

## 1. Introdução

A ABDIB (Associação Brasileira da Infraestrutura e Indústrias de Base) parabeniza a iniciativa do Ministério de Minas e Energia do Brasil pelos trabalhos em prol do Plano Nacional de Energia 2050 e sua postura de consultar os agentes econômicos e a sociedade civil em prol de uma visão estratégica do futuro do país.

A ABDIB acredita que as ações que irão pavimentar o futuro do setor de energia nas próximas décadas guardam forte relação com a demanda da sociedade por uma matriz energética descarbonizada e com alto nível de disponibilidade, o que será possível também por meio da digitalização.

Com o seu enfoque em energias renováveis, o PNE apresenta ambições que se reverterão na redução de emissões de gases de efeito estufa e outros poluentes, além de ganhos ambientais e benefícios socioeconômicos. Dessa forma, o PNE deve ser um orientador estratégico e base de planejamento para o desenvolvimento de futuras metas de NDCs e planos decenais de energia.

Portanto, aprimorar o processo de tomada de decisão em políticas energéticas de longo prazo requer que o país leve em conta o desenvolvimento sustentável. Entendendo essa discussão como relevante e prioritária para o momento atual, este documento tem como objetivo apresentar as contribuições da entidade referentes ao Plano Nacional de Energia 2050 (PNE 2050).

É preciso ter um planejamento de longo prazo que favoreça o País e criar, a partir do PNE, planos de ação ou implantar os já existentes. As abordagens específicas deverão ser um ponto crucial da agenda energética nas próximas décadas para que possa haver de fato uma discussão ampla entre os agentes e a sociedade sobre os temas em questão.

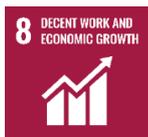
Tendo em seu horizonte o ano de 2050, a ABDIB auxiliará na definição do conjunto de recomendações e diretrizes a serem seguidas e encaminha às suas contribuições.

As propostas apresentadas neste documento são o resultado da formação de grupos de trabalho, organizados com o objetivo de contribuir na expansão do setor de energia ao longo do PNE 2050.

## 2. Diretrizes Estratégicas da EPE no PNE 2050

O PNE 2050 da EPE sugere as principais diretrizes estratégicas a serem seguidas para o desenvolvimento do Plano, que vinculamos as adequadas tecnologias, conforme abaixo:

- Aproveitamento dos recursos de petróleo



- Substituição gradual de derivados de petróleo



- Compensar suas emissões e desenvolver novas soluções de baixo carbono para a transição energética



- Bioenergia



- Transportes através de veículos elétricos (EVC)



- Modernização do parque hidrelétrico existente



- Expansão e modernização de ativos de transmissão



- Manter a matriz elétrica de baixo carbono



- Promover o desenvolvimento eficiente do mercado e infraestrutura de gás natural



- Investir em eficiência energética sistêmica e ganhos incrementais na indústria, edificações, transportes e saneamento



- Orientar esforços na viabilização de novas usinas nucleares



- Emissões do parque termelétrico a carvão limitadas ao patamar atual



- Promoção da recuperação energética de resíduos sólidos urbanos



- Manter esforços na identificação de oportunidades de integração energética regional visando aumento da resiliência, segurança energética nacional e competitividade



- Digitalização das redes de distribuição



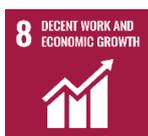
- Aplicações de hidrogênio



- Articulação com a política de educação técnica profissionalizante, ensino superior e formação científica



- Implementar reformas para maior abertura e competição no setor energético



- Investir na capacidade institucional de planejamento e regulação no setor energético



- Investir na governança de ciência, tecnologia e inovação em energia.



### Principais Inovações Tecnológicas, Desafios e Tendências

Entre as principais Inovações Tecnológicas aplicáveis a serem consideradas pela EPE na efetivação do seu Plano, a fim de que as Diretrizes citadas no item anterior sejam atingidas, podem ser citados:

- Inteligência Artificial
- Realidade virtual
- Robótica
- Digitalização e Descentralização
- Economia do compartilhamento
- Blockchain
- Segurança cibernética (Cyber Security)
- Gerenciamento de ativos (Asset Management)
- Conexões de Gerações Renováveis ao Sistema Elétrico – Máquina Síncrona Virtual
- Geração de eletricidade limpa
- Mobilidade Elétrica
- Combustíveis limpos
- Sistemas de potência modernos
- Edifícios inteligentes e limpos
- Descarbonização industrial
- Captura e armazenamento de carbono
- remoção de dióxido de carbono, também conhecida como remoção de gases de efeito estufa.
- Hidrogênio
- *Battery Energy Storage Systems – BESS*
- Pesquisa e desenvolvimento para novas tecnologias

Entre essas Inovações Tecnológicas, abaixo são indicados alguns detalhes do que são, onde são aplicadas e os principais desafios e tendências previstos.

## **Principais Inovações Tecnológicas, Desafios e Tendências que podem ser aplicadas no setor de energia**

Inovação tecnológica é um termo aplicável às inovações de processos e produtos. De modo geral, é toda novidade implantada pelo setor produtivo que aumenta a sua eficiência ou implica em um novo, aprimorando um produto ou serviço por meio de pesquisa ou investimentos.

Definir tendências de inovação tecnológica é um processo cada vez mais desafiador, já que o ecossistema de inovação pode ser considerado um organismo em mutação. Esse mesmo movimento de transição ocorre no setor de energia que, em resposta às mudanças climáticas, passa por um processo complexo de transição impulsionado pelo desenvolvimento tecnológico. O grande desafio é manter o equilíbrio entre as prioridades de crescimento econômico, a tendência às economias de baixo carbono, às inserções de novas tecnologias para fins de eficiência e, ao mesmo tempo, garantir a confiabilidade dos sistemas.

O investimento em infraestrutura energética e o fornecimento de energia de forma eficiente e a baixo custo é um dos fatores-chave para o crescimento da economia, mas precisará ser realizado de forma sustentável, combatendo a pobreza, promovendo a prosperidade para todos e protegendo o planeta. Nesse sentido torna-se essencial realizar o planejamento do futuro do setor elétrico brasileiro alinhado com os ODSs. Os desafios são enormes, mas poderão ser alcançados se incorporarmos no projeto de desenvolvimento do setor as diversas novas tecnologias que estão sendo criadas.

### **4.1. O ritmo de criação de novas tecnologias**

Apesar do recente aumento de investimentos em energia limpa a evolução dos instrumentos e política que alavancam o desenvolvimento de tecnologias no setor de energia, ainda não são suficientes. Por ser de alto risco, baixo retorno e com longo prazo de maturidade a inovação no setor não é suficientemente atraente para proporcionar o ritmo necessário para atender todas as mudanças em curso na transição energética.

Chamamos a atenção à necessidade de políticas e regulações que produzam um ambiente adequado à inserção de novas tecnologias na infraestrutura de energia, para fins de ganho de escala.

### **4.2. A necessidade de coordenação e governança do ecossistema**

O desafio de se acelerar o desenvolvimento de soluções tecnológicas passa pela criação de uma abordagem sistêmica e de múltiplas partes interessadas em transformar novas tecnologias, tecnicamente viáveis em soluções comercialmente aplicáveis.

Além de carecer de uma perspectiva interdisciplinar e um ambiente de colaboração intrasetorial, precisa estar alinhadas com pautas urgentes e demandas crescentes, como por exemplo a agenda de ESG (Environmental, Social and Governance) , e a garantia da segurança do sistema durante a transição energética que pode colocar em cheque a grande oportunidade da atual revolução industrial, que afeta todos os setores da economia e da sociedade.

Além de políticas de convergência dos desafios, os principais catalizadores de inovação no setor de energia são as políticas de inovação, programas de financiamento público para produtos

escalonáveis e replicáveis. Faz-se necessário também o desenvolvimento de alianças público-privadas para acelerar o ritmo da inovação no setor energético do país.

## 5. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil (ODS)

É quase um consenso de que a produtividade de um país está diretamente relacionada ao seu nível de competitividade global. O nível de produtividade, por sua vez, reflete a sua capacidade de utilizar recursos de forma eficiente para produzir bens e serviços.

O Brasil está na 80ª posição dentre as 137 economias mais competitivas conforme o Índice Global de Competitividade (GCI) do WEF em 2017-2018, o que indica que temos um importante caminho a ser percorrido, já que o Brasil é hoje o menos competitivo entre os BRICS, também sendo superado na lista por vários de seus vizinhos - como Chile, Colômbia e Peru.

Quando avaliamos o nível de inovação e sofisticação de negócios, o Brasil tem um desempenho melhor do que outros países da América Latina, mas quando comparamos com economias mais desenvolvidas, vemos que estamos perdendo cada vez mais posições.

Com o aquecimento global e o crescimento da desigualdade social, a pressão por economias com foco na sustentabilidade socioambiental é crescente. Os índices de ESG ( e ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU) passaram a ser acompanhados por investidores, financiadores e empresas que priorizam economias e setores que tragam impacto ao desenvolvimento social e respeitem o meio ambiente.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Cada um dos 193 países signatários da ONU, já concordou com essas metas.

São 17 os objetivos para os quais as Nações Unidas estão contribuindo a fim de que possamos atingir uma agenda sustentável no mundo:

1. Erradicação da Pobreza
2. Fome zero e agricultura sustentável
3. Saúde e bem-estar
4. Educação de qualidade
5. Igualdade de gênero
6. Água potável e saneamento
7. Energia limpa e acessível
8. Trabalho decente e crescimento econômico
9. Indústria, inovação e infraestrutura
10. Redução das desigualdades Sociais

11. Cidades e comunidades sustentáveis
12. Consumo e produção de responsáveis
13. Ação contra a mudança global do clima
14. Vida na água
15. Vida terrestre
16. Paz, justiça e instituições eficazes
17. Parcerias e meios de implementação

Na medida em que os ODS formam a agenda global para o desenvolvimento das sociedades, eles permitirão que empresas e governos demonstrem como os seus negócios e ações contribuem para o avanço do desenvolvimento sustentável, tanto minimizando os impactos negativos quanto maximizando os impactos positivos nas pessoas e no planeta.

Neste contexto, a produção e o consumo de energia são responsáveis por dois terços das emissões dos gases de efeito estufa global. Com tal protagonismo, a energia tem um papel importante na desaceleração das mudanças climáticas seja através da inclusão de fontes renováveis, menos poluentes ou por meio da inserção de novas tecnologias para melhorar a performance dos sistemas.

Contudo, um ponto de atenção é que as inovações dedicadas ao setor de energia precisam ser impulsionadas de forma eficaz, através de políticas e programas que permitam o desenvolvimento de novas tecnologias e soluções alinhadas às diretrizes estratégicas do PNE 2050.

Não poderíamos falar numa agenda positiva de contribuição ao PNE 2050 sem pensar no impacto que a Inovação Tecnológica, tema deste grupo de trabalho, terá na nossa sociedade. Conseguimos abordar 6 ODS neste documento e, ao longo do texto, antes de cada tópico, vamos endereçar como as tecnologias que estão ligadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil podem ajudar, através do respectivo pictograma.



Estes são os objetivos para os quais a ABDIB está contribuindo a fim de que possamos atingir a uma agenda positiva:

- Água potável e saneamento
- Energia limpa e acessível
- Indústria, inovação e infraestrutura
- Cidades e comunidades sustentáveis
- Consumo e produção responsáveis
- Ação contra a mudança global no clima

### **5.1. Água potável e saneamento**

A escassez de água é um problema crescente, agravado pelas mudanças climáticas. As operações e o uso de novas tecnologias, reduzirão a poluição e minimizarão a liberação de produtos químicos e materiais perigosos para melhorar a qualidade da água. A eficiência no uso da água, a reciclagem e a reutilização segura em todo o mundo deverão ser aumentadas substancialmente.

### **5.2. Energia limpa e acessível**

As tecnologias energéticas estarão comprometidas com o desenvolvimento de energia moderna, barata e limpa para melhorar a qualidade de vida de todas as pessoas. Os produtos, sistemas, software e serviços de energia deverão ter o mínimo impacto ambiental. As soluções pioneiras - como a tecnologia de hidrogênio – vão facilitar a integração, transmissão e distribuição segura, confiável e eficiente de fontes renováveis para os setores de serviços públicos, indústria, mobilidade, vida, cidades e TI. Com o objetivo de aumentar a eletrificação com eficiência energética e a participação de energia renovável na rede, nas indústrias, nos sistemas de mobilidade tecnologias deverão ser aplicadas diretamente e indiretamente, como é o caso de processamento autônomo de imensurável quantidade de informações.

### **5.3. Indústria, inovação e infraestrutura**

Contribuir para a inovação por meio do desenvolvimento de tecnologias pioneiras que permitem uma rede mais confiável, sustentável e forte, além colaborar para soluções de infraestrutura sustentáveis, incluindo atualizações e retrofits. As novas tecnologias e inovações devem colaborar para aumentar a eficiência no uso de recursos e uma ampla adoção de tecnologia limpa e ambientalmente consciente, que apoie o desenvolvimento econômico, como soluções de Microgrids em estados e regiões em desenvolvimento.

#### Cidades e comunidades sustentáveis

As tecnologias de energia devem possibilitar o aumento da eletrificação e a participação de energia renovável nos setores de rede, indústria, transporte e infraestrutura. Toda a sociedade deve estar comprometida em tornar nossas cidades e comunidades mais sustentáveis, fornecendo acesso à energia limpa para residências, estabelecimentos comerciais e indústrias e contribuindo para o transporte seguro, barato e sustentável para todos.

#### 5.5. Consumo e produção responsáveis

As operações deverão se preocupar em reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio de prevenção, redução, reciclagem e reutilização – descarbonização industrial, captura e armazenamento de carbono. O gerenciamento de produtos químicos e materiais ao longo de seu ciclo de vida por meio de tecnologias para reduzir sua liberação no ar, na água e no solo, deve ser prioridade nas agendas de todos os players do setor, a fim de minimizar seus impactos adversos na saúde humana e no meio ambiente

#### 5.6. Ação contra a mudança global no clima

Reforçar a resiliência a riscos relacionados ao clima e desastres naturais e aproveitar oportunidades para minimizar o impacto negativo das mudanças climáticas.

#### 5.7. Realidade aumentada



Designa-se realidade aumentada a visualizações do mundo real através de uma câmera e com o uso de sensores de movimento como giroscópio e acelerômetro.



O valor movimentado pelo mercado global de tecnologia de Realidade Virtual e Realidade Aumentada deve chegar a US\$ 162 bilhões em 2020, segundo projeção do IDC. Grande parte desse mercado está no desenvolvimento de soluções para indústrias dos mais diversos setores, do aeroespacial à fabricação de alimentos, passando pelas empresas do setor automobilístico, da indústria de óleo e gás e concessionárias de energia elétrica, sempre com grande potencial para a redução de custos.

Várias empresas já vêm usando esse recurso de Realidade Virtual no Brasil para realizar manutenções e avaliações de segurança. Cada local pode ter suas imagens digitalizadas e mapeadas em 3D e, utilizando-se de óculos de Realidade Virtual, as equipes de engenheiros da empresa ou do fabricante são capazes de checar falhas de segurança a centenas de quilômetros de distância, acompanhar obras e apontar correções a serem realizadas. Com isso, o custo das verificações pode cair em torno de 70%.

A Realidade Virtual também pode ser aplicada em treinamentos práticos, diminuindo a mobilização de recursos necessária para capacitar equipes de trabalhadores, permitindo observar

as reações dos funcionários em situações críticas. Além de baratear o processo, o uso de simuladores virtuais pode ainda reduzir o risco operacional dos treinamentos e aumentar a eficiência operacional da capacitação.

Nos próximos dez anos, este processo de transformação será acelerado, com impactos em relação à competitividade e à concorrência entre os fabricantes. Esse recurso deve ser considerado como uma inovação tecnológica muito importante no setor elétrico nas próximas décadas.

## 5.8. Digitalização e descentralização



Os avanços tecnológicos não têm só como objetivo transformar a forma como nosso mundo se comunica, mas, também, influencia na maneira como administrar negócios e principalmente, faz a visualização de dados e a digitalização de sistemas e documentos.

Através de processamento adequado de dados pode-se melhorar a inteligência de negócios referentes ao processo de coleta, organização, análise, compartilhamento e monitoramento de informações que oferecem suporte à gestão de negócios.

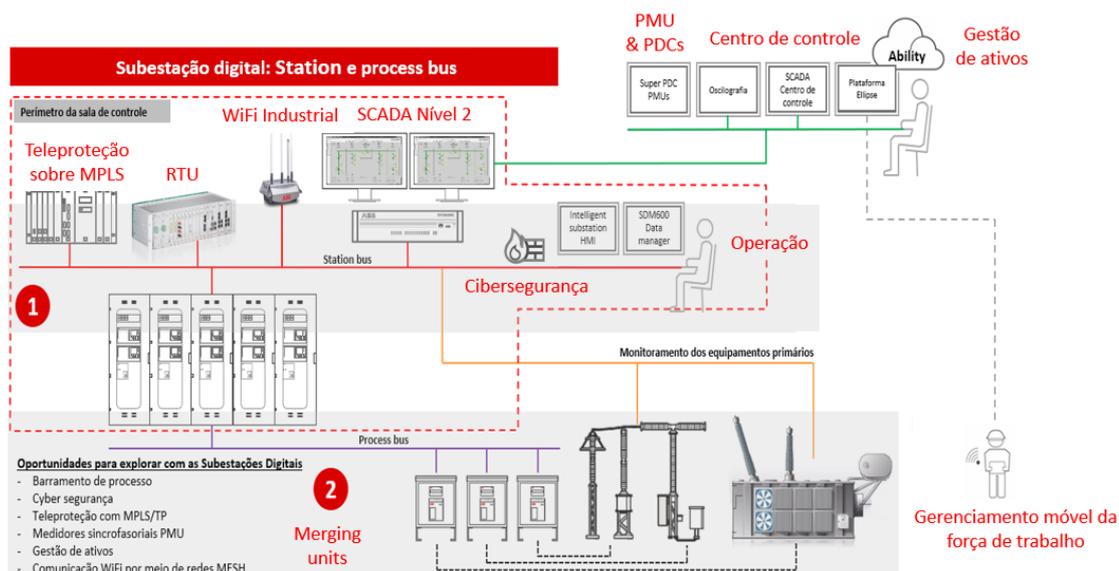
A digitalização vem alterando a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos. E isso também se aplica ao setor de energia elétrica. Enfrentamos no Brasil grandes desafios no setor que podem ser transformados em oportunidades, através da utilização inteligente de grandes quantidades de dados que as novas tecnologias nos disponibilizam, permitindo assim maior controle, planejamento e redução dos custos com maior eficiência.

Entre os principais benefícios da digitalização e descentralização podemos citar a otimização de produtos e serviços, economia financeira e melhor relacionamento com os clientes, além dos benefícios para as pessoas e equipes.

Uma dessas aplicações da digitalização que vem sendo uma tendência é o conceito de Subestações Elétricas Digitais.

Essas aplicações em subestações digitais que utilizam as redes de station e com Process Bus, conforme a norma IEC 61850, iniciaram-se há pouco tempo. Foi inaugurada no Brasil a primeira Subestação com essas características em 2019. Essa foi a primeira da América Latina com características de redundância de rede Ethernet, sincronismo temporal por PTP e com recursos de otimização de tráfego de comunicação e Cyber Security.

O conceito de subestação digital agrega um novo componente ao sistema de automação da subestação: a rede que interconecta o pátio com a casa de controle, denominada Process Bus. Dessa maneira, para garantir as necessidades e requisitos para o correto funcionamento das funções de proteção, controle e medição, novos serviços foram incorporados: o SMV (sampled measured values) usado na digitalização das correntes e tensões com 80 amostras por ciclo e o PTP para sincronismo dos equipamentos (IEDs e merging units). Para o PTP fora criado um perfil dedicado às aplicações de energia elétrica que recebe o nome de Precision time protocol for power utility automation regido pelo capítulo 9-3 da IEC 61850. As redes de station e process bus são a espinha dorsal de uma DSS, como pode ser observado na Figura abaixo.



A Internet das coisas também é um conceito que se correlaciona à visualização de dados e se refere à interconexão digital de objetos cotidianos com a internet, e a conexão dos objetos mais do que das pessoas. Em outras palavras, a internet das coisas nada mais é que uma rede de objetos físicos capaz de reunir e de transmitir dados.

Essas inovações tecnológicas são muito importantes a serem consideradas em sistemas elétricos de potência nas próximas décadas. Redes de transmissão e distribuição construídas estão ficando ultrapassadas e há necessidade de que sejam implementadas atualizações nos sistemas elétricos atuais, a fim de fazer frente à expansão e introdução de novos sistemas elétricos de Geração, Transmissão e Distribuição.

## 5.9. 5G e redes privadas no setor elétrico



As empresas de energia elétrica em todo o mundo procuram melhorar a qualidade e a eficiência, implementando centros de dados e reconstruindo plataformas de gerenciamento. Elas pretendem fornecer energia mais confiável, eficiente e verde, garantindo a segurança da rede elétrica e oferecendo serviços de mais valor agregado por meio da internet energética para impulsionar o desenvolvimento social. No entanto, modelos e tecnologias operacionais convencionais falham em apoiar essa transformação. Como tal, o setor global de energia elétrica precisa considerar como se adaptar às novas tendências, como as redes poderão detectar problemas de segurança em tempo real e responder rapidamente, fazendo melhor uso da energia limpa e reduzir as emissões de carbono.

Estima-se o crescimento de dez a cem vezes no número de aparelhos e dispositivos na rede, como religadores automáticos, transformadores, seccionadores e equipamentos específicos da área de transmissão e distribuição. Com o aumento desses dispositivos, é preciso ter a comunicação em tempo real, exigindo uma necessidade grande de taxa de transmissão de dados e

as companhias de energia precisarão inevitavelmente de uma rede privada para fazer operações de forma confiável em suas redes, com altíssima disponibilidade e resiliência.

Nesse cenário, a tecnologia 5G vai desempenhar um papel crucial na transformação digital da indústria de energia nos próximos anos.

Alguns benefícios da Tecnologia 5G que podemos destacar são:

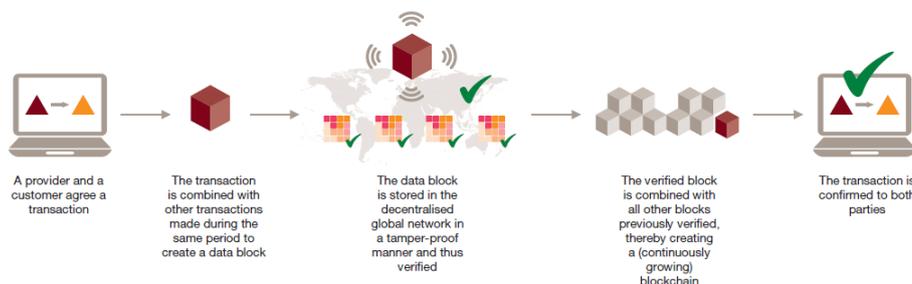
- Maior velocidade na troca de dados
- Latência muito mais baixa
- Maior capacidade de dispositivos conectados a uma única célula

As novas redes também suportarão um salto evolutivo na comunicação, tais como as videochamadas em 3D, digitalização e monitoramento em tempo real de ativos.

## 5.10. Blockchain



Blockchain é uma lista de registros, ou "blocos", que estão ligados uns aos outros e protegidos criptograficamente. Participantes em uma rede blockchain têm registros de todas as transações e esses dados são armazenados localmente nos computadores de todos os participantes dessa rede. Qualquer tipo de mudança de regime ou protocolo para uma rede blockchain requer consenso entre os usuários da rede.



O valor derivado da aplicação de aplicativos blockchain é atraente. Inicialmente, é improvável que todo um mercado, commodity ou ciclo de vida do negócio se torne blockchain habilitado de uma vez. Provavelmente serão vistos programas-piloto com um grupo seletivo de participantes do mercado centrado em aplicativos funcionais específicos, como pagamentos ou contratos inteligentes. Os benefícios potenciais adicionais incluem:

- O aumento da velocidade de troca, o que minimiza a carteira de transações e os custos gerais
- A melhora da disponibilidade e confiabilidade dos dados
- A melhora da capacidade de auditoria, pois os registros são verificados quase em tempo real

- A possibilidade de ser usado para transmitir o título da mercadoria física perfeitamente entre os participantes do mercado

No setor elétrico, o blockchain poderá contribuir em diferentes benefícios por segmentos, a saber:

- Redução nos custos de transação em comércio de energia no atacado
- Redução dos custos variáveis de processamento e contabilidade de pagamentos de varejo
- Maior transparência no faturamento
- Maior escolha do fornecedor de energia
- Alívio do estresse nas redes de transmissão
- Melhora da capacidade das transmissoras de equilibrar a oferta e a demanda
- Melhora da capacidade das distribuidoras de coordenar a carga e descarga do veículo elétrico
- Melhoria do gerenciamento e segurança de rede de transmissão e distribuição
- Melhoria da eficiência e transparência dos mercados de atributos ambientais

As principais limitações e riscos do blockchain no setor elétrico poderão ser:

- Os altos custos e lentidão características dos setores públicos para definição de regulamentação.
- Potenciais limitações associadas à estrutura do setor elétrico
- Pressões competitivas e desafios de percepção pública
- Uma vez ativados, os blockchains exigem uma aquisição significativa das partes interessadas antes que grandes atualizações possam ser feitas

Há muitas maneiras pelas quais o blockchain terá impacto sobre os participantes do mercado de commodities. Intermediários, como corretores, bolsas, agências de relatórios de preços e câmaras de compensação e modelos de negócios inteiros podem ser perturbados pela adoção generalizada de aplicativos baseados em blockchain. O custo e a natureza das transações com base em taxas serão afetados. O papel dos reguladores e a capacidade dos participantes do mercado de cumprir as obrigações de conformidade, deverão ser examinados detalhadamente e, em alguns casos, a regulamentação pode evoluir em alinhamento com novas formas de trabalho.

Importante ainda salientar que surgirão novos modelos de negócio no setor elétrico, levando as empresas a migrar ativos analógicos de ciclo de vida longo para ativos digitais com menor ciclo de vida. Haverá mudança de comportamento das empresas de energia, dos órgãos reguladores e do consumidor de energia, utilizando dados privilegiados para criar produtos e serviços sem ferir a concorrência de mercado ou violar a ética e a privacidade dos clientes.

Com o avanço da tecnologia e digitalização da economia, como é o caso da aplicação do Blockchain, o consumidor de energia passa a ter mais informações e efetiva a elevação do seu grau

de exigência. Aos poucos, deixa de ser um agente passivo que só paga conta de energia para ser o protagonista desse processo de transformação do setor elétrico.

### 5.11. Cyber Security



Outra das inovações tecnológicas fundamentais a serem adotadas pelo setor de energia do Brasil nos próximos anos é a segurança cibernética.

A segurança cibernética deve ser considerada como um processo de melhoria contínua, ou seja, as instalações precisam ser avaliadas, aprimoradas, mantidas e preservadas de violação conforme as características estabelecidas no procedimento de requisitos mínimos para o setor. Considerando sempre em sua aplicação os pilares das Pessoas, Processos e Tecnologias Seguras.

Os ataques cibernéticos, que anteriormente estavam associados a jogos e desafios organizados por hackers amadores em busca de fama e reconhecimento da comunidade, atualmente são utilizados como armas do crime organizado e da espionagem entre indústrias e nações e envolvem profissionais especializados, que visam lucro.

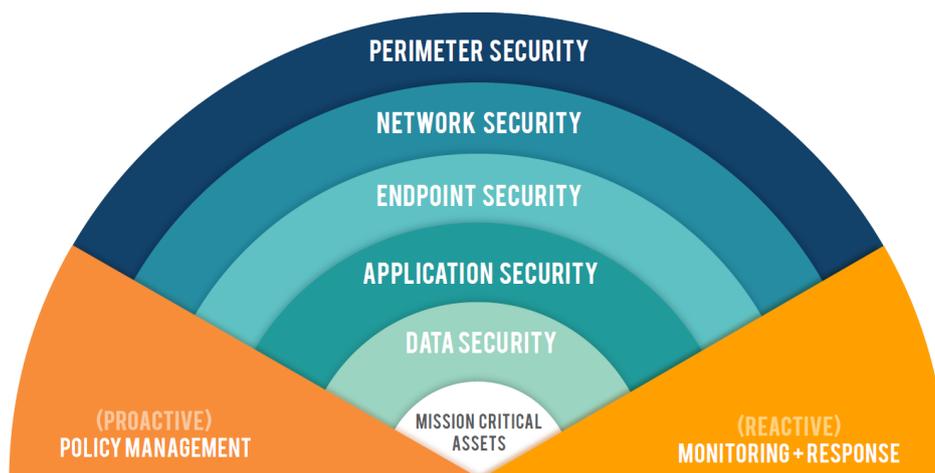
A chamada guerra cibernética é uma modalidade de guerra silenciosa, anônima e sem territórios definidos, na qual infraestruturas críticas do alvo podem ser desabilitadas a um custo total infinitamente menor que o da guerra convencional.

As instalações e serviços como o de fornecimento de energia são consideradas infraestruturas críticas, devido ao elevado potencial de impacto social, econômico e político que o seu comprometimento pode trazer tornando-se um alvo potencial para ataques cibernéticos. Não obstante, pode-se encontrar no RISI (Repository of Industrial Security Incidents) diversos registros de incidentes relacionados a esses serviços.

Com a evolução na integração das redes e a utilização da ethernet pelos protocolos de automação, a segurança cibernética dos sistemas torna-se alvo de preocupação. A tendência de integração total de plantas, de todos os setores e sistemas, inclusive através da internet e sistemas de nuvem com outras plantas, acaba por abrir brechas de segurança na rede, antes inexistentes. O desafio para a implantação de um sistema seguro é grande, além de extremamente dinâmico.

Estamos vivendo o início da era da Internet da Energia (IoE), que tem o potencial de agregar muito valor ao setor através da análise de dados em plataformas computacionais em nuvem. Por isso, defendemos a segurança cibernética também para aplicações de IoE e acreditamos que essa tecnologia deva estar disponível para infraestruturas críticas de energia.

A segurança cibernética deve ser pensada em várias camadas, sendo que cada uma delas desempenha sua função.



É de conhecimento geral que o sistema elétrico brasileiro possui equipamentos e instalações antigas. Sistemas com mais de 10 anos não foram desenvolvidos para serem seguros ciberneticamente. Estes foram desenvolvidos para funcionar de forma contínua com o mínimo possível de manutenção. A preocupação com segurança era limitada à segurança patrimonial da instalação e à segurança física de pessoas próximas às instalações. Porém, essa simplificação adotada no passado leva à vulnerabilidade do sistema frente à ataques cibernéticos.

Dado o cenário cada vez mais frequente de ataques cibernéticos em instalações de infraestrutura vitais da sociedade, torna-se necessária a modernização completa dos sistemas visando ao aumento da segurança cibernética das instalações.

## 5.12. Asset Management



Conforme salientado anteriormente, é um consenso que o sistema elétrico brasileiro é antigo, com muitos ativos instalados há mais de 50 anos. Está ocorrendo um envelhecimento de ativos de décadas pela escassez de renovação de capital.

Ao mesmo tempo, em sentido oposto, há um aumento das expectativas da sociedade em relação à qualidade de energia e reduções na frequência e duração das quedas de energia. Esse aumento de expectativas acompanha o crescimento das demandas e evolução do contexto operacional de integração de energias renováveis e exigências previstas que os veículos elétricos irão colocar no Sistema Interligado.

Com isso, a necessidade de o sistema energético nacional tenha a capacidade de garantir segurança, proteção e mitigação de riscos aumenta grandemente.

Esse ambiente antagônico favorece fortemente o surgimento de eventos adversos. Ou seja, o risco aumenta fortemente. O conceito lato de risco é a possibilidade de que um determinado

evento indesejado venha ocorrer. A análise de risco é o estudo no qual os impactos e probabilidades de fatos adversos, indesejados são mensurados.

Os riscos no ambiente do sistema elétrico brasileiro precisam ser avaliados segundo uma metodologia que permita, primeiramente, analisá-los de forma quantitativa e qualitativa, para que posteriormente possam ser tratados, priorizando-os dentro do plano de segurança nacional.

Avaliar um risco consiste em identificar suas causas e consequências e determinar seus controles preventivos, que irão agir nas causas de forma a se evitar a ocorrência de fatos adversos, propondo controles preventivos e mitigatórios, que irão agir, respectivamente no aumento da confiabilidade dos sistemas e, caso venham a ser inevitáveis, nas consequências, de forma a minimizar seu impacto.

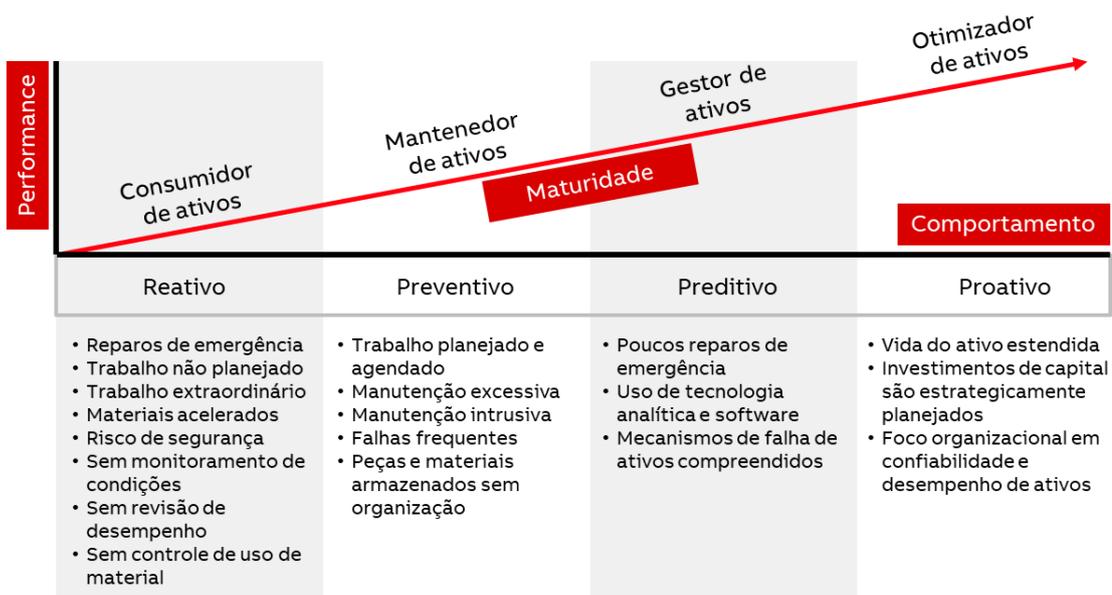
Essa metodologia de gestão de riscos faz parte essencial hoje da gestão de ativos. É a chamada gestão, que envolve a operação e manutenção, baseada em confiabilidade.

A gestão de ativos é uma disciplina que visa maximizar a contribuição para a operação e manutenção e para aumento do ciclo de vida de um portfólio de componentes físicos. No caso do setor elétrico, são usinas, linhas de transmissão e distribuição, subestações e sistemas de controle e proteção.

Dentre suas funções destacam-se:

- Otimização de performance – garantir que os ativos operem com disponibilidade, confiabilidade e eficiência;
- Otimização de custo de ciclo de vida – otimizando o investimento inicial e contínuo para extrair valor máximo do ativo durante todo o ciclo de vida;
- Alinhamento de metas e objetivos – Alinhamento de estratégias de manutenção, operação e posicionamento durante toda a vida do ativo para maximizar seu uso;
- Otimização de riscos – Identificar, avaliar e gerenciar a engenharia, riscos operacionais, financeiros e de reputação associados aos ativos.

A maturidade na gestão de ativos deve ser aumentada, otimizando a confiabilidade, a vida útil e o investimento de capital nos mesmos.



Para tal, deve ser realizada uma avaliação ampla dos recursos de desempenho de gestão de ativos do setor elétrico e adaptar iniciativas para atender às necessidades identificadas. A chave é a sistematização do combate a modos de falha, que devem ser identificados, classificados e ter ações orientadas, previamente definidas, de forma compatível com a complexidade do sistema elétrico, o que certamente ganha alto valor ao de imediato criar soluções para mitigar os impactos de falhas e estabelecer melhorias contínuas pela realimentação de base de dados estatísticos, com análises autônomas de uma imensurável quantidade de informações, que poderão ser processadas da forma acima elencada.

### 5.13. Mobilidade Elétrica

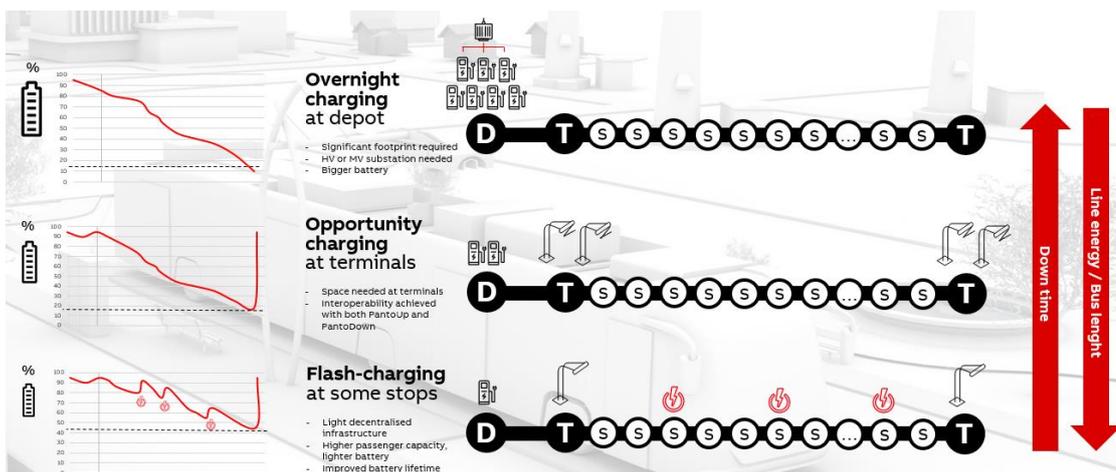


Hoje, cada vez mais, limitar os impactos ambientais e o footprint deixado pela sociedade até aqui se tornou prioridade absoluta. As empresas tradicionais ou de tecnologia têm de ter forte envolvimento neste compromisso. Dentre os maiores contribuintes para o desequilíbrio entre o footprint ideal e o exorbitante atual está o transporte de passageiros. Nas cidades, em particular, o tráfego é forte responsável pela pior qualidade de vida de seus habitantes. No Brasil, mais de 70% do total de emissões de poeira em nível nacional vem do tráfego. Nota-se que o desequilíbrio no indicador já se inicia na desproporção entre transporte coletivo e particular. Dessa forma, o transporte público, assim como uso à vontade individual dos veículos particulares, em sua grande maioria movidos por combustíveis fósseis, deverão passar por uma transformação. Já se inicia a fase de eletrificação desses meios de transporte. Mais deverá ser estimulada a ser muito mais ampla e estruturada num futuro próximo.

Na fase atual desse processo incipiente, pode-se mesmo dizer, de forma embrionária, diversas soluções são estudadas e utilizadas com o objetivo de se identificar qual é a melhor para cada solução de veículo elétrico.

No que diz respeito à interface com o sistema elétrico, o maior problema tem sido identificado como a recarga dos veículos. Algumas alternativas se destacam:

- Carregamento durante a noite no estacionamento
- Carregamento nos pontos finais em caso de veículos coletivos
- Carregamentos rápidos em algumas paradas



Algumas considerações precisam ser feitas visando à um futuro das soluções elétricas para transportes serem melhor definidas. Comparações entre as estratégias precisam ser feitas para que o sistema ótimo seja desenvolvido.



– As estratégias de carregamentos atuais, sejam elas carregamento durante a noite no estacionamento ou carregamento nos pontos finais, são apropriados apenas quando o tempo necessário para carregar o veículo não afeta a programação de utilização do veículo.

– Em períodos de tráfego intenso, o veículo poderá obter grande parte de sua energia nas paradas da rota, enquanto durante a operação fora de pico o veículo se recupera principalmente nos terminais, além dos estacionamentos e postos de recarga.

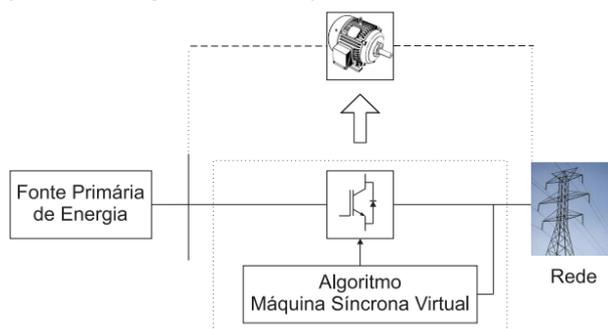
- O carregamento constante, ao longo da rota em paradas selecionadas, garante que as baterias sejam mantidas em um estado de alta carga e reduz a necessidade de longos períodos de carregamento, ao mesmo tempo que prolonga a vida útil da bateria para evitar descargas profundas.

No caso de veículos de transporte coletivo, o elemento comum é pantógrafo ligado a redes elétricas. Neste caso, a carga é de operação rápida, pois capacita o ônibus a se conectar fisicamente à infraestrutura, por meio de uma configuração panto-up, ou com pantógrafo retrátil, que se conecta em menos de um segundo, permitindo o tempo necessário, mesmo que seja integral, como disponível para carregar o veículo e não afetar a produtividade do transporte comercial.

#### 5.14. Conexões de Gerações Renováveis ao Sistema Elétrico – Máquina Síncrona Virtual



Para a abordagem deste tópico, interessante notar que a rápida expansão dos sistemas de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, intermitentes, destacando-se os sistemas fotovoltaicos e eólicos, têm trazido desafios para a operação do sistema elétrico de potência. Dentre eles pode-se destacar a alta variabilidade e difícil previsibilidade da potência gerada por essas fontes e a susceptibilidade delas à transitórios presentes no sistema elétrico, que podem ocasionar instabilidades.



Nesse contexto, o conceito de máquina síncrona virtual tem despertado crescente interesse para utilização em sistemas baseados em eletrônica de potência, como uma alternativa para o controle do fluxo de potência destas fontes e mitigação dos efeitos adversos de sua interconexão com a rede elétrica, nele é emulado o comportamento dinâmico de uma máquina síncrona real. A ideia por trás desse método é fazer com que, do ponto de vista da rede, os conversores possuam um comportamento semelhante ao das máquinas convencionais.

Tal mecanismo utiliza em sua estrutura o CPD (controle por decaimento). O CPD baseia-se na variação das potências ativa e reativa no ponto de acoplamento das usinas renováveis, assim como as variações de frequência e tensão, oferecendo um maior grau de liberdade aos métodos de máquina síncrona virtual.

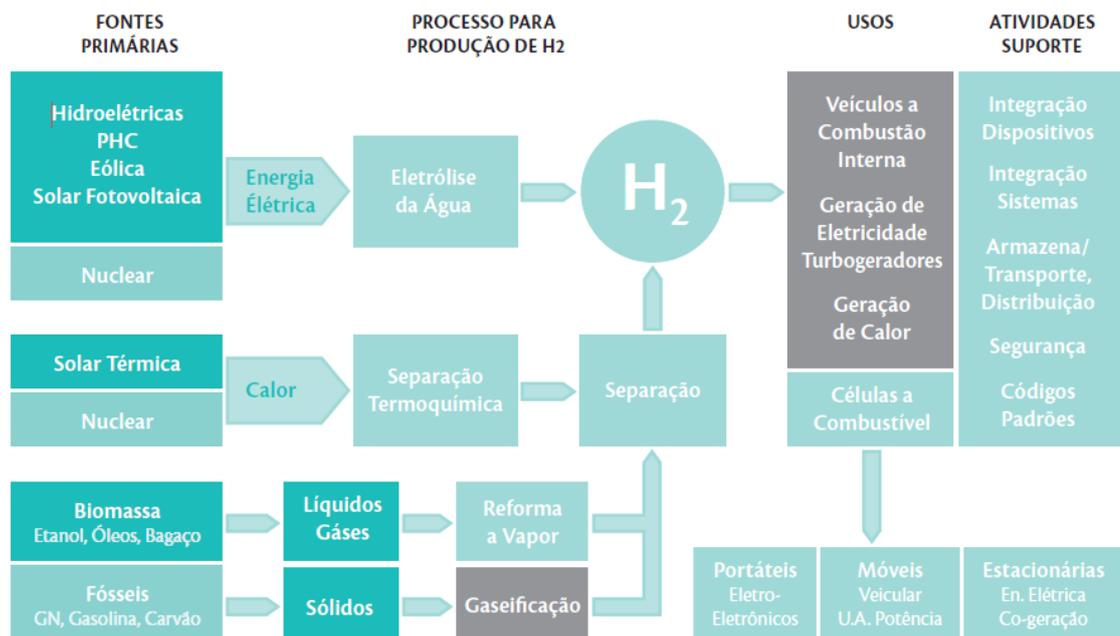
## 5.15. Hidrogênio



O hidrogênio vem se mostrando uma forma de armazenamento de energia viável e com inúmeras vantagens para vencer os desafios energéticos e, por consequência, elétricos, tais como:

- Elemento químico abundante;
- Diminuição de impactos ambientais na geração e utilização de energia;
- Aumento da segurança energética;
- Melhoria do aproveitamento dos recursos naturais;
- Desenvolvimento regional;
- Desenvolvimento de parque industrial;
- competitividade;
- Eficiente do ponto de vista energético.

As possíveis fontes de obtenção do hidrogênio e seus potenciais usos são apresentados na figura abaixo:



Atualmente, cerca de 45 milhões de toneladas de hidrogênio são produzidas por ano no mundo, número que tende a dobrar a cada década. No Brasil, o mercado se aproxima de 920 mil toneladas por ano. Os setores responsáveis por este crescimento são principalmente as refinarias de petróleo (produção e melhoramento de combustíveis), as indústrias de fertilizantes (produção de amônia), seguidas pela indústria alimentícia (produção de gorduras hidrogenadas), siderúrgicas e indústrias de semicondutores, sendo que 95% deste hidrogênio são produzidos a partir de fontes fósseis.

Apesar da grande quantidade produzida, apenas uma pequena parcela do hidrogênio gerado como subproduto de processos químicos é utilizada com finalidades energéticas, notadamente para produção de calor em aplicações locais. No entanto, apesar de o Brasil ser líder em PD&I em tecnologias de hidrogênio na América Latina, dispendo de diversos grupos de pesquisa e empresas de base tecnológica, atualmente o mercado para o hidrogênio energético é incipiente. Isso ocorre principalmente porque o hidrogênio não pode competir economicamente com outras opções energéticas estabelecidas há longo tempo no mercado.

Há diversas vantagens que tornam importante o desenvolvimento do hidrogênio no Brasil, entre elas:

- Diversificação da matriz energética brasileira com crescente participação dos combustíveis renováveis;
- Redução de impactos ambientais, principalmente aqueles oriundos da poluição atmosférica em grandes centros urbanos;
- Redução da dependência externa por combustíveis fósseis;
- Produção de hidrogênio a partir do gás natural, nos próximos dez anos;
- Produção de hidrogênio a partir de fontes renováveis de energia, com ênfase na utilização do etanol;
- Desenvolvimento de base tecnológica para auferir confiabilidade aos consumidores;

- Planejamento da participação da indústria nacional de bens e serviços no desenvolvimento da nova economia;

Também há diversos desafios que dificultam a implementação do hidrogênio, entre eles:

- Os equipamentos desenvolvidos no Brasil ainda não têm escala para se tornarem competitivos;
- Empresas brasileiras concorrem com competidores internacionais altamente incentivados em seus países de origem;
- Existe um volume insuficiente de normas e padrões nacionais relacionados à utilização energética do hidrogênio;

As tecnologias do hidrogênio ainda possuem grande potencial de desenvolvimento tecnológico, redução de custos e ampliação de aplicações, como por exemplo:

- Tecnologia de armazenamento de hidrogênio gasoso em pressões elevadas ou em materiais sólidos;
- Transporte e distribuição;
- Conversão de hidrogênio em energia elétrica (células de combustíveis, motores de combustão interna, turbinas)

#### 5.16. Battery Energy Storage Systems – BESS



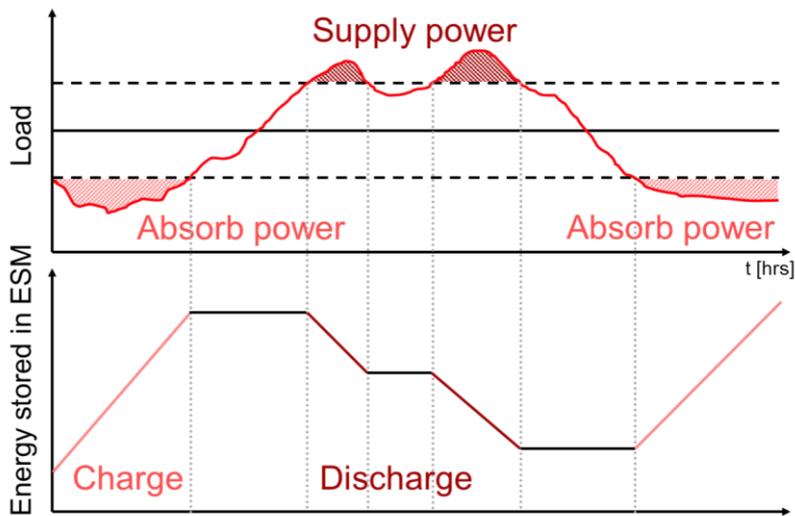
No setor elétrico é fundamental buscar o equilíbrio entre geração e consumo de energia, permitindo o atendimento confiável do sistema interligado, bem como preços e remunerações justos para consumidores e produtores.

Uma menor geração implica em déficit no suprimento energético, o que eleva os preços da energia no mercado de curto prazo e causa prejuízos para a economia e a sociedade. O excesso de geração por sua vez pode resultar em redução dos preços da energia no mercado de curto prazo, o que compromete o retorno dos investimentos realizados, afetando a qualidade dos serviços prestados e desestimulando novos investimentos.

No caso do setor elétrico a preservação do equilíbrio oferta demanda é mais desafiadora, uma vez que a energia é basicamente produzida no momento de seu consumo. Soma-se a isso a impossibilidade de previsão do comportamento da carga no curtíssimo prazo, assim como a imprevisibilidade da geração por fontes renováveis como solar e eólica, que dependem das condições climáticas momentâneas e só funcionam em determinadas horas do dia, fontes essas cada mais presentes na geração de base do sistema interligado nacional do Brasil.

O uso de sistemas de armazenamento de energia em baterias visa eliminar esse problema. Esse tipo de sistema permite uma atuação imediata em caso de necessidade sistêmica, tanto para absorver energia do sistema em caso de exceção de geração, como para injetar energia ao

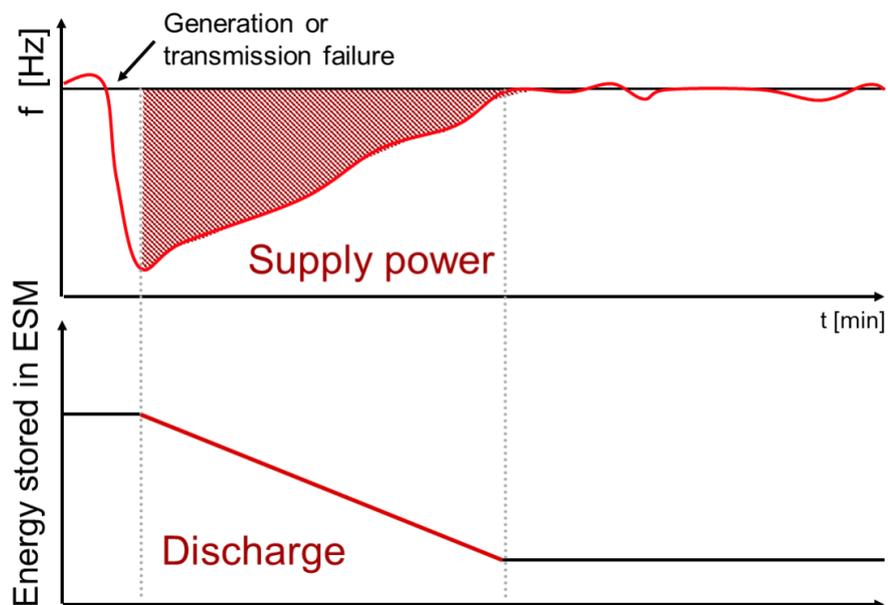
sistema em caso de escassez de geração. A energia absorvida é armazenada quimicamente nas baterias e devolvidas ao sistema posteriormente, com alta eficiência e baixas perdas.



O avanço tecnológico das baterias nos últimos anos permite que essa tecnologia seja utilizada em grande escala, da ordem de Megawatts, de forma economicamente viável.

Essa tecnologia se torna mais ainda interessante em sistemas mais isolados nos quais fontes renováveis não seriam viáveis dado o horário restrito de funcionamento ao longo do dia. Com o armazenamento de energia conectado ao sistema, não é necessário que haja simultaneidade entre carga e geração, tornando o sistema elétrico muito mais flexível.

Além disso, pela possibilidade de contribuir rapidamente com uma injeção ou absorção de potência ativa, esse tipo de tecnologia provê ao sistema uma maior estabilidade, tanto para regulação de frequência, nivelamento entre carga e demanda e até suprimento momentâneo em casos de interrupção do fornecimento de energia por desligamentos no SIN, minimizando os impactos desses eventos na sociedade.



## Recuperação energética de resíduos sólidos



A recuperação energética é um termo utilizado para designar os métodos e processos que possibilitam recuperar parte da energia contida nos resíduos sólidos. É uma forma alternativa ambientalmente adequada para a disposição final dos resíduos sólidos urbanos. A geração de energia é realizada por meio da associação de uma tecnologia de recuperação de energia a uma unidade de geração, podendo ser uma turbina a gás, um motor de combustão interna, entre outros.

Diferentes tecnologias de tratamento de resíduos sólidos urbanos trazem significativa redução das emissões de gases de efeito estufa e evitam a contaminação dos lençóis freáticos, buscando assim a adoção dos princípios da sustentabilidade social, ambiental e econômica.

Essas tecnologias se aplicam em projetos comerciais, industriais, agricultura, pecuária, hospitalares, estações de tratamento de esgoto, tratamento de lixo, papel e celulose, geram energia limpa e renovável, além de também mitigar os danos à saúde pública, visto que o Brasil gasta 2,7 bilhões por ano no tratamento de saúde de pessoas que tiveram contato inadequado com o lixo urbano.

O principal reaproveitamento se dá através do biogás. O biogás é formado a partir da degradação da matéria orgânica presente nos resíduos e é um gás composto essencialmente por metano e gás carbônico, sendo esses contribuintes para o efeito estufa.

O potencial energético do biogás está relacionado com a quantidade de metano presente. A alta quantidade de metano resulta em um gás ótimo para a geração de energia elétrica e térmica. Além disso, o biogás pode ser utilizado como combustível para caldeiras ou fogões, veículos ou mesmo para abastecer gasodutos com gás de qualidade.

### 6. Inovação por meio de um ecossistema aberto de startups, bigtechs, governo, academias e corporações de energia

Ecossistemas da Inovação são espaços relacionais nos quais predomina a coletividade da aprendizagem, o compartilhamento de práticas eficazes de gestão, a transferência de know-how e a otimização de processos por meio de inovações tecnológicas. Além disso, são locais onde acontecem rodadas de negócios, brainstorming para projetos, entre outros. Dessa forma esse tipo de ambiente é sempre formado por organizações e tudo o que as cerca, como fornecedores, clientes e colaboradores.

As parcerias realizadas são comumente formadas por corporações, startups, parques tecnológicos de grandes instituições de ensino e agências governamentais.

Dentre os diversos temas e problemáticas tratados em um ambiente de ecossistemas de inovação, são debatidas questões socioambientais, como a demanda energética e a necessidade

de desenvolvimento sustentável, respeitando a utilização dos recursos naturais de forma consciente. Tendo em vista que, nos últimos anos, tem crescido a preocupação com as questões de oferta e demanda, sustentabilidade e aspectos sociais, cada vez mais são buscadas soluções economicamente viáveis e que impulsionem a geração distribuída com o menor impacto possível aos recursos naturais.

Tratando-se de inovação aberta e o que se tem oferecido como estudos e soluções, tem-se, por exemplo, benchmarks de consumo energético, que geram dados que são posteriormente analisados e tratados, de forma que se obtenha o maior número de informações possíveis e simulações de consumo para viabilizar soluções energéticas em grandes centros urbanos, promovendo mais eficiência, menor impacto e descentralização.

Considerando a transição do sistema energético para a tendência global de geração distribuída, há a adaptação dos edifícios para geração de energia e armazenamento local. Para isso, diversos setores são envolvidos. Além da aplicação das tecnologias para a geração, com foco em energia limpa, há o relacionamento com a gestão pública, o engajamento do cidadão, a criação de infraestruturas mais adequadas e sustentáveis, e também a medição e automação da energia elétrica (terminais remotos). Com isto, promove-se um ambiente urbano mais digitalizado e integrado, além de reduzir diferentes impactos ambientais, como emissão de poluentes e degradação do meio ambiente.

Alguns exemplos de tecnologias emergentes que o ecossistema oferece para o setor energético são: comunicação sem fio confiável para aplicações industriais, sensores sem fio (módulos de comunicação compatíveis a sensores já existentes), soluções para economizar na conta de luz e facilidade de pagamento (app), ferramentas de participação social (engajamento do cidadão e do poder público), aplicação de redes inteligentes para o uso mais responsável da energia elétrica e monitoramento de uso da energia e dos próprios equipamentos, como baterias, e de fatores externos, como temperatura e umidade.

## 7. Hidrelétrica

A potência instalada no Brasil é de 108 GW (out/2019) e a potência adicional inventariada considerada no PNE 2050 é de 68 GW (foram expurgados dados não confiáveis ou estimados). 52 GW se referem a empreendimentos >30 MW, e destes somente 12 GW não sobrepõem regiões de terra indígena, quilombola, ou de conservação ambiental.

No cenário de expansão, a participação relativa na matriz deve cair significativamente devido à pouca potência inventariada, e mais ainda caso somente áreas sem restrição possam ser usadas. A flexibilidade operacional da fonte deve ganhar cada vez mais destaque.

Aproximadamente 50 GW da potência instalada atual são candidatas à repotenciação, com ampliação estimada de 2,5 a 10 GW. Recomenda-se criar incentivos para que os agentes executem.

**Comentários:** A ABDIB se manifesta de acordo com as recomendações propostas no PNE sobre o tema. Importante preservar o parque existente, considerando os atributos favoráveis da fonte hidráulica, assim como avançar no inventário e na viabilização de novos aproveitamentos.

Em relação ao que diz o PNE *“Será utilizado apenas o potencial inventariado sem interferência com áreas protegidas (unidades de conservação (UC) e terras indígenas e quilombolas (TI)) – caso denominado Exceto UC e TI”*.

**Sugestão:** Como esta condição contraria a lógica da competitividade, proposta como um dos princípios do plano, tornando diversos aproveitamentos hídricos competitivos indisponíveis, deveria haver um comando para regulamentação do art. 231 da Constituição Federal visando conciliar os interesses das comunidades protegidas com os interesses energéticos nacionais, como um eco do que ocorre no contexto da modernização regulatória do Setor Elétrico e considerando o que se propõe para exploração da geração nuclear.

## 8. Fonte nuclear.

O PNE realiza análise de custo-benefício mais ampla, não restrita somente a geração de energia elétrica, englobando também avaliações quanto aos impactos trazidos para a Defesa Nacional, medicina nuclear e agricultura. Adicionalmente há no Plano a recomendação de avaliar o devido compartilhamento de custos de implantação, para conseguir justificar uma Política Pública a expansão desta fonte.

**Comentário:** Fonte nuclear não é competitiva. Sua contratação representará um aumento no custo de energia e trata-se de uma subvenção dos consumidores de energia a outros setores da sociedade. Seu sobrecusto deveria ser arcado pelo tesouro (contribuintes), não pelo setor elétrico (consumidores de energia).

## 9. Termelétricas

Lacuna: O aprofundamento no planejamento de UTEs fica remetido ao desdobramento: “Incorporar nos futuros Planos Decenais um programa termelétrico de forma a avaliar a viabilidade de implantação dos montantes identificados no PNE 2030 e analisar sua economicidade, considerando maior detalhamento da operação do sistema elétrico brasileiro.”

**Comentário:** considerando a evidente disponibilidade de GNL, a conciliação das diversas finalidades de seu uso com a geração de energia, sobretudo o transporte, a otimização do sistema de transmissão de energia (pág 196 - Aprimorar o processo de planejamento integrado dos sistemas de geração e de transmissão e Introduzir mecanismos de sinalização locacional mais eficientes e eficazes), a necessidade cada vez maior de lastro de energia (na medida em que fontes intermitentes se ampliam), deveria ser incluído um tópico de estudo das Termelétricas a GNL desde já, abordando sua substituição e/ou complementariedade com Usinas Hidrelétricas.

## 10. Transição Energética

Desafios da transição energética

- ✓ Incertezas sobre evolução do setor, efeito das mudanças climáticas e novas tecnologias.
- ✓ Segurança de suprimento.
- ✓ Manter a matriz renovável.
- ✓ Complexidade da operação.
- ✓ Desenho de Mercado

Recomendações

- ✓ Estratégias flexíveis e que possibilitem a competição.
- ✓ Articulação com outros setores e ministérios.

- ✓ Modernização dos Desenhos de Mercado, para torna-los competitivos e orientados aos requisitos dos sistemas

**Comentários:** A ABDIB se manifesta de acordo com as recomendações propostas no PNE sobre o tema.

## 11. Geração Distribuída

Desafios

- ✓ Endereçar a questão do modelo de compensação líquida integral com tarifas volumétricas;
- ✓ Cenário desenhado pela EPE para Expansão Econômica contaria com aproximadamente 50 GW de GD em 2050 (6% da carga deste cenário).

Recomendações

- ✓ Revisão da regra vigente de compensação integral e a implementação da tarifa binômica em um horizonte de curto prazo, permitindo correta sinalização dos custos associados à expansão da GD.

A ABDIB se manifesta de acordo com as recomendações propostas no PNE sobre o tema. Fundamental encerrar os subsídios o mais rapidamente possível, respeitando contratos existentes. O subsídio à geração distribuída não é mais necessário em função da evolução tecnológica e à competitividade da fonte.

## 12. Geração e Novas fontes de Energia

Apresentando uma série de possibilidades de crescimento a partir de diversas alternativas de composição do mix de fontes que o país pode desenvolver nos próximos 30 anos:

- **Serviços ancilares:** Propulsionar o desenvolvimento do mercado de serviços ancilares, incluindo novos serviços (a exemplo dos lastros de potência e de flexibilidade), com remuneração adequada;
- **Valoração dos atributos das fontes:** o modelo de regulação atual não valoriza adequadamente as fontes a partir dos seus respectivos atributos, pois precifica apenas, usualmente, a quantidade de energia disponibilizada ao sistema. As fontes de natureza termelétrica totalmente flexíveis oferecem, porém, diversos serviços adicionais, como potência e flexibilidade, que vão além da simples entrega de energia, sem os quais os sistemas elétricos não poderiam responder tão bem à variações da demanda ao longo do dia ou da semana. A previsibilidade do despacho das fontes termelétricas, igualmente, não é encontrada em fontes intermitentes, como a eólica e a solar. Dessarte, convém que o modelo regulatório, no contexto de sua modernização e preparação para o futuro, passe a valorar os atributos de cada fonte com a remuneração adequada. Isso pode ocorrer com a instituição dos lastros de geração, potência e flexibilidade, ou ainda com a criação de novos serviços ancilares, devidamente remunerados.
- Expansão da Geração com Biomassa:
- **Renovabio:** potencial de geração de energia decorrente do acréscimo no processamento de cana necessário para atender ao programa RenovaBio.  
(<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/acoes-e-programas/programas/renovabio/documentos/perguntas-e-respostas>) – “produção de etanol passará dos atuais 30 bilhões de litros para cerca de 50 bilhões de litros”

- Aumento da geração/exportação das usinas sucroenergéticas existentes (kWh por tonelada de cana) devido: eficiência energética (ciclos mais eficientes, turbinas mais eficientes, processos mais eficientes, etc.), palha da cana, biogás, etc.;
- Geração de outras fontes de biomassa (licor negro das papeleiras, cavaco de madeira, etc.)
- **Leilão para biogás:** para estimular a exploração do potencial de bioeletricidade a partir do biogás no Brasil. O biogás pode contribuir para o desenvolvimento e a consolidação do Novo Mercado de Gás, implementando o mix sinérgico entre gás/biogás etc
- **Serviços ancilares:** Propulsionar o desenvolvimento do mercado de serviços ancilares
- **Carência de co-geração** – gás para indústria

- **Hidrogênio verde**

Considera-se Hidrogênio Verde o que é produzido a partir de processos de transformação que estejam dentro dos limites de emissões (de gases, particulados e calor) compatíveis com os protocolos ambientais assinados entre as principais nações do mundo.

Dado o enorme potencial do hidrogênio verde, como também os esforços dos países, como por exemplo Alemanha - que prevê um plano total de 9 bilhões de euros, sendo que 7 bilhões servirão para desenvolver o mercado interno, e 2 bilhões, para alcançar acordos internacionais - ou a China, que aspiram se manter competitivas sobre a tecnologia, o Brasil deveria aproveitar o momento para a discussão e desenvolver a visão da sua inserção e participação nesta cadeia. Para aproveitar a capacidade e o potencial do país, recomendamos avançar a criação das condições internas, quanto na cooperação internacional relativo ao tema, incluindo a política externa e exportação. O hidrogênio deveria ganhar espaço prioritário nas agendas do poder público e da iniciativa privada.

### 13. Linhas de Transmissão de Energia

Objetivos e Recomendações

- ✓ Endereçar a situação de envelhecimento dos ativos (fim da vida útil)
- ✓ Solucionar as complexidades ambientais na ampliação da malha
- ✓ Atender a forte expansão de renováveis
- ✓ Incentivar o acesso compartilhado das fontes ao sistema de transmissão.
- ✓ Aprimorar o processo de planejamento integrado dos sistemas de geração e de transmissão.
- ✓ Introduzir mecanismos de sinalização locacional mais eficientes e eficazes.

Desafios para o Sistema de Transmissão

- Envelhecimento do sistema de transmissão

Um grande desafio nas próximas décadas será a substituição da infraestrutura do sistema elétrico à medida que ela for envelhecendo. Para tanto serão necessários significativos investimentos, eventualmente superando a capacidade financeira das empresas, sendo necessário um planejamento do processo de substituição proporcionado por uma adequada gestão de ativos aliada a um correspondente instrumento regulatório.

Além disso, para alguns equipamentos, o envelhecimento do sistema é potencializado pela inserção massiva de fontes renováveis variáveis na rede, o que implica ciclos de carregamento e operação distintos e mais severos quando comparados aos tradicionalmente considerados no dimensionamento e projeto originais dos equipamentos.

Recomendações:

- ✓ Introduzir mecanismos que favoreçam a adequada gestão de ativos pelas empresas transmissoras.
- ✓ Considerar a possibilidade de revitalização ou substituição de equipamentos como alternativa de expansão.
- Elevada complexidade socioambiental e fundiária para a expansão do sistema.

A elevada complexidade socioambiental e fundiária associada à expansão do sistema é bastante significativa em projetos de transmissão em regiões urbanas, na exploração do potencial hidrelétrico e na integração energética com países da América do Sul.

Recomendações:

- ✓ criação de instrumentos legais que instituem o direito de preferência de uso do solo para os projetos de transmissão recomendados.
- ✓ desenvolver melhor o conceito de “corredores de infraestrutura”, que correspondem a corredores de serviços públicos, planejados de forma integrada, e envolvendo a passagem de linhas de transmissão e distribuição, tubulações de água, esgoto e água pluviais, de gás, oleodutos e gasodutos, de fibra ótica e/ou televisão a cabo, e cabos de telefone.

#### **Fontes Renováveis e Transmissão**

Integrar as perspectivas de expansão da geração eólica e solar e o planejamento da expansão da transmissão: a integração em larga escala requer contínuos investimentos na ampliação da rede básica, especialmente na região Nordeste.

O crescimento significativo das fontes variáveis não controláveis resultará na necessidade de antecipação do planejamento da transmissão em virtude dos seus prazos de instalação serem superiores aos praticados na geração. Com avanços tecnológicos em redes elétricas inteligentes (REI), geração distribuída (GD) e armazenamento de energia, espera-se que o sistema elétrico ganhe flexibilidade, torne-se mais dinâmico aos requisitos operativos instantâneos. A incorporação das diferentes formas ou tecnologias de armazenamento trará uma nova dinâmica à operação do sistema elétrico, o que faz dessa questão um aspecto importante a ser considerado.

Recomendações.

- ✓ Promover ações para integrar o sistema de transmissão com as redes de distribuição.
- ✓ Desenvolver um ambiente regulatório mais favorável para a prestação dos serviços de transmissão, particularmente os serviços ancilares (Ex. sistemas de armazenamento).
- ✓ Desenvolvimento de sistemas mais sofisticados para o monitoramento e o apoio à decisão operativa em tempo real, assim como de funções mais avançadas para a proteção do sistema elétrico.

**Comentários:** A ABDIB se manifesta de acordo com as recomendações propostas no PNE sobre o tema. Importante que haja capacidade de escoamento para a expansão de geração, permitindo menores descolamentos de preço entre os submercados e a menor ocorrência de restrições elétricas

#### 14. Gás Natural

- ✓ Expansão da Oferta de Gás: No PNE aponta-se para uma forte expansão na oferta de gás natural nacional associado à exploração do petróleo. Oferta potencial disponível em 2050 seria da ordem de 340 milhões de m<sup>3</sup>/dia a 450 milhões de m<sup>3</sup>/dia
- ✓ O PNE aponta fortes limitação na expansão de termelétricas a gás caso a molécula não se encontre em preços competitivos (U\$ 4/MMBtu).

##### Objetivos e Recomendações

- ✓ Criar um mercado competitivo de gás natural
- ✓ Harmonização das regulações estaduais
- ✓ Implementar o processo de abertura de mercado com indução à competição
- ✓ Integração dos novos modelos de mercado de gás e setor elétrico
- ✓ Necessidade de compatibilizar as características de estabilidade de produção de gás e as necessidades de flexibilidade de geração elétrica

A ABDIB se manifesta de acordo com as recomendações propostas para o desenvolvimento do setor de gás natural. Mas o acoplamento com o setor de energia elétrica deve ser implementado com muito cuidado: mesmo termelétricas eficientes não são as fontes mais competitivas no setor elétrico, sendo que sua contratação significa um custo adicional direto a ser pago pelos consumidores. Ademais, a adoção de termelétricas inflexíveis deve amplificar efeitos indesejáveis no setor elétrico como vertimento de água, vento e sol, além de reduzir a flexibilidade operativa do sistema, conforme repetidamente manifestado pelo ONS. O Setor Elétrico não deve ser usado para custear a sustentabilidade do setor de gás.

#### 15. Malha de gasodutos

##### Objetivos e Recomendações

- ✓ Viabilização da expansão da infraestrutura de transporte de gás natural
- ✓ Promover o acesso de terceiros garantido o direito de preferência do proprietário
- ✓ Aperfeiçoar os mecanismos e ajustes no arcabouço regulatório
- ✓ Eliminar barreiras de acesso à novos empreendedores e usuários
- ✓ Desenvolver integração com os demais países da América do Sul

**Comentários:** A ABDIB se manifesta parcialmente de acordo com as recomendações propostas no PNE sobre o tema. A racionalidade ou viabilidade econômica da expansão da infraestrutura de gás natural não é óbvia e pode provocar o efeito inverso, afugentar usuários atuais. Isso porque a expansão será remunerada por uma base pagadora que provavelmente não crescerá proporcionalmente que os vultosos investimentos para fazê-la, o que tende a aumentar a tarifa média de transporte e desotimizar o uso da rede existente.

Por outro lado, a implementação de infraestruturas de armazenamento de gás são bem-vindas, ao trazerem maior flexibilidade à oferta de gás.

## Óleo & Gás

Responsável por fornecer cerca de metade da energia primária consumida no país, a matriz energética requer uma contribuição significativa da indústria de O&G para atender o crescimento da demanda esperada.

- **Exploração de gás natural não convencional.**

A exploração de gás natural não convencional deve ser incentivada, pois permitirá significativa ampliação das reservas nacionais, além de aumentar a vida útil de campos produtores existentes. Com a adequada regulação do tema, será possível aliar à preservação ambiental a exploração e produção desses recursos a preços competitivos, contribuindo para assegurar uma fonte energética de transição.

- **Integração energia e gás natural onshore.**

Pela facilidade que apresentam em promover a integração com o setor de energia elétrica, os campos *onshore* merecem especial atenção. O gás natural explorado no continente aproveita mais facilmente o uso das redes de transmissão existentes, além de permitir a utilização de gasodutos virtuais (rodoviários, por exemplo), que têm o papel de criar e ampliar a demanda pelo energético.

- **Alinhamento das fontes Pré-Sal para energia a gás.**

- **Planejamento de produção de gás e óleo.**

Entender qual a premissa a ser seguida para planejamento a curto, médio e longo prazo.

- **Soluções híbridas.**

Promover soluções para localidades remotas, utilizando renováveis, diesel no curto prazo e gás combinado a longo prazo, associado com solar.

- **Geração de turbina combinado com geração de energia a partir de fontes de calor (ciclo de rankine).**

Incentivar nova tecnologia para segurança energética.

- **Fonte por onda**

Analisar e promover o potencial para a energia das ondas no subsea, deep e shallow

- **Tecnologias para oceano**

Há potencial para separação de CO<sub>2</sub> e o uso de storage, transformadores e compressores no subsea que liberam espaço no topside das plataformas

- **Usinas termelétricas (UTES)**

PNE nas fontes renováveis, mas não cita as Usinas termelétricas (UTES) a gás natural como instrumento de segurança do sistema elétrico.

## Energias Renováveis e Sustentabilidade.

Sustentabilidade: O setor de energia deve estar alinhado com a promoção do desenvolvimento sustentável, baseado nas melhores práticas internacionais e na eficiência econômica, buscando aproveitamento das vantagens comparativas dos recursos naturais nacionais ou por meio de políticas públicas que valorem seus atributos ambientais. Abaixo as contribuições do grupo de trabalho ao PNE-2050.

- **Conectar de forma efetiva a Política Energética com as NDC's brasileiras:**

O PNE 2050 deve estabelecer um mapa do caminho mais assertivo para atingir as NDC's do setor de energia.

- **Desenvolver a curto prazo política pública de valoração econômica dos atributos ambientais das energias limpas e da eficiência energética:**

A política de subsídios às energias limpas que, de forma indireta, buscava reconhecer os atributos ambientais destas fontes, se esgotou à medida que se confunde com subsídios a setores econômicos que distorcem o mercado de energia. Assim, a proposta é que se desenvolva uma política pública que incorpore metodologias de valoração econômica dos atributos ambientais das energias limpas e da eficiência energética.

- **A taxação de combustíveis fósseis pode suportar a valoração ambiental das Energias Limpas e da Eficiência Energética e o desenvolvimento de novas tecnologias como o Hidrogênio Verde:**

Dado o enorme potencial do hidrogênio verde, como também os esforços dos países, como por exemplo Alemanha - que prevê um plano total de 9 bilhões de euros, sendo que 7 bilhões servirão para desenvolver o mercado interno, e 2 bilhões, para alcançar acordos internacionais - ou a China, que aspira se manter competitiva sobre a tecnologia, o Brasil deveria aproveitar o momento para a discussão e desenvolver a visão da sua inserção e participação nesta cadeia. Para aproveitar a capacidade e o potencial do país, recomendamos avançar tanto na criação das condições internas, quanto na cooperação internacional relativo ao tema, incluindo a política externa e de exportação. O hidrogênio deveria ganhar espaço prioritário nas agendas do poder público e da iniciativa privada.

- **A recuperação de 12 milhões de ha de florestas nativas e comerciais prevista nas NDC's Brasileiras (Acordo de Paris) podem ser uma oportunidade para Térmicas a Biomassa Florestal.**
- **A valoração econômica dos atributos ambientais da energia de lixo pela redução de emissões de metano e fim dos lixões pode viabilizar esta fonte de energia.**
- **Recomenda-se que não sejam admitidas novas térmicas a carvão na expansão da geração direcionando o carvão brasileiro de baixo teor calorífico para outras aplicações e não permitir carvão importado para geração de energia.**
- **A absorção de novas tecnologias e novos modelos de negócios que possuem caráter disruptivo no desenvolvimento das cadeias energéticas atuais, precisam levar em consideração aspectos relativos à cibersegurança incluindo futuras incertezas/faltas regulatórias em cibersegurança para o setor de energia. A digitalização do sistema dialoga com a projeção do PNE em aumentar as fontes renováveis intermitentes, que serão um viabilizador como também gerador da demanda para a migração para um sistema mais moderno.**

## Considerações finais

A ABIDB acredita que, ao dispor de um planejamento sob a tônica da estratégia de longo prazo, a dinâmica do setor de energia tem muito a contribuir para o desenvolvimento econômico e social do país.

Com a aplicação das novas tecnologias e o envolvimento do cidadão/governos, a consequente digitalização acomodará a descentralização da geração de energia e propiciando o gerenciamento de um sistema elétrico mais complexo, por exemplo, mas também mais participativo com troca de dados e informações para equilibrar tecnicamente o sistema e permitir transações comerciais entre geradores e consumidores locais.

Na visão da ABDIB, a absorção de novas tecnologias e de modelos de negócios que possuem caráter disruptivo no desenvolvimento das cadeias energéticas atuais precisam levar em consideração aspectos relativos à cibersegurança, incluindo futuras incertezas/ausências regulatórias em cibersegurança para o setor de energia.

Neste cenário o Ministério de Minas e Energia e as Autarquias, deverão desempenhar um papel relevante de coordenação das ações estratégicas a nível nacional, bem como garantir a destinação das verbas de pesquisa e desenvolvimento para a sua finalidade específica, disseminação e implementação de novas tecnologias.

A descarbonização da economia será o principal vetor da crescente eletrificação da sociedade.

Em relação à descarbonização, a vantagem competitiva do Brasil frente aos outros países inclui o índice de renovação de sua matriz energética (em torno de 45%) e elétrica (cerca de 85%). Esses patamares estão alinhados com as metas firmadas pelo país no Acordo de Paris, que passam pela redução de 37% das emissões de gases de efeito estufa até 2025, se comparado às emissões que o país apresentava em 2005. Entretanto:

- O Acordo de Paris, referente ao tema de descarbonização, cita redução de 100% até 2030. O PNE, entretanto, cita na Estratégia de Longo Prazo (art. 4) a previsão de uma trajetória de emissão até 2050. É preciso ter objetivos de estado de longo prazo, incluindo targets setoriais.
- O PNE 2050 também não focou em tecnologia baseado em Free SF6 ou no crédito de carbono. Recomendamos estudos para avaliação de impacto a longo prazo.

Reforçamos que a capacidade de coordenação do MME junto aos demais Ministérios de Governo e agências regulatórias será fundamental para o sucesso da implementação e adoção do PNE 2050.