



Empresa de Pesquisa Energética

Desafios e Oportunidades para a Transição energética no Brasil

PAINEL 2022 - Pacto pela Infraestrutura Nacional e Eficiência Logística

Sessão 4: Transição Energética e Combustíveis do Futuro

Giovani Machado

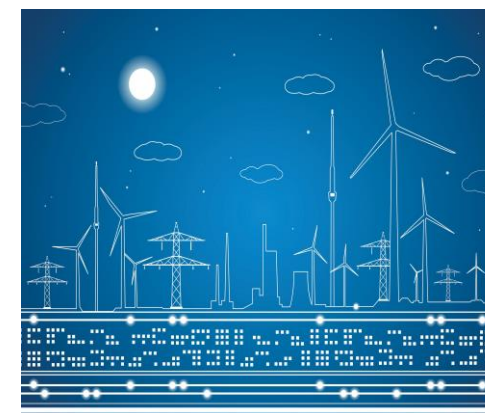
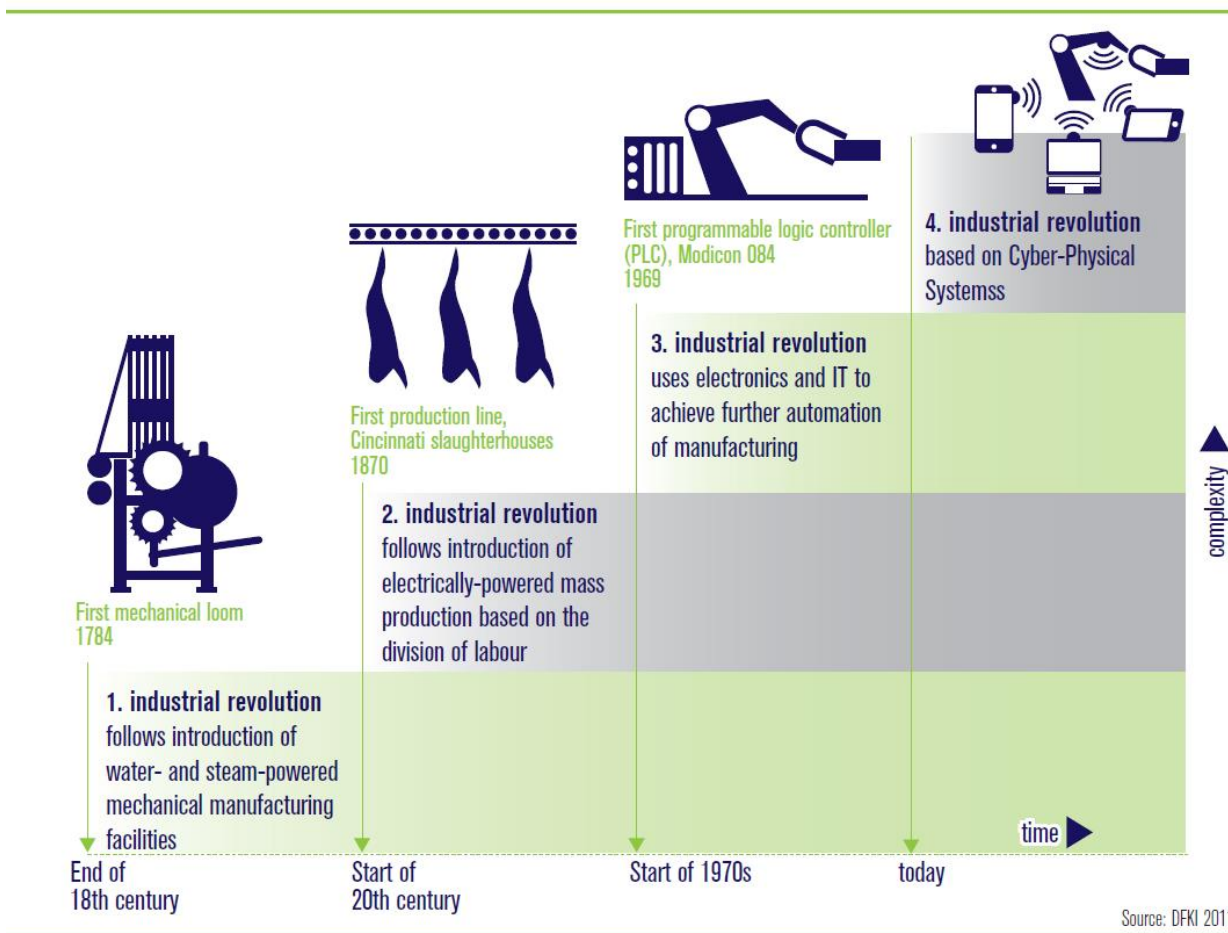
Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais | EPE

23 de Novembro de 2022

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Transição energética não é apenas sobre energia...



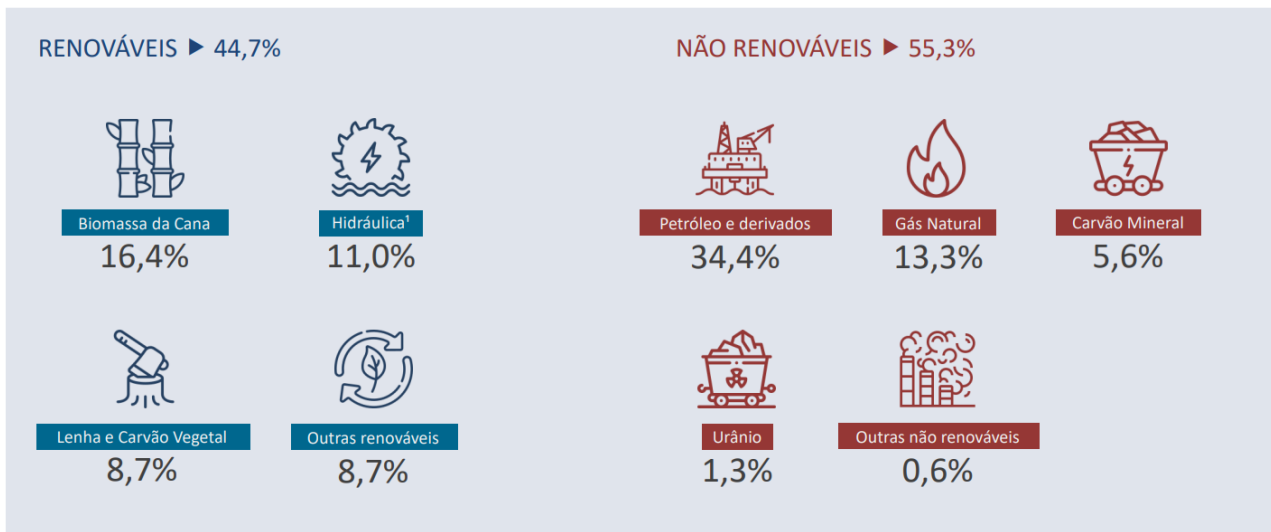
3Ds da Transição Energética ⇔ Descarbonização, Descentralização e Digitalização

Visão Geral da Matriz Energética do Brasil



Setor energético brasileiro é baixo carbono

Repartição da Oferta Interna de Energia (OIE) 2021



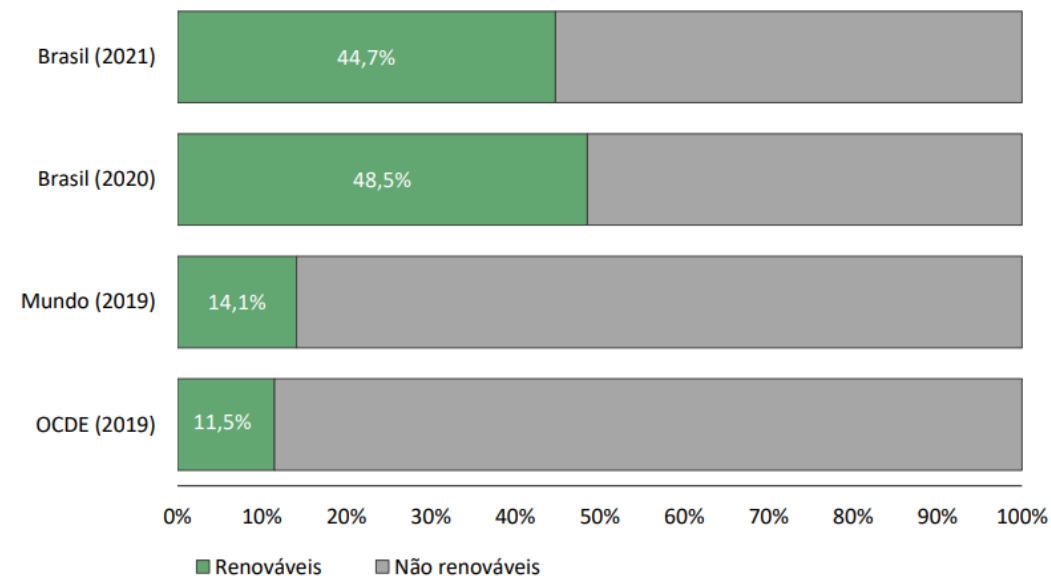
Fonte: EPE – Relatório Síntese – 2021

Nota: ¹ Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica



Renováveis responderam por cerca de 80% da geração elétrica em 2020 (84%) -2021 (78%).

OIE do Brasil em comparação ao mundo



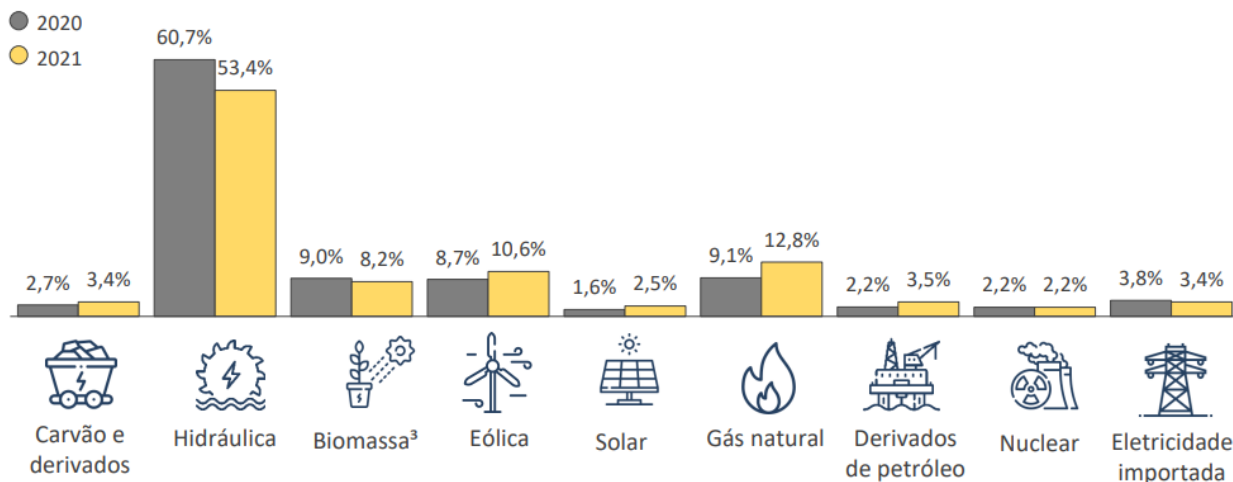
Fonte: EPE – Relatório Síntese – 2021

Nota: Dados da IEA para mundo e OCDE.

Emissões de carbono per capita do Brasil associadas ao setor de energia equivalem a 32% da União Europeia, 27% da China e 13% dos EUA

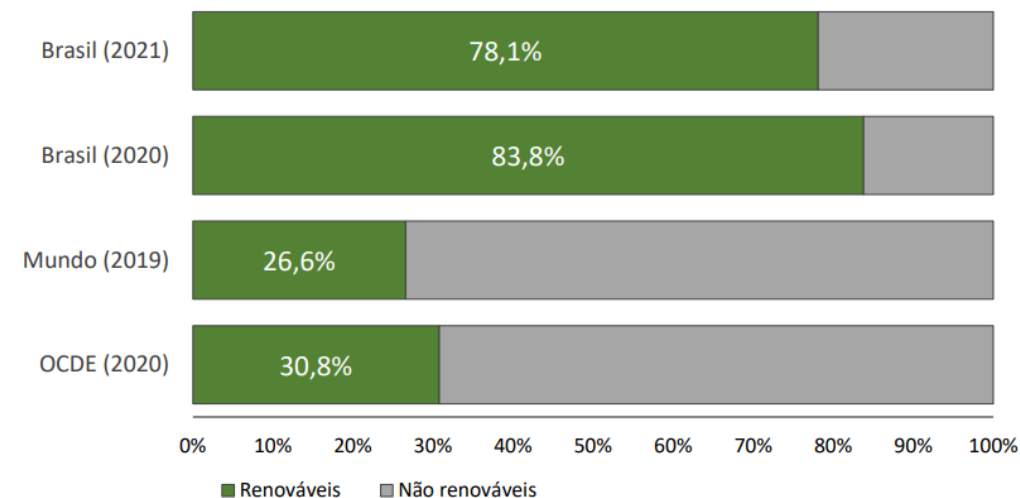
Setor elétrico brasileiro é renovável e baixo carbono

Participação das fontes na Oferta de eletricidade em 2020-2021



Oferta de eletricidade em 2021: **679,2 TWh**

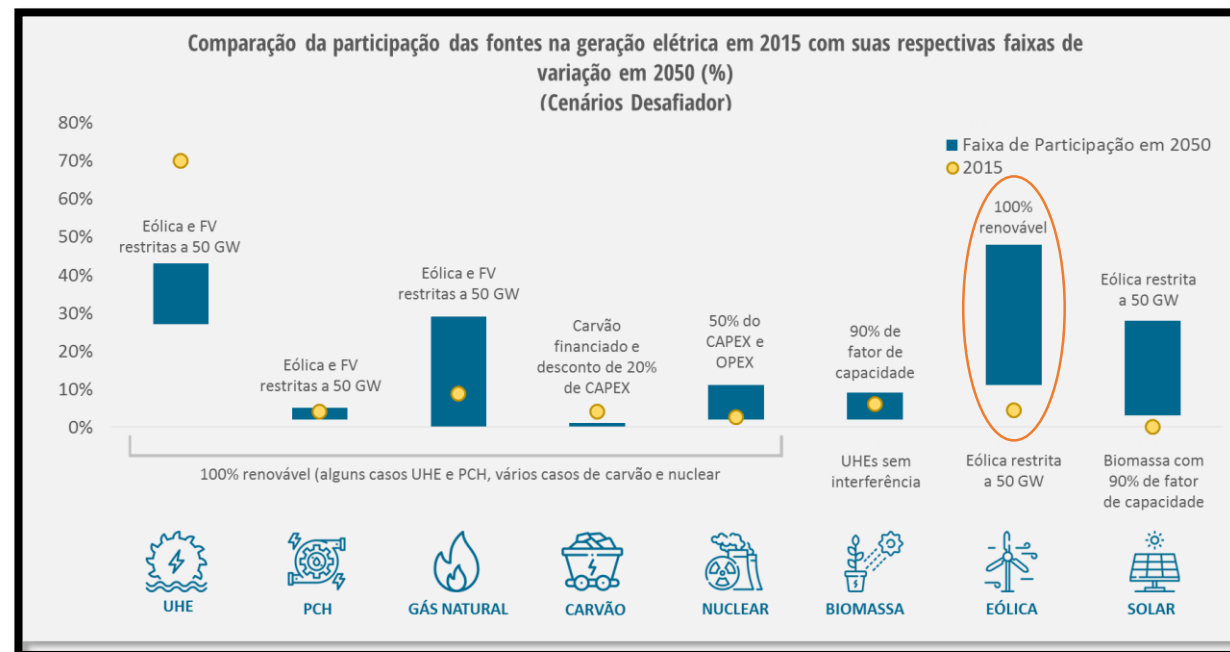
Participação das fontes na Oferta de eletricidade: Brasil em comparação com o mundo



<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>

Para produzir 1 MWh, o setor elétrico do Brasil emite 37% do setor elétrico da União Europeia, 27% do setor elétrico dos EUA e 15% do setor elétrico da China

Projeções de Matrizes Energética e elétrica do Brasil para 2031



PDE e PNE são documentos vivos!

Novas simulações e aperfeiçoamentos contínuos.

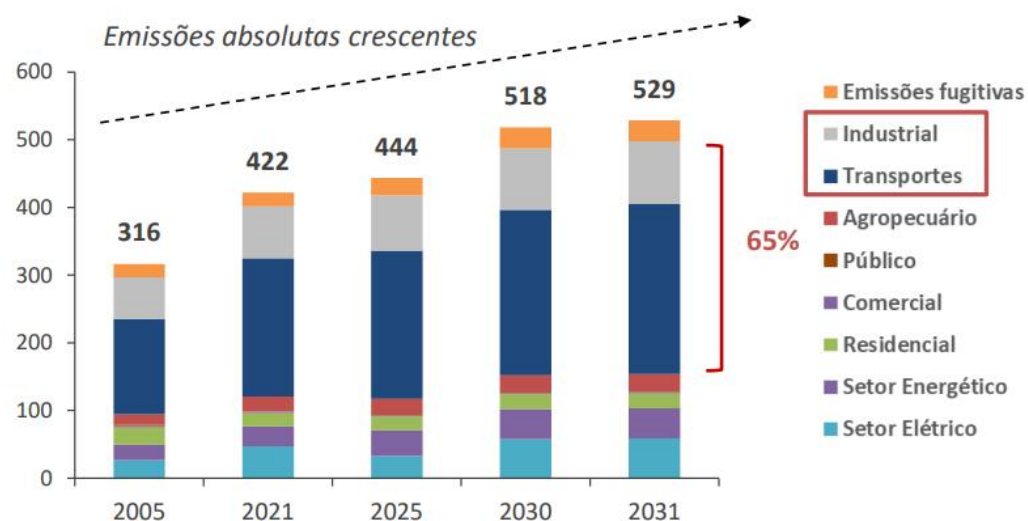
PNE 2050 mostra concentração de resultados das simulações (64) majoritariamente entre 80-90% de renováveis na geração elétrica. Cenário 100% renovável também foi simulado.

PDE 2031 revela que os passos estão sendo dados: 87% renováveis na geração elétrica em 2031.

Setor energético brasileiro é baixo carbono

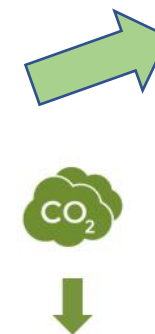
Emissões GEE totais do Brasil:
1,31 Gt CO₂eq em 2016 (SIRENE/MCTI).
2,16 Gt CO₂eq em 2020 (SEEG-OC).

Evolução da participação setorial nas emissões de GEE pela produção e uso de energia (MtCO₂eq)



- ✓ Os principais responsáveis pelas emissões de GEE na produção e consumo de energia são os setores de **transportes** e **industrial**.

- ✓ Principais medidas de mitigação de emissões apresentadas no PDE:

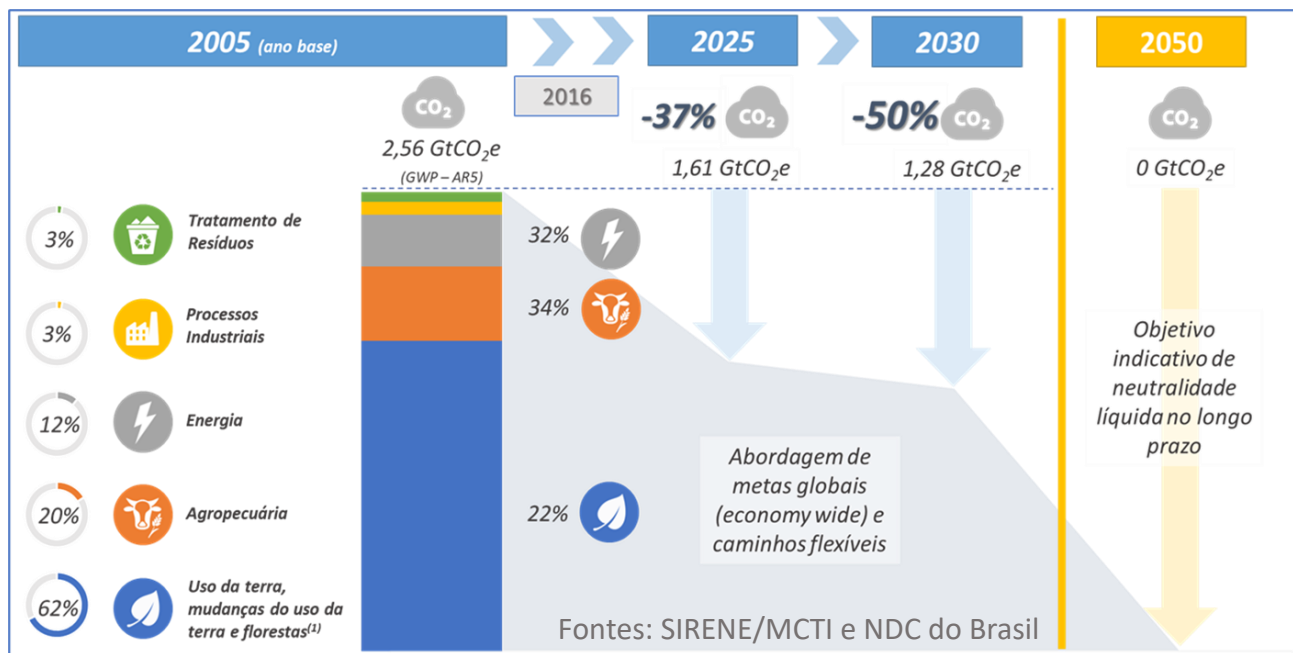


Papel dos
BECCS no
futuro!

As projeções apresentadas no PDE servem como base para a construção de **políticas e trajetórias** do Brasil.

Setor de energia foi 32% das emissões totais do Brasil em 2016 (SIRENE/MCTI), sendo o setor elétrico 4%. Estimativas do SEEG – OC apontam que o setor de energia foi 18% das emissões totais do Brasil em 2020.

Emissões de GEE no setor de energia e estratégias de mitigação



SEEG (2022):

Em 2020, Uso do Solo 46%, Agropecuária 27%, **Energia 18%**, Proc. Industriais 5% e Resíduos 4%.

Setor elétrico



- Responsável por apenas 3% das emissões totais do país
- Potencial para redução de emissões não é grande (renováveis e confiabilidade)
- É possível manter alta renovabilidade de forma competitiva
- Restauração de cobertura vegetal em bacias hidrográficas contribuirá para resiliência climática, regime hídrico e remoção de carbono

Disrupções no setor de energia exigirão mudanças estruturais, tempo e alto custo. Caminhos e ações:



Transportes

- Uso intensivo de biocombustíveis em substituição a combustíveis fósseis e maior eficiência energética
- Eletrificação no transporte (diferentes rotas possíveis)
- Reestruturação dos modais de transportes



Indústria

- Maiores esforços para eficiência energética
- Inicialmente, maior inserção do gás natural, renováveis e eletrificação em substituição a fontes mais emissores
- Transição para hidrogênio de baixa emissão em segmentos de difícil abatimento (a partir de renováveis, nuclear, gás natural com CCS e outras rotas de baixa emissão).



Biomassa

- Aumentar o papel da biomassa na economia brasileira
- Aumento da produção e consumo de biogás e resíduos
- Remoção de carbono da atmosfera e síntese na biomassa, com possibilidade de emissões negativas (BECCS)



O&G

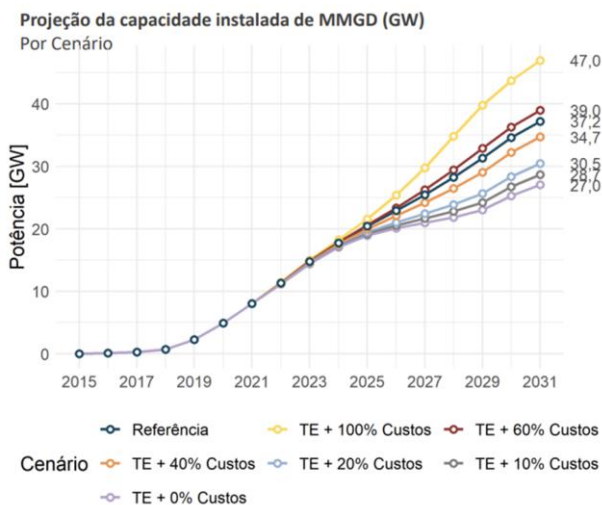
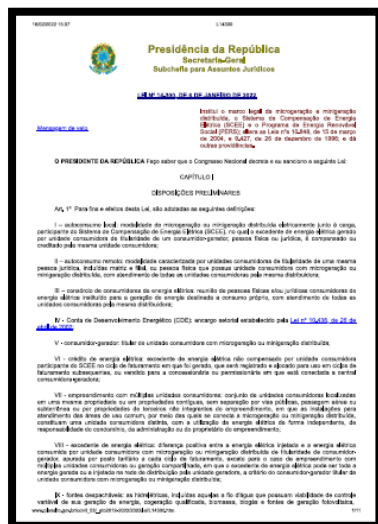
- Transição para empresas de energia
- Mudança de portfólio de negócios, incluindo renováveis;
- Redução das emissões de processos e dos produtos
- Mitigação das emissões fugitivas de metano
- CCS → armazenamento de carbono em estruturas geológicas

Reforço de suporte governamental às novas renováveis



Compromissos de longo prazo com eletrificação renovável no Brasil

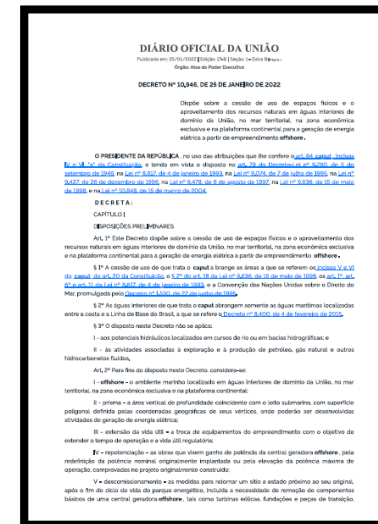
Geração Distribuída



- Lei nº 14.300, 06/01/2022
 - Estabelece o cronograma de migração gradual do modelo de *net metering* para o *net billing*
 - Em 12 meses após a lei: perenidade sob a regulação corrente até 31/12/2045 (*net metering*)
 - A partir de 2023: nova GD pagará componentes tarifários relacionados aos serviços distribuídos (% aumento gradual)

<http://shinyepe.brazilsouth.cloudapp.azure.com:3838/pdgd-eng/>

Eólica Offshore



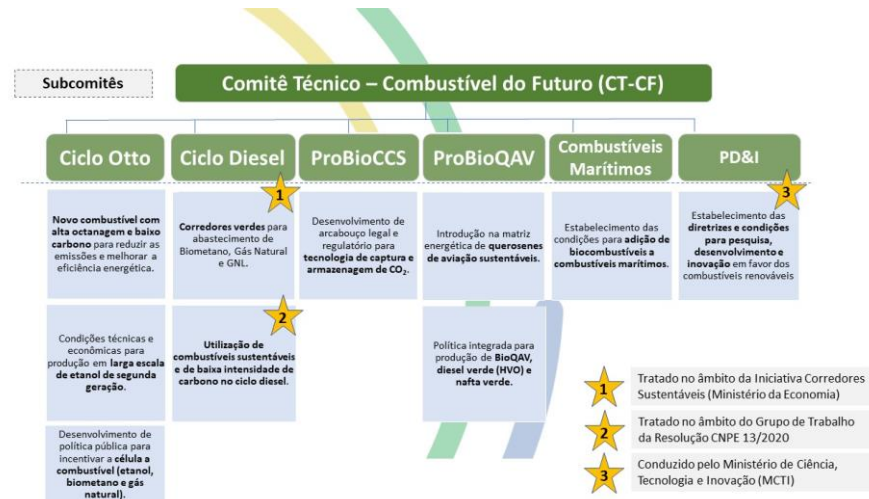
- Decreto nº 10.946, 25/01/2022
 - Estabelece um marco regulatório apropriado de eólica offshore no Brasil, esclarecendo os papéis das diferentes instituições
 - Regras claras sobre o direito marinho e outorga
 - Incrementará opções de energia renováveis e da resiliência e da confiabilidade do Sistema

<https://storymaps.arcgis.com/stories/1565a407d4a443029e035b1844c8437b>

Combustível do Futuro e Programa Nacional do Hidrogênio



Alternativas de descarbonização para setores de difícil abatimento de emissões



Resolução CNPE nº 7, 20/04/2021

Instituir o Programa Combustível do Futuro e criar o Comitê Técnico Combustível do Futuro (CT-CF).



Resolução CNPE nº 6, 20/04/2021

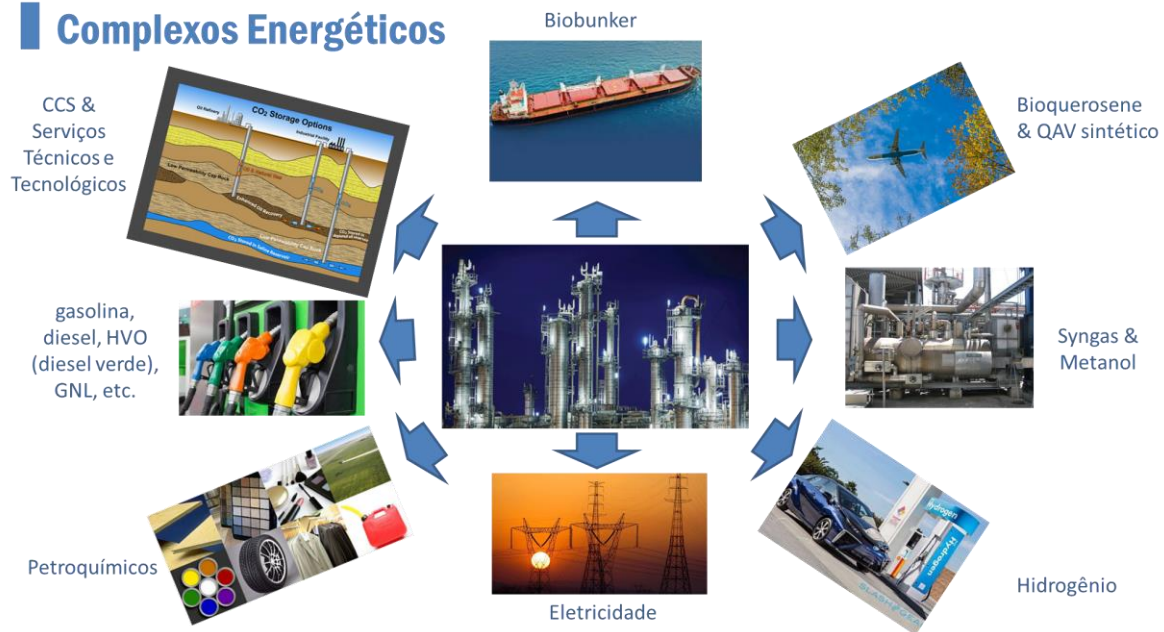
Determinar ao MME, em cooperação com o MCTI e MDR, e apoio técnico da EPE, a presente proposta de diretrizes para o PNH₂.

Planos de Ação dos Subcomitês do Combustível do Futuro aprovados em 04/09/2021 e Governança do PNH2 aprovada pela Resolução CNPE nº 6, 23/06/2022

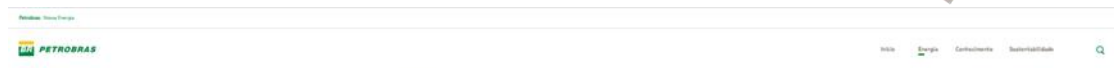
Setores de difícil abatimento verão mudanças significativas...



Complexos Energéticos

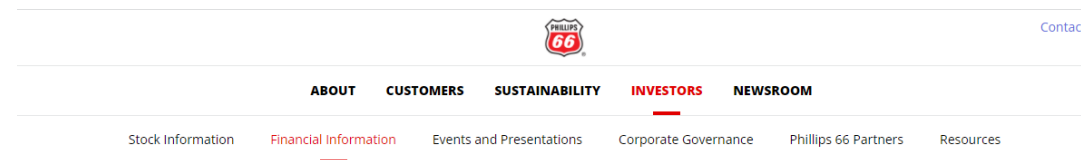


Biorrefinarias



BioRefino: combustíveis sustentáveis em terra, água e ar

Saiba como estamos nos preparando para um futuro de baixo carbono



Phillips 66 Plans to Transform San Francisco Refinery into World's Largest Renewable Fuels Plant

August 12, 2020

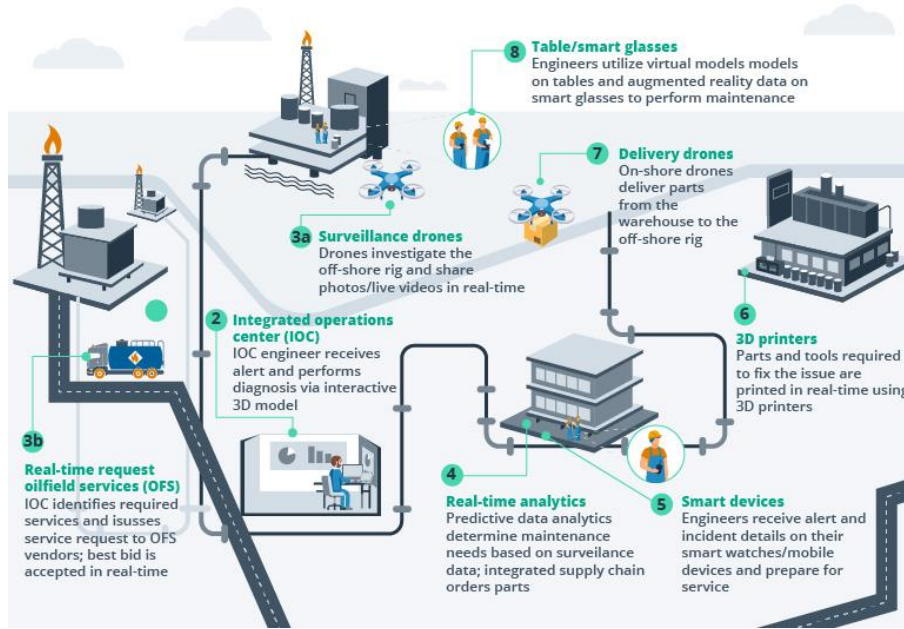
[Download this Press Release](#)

Conversion is expected to reduce the plant's greenhouse gas emissions by 50%

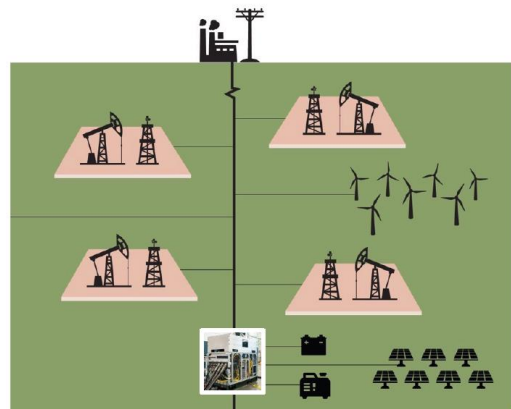
HOUSTON--(BUSINESS WIRE)-- Phillips 66 (NYSE: PSX), a diversified energy manufacturing and logistics company, announced today that it plans to reconfigure its San Francisco Refinery in Rodeo, California, to produce renewable fuels. The plant would no longer produce fuels from crude oil, but instead would make fuels from used cooking oil, fats, greases and soybean oils.

The Phillips 66 Rodeo Renewed project would produce 680 million gallons annually of renewable diesel, renewable gasoline, and sustainable jet fuel. Combined with the production of renewable fuels from an existing project in development, the plant would produce greater than 800 million gallons a year of renewable fuels, making it the world's largest facility of its kind.

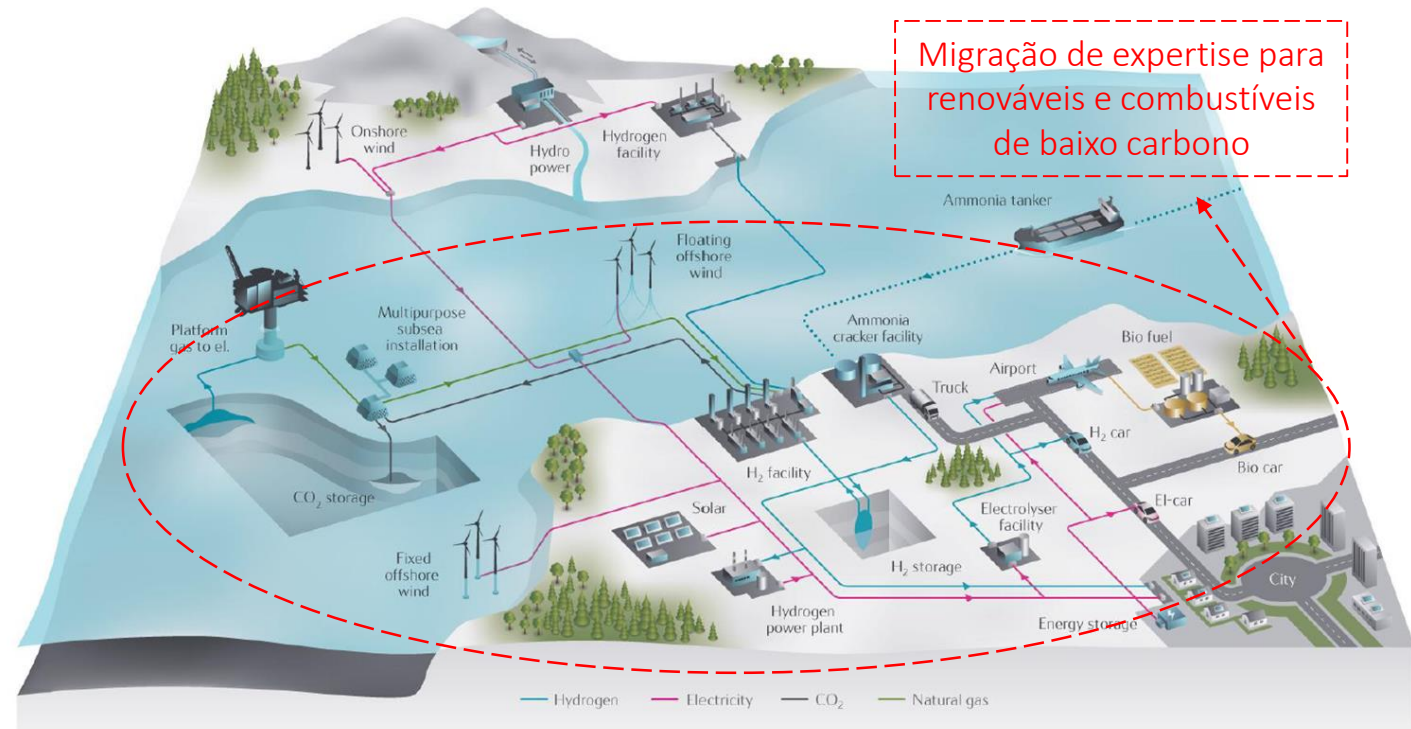
O&G: Reduzir a pegada de carbono e migrar expertise para renováveis e baixo carbono



Fonte: PWC <https://www.intellias.com/digital-transformation-in-oil-and-gas-a-remedy-for-market-volatility/>



Fonte: Joint Institute for Strategic Energy Analysis (2018)



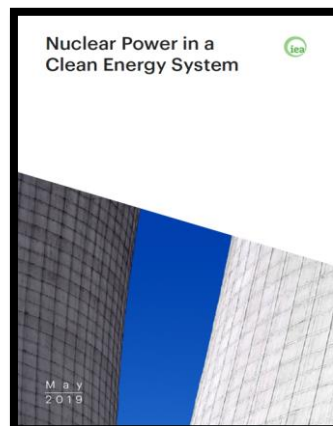
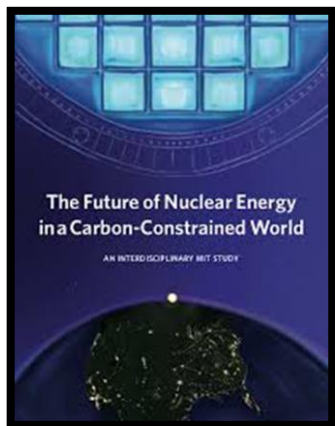
Fonte: Equinor (2018)

Digitalização, eficiência energética, CCUS & diversificação de portfólio (eólica, solar, ondas, biocombustíveis, hidrogênio, etc.)

Papel da energia nuclear na transição energética

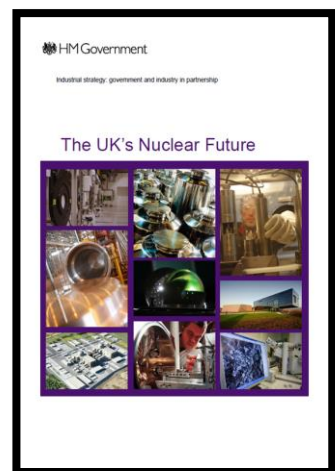


Segurança energética, confiabilidade do sistema, descarbonização e transbordamentos tecnológicos



PNE 2050 Energia Nuclear

No Brasil, a opção tecnológica foi o PWR, a tecnologia mais adotada no mundo, com mais de 60% das plantas em operação. Essa opção será mantida para Angra III e novos projetos de plantas que venham a ser eventualmente propostos na década de 2020. **Após 2030, novos projetos poderão ser baseados em tecnologias PWR, SMR e reatores de quarta geração, caso esses últimos atinjam maturidade tecnológica e competitividade.**



IAEA Coordinated Research Project – CRP
“Economic Assessment of the Potential for Small
Modular Reactors on a National Level”

Fórum Permanente sobre SMRs – ABDAN-EPE

Oportunidades:
padronização, simplicidade,
segurança, tempo de
construção & redução de
custos, flexibilidade, etc.

Desafios:
Incertezas tecnológicas,
muitos conceitos de reatores
sendo propostos, diversidade
de alternativas tecnológicas,
comparações entre
alternativas, etc.



Precificação de carbono para acelerar a mitigação de emissões de GEE

Diversas iniciativas de precificação de carbono – suporte ao MME na implementação ou avaliação

RenovaBio



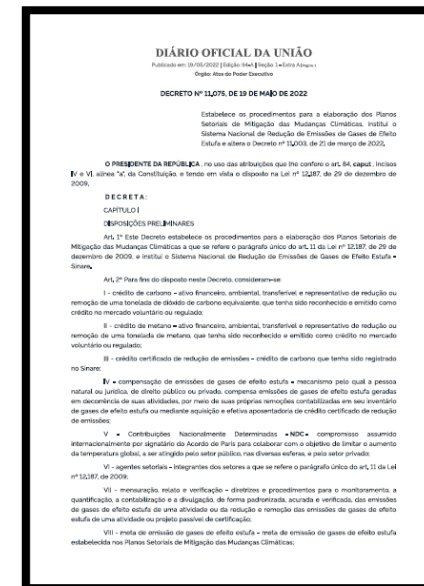
https://www.b3.com.br/en_us/products-and-services/additional-services/informational-service/decarbonization-credit-cbio/

Proposta de Diretrizes para a Consideração de Benefícios Ambientais no Setor Elétrico – Lei 14.120/2021



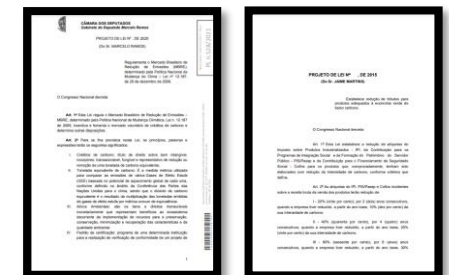
http://antigo.mme.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=c2df5720-e02c-766a-4b18-04fbcac21be2&groupId=36148

Procedimentos para Planos Setoriais e SINARE – Decreto 11.075/2022



<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-11.075-de-19-de-maio-de-2022-401425370>

Projeto de Lei de Mercado de Carbono (PL 528/2021) apensado ao Projeto de Lei de Economia Verde (PL 2148/2015) & Projeto de Lei de Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (PL 412/2022 e PL 1684/2022)



<https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/1548579>



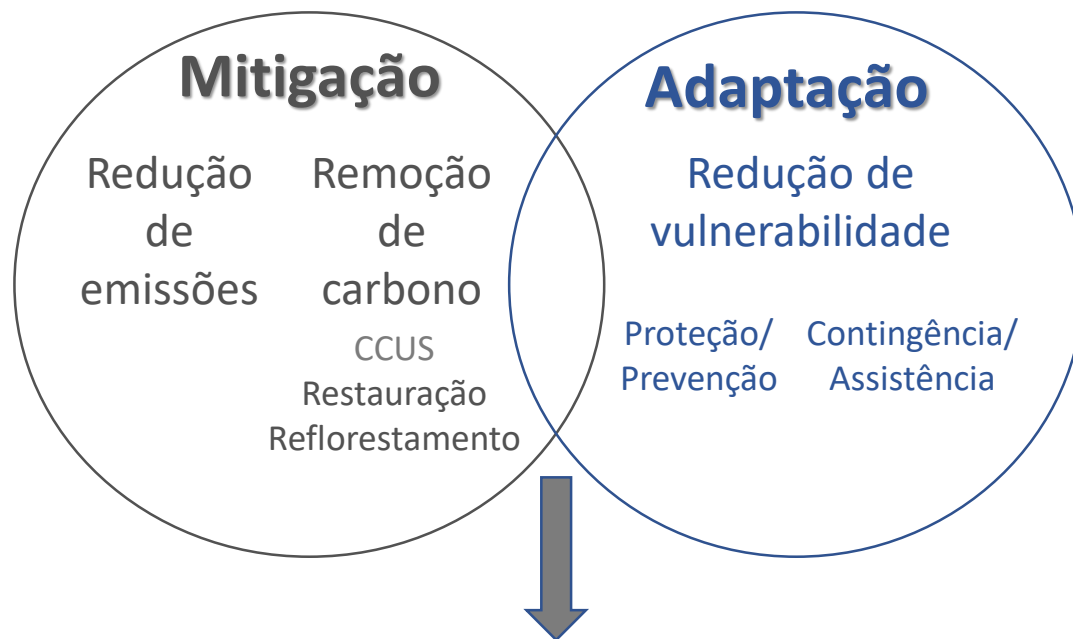
[PL 412/2022](#)

[PL 1684/2022](#)

Grandes oportunidades para setores florestal e O&G

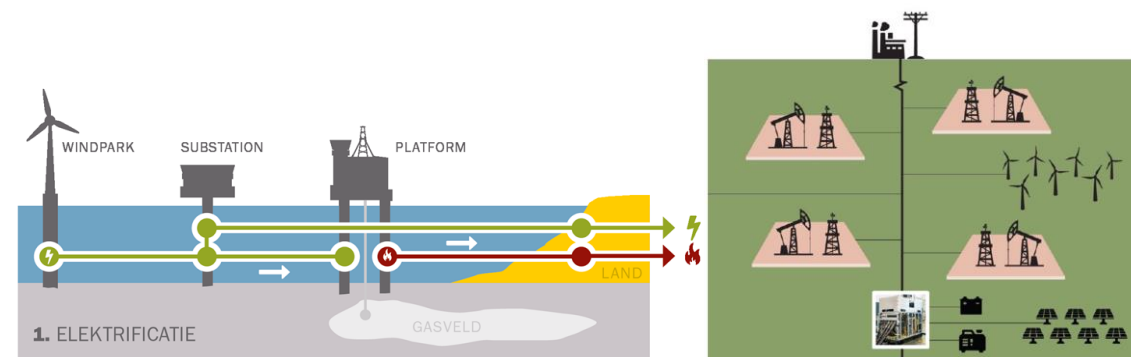


Efeitos climáticos e outros benefícios



https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Galerias/Convivencia/Restauracao_Ecologica/noticias/destaque_noticias/goias

Menor pegada de carbono por redução de emissões e remoção de carbono - diferencial no mercado e na sociedade



Petrobras inicia nova etapa do Plano de Restauração Florestal do Comperj

Publicado em: 27/03/2013 16:19:02



FOTO STÉFERSON FARIA

https://www.agenciapetrobras.com.br/Materia/ExibirMateria?p_materia=975150



COMPROMISSO COM A BIODIVERSIDADE

A Shell Brasil é signatária do Compromisso Empresarial Brasileiro para a Biodiversidade, do CEBDS, que estabelece nove metas ambientais até 2030. A assinatura do acordo reforça o papel da companhia na jornada pela transição energética.

<https://www.shell.com.br/sustentabilidade/meio-ambiente/compromisso-com-a-biodiversidade.html>

ACT EPE-BNDES: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/nota-tecnica-apoio-a-restauracao-florestal-no-brasil-pelas-empresas-de-oleo-e-gas-por-meio-de-creditos-de-carbono>

- Um decênio de mudanças: **desenhos e redesenhos de mercados, desenvolvimentos e transformações de segmentos do setor energético, aperfeiçoamentos e inovações tecnológicas e modelos de negócios.**
- **Temas-chave no horizonte 2031:** reformas econômicas, desenhos de mercado, universalização de acesso à energia e competitividade energética, desenvolvimento sustentável, regime hídrico, eletrificação, inserção de renováveis variáveis, aproveitamento dos potenciais energéticos (O&G, biocombustíveis, RED, RSU, nuclear, etc.), uso eficiente de energia, resposta da demanda e descarbonização.
 - Modernização do Setor Elétrico, Reate, Novo Mercado de Gás, RenovaBio, Programa Nacional do Hidrogênio - PNH2, Combustível do Futuro, benefícios ambientais do setor elétrico (Lei nº 14.120/2021), Marco de MMGD, Marco de Saneamento, NDC e Acordo de Paris, etc.
- **Transição energética não é uma virada de chave, é processo.**
- **Desafios e oportunidades já presentes** serão potencializados com a aceleração da transição energética.
- **Compensações florestais e mercados de carbono** podem ter um papel relevante no caso brasileiro.

Aproveitamento das vantagens competitivas existentes para construir as vantagens competitivas do amanhã.



www.epe.gov.br

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Obrigado!