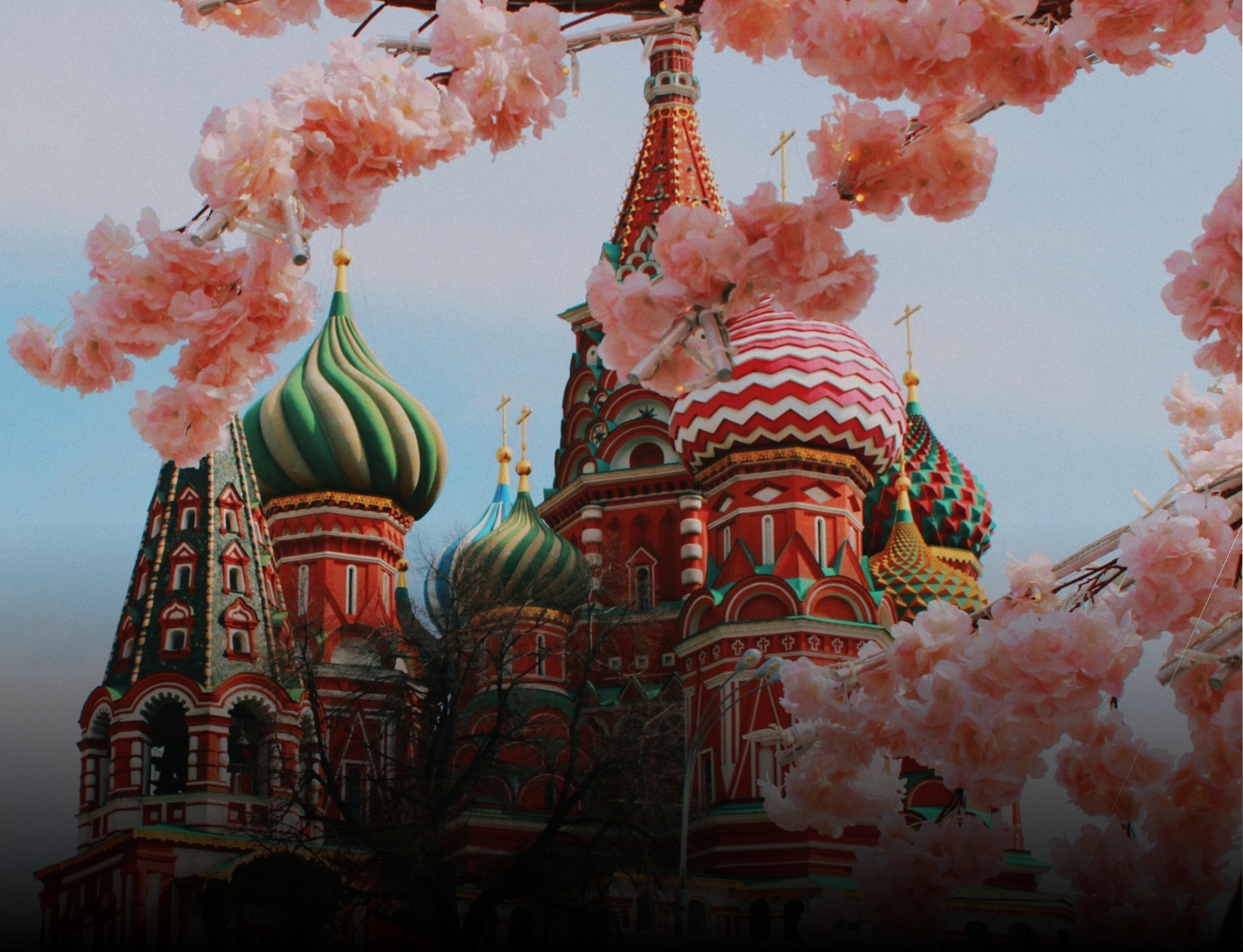
Consumidores varejistas que escolheram seu fornecedor Histórico



Para migrar esses consumidores, foi desenvolvida uma solução que utiliza uma interface com a IEC, que fornece os dados de medição, que são inseridos no sistema de migração e enviados para o comercializador varejista do consumidor



Rússia



| O mercado de energia de Rússia é separado entre atacadista e varejista, com forte predomínio de combustíveis fósseis



Comentários:

- O sistema elétrico da Rússia é composto por sete subsistemas interligados e vários sistemas isolados, que suprem sete distritos federais do território.
- Mais de 88% do sistema de transmissão é operado pelo Federal Grid Company of the Unified Energy System (PJSC FGC UES).
- O sistema elétrico da Rússia contém aproximadamente 3.500 distribuidoras de energia.

Principais números

RÚSSIA

Área
17.124.442 Km²

População
146,7 Milhões

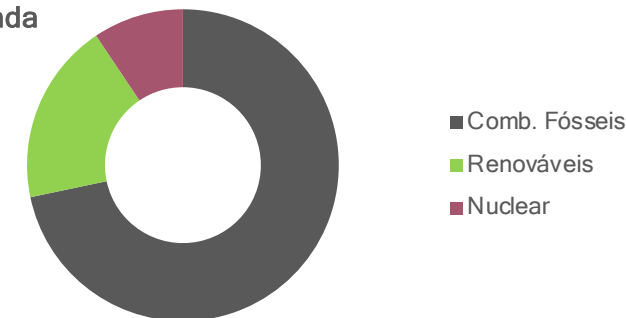
GDP 2023
US\$ 2,06 Trilhão

GDP 2023 per capita
US\$ 14,390

SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA

Capacidade instalada
300 GW

Consumo
1.139 TWh



A estrutura organizacional do sistema elétrico russo



Ministério de Energia: Responsável pela construção, operação e reforma do mercado de energia, formulação e desenvolvimento de políticas e regramentos específicos e supervisão de sua implementação.

Federal Anti-Monopoly Service: Responsável pela manutenção da competição ordenada no mercado de energia e por gerenciar o fornecimento e a demanda de eletricidade em áreas nas quais o mercado competitivo ainda não tenha sido estabelecido.

Market Council: Responsável pelo estabelecimento do acesso, e pelos padrões de contratos do mercado de energia.

Administrator of Trading System for the Wholesale Power Market (ATS): Responsável pela medição e integração de várias informações referentes aos dados dos consumidores do mercado atacadista (como volume de energia transacionado e seus preços).

Center for Financial Settlements (CFS): Responsável pelas liquidações do mercado de energia.

Federal Grid Company of Unified Energy System (FSK) e System Operator of the Unified Energy System (SO): Responsáveis pela operação do sistema de transmissão e distribuição.

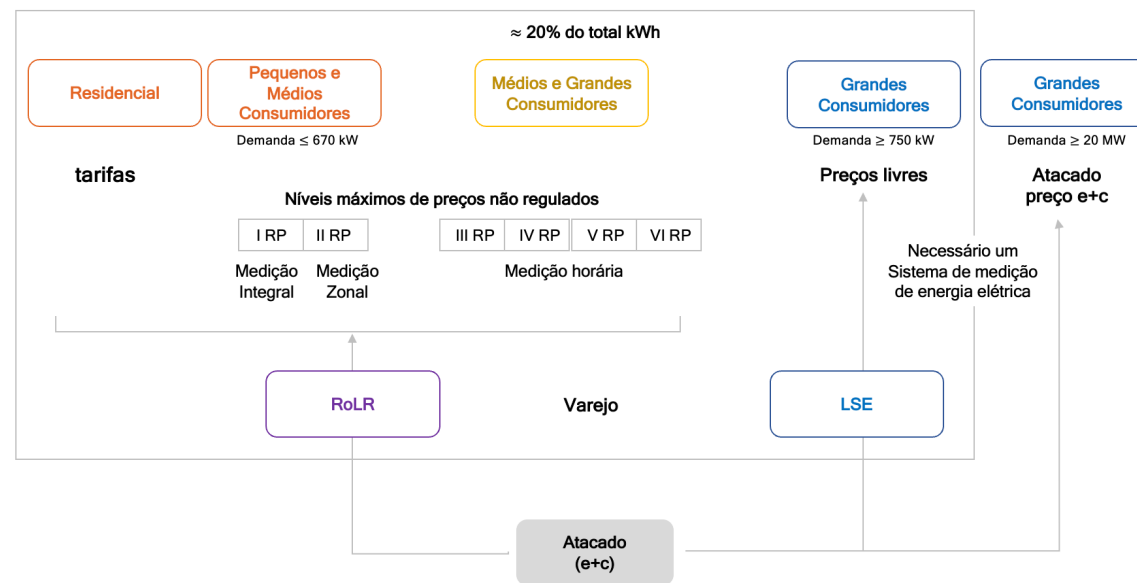


No nível de varejo, existem basicamente dois grupos de consumidores: i) residenciais e ii) industriais, sendo que os últimos podem estar conectados no comercializador de última instância (RoLR) ou em uma entidade de atendimento à carga (LSE)

Tarifa Regulada (definida pela Comissão Regional de Energia)	Máximo Nível de preços não-regulados (calculado pelo RoLR)	Preço não regulado (acordo entre a LSE e o consumidor)
Outros Serviços (FAS, Regulador)	Outros Serviços (FAS, Regulador)	Outros Serviços (FAS, Regulador)
Markup do RoLR	Markup do RoLR	Markup do RoLR
Tarifa do Fio - subsidiada → Tarifas da Distribuidora (REC)	Tarifa do Fio → Tarifas (REC, FAS para o grid conectado)	Tarifa do Fio → Tarifas (REC, FAS para o grid conectado)
Eletricidade e Capacidade - subsidiada → Preços indicativos(FAS)	Eletricidade e Capacidade compradas no mercado varejista → Preço médio ponderado não regulado	Eletricidade e Capacidade compradas no mercado varejista Eletricidade adquirida no mercado varejista
Consumidores Residenciais	RoLR não Residencial	LSE não Residencial

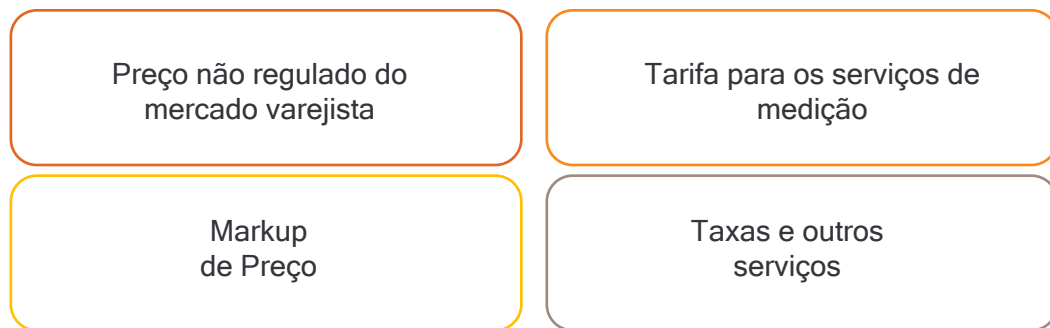
RoLR - Retailer of Last Resource, LSE - Load Service Entity, FAS - Federal Anti-Monopoly Service, REC - Retail Electricity Company, RP - Rate Plan

A nível de desenho de mercado, os RoLRs, LSEs e grandes consumidores negociam energia (e capacidade) no mercado atacadista, enquanto os consumidores residenciais e de pequeno e médio porte são atendidos pelos RoLRs. Grandes consumidores também têm a opção de negociar com as LSEs. A competição de mercado, portanto, está em aproximadamente 20% do consumo do país



O comercializador de última instância possui o nível máximo de preços não regulados, diferenciando as tarifas por nível de tensão e por grupos (ou subgrupos) de consumidores

Componentes do MLUP



RoLR

Calcula de forma independente os preços máximos não regulados (MLUP) de acordo com fórmulas correspondentes ao plano de tarifa específico para os consumidores.

Publica dos valores de MLUP em seu site oficial até 15 dias após o término do período contábil.

Informa os consumidores nas faturas de energia e capacidade sobre o MLUP e seus componentes

Envia informações sobre o MLUP, seus componentes e indicadores de volume ao Operador de Mercado até 16 dias após o término do período de faturamento.

MLUP - Maximum Levels of Unregulated Prices

Existem seis opções de planos para os consumidores atendidos pelos RoLRs, que dependem de aspectos como medição, preços da eletricidade (capacidade) a nível atacadista, tarifa dos serviços de transmissão e de sua capacidade em planejar seu consumo de energia

Plano Tarifário	Medição	Preço de Mercado	Tarifa para serviços de transmissão	Planejamento Horário
I*	Integral (por mês)	Preço monômio	Monômia	
II*	Zonal (por zonas diárias por mês)	Preço monômio diferenciado por zonas diárias	Monômia	Não
III			Monômia	
IV			Binômia	
V	Horária	Preço Capacidade	Preço da Energia diferenciado por horas	Monômia
VI			Binômia	Sim

*Demanda máxima até 670 kW

Quais fatores podem promover a competição entre as LSEs e os RoLRs?



Atração de Consumidores

Dependente do LSE, e fatores relacionados ao preço podem ser decisivos para o consumidor

- Oferta combinada com outros serviços;
- Conveniência do serviço do LSE (incluído aspectos como o procedimento para mudar para o LSE, planejamento de consumo, entre outros fatores);
- Inclusão no ecossistema de um banco/empresa de telecomunicações



Suprimento de Energia

Muito aspectos não dependem do LSE:

- O procedimento para organizar o fornecimento do mercado atacadista é demorado;
- Normalmente, as possibilidades de organizar o suprimento de energia no mercado varejista são muito limitadas (pequenos volumes de fornecimento);
- Os LSEs são menores que os RoLRs: localização e volumes de consumo devem ser considerados ao se calcular a média dos parâmetros de preço.



Retenção de Consumidores

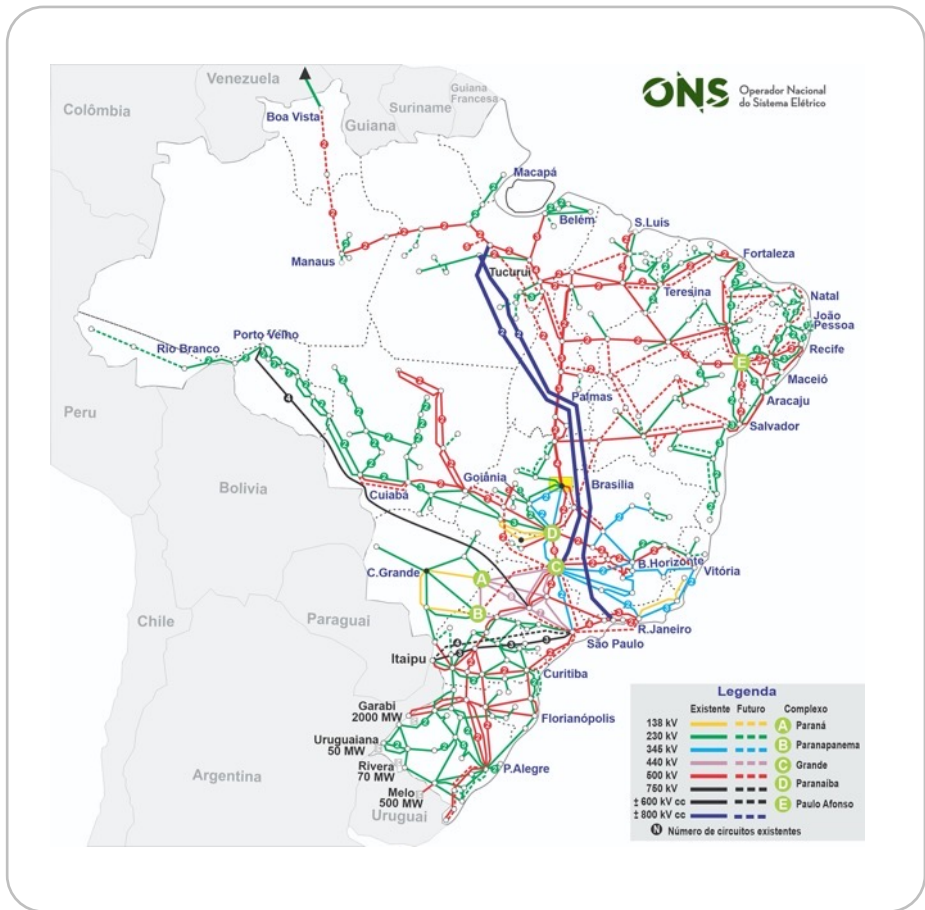
Muito depende do LSE, e a relação entre fatores que são considerados ou não no preço são importantes:

- O consumidor periodicamente compara ofertas com a opção previamente escolhida para determinar se pode obter o mesmo serviço por um preço mais baixo ou mais serviços agregados.
- A utilização de agregadores de demanda pode ser uma opção adicional.



Brasil

O Brasil possui um ambiente de negócios dinâmico e um desenho de mercado que busca segregação de produtos e uma lógica de varejo



- O Brasil está entre os TOP-20 em PIB, possui um ambiente de negócios dinâmico e é o sexto maior mercado de energia do mundo, com 87 milhões de clientes e receita anual de energia estimada em 200 bilhões de reais.
- A hidreletricidade possui um papel importante no perfil de geração e na manutenção da operação do sistema elétrico.
- Nos últimos anos, a matriz elétrica tem sido expandida majoritariamente via fontes eólica e solar.

Principais números

BRASIL

Área
8.515.770 Km²

População
220,05 Milhões

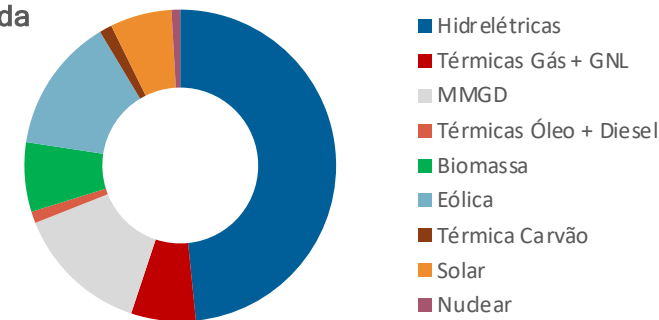
GDP 2023
US\$ 4,016 Trilhão

GDP 2023 per capita
US\$ 18.600

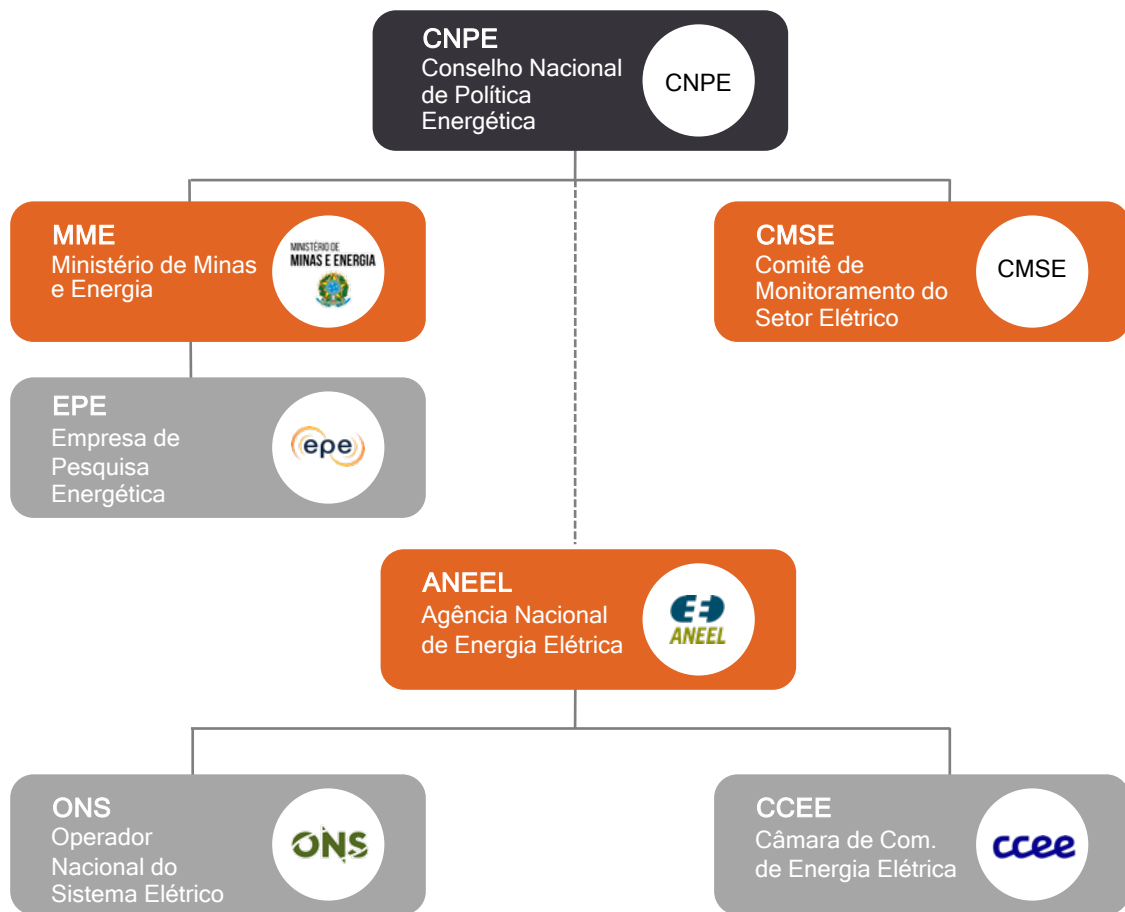
SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA

Capacidade instalada
222,6 GW

Consumo
614 TWh



| A governança setorial procura atenuar a influência política sobre as questões de Estado e regulação



Instituições setoriais

CNPE: responsável por definir políticas energéticas visando garantir o fornecimento de energia do país.

MME: responsável pelo planejamento, gerenciamento e desenvolvimento da legislação setorial; supervisiona e controla a execução das políticas energéticas.

EPE: responsável pelos estudos de planejamento de geração e transmissão; subordinado ao MME, apoia tecnicamente os leilões de energia.

CMSE: monitora o sistema para garantir confiabilidade e suprimento.

ANEEL: regula e monitora a geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia. Estabelece as tarifas e garante o equilíbrio financeiro e econômico das concessões.

ONS: controla as operações do Sistema Interligado Nacional (SIN) para garantir a otimização dos recursos energéticos e fornecer confiabilidade em tempo real.

CCEE: gerencia as transações do mercado de energia e os leilões regulamentados.

Agentes de Mercado: Geradores, Produtores Independentes de Energia (PIEs), Empresas de Transmissão, Distribuidoras, Comercializadoras e Consumidores Livres.

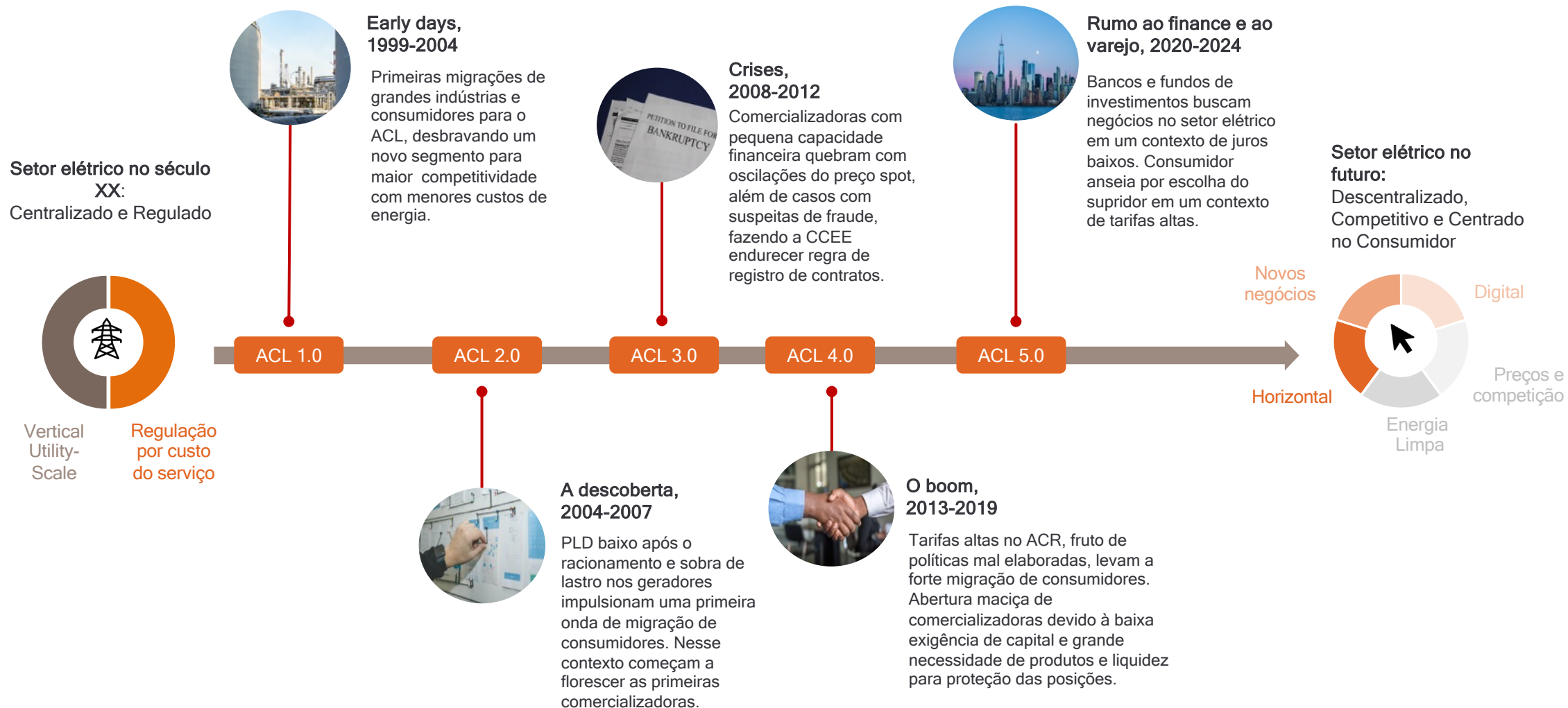
O Setor Elétrico brasileiro passou por vários aperfeiçoamentos ao longo dos últimos anos, com a abertura gradual de seu mercado de energia

Layer de Negócio	Modelo Antigo (até 1995)	Livre Mercado (1995 a 2003)	Novo Modelo (2004)
Financiamento	Recursos públicos	Recursos públicos e privados	Recursos públicos e privados
Estrutura empresarial	Empresas verticalizadas	Divisão por atividades: Geração, Transmissão, Distribuição e Comercialização	Divisão por atividades: Geração, Transmissão, Distribuição e Comercialização
Participação Estatal	Predominante	Abertura e ênfase na privatização	Empresas estatais e privadas
Competição	Monopólios	Competição na geração e comercialização	Competição na geração e comercialização
Consumidores	Cativos	Livres e Cativos	Livres e Cativos
Tarifas	Reguladas em todos os segmentos	Preços livremente negociados na geração e comercialização	ACL: Preços livremente negociados ACR: leilão e licitação pela menor tarifa
Mercado	Regulado	Mercado Livre	Convivência entre Mercado Livre e Regulado
Planejamento	Determinativo	Indicativo	Indicativo
Contratação Distribuidoras	100% do mercado	85% do mercado (até agosto/2003) e 95% (até dez/2004)	100% do mercado + reserva + reserva de capacidade
Sobras e déficits de energia	Rateados entre os compradores	Liquidados no MAE	Liquidados na CCEE. Mecanismo de compensação de Sobras e Déficits (MCSD) para as Distribuidoras

O desenho de mercado brasileiro é composto pelo mercado regulado (ACR) e mercado livre (ACL), sendo que a partir de 2024, todos os consumidores conectados em alta tensão já podem escolher seu fornecedor de energia



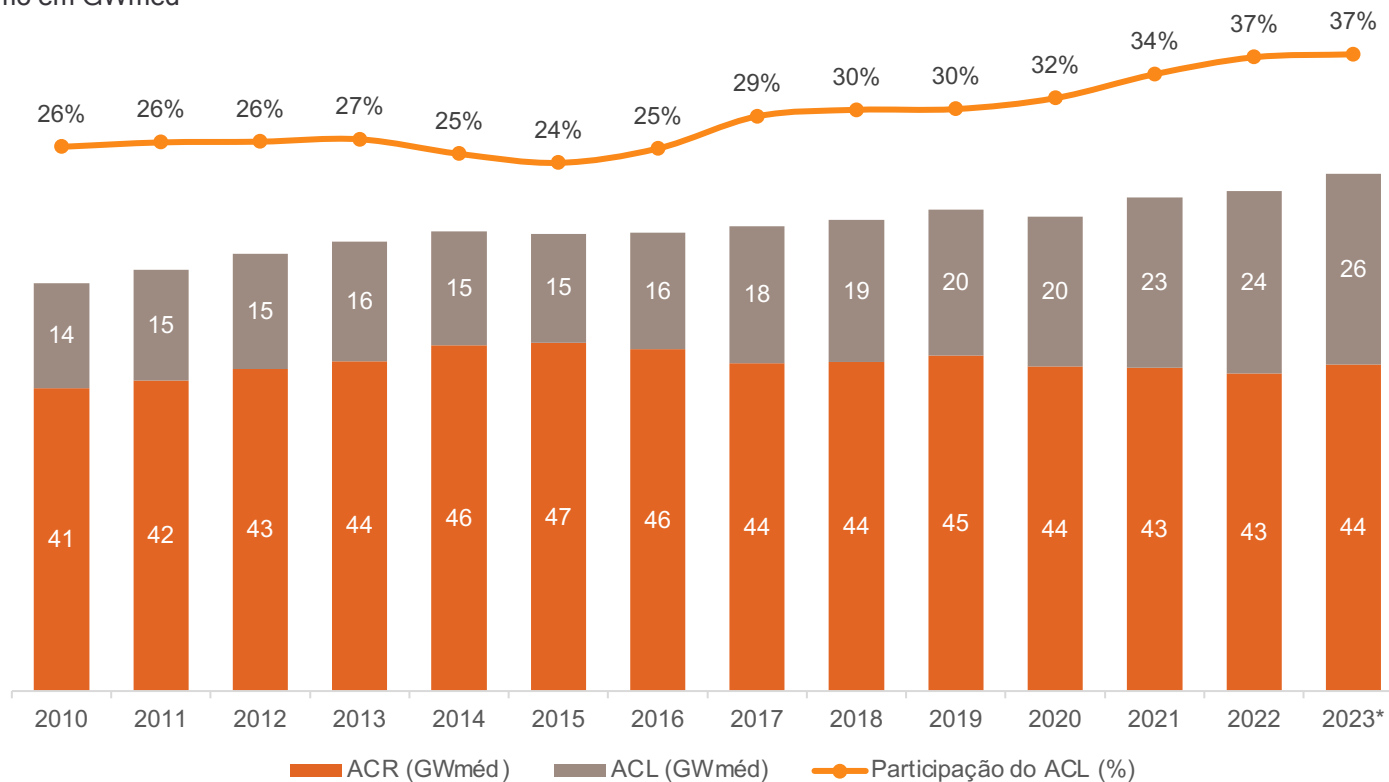
O ACL brasileiro é fruto de um processo de um contínuo aperfeiçoamento regulatório e da dinâmica de mercado



A participação do ACL no total de energia consumida no Brasil vem crescendo nos últimos anos, devido a vários fatores conjunturais e estruturais

Carga por mercado, 2010-2023*

Consumo em GWméd



Comentários:

- **Altas tarifas reguladas:** O ACR teve aumentos de preço nos últimos 5 anos devido à regulamentação de custo de serviço introduzida em parte das usinas hidrelétricas, resultando em pagamentos operacionais mais baixos, mas com a transferência de todos os riscos hidrológicos para os consumidores.
- **Adicionalmente, no ano de 2016 e após 2022,** observa-se preços baixos no mercado livre incentivando a migração ao ACL.
- **Controle de custos:** As tarifas reguladas podem aumentar ou reduzir, sem boa previsibilidade. No ACL é possível adquirir contratos de longo prazo e estabilizar os pagamentos, obtendo um melhor controle de custos a longo prazo.
- **ESG:** As empresas precisam cumprir metas ambientais e migrar para o ACL permite a compra de contratos de energia renovável.

| Agora a discussão está relacionada à contínua expansão do mercado livre de energia no país

	2023	2024	2026	2028
Marco regulatório	ACL	Grupo A	Grupo B - Parcial	Grupo B - Total
Consumidor Típico	Grandes indústrias, autoprodutores, grande comércio	Pequenos/médios industriais e comercial médio	Pequeno comércio	Residencial e Rural
% do Mercado Faturado	37%	13%	12%	33%
Qtd. Consumidores	+10.000 (agentes) +25.000 UCs	160.000	7 milhões	67 milhões

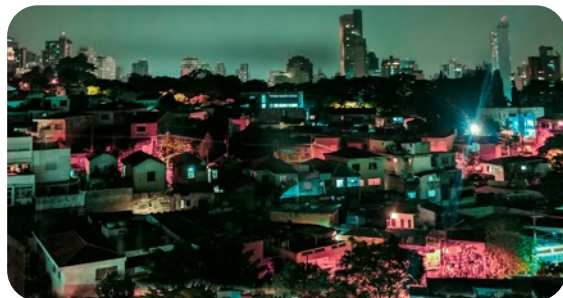
Fonte: Thymos Energia





Considerações Finais

Considerações Finais



Abertura de Mercado e Inserção da Competição a Nível Varejista

O Brasil já avançou significativamente com a abertura do mercado de energia para o Grupo A, e o próximo passo é a abertura para o Grupo B. A troca de experiências internacionais, como as exploradas na Missão Abraceel Paris 2024, é essencial para garantir uma transição eficiente e organizada.



Ajustes Necessários para Competição no Varejo

A competição a nível de varejo de energia ainda enfrenta desafios, especialmente no que diz respeito à implementação de tecnologias de medição, como os medidores inteligentes e a estrutura tarifária associada. É necessário aprender com as experiências internacionais e garantir que a competição seja justa e acessível.



Desafios Regulatórios e Tecnológicos

Ressalta-se a importância de criar regulações claras e eficientes, alinhadas com o crescimento de tecnologias como os veículos elétricos e fontes de energia renováveis. O desenvolvimento de mercados de flexibilidade, para atender às demandas de curto e longo prazo, também é uma prioridade, como demonstrado pelos estudos de casos internacionais.



Integração de Recursos Energéticos Distribuídos (REDs)

A integração dos REDs, como veículos elétricos e energia solar, no mercado de energia é fundamental para auxiliar as metas de transição energética e garantir a flexibilidade operativa necessária. Nesse sentido, os agregadores de serviço podem auxiliar a endereçar e habilitar essa integração ao grid elétrico.

Equipe envolvida neste *White Paper*



João Mello

CEO
jmello@thymosenergia.com.br
+55 11 99370 5023




Jovanio Santos


Sócio-Diretor de Novos Negócios
jovanio.santos@thymosenergia.com.br
+55 11 97297 7705


Este White Paper possui o exclusivo intuito de apresentar o conteúdo da curadoria, realizada pela Thymos Energia, para a Missão Abraceel Paris 2024, no âmbito do Cigre Paris Session. Ele não representa um trabalho de consultoria ou uma recomendação formal. Desse modo, não se pode atribuir à Thymos Energia qualquer responsabilidade por decisões empresariais ou relacionadas com o conteúdo apresentado neste documento. A Thymos Energia não pode assegurar a precisão das informações descritas neste trabalho, observando que as fontes utilizadas foram indicadas. É proibida a reprodução parcial ou integral deste trabalho sem a citação da fonte.




Thymos Energia

 thymosenergia@thymosenergia.com.br

 +55 11 3192 9100

 www.thymosenergia.com.br

 Av. das Nações Unidas, 11541 | 14º andar | 04578-907 | Brooklin | SP

