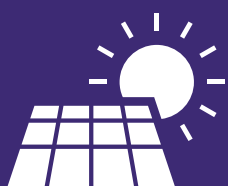


ANUÁRIO DO PETRÓLEO NO RIO

2022

CADERNO ESPECIAL:
TRANSIÇÃO ENERGÉTICA



Anuário do petróleo no Rio 2022 / Firjan SENAI, FIRJAN SESI – 2022. –
Rio de Janeiro: Firjan, 2016-
v.: graf. color.

Títulos anteriores: Anuário do petróleo no Rio: panorama 2020,
Anuário da indústria de petróleo no Rio de Janeiro
Incluiu bibliografia
Anual

1. Indústria petrolífera – Rio de Janeiro. I. Firjan SENAI. II. Firjan
SESI.

CDD 665.5098153



AGO. 2022

www.firjan.com.br

Av. Graça Aranha, 1, 8º andar
Centro, Rio de Janeiro
petroleo.gas@firjan.com.br

Expediente

Firjan – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

Presidente

Eduardo Eugenio Gouvêa Vieira

1º Vice-Presidente Firjan

Luiz César de Souza Caetano Alves

2º Vice-Presidente Firjan

Carlos Erane de Aguiar

1º Vice-Presidente CIRJ

Carlos Fernando Gross

2º Vice-Presidente CIRJ

Raul Eduardo David de Sanson

Presidente do Conselho Empresarial de Petróleo e Gás

Bruno Pereira de Freitas

Diretor Executivo Firjan Sesi SENAI

Alexandre dos Reis

Diretor de Competitividade Industrial e Comunicação Corporativa

João Paulo Alcantara Gomes

Diretora de Compliance e Jurídico

Gisela Pimenta Gadelha

Diretor de Gestão de Pessoas

Guilherme Cavalieri

Diretora de Finanças e Serviços Corporativos

Luciana Costa M. de Sá

GERÊNCIA DE PETRÓLEO, GÁS E NAVAL

Gerente e Coordenadora de Relacionamento Estratégico

Karine Barbalho Fragoso de Sequeira

Gerente de Projetos

Thiago Valejo Rodrigues

Coordenador da Divisão de Conteúdo Estratégico

Fernando Luiz Ruschel Montera

Coordenador da Divisão de Cadeia de Valor

Heber Silva Bispo

Equipe Técnica

Felipe da Cunha Siqueira

Iva Xavier da Silva

Juliana de Castro Lattari

Marcelli de Oliveira Tavares

Myllana Cabral da Silva

Savio Bueno Guimarães Souza

Apoio

Emanuelle Ferreira de Lima

Giovanna Serra Bárcia

Maria Eduarda Jacinto de Miranda

Priscila de Amorim Ribeiro Felipe

PROJETO GRÁFICO

GERÊNCIA GERAL DE COMUNICAÇÃO

Gerente Geral

Ingrid Buckmann

Gerente de Comunicação e Marca

Fernanda Marino

Equipe Técnica

Amanda Zarife

Ana Claudia de Souza

Aurélio Gimenez

Colaboração externa

EPE

Angela Oliveira da Costa
Carlos Augusto Góes Pacheco
Heloisa Borges Bastos Esteves
Marcelo Castello Branco Cavalcanti
Patrícia Feitosa Bonfim Stelling

NISSAN

Fernando Florido
Filippo Scelza

PETROBRAS

Gregorio da Cruz Araujo Maciel
Rafael Chaves Santos
Rafaela Guedes Monteiro

RYSTAD ENERGY

Muched Mustapha Bon Nassif

Colaboração interna

FIRJAN SENAI

Antonio Augusto Fidalgo Neto
Vinnicius Ferraco Brant

Sumário

Apresentação	4
ARTIGO RYSTAD ENERGY	5
Perspectivas da transição energética no mundo e inserção do Brasil	6
ARTIGO EPE.....	14
Transição Energética no Brasil e Rio de Janeiro: o papel do petróleo e visão do planejamento energético de longo prazo	15
ARTIGO PETROBRAS	18
Petrobras e suas contribuições para uma transição energética responsável	19
ARTIGO NISSAN.....	24
Visão Nissan sobre a transição energética aplicada ao mercado veicular	25
ARTIGO FIRJAN SENAI	30
Atuação Firjan SENAI no desenvolvimento de soluções para energia limpa.....	31
Referências	33

Apresentação

Assim como o mercado de energia, o **Anuário do Petróleo no Rio** vem se adaptando a um novo panorama. A cada ano, a dinâmica do mercado vem impondo novos desafios à indústria do petróleo, em movimento que acentuou ainda mais nos últimos dois anos.

O petróleo segue sendo, e seguirá por anos à frente, o grande protagonista na matriz energética mundial. Porém, não podemos ignorar o contexto de descarbonização que vivenciamos, com o crescimento da geração via fontes renováveis e de baixa emissão de gases de efeito estufa. Mudanças pelo lado da oferta e demanda tendem a intensificar o processo transitório do mercado de energia, trazendo ainda mais dinâmica e competição. Pensando nisso, a edição de 2021 já apresentou um olhar mais voltado a esta questão, com artigos da Firjan SENAI Sesi e da EPE que abordavam o papel do petróleo sob uma perspectiva de integração energética. No entanto, nesta edição, decidimos dar um passo adiante, trazendo, por meio da publicação deste **Caderno Especial: Transição Energética**, anexo ao **Anuário do Petróleo no Rio 2022**, visões de diferentes atores presentes em áreas de atuação distintas desse mercado.

Olhando pelo lado de planejamento integrado e pesquisa energética, a **Empresa de Pesquisa Energética – EPE** foi uma importante parceira neste documento ao apresentar suas ponderações através do artigo intitulado *Transição Energética no Brasil e Rio de Janeiro: o papel do petróleo e visão do planejamento energético de longo prazo*. O processo de transição energética está intrinsecamente ligado ao processo de pesquisa e inovação industrial. O ganho de competitividade de fontes renováveis de energia na última década é um forte exemplo desse processo. A atuação da **Firjan SENAI** no apoio à indústria, por meio de seus institutos de inovação, labora-

tórios tecnológicos e formação de profissionais qualificados, vem contribuindo para o desenvolvimento e amadurecimento da indústria ao longo desse processo. É por isso que trouxemos neste caderno um artigo voltado a esse ponto, intitulado *Casos de Sucesso do Portfólio Firjan SENAI no Processo de Transição Energética*.

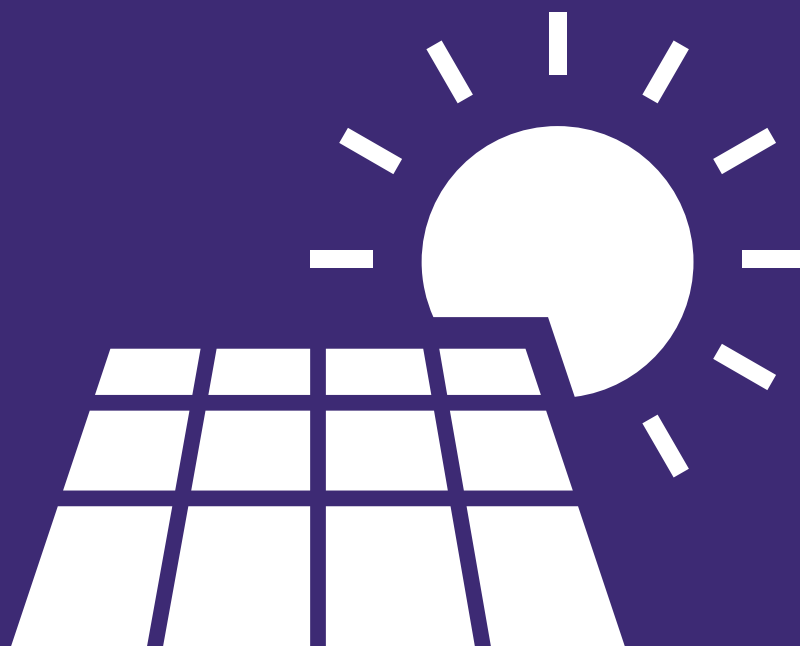
Como principal expoente do mercado de petróleo no país, em diversos elos da cadeia produtiva, em especial na exploração, produção e no refino, a **Petrobras** foi convidada a trazer sua visão sobre o tema, apresentando o posicionamento da empresa e suas ações de mitigação relacionadas às mudanças climáticas, por meio do artigo *Petrobras e suas contribuições para uma transição energética responsável*.

Um dos grandes mercados dos derivados de petróleo, o segmento veicular vem se preparando para uma nova realidade em termos de transição energética. Alterações no perfil de demanda energética são previstas e são temas de grande relevância para toda a indústria do petróleo. Em uma abordagem bastante interessante sobre essa questão, a **Nissan** foi importante colaboradora neste Caderno Especial ao apresentar seu artigo *Visão Nissan sobre a Transição Energética Aplicada ao Mercado Veicular*.

Por fim, para complementar as diferentes perspectivas sobre a transição energética, consideramos importante agregar o olhar sob o ponto de vista de uma consultoria do setor. Para isso, contamos com a parceria da renomada empresa **Rystad Energy**, que faz uma análise completa das tendências e do momento atual, em termos global e local, por meio do artigo *Perspectivas da Transição Energética no Mundo e inserção do Brasil*.

Boa leitura!

ARTIGO
RYSTAD ENERGY



Perspectivas da transição energética no mundo e inserção do Brasil

Elaborado por Rystad Energy

A vez da transição energética – não foi apenas o planeta que esquentou

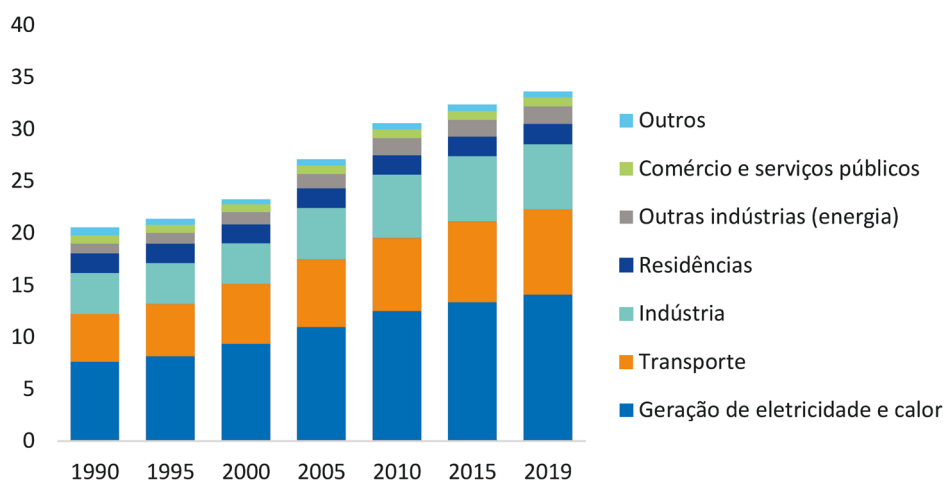
Secas extremas e prolongadas, tempestades e ciclones cada vez mais intensos, chuvas torrenciais, dentre outros, são fenômenos climáticos cada vez mais presentes no nosso cotidiano e na mídia. Diversas pesquisas de institutos renomados apontam fortes evidências de que o aumento da frequência e da intensidade de tais eventos esteja correlacionado ao aumento da temperatura média da superfície do planeta (TMSP). Estima-se que a atividade humana tenha elevado a TMSP em aproximadamente 1°C do início da revolução industrial até o presente.

Se o aquecimento global mantiver as taxas de crescimento atuais, é muito improvável que o aumento da TMSP se mantenha abaixo de 1,5°C até 2050, podendo alcançar até 2°C. Esse incremento de 0,5°C pode representar uma diferença significativa na magnitude dos impactos causados tanto nos sistemas naturais quanto na vida humana, uma vez que os fenômenos climáticos se tornariam ainda mais frequentes e extremos em diversas regiões do planeta.

Sendo assim, visando limitar o aquecimento global e amenizar seus impactos sobre diversos ecossistemas, sobre a biodiversidade de espécies animais e vegetais, e sobre diferentes atividades humanas, como a agricultura e a pesca, é necessária uma redução na emissão de gases de efeito estufa (GEEs) que, por absorverem parte da radiação infravermelha, dificultam a troca de calor entre a superfície terrestre e o espaço, agravando o aquecimento do planeta.

Apesar de outros gases também colaborarem para o efeito estufa, o dióxido de carbono (CO₂) é o principal agente, sendo responsável por 89% das emissões de GEEs em 2021. A queima de combustíveis fósseis para geração de energia e para o segmento de transporte, por sua vez, é a principal responsável pelas emissões de CO₂. Em 2019, 42% das emissões de CO₂ se deram pela geração de eletricidade e calor, e 24% pelo segmento de transporte. Veja no gráfico a seguir a evolução das emissões por segmento.

Gráfico 1 – Emissões de CO₂ por Segmento (Gt)



Fonte: IEA.

Daí a razão pela qual a transição energética para uma matriz mais limpa, renovável e menos intensa em carbono se tornou um tema de discussão tão relevante nos últimos anos, e mais do que isso, uma necessidade

reconhecida pelas principais economias do mundo, através de metas de neutralidade de carbono a serem alcançadas entre 2050 e 2060 – caso de Brasil e China.

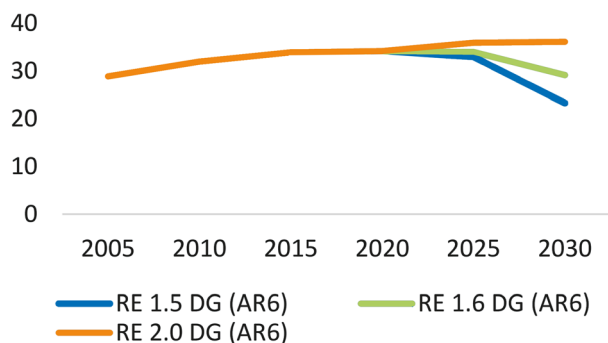
1,6°C, um cenário desafiador, mas ainda possível

Durante a 26ª edição da Conferência das Nações Unidas para Mudanças Climáticas (COP 26), realizada em novembro de 2021 em Glasgow, na Escócia, os integrantes reafirmaram os compromissos climáticos de suas respectivas nações, formando inclusive novas coalisões a fim de agir sobre os principais responsáveis pelas emissões de GEEs, desde plantas de geração de energia elétrica movidas à carvão, com emissões de metano, a meios de transporte individual e infraestrutura de transmissão elétrica.

Com base em extensas pesquisas e modelos climáticos altamente complexos, a COP 26 evidenciou um consenso entre o meio científico de que limitar o aquecimento global a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais é fundamental para evitar uma série de desastres ecológicos. Para tanto, estima-se uma cota de 490 Gt de emissões de CO₂ a partir de 2020, até que a neutralidade em carbono seja atingida por volta de 2047.

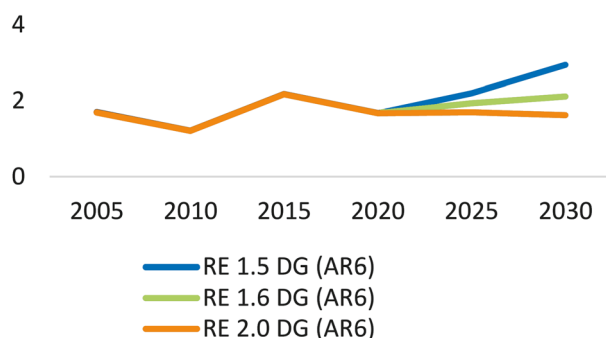
Embora essa meta requeira uma quebra de paradigma na geração, transporte e consumo de energia, os cenários energéticos desenvolvidos pela Rystad Energy indicam que a transição energética necessária para a estabilização do aquecimento global próximo a 1,5°C – cenário RE 1.5 – ainda está ao nosso alcance. O cenário RE 1.6, com neutralidade em carbono atingida por volta de 2056, por exemplo, requer uma cota total de emissões de CO₂ de aproximadamente 660 Gt, cerca de 35% maior que no cenário RE 1.5, sendo que o montante de investimentos requeridos nos mercados de *upstream* e *midstream* entre 2021–2030, para tal cenário, é de aproximadamente US\$ 20,8 trilhões em comparação com o nível de investimentos realizados na última década. Veja nos gráficos a seguir as emissões de CO₂, projetadas para os diferentes cenários, bem como o nível de investimentos para os mesmos até 2030.

Gráfico 2 – Emissões de CO₂ Projetadas por cenário (Gt)



Fonte: Rystad Energy.

Gráfico 3 – Investimentos em Upstream e Downstream por Cenário (Trilhões de US\$)



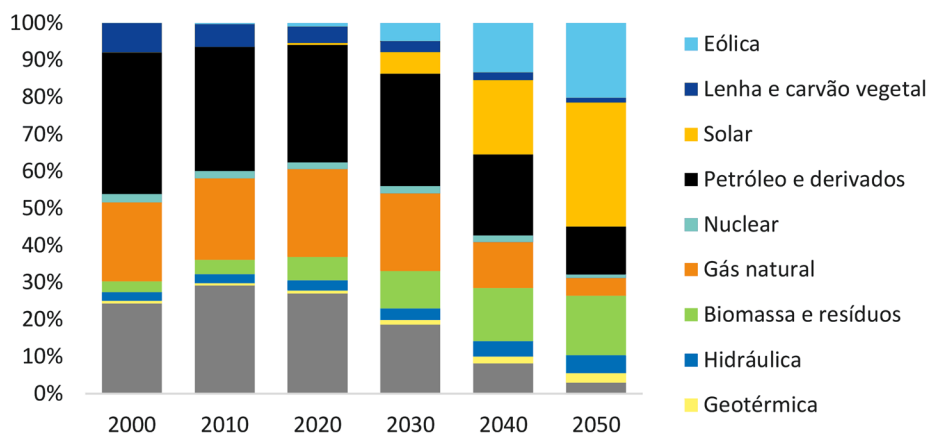
Fonte: Rystad Energy.

Verde, a cor mais quente

A inserção acelerada de fontes renováveis na matriz energética global será crucial para a descarbonização do mercado, uma vez que substituirão a geração através da queima de combustíveis fósseis. Em 2019, cerca de 83% da oferta de energia primária no mundo veio de combustíveis fósseis. Em contrapartida, esse

número deverá se reduzir para cerca de 21% em 2050, no cenário RE 1.6. Observe no gráfico abaixo como as fontes renováveis deverão substituir os combustíveis fósseis na matriz energética para que o cenário RE 1.6 seja concretizado.

Gráfico 4 – Composição da Oferta de Energia Primária (Cenário RE 1.6)



Fonte: Rystad Energy.

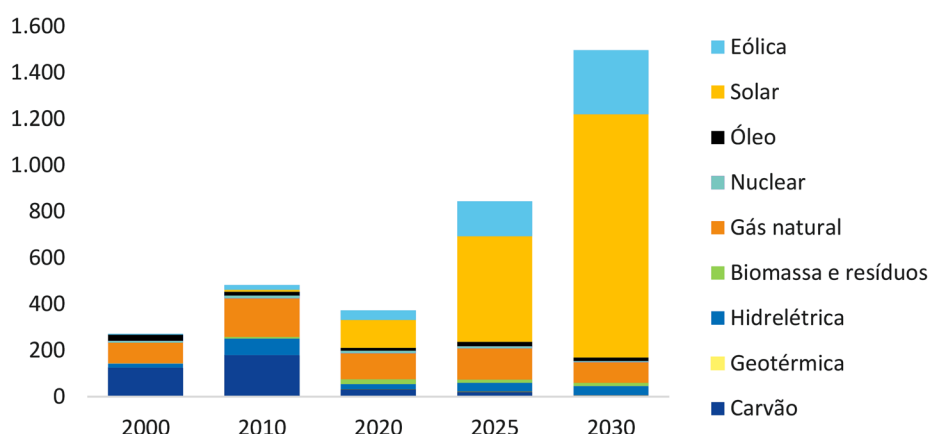
À medida que os investimentos no mercado energético forem cada vez mais direcionados às fontes renováveis, o ganho de escala e redução de custos das mesmas acelerará a substituição de combustíveis fósseis na matriz energética com fundamentos econômicos. Para a concretização do cenário RE 1.6, é estimada a necessidade de adição de cerca de 5,7 TW de capacidade de geração solar fotovoltaica e outros 1,8 TW de plantas eólicas entre 2021 e 2030.

Tais requerimentos representam um desafio formidável para toda a cadeia de suprimentos, seja pelo aumento da capacidade instalada de produção de módulos e turbinas, seja pela disponibilidade de matéria-prima. Entretanto, assumindo que os principais fabricantes de

módulos sejam bem sucedidos em atingir suas metas de crescimento, a capacidade instalada global de fabricação de módulos excederá 500 GW/ano em 2023, e, ainda que o ritmo de crescimento diminua, é bastante provável que os fabricantes atinjam níveis de produção condizentes com o cenário RE 1.6 – cerca de 1 TW/ano em 2030. Tratando-se de turbinas eólicas, a atual capacidade instalada, de cerca de 137 GW, se mostra suficiente para fornecer as adições requeridas no curto prazo, sendo necessária uma expansão que atinja aproximadamente 300 GW/ano em 2030.

Veja a seguir as projeções de adições de capacidade por fonte para o cenário RE 1.6.

Gráfico 5 – Adição de Capacidade por Fonte no Cenário RE 1.6 (GW)

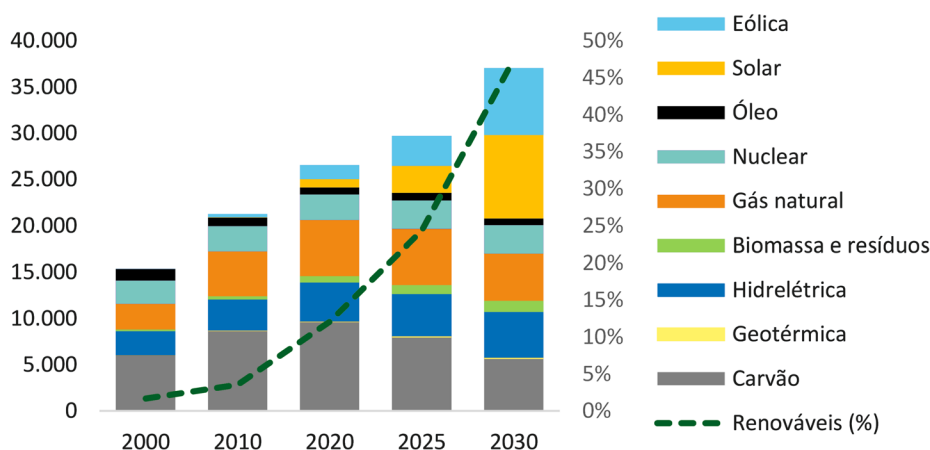


Fonte: Rystad Energy.

Em tal cenário, as fontes renováveis serão responsáveis por mais de 45% da geração de eletricidade em 2030, tomando uma importante fatia da participação da ge-

ração através de combustíveis fósseis, como é possível observar no gráfico abaixo.

Gráfico 6 – Geração de Eletricidade por Fonte no Cenário RE 1.6 (TWh)



Fonte: Rystad Energy.

É importante observar que a inserção em larga escala de fontes renováveis na matriz elétrica traz consigo enormes desafios para os operadores dos sistemas de transmissão e despacho. A geração de energia bem como a operação dos sistemas devem ficar cada vez mais vulneráveis à intermitência do tempo, aumen-

tando os requerimentos de flexibilidade dos sistemas. Nesse sentido, no médio prazo, em muitos mercados as termelétricas à gás natural continuarão sendo fundamentais para assegurar a confiabilidade dos sistemas, especialmente em momentos que demandarem flexibilidade operativa.

O futuro cada vez mais próximo da realidade

A médio e longo prazo, sistemas de armazenamento de energia, como baterias (BES), serão fundamentais para sustentar o nível de adições necessárias de capacidade renovável. A Agência Internacional de Energia (IEA) estima que em 2022 os investimentos em BES alcancem cerca de US\$ 18 bilhões, o dobro do que foi realizado em 2021, sendo os Estados Unidos e a China os principais vetores desses investimentos. Essa tendência deve continuar nos próximos anos, e ganhos de escala aliados a disrupções tecnológicas deverão reduzir cada vez mais os custos desses sistemas, tornando-os cada vez mais competitivos. Além disso, a descentralização da geração de energia por meio de sistemas de geração distribuída também deverá contribuir para o aumento de instalações de baterias *behind-the-meter*.

A eletrificação das frotas de veículos leves mundo à fora já começa a ser uma realidade e deverá, num futuro não muito distante, substituir um volume significativo do uso de combustíveis fósseis por fontes renováveis para esse fim. A Rystad Energy estima que as vendas de carros elétricos (BEV) e híbridos (PHEV) alcançaram uma participação superior a 10% das vendas globais de carros ao final de 2021.

Outras tecnologias fundamentais no âmbito da transição energética serão os sistemas de captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS) e a produção e uso do hidrogênio (H₂) em larga escala, especialmente o hidrogênio verde (H2V), gerado a partir de fontes renováveis. A principal barreira para o desenvolvimento de projetos de CCUS e de H2V no curto prazo está relacio-

nada a seus custos elevados e à necessidade de desenvolvimento de infraestrutura de transporte, no caso do H₂V. A Rystad Energy estima que a demanda de H₂ em 2030 aumentará 60% em relação à demanda de 2020,

chegando a 112 Mt, sendo China e Estados Unidos os principais mercados, com 24% e 21% da demanda total, respectivamente.

O caso privilegiado da matriz energética brasileira

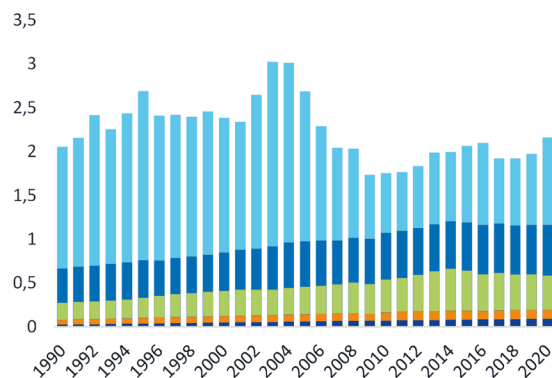
No caso do Brasil, a vastidão territorial, acrescida da riqueza em recursos hídricos e solos férteis, favoreceu a exploração da energia hidrelétrica bem como o desenvolvimento da biomassa e da cadeia de biocombustíveis. Além disso, a exploração dos excelentes recursos eólicos da região nordeste e mais recentemente, a inserção acelerada de plantas solares, tanto através de plantas centralizadas quanto via geração distribuída, colocam o Brasil numa posição privilegiada em relação ao resto do mundo pela sua matriz energética de baixa pegada de carbono.

Segundo a IEA, em 2019, mais de 44% da oferta interna de energia no Brasil adveio de recursos renováveis, ao passo em que, nos países que compõem o bloco da

OCDE, a participação das fontes renováveis na matriz foi inferior a 14%.

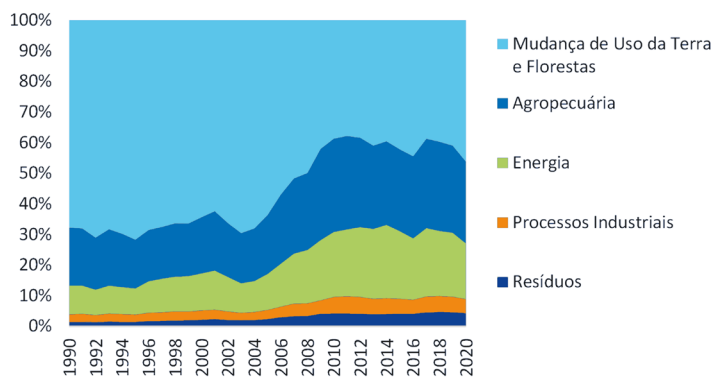
Consequentemente, a intensidade de carbono na matriz energética brasileira é significativamente mais baixa que nas principais economias do mundo. De acordo com os dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), em 2020, as emissões de CO₂ no Brasil totalizaram 2,2 GtCO₂e, sendo o desmatamento de florestas responsável por 46% desse total, seguido pelo setor de agropecuária, com 27% do total. O mercado energético respondeu por apenas 18% das emissões. Observe nos gráficos a seguir a evolução do total de emissões por mercado e suas participações relativas.

Gráfico 7 – Emissões de CO₂ por Mercado (Gt)



Fonte: SGEE.

Gráfico 8 – Emissões de CO₂ por Mercado (%)



Fonte: SGEE.

Na COP 26, o Brasil assumiu o compromisso de limitar suas emissões de 2030 a 50% do realizado em 2005, isto é, 1,2 GtCO₂e. Para tanto, o Ministério do Meio Ambiente estabeleceu metas voltadas à neutralidade de carbono, comprometendo-se a zerar o desmatamento ilegal até 2028, recuperar 18 milhões de hectares de florestas até 2030, elevar a participação de energias re-

nováveis na matriz energética de 45% a 50% em 2030, recuperar 30 milhões de hectares de pastagens, e incentivar o desenvolvimento ferroviário. O Brasil também é um dos signatários do Compromisso Global de Metano, que tem como meta reduzir as emissões do gás metano em 30% até 2030.

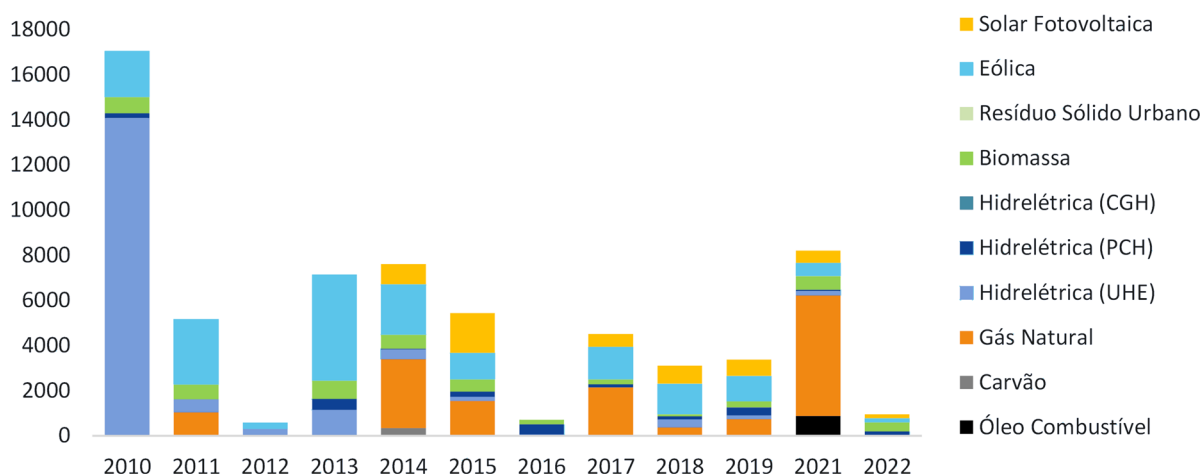
Sol radiante e ventos fortes roubam o cenário outrora repleto de água

No que diz respeito à geração de eletricidade, o modelo de leilões adotados pelo Brasil se mostrou bastante eficaz em acelerar a inserção de fontes renováveis em sua matriz de geração nos últimos anos. Apesar dos desafios iniciais e um histórico de projetos cancelados, tanto no caso de usinas eólicas quanto fotovoltaicas, o país desenvolveu uma importante cadeia nacional de suprimentos e de logística, que contribui de maneira relevante para atender o elevado número de projetos contratados.

O fato da maior parte do potencial hidroelétrico remanescente estar localizado na região norte do país, em meio a floresta amazônica, tornou a contratação de grandes hidrelétricas mais desafiadora, dados os

elevados impactos ambientais, a alta complexidade dos projetos e custos elevados. Isso beneficiou diretamente as fontes renováveis que, por serem abundantes, mais competitivas e limpas, tornaram-se o maior vetor de expansão do mercado elétrico. De 2013 a 2021, os leilões contrataram mais de 12,6 GW de projetos eólicos e mais de 5,2 GW de projetos fotovoltaicos, aproximadamente 45% de toda a capacidade contratada nesse mesmo período. Essa tendência deve se manter no futuro, sendo o crescimento da demanda de eletricidade o maior fator de incerteza para os volumes futuros. Observe no gráfico a seguir a capacidade contratada nos leilões por fonte.

Gráfico 9 – Capacidade Adjudicada em Leilões por Fonte (MW)



Fonte: CCEE.

A intermitência das fontes renováveis, aliada à diminuição da capacidade relativa de armazenamento nos reservatórios, requererá cada vez mais flexibilidade operativa do sistema, favorecendo termelétricas à gás no

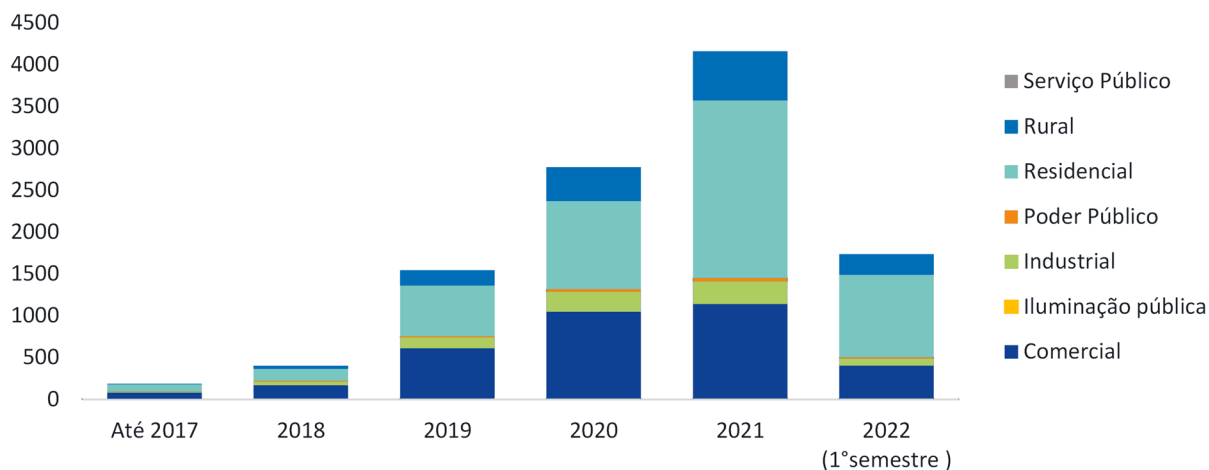
médio prazo, que, por sua vez, assegurarão confiabilidade e segurança do suprimento sempre que as condições temporais não estiverem favoráveis.

Os telhados brasileiros estão diferentes

O aumento das tarifas reguladas de eletricidade – impulsionado por secas bastante duradouras, muitas vezes combinadas com alto custo de combustíveis –, a volatilidade dos preços de energia, a queda nos custos de painéis solares e uma regulação bastante favorável

alavancaram a geração distribuída fotovoltaica, que até o primeiro semestre de 2022 somou 11,4 GW instalados. Tal número representa mais de 6% de toda a capacidade de geração centralizada instalada no país no mesmo período.

Gráfico 10 – Adição de Capacidade de Geração Distribuída Fotovoltaica (MW)



Fonte: ANEEL.

13

Espera-se que o Novo Marco Legal da Geração Distribuída, instituído pela Lei 14.300/2022, desacelere o ritmo de novas conexões a partir de 2023, uma vez que incluirá a tarifa de uso do sistema de distribuição (TUSD)

nos custos dos novos projetos. Contudo, a geração distribuída continuará exercendo um papel importante na adição de capacidade renovável nos próximos anos.

O Brasil começa a se posicionar no mercado de hidrogênio

Em junho deste ano, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) aprovou o Programa Nacional do Hidrogênio (PNH2), e em breve um comitê técnico será formado a fim de criar e gerenciar um plano de trabalho para sua implementação. Ainda não há clareza sobre as rotas tecnológicas para a produção do H2 que serão priorizadas nesse programa.

Mesmo sem uma estratégia nacional definida, diversos memorandos de entendimento já foram assinados para analisar a viabilidade de produção do H2V, tanto para consumo interno quanto para exportação. A maioria desses projetos estão sendo estudados nos arredores de importantes portos e de complexos industriais, além de estarem próximos a projetos eólicos *offshore*, que poderão ser contratados e desenvolvidos no médio prazo.

O estado do Ceará é o mais engajado atualmente e conta com os maiores projetos de H2V anunciados no país até o momento, somando uma capacidade anual de produção de cerca de 1,5 Mt a ser comissionada até 2032. O custo e a demanda são fatores decisivos para a viabilização de tais projetos, e de outros no futuro. A Rystad Energy estima que o H2V já seja competitivo com o H2 azul – obtido através de combustíveis fósseis, com sistemas de captura de carbono – até o final desta década. Os elevados fatores de capacidade de plantas eólicas *onshore* e *offshore*, aliados à criação de um mercado de carbono eficiente e de gatilhos regulatórios, podem tornar o H2V produzido no Brasil bastante competitivo no médio prazo.

ARTIGO EPE



Transição Energética no Brasil e Rio de Janeiro: o papel do petróleo e visão do planejamento energético de longo prazo

Elaborado por EPE

A energia e o acesso a ela são condicionantes fundamentais para o desenvolvimento humano. É, de fato, um bem intrinsecamente ligado ao rápido e exponencial processo de crescimento econômico dos últimos séculos. E, ao longo desse desenvolvimento, a forma como produzimos e consumimos a energia se modificou. Ao longo da história da humanidade, transições energéticas se mostraram capazes de alterar o perfil de consumo da sociedade. Trata-se, contudo, de um processo gradativo e lento: passamos da lenha para o carvão, do carvão para o petróleo, e continuamos mudando o padrão da energia que consumimos.

O atual processo de transição energética, entretanto, vai muito além da energia, sendo permeado por condicionantes como desenvolvimento sustentável e inovações tecnológicas em resposta à questão das mudanças climáticas. Ainda, é importante notar que, na transição em curso, grande parte das nações apresenta agendas que visam reduzir os custos energéticos e os riscos ao abastecimento de energia em seus territórios, promovendo a eficiência no uso e oferta de seus recursos com vistas ao desenvolvimento econômico e preservação ambiental.

Esses processos estão ligados a profundas transformações de padrões vigentes de infraestrutura de produção, transporte e utilização de energéticos e, nesse sentido, não é um processo rápido ou linear. Ao contrário, é marcado pela longa coexistência entre a fonte que caracteriza o padrão de consumo vigente e as fontes que são progressivamente substituídas. A transição energética

consiste nas transformações em direção a uma economia de baixo carbono e menor pegada ambiental, com estímulos ao uso mais eficiente dos recursos energéticos e à redução da participação de combustíveis de maior emissão de carbono na matriz energética primária mundial, em favor de fontes de baixo carbono. Nesse sentido, há uma corrida tecnológica com diversas rotas e alternativas em disputa para assumir papel relevante na transição energética, com perspectivas de uma indústria emergente coexistindo e eventualmente substituindo a indústria tradicional de energia.

Em um mundo que necessita de energia, o deslocamento da demanda de hidrocarbonetos pediria por inovações tecnológicas com uso de fontes alternativas, o que não ocorrerá de forma efetiva no curto prazo. Apesar do avanço das energias renováveis, ainda são requeridos volumes significativos de investimentos em inovação para que os principais países efetivamente se adequem à trajetória desejada de emissões líquidas nulas em 2050 (*Net Zero 2050*)¹. E, ainda que o investimento seja feito, o ritmo do desenvolvimento e difusão tecnológica, necessário para a transformação do mercado de energia, depende da disponibilidade de infraestrutura – que demanda tempo e significativos investimentos para ser construída – e da absorção de novas tecnologias por um mercado de massa – aliás, a difusão da inovação é um processo demorado.

Tais requisitos podem fazer com que a ampliação da participação de fontes renováveis na matriz energética não ocorra na velocidade assumida em muitos cená-

¹ Segundo International Energy Agency (IEA) (2021), cerca de 75% do progresso requerido para a descarbonização da economia mundial envolve tecnologias e processos que ainda não são economicamente viáveis. Para atender a essa demanda, a IEA estima que haja necessidade de expandir em sete vezes os investimentos em tecnologias limpas, o que representaria US\$ 150 bilhões por ano.

rios otimistas, assinalando a dependência, em curto e médio prazo, da geopolítica pela energia provida, principalmente, de fontes fósseis, em especial petróleo e gás natural. De fato, segundo a IEA, tecnologias como a bateria e a célula combustível a hidrogênio não deverão deslocar parcelas significativas de demanda antes de 2030.

Em especial, no caso da descarbonização do setor de transportes, mesmo com o processo de eletrificação de veículos que está avançando com rapidez na Europa e na China, ainda são requeridos investimentos expressivos, tanto por parte de governos quanto por parte da indústria automotiva e de segmentos de distribuição de energia e de serviços de mobilidade, com vistas a possibilitar que o licenciamento de veículos novos com emissão nula no escapamento suplante o de veículos a combustão interna. Para esse segmento, um processo de transição energética mais acelerado exigiria uma combinação de fatores, como maiores ganhos de eficiência energética, penetração mais rápida de veículos com emissão nula e aceleração de mudanças comportamentais da população – como a maior disseminação do trabalho remoto e a substituição de viagens aéreas de negócios por teleconferências.

Notem que, apesar de haver divergências nos cenários futuros acerca da velocidade da transição, não há dúvidas quanto ao fato de que ela é inexorável: o mundo vai se deslocar rumo a uma economia de baixo carbono. Por este motivo, está sendo observado um movimento não apenas de intensificação do desenho de políticas públicas, na direção de novo cenário de penetração de energias alternativas e de atendimento às metas de descarbonização, mas também a alteração das estratégias de negócios por parte de diversas empresas petrolíferas, que vem se posicionando como empresas de energia, em um movimento que parte de suas competências centrais (O&G), com gradual mudança de posicionamento em busca de diversificação de suas carteiras de investimento. Essa extensão do modelo de negócios implica na estruturação de um portfólio integrado, incluindo ativos de tecnologias de hidrocarbonetos e de baixo carbono. Contudo, embora as empresas do mercado de O&G estejam aumentando os investimentos em fontes alternativas, poucas possuem mais de 5% deste tipo de fonte em sua carteira, e ainda há um caminho a percorrer para que diversos projetos atinjam

o amadurecimento tecnológico e econômico.

Nesse contexto, o petróleo ainda permanece com papel preponderante na oferta mundial de energia e continuará a ser relevante no longo prazo. Cerca de 80% da energia primária mundial é suprida por combustíveis fósseis – incluindo o carvão –, sendo 52,5% referente a óleo e gás. Estimativas do cenário-base da Agência Internacional de Energia (IEA) sinalizam que esse percentual será reduzido ao longo do tempo, não havendo mudança significativa no longo prazo, com participações de 48% a 55%, em 2040, a depender do cenário adotado. Assim, os avanços na tecnologia, os combustíveis alternativos, as políticas ambientais e as contínuas mudanças globais, na atividade econômica e no comportamento da sociedade, podem alterar a demanda de energia no futuro, com implicações para os mercados de combustíveis fósseis.

No que tange à transição energética no Brasil, o país assumiu na COP 26 compromissos de aumentar a meta de corte dos gases de efeito estufa em 2030, dos atuais 43% para 50% em relação ao nível de emissão de 2005, antecipar de, 2030 para 2028, a meta de eliminação do desmatamento ilegal, e alcançar a participação de 45% a 50% das energias renováveis na composição da matriz energética. Tais compromissos sinalizam uma preocupação com as mudanças climáticas e caminham no sentido de reduzir as emissões, em um horizonte de médio/longo prazo.

O país, importa destacar, já possui uma matriz com alto nível de renovabilidade, correspondendo a 44,7% em 2021, e apresenta hoje um setor energético dos mais renováveis entre as grandes economias. Detentor de recursos naturais abundantes e diversificados, além de condições edafoclimáticas favoráveis para a produção de energia, o Brasil se encontra em uma condição privilegiada em função da participação de fontes renováveis em sua matriz energética. Destacam-se, além da energia hidráulica, a solar, a eólica e a bioenergia, sendo utilizadas principalmente na geração de eletricidade e no segmento de transportes. Em termos de matriz elétrica, a participação das fontes renováveis é ainda mais significativa, sendo responsáveis por 85% da oferta interna de energia elétrica nacional, patamar que deve ser mantido no horizonte decenal (EPE, 2022a; 2022b). A estratégia energética de longo prazo do país indica que esse diferencial, embora não seja garantia de sucesso

na transição energética, será mantido como um ativo geopolítico e um dos pilares da estratégia brasileira de transição rumo a uma economia de baixo carbono. Nesse cenário, um planejamento energético integrado torna-se estratégico para a formulação e implementação de diretrizes a serem seguidas nas próximas décadas, de maneira a auferir benefícios de escolhas que alcancem esse horizonte temporal, utilizando a interatividade e a complementariedade das diversas fontes energéticas nacionais – tanto as renováveis, como as fósseis. A integração energética possibilita o incremento na segurança de abastecimento da região, seja pela ampliação da confiabilidade sistêmica, seja pela diversificação das origens de suprimentos ou fontes energéticas, desde que associadas às garantias de provimento. E o planejamento energético brasileiro faz parte de um processo iterativo de avaliação e aprimoramentos, para que o Brasil possa não apenas posicionar-se de maneira competitiva no contexto econômico internacional, mas atender às exigências inerentes à sustentabilidade ambiental, eficiência energética e novas tecnologias de produção e uso de energia.

A despeito do ritmo na transição energética, é importante que a demanda crescente por energia seja atendida de forma previsível e estável, aproveitando de forma eficiente os atributos que cada fonte tem a oferecer. Por este motivo, a estratégia energética brasileira indica que o petróleo continuará sendo uma fonte indispensável de energia e de matéria-prima para o Brasil que, detentor de expressivos recursos de petróleo e gás natural, desenhou sua estratégia energética, e respectivo planejamento energético, distintos e próprios, promovendo uma agenda positiva e buscando estabelecer um ambiente favorável à atração de investimentos necessários à manutenção do princípio de aproveitamento dos recursos de petróleo.

A província petrolífera do Pré-sal, importante fonte de receitas para o Rio de Janeiro, manifesta um amplo potencial para a economia brasileira, seja pelo grande volume de produção esperado, seja pela alta qualidade do óleo extraído dessa região. Tais características conferem não apenas ao Rio de Janeiro, mas ao Brasil, um protagonismo mundial na exploração e produção de petróleo e gás natural em ambiente *offshore*. Atualmente, o Pré-sal contribui com mais de 75% da produção nacional de petróleo e gás natural (ANP, 2022). As proje-

ções indicam um crescimento significativo da produção nacional de óleo cru na próxima década, evoluindo de cerca de 3 milhões bpd, atualmente, para 5,2 milhões bpd, em 2031. Como consequência, os excedentes brasileiros de petróleo poderão ser exportados em um volume médio de 2,7 milhões bpd, posicionando potencialmente o Brasil entre os cinco maiores exportadores de petróleo do mundo, com uma das maiores perspectivas de crescimento de produção entre os países não-membros da Opep+ (EPE, 2022a).

Entretanto, a depender da velocidade da transição energética, pode-se observar uma redução no tamanho do mercado e acirramento da competição entre os países exportadores e importadores de hidrocarbonetos. Assim, em um cenário de mudanças no cenário energético global com vistas à descarbonização, o aproveitamento dos recursos petrolíferos no Brasil e nas Unidades Federativas, como o Rio de Janeiro, exigirá não apenas que as empresas de O&G busquem tornar seus processos de extração, processamento, transformação e transporte de produtos mais sustentáveis, mas que as políticas públicas estejam também direcionadas para esse fim.

O planejamento estratégico para um futuro de emissões zero, a autoavaliação da resiliência ao carbono, o fortalecimento da capacidade de adaptação aos impactos das mudanças climáticas, a mitigação de emissões nas operações, a minimização da queima de gás e emissões de metano, e o desenvolvimento de CCUS serão ações fundamentais para se atingir o objetivo de descarbonização. Entretanto, ao contrário do passado, o Brasil não se depara, ao adentrar o século XXI, com problemas significativos relacionados à vulnerabilidade energética, sendo o Rio de Janeiro um importante provedor de energia.

A pluralidade dos recursos naturais e minerais existentes no estado possibilita a diversificação da matriz energética nacional, promovendo maior segurança de abastecimento energético e a possibilidade de expansão do mercado de energia baseada no menor custo à sociedade e com as menores emissões possíveis, em consonância com a racionalidade econômica, estabilidade regulatória e com as boas práticas internacionais a partir de diretrizes oriundas de um planejamento energético integrado. E essa energia impulsiona o desenvolvimento sustentável do país.

ARTIGO PETROBRAS



Petrobras e suas contribuições para uma transição energética responsável

Elaborado por Petrobras

1. Posicionamento empresarial e ações de mitigação da mudança de clima

A Petrobras é uma empresa de óleo e gás, listada em bolsa, controlada pelo Estado brasileiro, líder mundial na exploração e no desenvolvimento da produção em águas ultra profundas, e líder em tecnologias de captura e estocagem de gás carbônico equivalente (CCS). A empresa conta com aproximadamente 40.000 empregados e produção de 2,2 milhões de barris de petróleo por dia (bpd). Desses, cerca de 1,8 milhão de bpd é refinado no Brasil, e 0,4 milhão de bpd é exportado. Injetou-se em seus reservatórios mais de 30 milhões de toneladas de CO₂eq cumulativamente entre 2008 e hoje, a maior operação registrada de CCS-offshore. Em terra, ocorre nova agregação de valor da operação de produção de óleo e gás, seja através do processamento eficiente e seguro em refinarias, para obtenção de derivados de alta qualidade, seja através das operações em ativos de gás e energia da empresa, ou ainda, através da estratégia de comercialização dos produtos brutos e refinados que chegam ao consumidor por uma eficiente operação logística.

A excelência da operação se reflete em um valor de mercado da ordem de US\$ 75 bilhões, em um retorno sobre o capital empregado (ROCE) da ordem de 8% a.a., contra um custo de dívida de 6% a.a. – tomando como referência o ano de 2021, quando a empresa atingiu um patamar de retorno ao acionista justo, acima do custo da dívida, justificando o bilionário capital investido nas operações². Isso permite a remuneração adequada a mais de 850.000 acionistas que acreditam e investem na empresa: governo brasileiro (37%), investidores brasileiros (19%) e investidores estrangeiros (44%). Cumpre destacar que o que importa para a sociedade brasileira também importa para a Petrobras. Seus

melhores resultados permitem maior retorno social. A Petrobras se tornou uma empresa forte e saudável e, em 2021, pagou mais de duas vezes o lucro na forma de impostos e tributos. Investiu, gerou empregos, pagou tributos, retornou dividendos aos acionistas, e contribuiu efetivamente para o desenvolvimento do país e para soluções de descarbonização que o nosso planeta tanto precisa.

A Petrobras se alia a muitos parceiros na construção das soluções por um planeta convergente às ambições de Paris, pois entende-se que “mitigar a mudança do clima é uma demanda global, necessária e urgente”. A ação coordenada e pragmática dos atores é fundamental, haja vista que a escala e a complexidade da transição energética demandarão prazo e investimentos significativos.

Promover de forma integrada o desenvolvimento econômico, social e ambiental não é uma tarefa simples, mas, a Petrobras acredita que é possível. Nessa direção, em setembro de 2021 foi divulgada a sua ambição em atingir a neutralidade das emissões de gases de efeito estufa nas operações sob seu controle – escopo 1 e 2 – além da sua intenção de influenciar para atingir o mesmo em ativos não-operados, em prazo compatível com o estabelecido pelo Acordo de Paris.

A Petrobras contribui para a descarbonização do planeta por meio de cinco pilares: (i) investindo recursos e tecnologias na produção de petróleo de baixo carbono no Brasil, gerando energia, divisas e riquezas relevantes para o financiamento de uma transição energética responsável; (ii) investindo na capacidade de ofertar gás e energia despachável ajudando a lidar com a intermitência dos renováveis que hoje respondem por mais

² CAPEX anual da ordem de US\$ 10-15 bn.

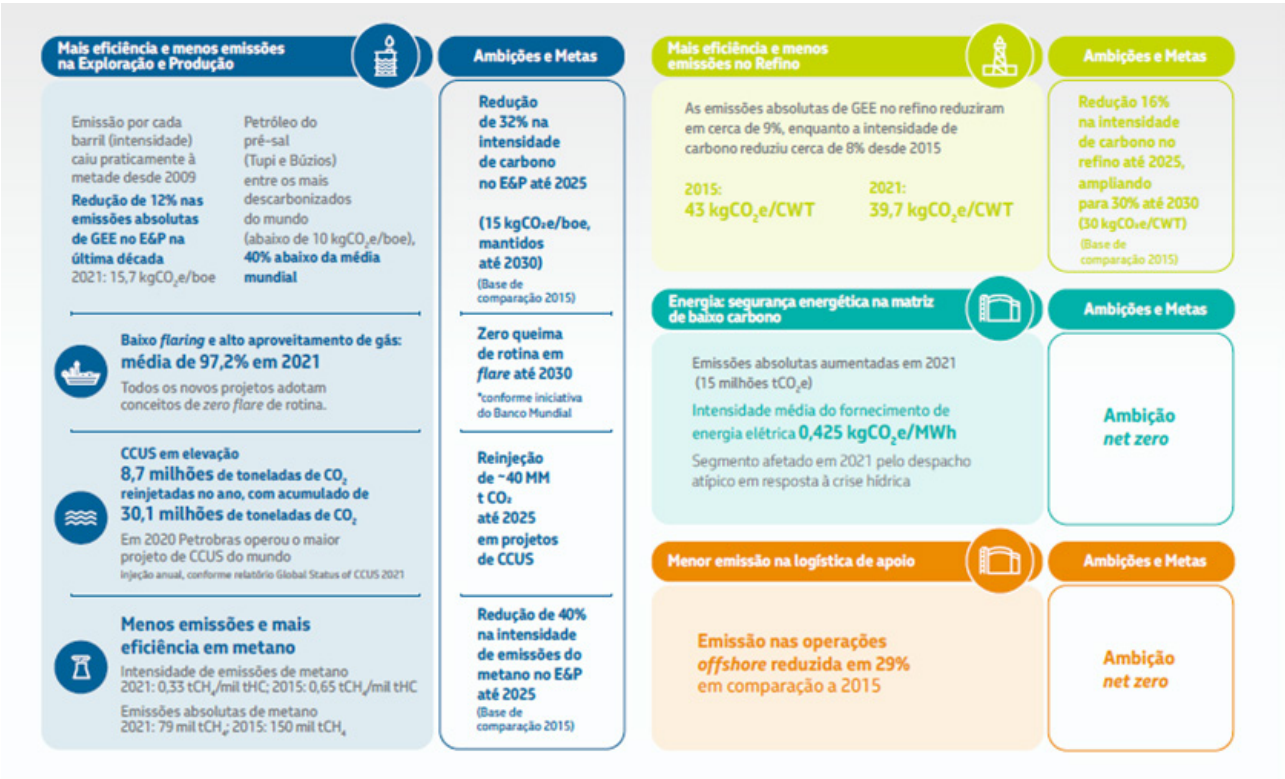
de 80% da matriz elétrica brasileira; (iii) investindo e prospectando novas possibilidades em produtos e negócios de menor intensidade de carbono; (iv) promovendo pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias; (v) investindo em projetos socioambientais para a recuperação e conservação de florestas.

A engenharia e a inovação no Brasil se misturam com a engenharia e a inovação desenvolvidas na Petrobras. O desenvolvimento de tecnologias disruptivas permitiu, por exemplo, que "a produção de petróleo e gás natural

em alguns de nossos campos alcançasse intensidades de emissões inferiores à 10KgCO₂eq/boeq" – indicados na Figura 1.

A redução das emissões nas operações é um compromisso da Petrobras e uma oportunidade relevante de reduzir as emissões através do mercado de óleo e gás. Seriam quatro bilhões de toneladas de gases de efeito estufa evitados por ano, se todas as empresas de óleo e gás atingissem a neutralidade das emissões operacionais.

Figura 1 – Ambições e Metas de redução de emissões da Petrobras



Fonte: Petrobras, 2022.

Todos esses resultados e compromissos de desempenho em emissões, apresentados acima, são intrínsecos, sem uso de *offsets* – compensações. No entanto, entendemos como oportuno e necessário – especialmente devido

ao alto potencial no Brasil – o avanço das soluções baseadas na natureza para remoção de carbono, representadas pelo pilar (v): restauração e conservação de florestas.

2. Florestas: remoção de carbono com ajuda da natureza

Com pesquisa, planejamento, e gestão inteligente é possível explorar e extrair renda da natureza, preservando a sua sustentabilidade.

As soluções climáticas naturais (NCS) abrangem a conservação, restauração e uso sustentável de florestas, pastagens, manguezais, solos agrícolas, pântanos e outros ecossistemas que aumentem o armazenamento de carbono e/ou evitem as emissões de gases de efeito estufa (GEEs), voltados para a mitigação das mudanças climáticas e aumento da resiliência climática.

As NCS têm o potencial de entregar até 2030 pelo menos um terço da redução de CO₂, com custo-benefício necessário para que as emissões estejam alinhadas com as metas do Acordo de Paris – meta de 2°C³. Os cenários do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), que apresentam caminhos para atingir as emissões líquidas zero, demonstram que a inclusão do NCS permite uma transição mais rápida e menos onerosa para a sociedade, por meio das reduções das emissões provenientes de mudanças no uso da terra evitando a degradação dos ecossistemas e realizando a gestão da agricultura – ou aumentando os sumidouros naturais por meio de restauração e reflorestamento, apesar dos riscos relativos à permanência do carbono estocado. Igualmente importante, as NCS, que garantem a integridade social e ambiental, ao mesmo tempo ajudam

a proteger a resiliência das comunidades aos impactos das mudanças do clima e a fornecer uma série de outros benefícios para a sociedade. Estudo recente aponta que podem ser gerados de um milhão a 2,5 milhões de postos de trabalho diretos na cadeia da restauração de ecossistemas, se o Brasil cumprir a meta de restaurar 12 milhões de hectares até 2030 – considerando que a restauração ativa de 100 hectares tem o potencial de gerar 42 empregos⁴.

Outro elemento importante, associado à preocupação com a conservação das florestas, é a promoção da biodiversidade, enquanto elemento fundamental para o equilíbrio ecológico, controle biológico de pragas e doenças, e para a manutenção dos serviços ecossistêmicos que fornecem os benefícios da natureza para as pessoas, vitais para o bem-estar e para as atividades econômicas.

Fato: o Brasil detém grande potencial de NCS em seu território. Entre os 79 países e territórios tropicais, quatro grandes países – Brasil, Indonésia, República Democrática do Congo e Índia – detêm mais da metade (53%) do potencial NCS de baixo custo, e 80% do potencial é detido pelos 20 principais países (Griscom et al., 2020). O Brasil sozinho representa aproximadamente 20% desse potencial global, com uma participação privilegiada tanto em termos de volume como de custo-efetividade⁵.

2.1 Tornando as florestas parte da solução

A conservação e restauração florestal são necessárias e centrais para combater a mudança climática bem como potencializar as contribuições fundamentais para o bem-estar humano. Contudo, atualmente as florestas – ou melhor, o desmatamento e as mudanças no uso da terra no mundo – têm sido fonte relevante de emissões de gases de efeito estufa.

De acordo com análises do Global Forest Watch, o desflorestamento e a degradação de florestas tropicais respondem por 8% das emissões globais de dióxido

de carbono. Suas emissões são tão grandes quanto as emissões advindas da queima de combustíveis pela frota global de carros e caminhões. Em comparação com países, as emissões da perda de cobertura florestal das florestas tropicais somente estariam abaixo das emissões chinesas e dos EUA, sendo significativamente acima das emissões da União Europeia.

É urgente inverter esse quadro, tornando as florestas um ativo, bem público, que é parte da solução climática. Para isso, é preciso criar incentivos de mercado que per-

³ Segundo Goodman e Herold, em "Why Maintaining Tropical Forests Is Essential and Urgent for a Stable Climate" (2014), somente florestas tropicais poderiam reduzir as atuais emissões globais entre 24% e 30%.

⁴ Brancalion, Pedro HS, et al. "Ecosystem restoration job creation potential in Brazil." *People and Nature* (2022).

⁵ Referências obtidas em Griscom, et al. (2020) "National mitigation potential from natural climate solutions in the tropics".

mitam monetizar “os serviços prestados pelas florestas”. Um exemplo de modelo de negócios que busca destinar os investimentos, em favor da floresta em pé, é o da Lowering Emissions by Accelerating Forest Finance Coalition (LEAF Coalition), baseado em três vetores: (i) mensuração acurada da cobertura florestal, utilizando os avanços tecnológicos em dados de satélite e sensoriamento remoto; (ii) alta qualidade das certificações de emissões e outros benefícios, lastradas em regiões jurisdicionais ao invés de unidades; (iii) plataforma

de negociação de créditos, conectando “vendedores de florestas” a empresas que possuem compromissos climáticos.

Em resumo, o enfrentamento ao desmatamento e maiores investimentos na conservação e restauração florestal são urgentes e os esforços bem-sucedidos para isso dependem do engajamento de toda a sociedade, do aumento da transparência, da imposição do estado de direito e do alinhamento de incentivos de mercado para atrair investimentos.

3. Florestas na estratégia climática da Petrobras

A Petrobras compreende que reflorestar e manter as florestas em pé é uma estratégia fundamental para alcançarmos os objetivos planejados para a mitigação da

mudança de clima e para se atingir as metas relacionadas ao Acordo de Paris.

Figura 2 – Projetos de Florestas do Programa Petrobras Socioambiental



Fonte: Petrobras, 2022.

Por essa razão, “Florestas” é uma das linhas de atuação de destaque do Programa Petrobras Socioambiental⁶, por meio do qual investiu-se em projetos que apontem, simultaneamente, para a melhoria da qualidade de vida das comunidades onde a Petrobras atua e para a conservação do meio ambiente. A empresa apoiou voluntariamente, em 2021, 17 projetos com foco na recuperação e conservação florestal. Além disso, mais quatro novos projetos serão incorporados à carteira em 2022, resultantes de seleção pública. O investimento total ao longo da realização dessas 21 iniciativas será de R\$ 69 milhões até 2025.

Os projetos também atuaram para o fortalecimento da gestão de mais de 25 milhões de hectares de áreas protegidas – cerca de 3% do território brasileiro –, incluindo ações como monitoramento de incêndios, da biodiversidade e manejo sustentável com geração de renda. Mais de 17.000 pessoas foram envolvidas pelas ações dos projetos, como pequenos agricultores rurais, comunidades tradicionais que sobrevivem do manejo sustentável de produtos florestais não madeireiros, pessoas empregadas em toda a cadeia da restauração – viveiristas e técnicos de campo – assim como o público abrangido pelas ações formativas do projeto e eventos realizados por eles. Também foram realizadas ações voltadas para educação ambiental, que alcançaram mais de 50.000 participantes. Para ampliar ações e resultados, e fortale-

cer sua atuação, os projetos estabeleceram parcerias com instituições de todos os setores, incluindo universidades e órgãos especializados nos temas trabalhados. Os projetos vigentes em 2021 atuaram na recuperação ou conservação direta de mais de 175 mil hectares de florestas naturais da Mata Atlântica, Amazônia, Caatinga e Cerrado, contribuindo para a mitigação das emissões de GEEs devido ao desmatamento no Brasil. Em 2019, a Petrobras elaborou um guia metodológico destinado a orientar a quantificação de carbono dos projetos apoiados pelo Programa, estabelecendo referências técnicas à estimativa das contribuições socioambientais e de redução de GEEs. Os resultados apontam que o benefício estimado do trabalho, realizado até o momento por esses projetos, é de cerca de 1,3 milhão de tCO₂eq, dos quais 95,5 mil tCO₂eq referem-se à remoção líquida por ações de recuperação e reconversão produtiva, e 1,2 milhão tCO₂eq, às emissões evitadas por meio de ações que previnem o desmatamento e a degradação florestal⁷. Iniciando a sua atuação na geração de créditos de carbono baseados em soluções climáticas naturais, a empresa anunciou em 2021, parceria com o BNDES para a junção de esforços no apoio a projetos de restauração florestal, por meio da iniciativa Floresta Viva, pelos quais serão realizados editais públicos de seleção a partir de 2022, nos quais a Petrobras tem o compromisso de aportar R\$ 50 milhões nos próximos cinco anos.

4. Conclusão

A sustentabilidade é um imperativo de negócio para a Petrobras. A estratégia da empresa dimensiona escolhas e processos para garantir a sua sustentabilidade, em um mundo alinhado ao Acordo de Paris. Para viabilizar essa trajetória de descarbonização, com o atendimento de seus compromissos e ambição, a Petrobras busca pela excelência operacional ao investir em inovação.

As florestas são parte dessa estratégia. As florestas são o mais antigo e seguro meio para capturar e armazenar carbono. Árvores são ferramentas indispensáveis para

manter a sustentabilidade do nosso planeta, ao proteger o solo, os recursos hídricos, e ao regular/proteger o clima. A Petrobras investe e continuará promovendo investimentos socioambientais, apoiando projetos em diversos biomas brasileiros, fomentando parcerias para promoção de créditos de carbono baseados em NCS. O desafio mundial da transição energética é enorme e a Petrobras fará a diferença na superação de mais esse desafio. Ela ambiciona ser uma das referências em soluções de remoção de carbono baseadas na natureza.

⁶ O Programa Petrobras Socioambiental busca promover transformações socioambientais positivas por meio do fomento de projetos executados por organizações da sociedade civil. Desde 2014, o programa investiu mais um bilhão de reais em diferentes projetos.

⁷ Estes valores representam os resultados acumulados até 2021 em projetos vigentes no referido ano, considerando, em média, um período de cinco anos.

ARTIGO
NISSAN



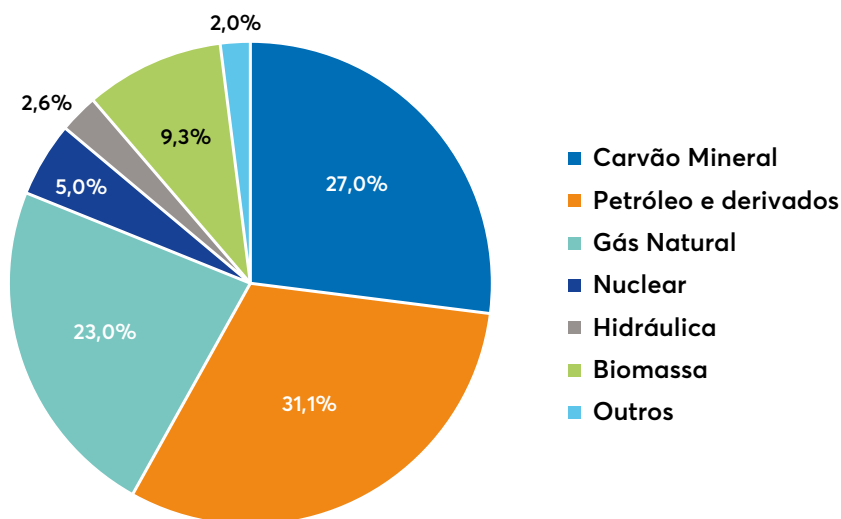
Visão Nissan sobre a transição energética aplicada ao mercado veicular

Elaborado por Nissan

O agravamento dos efeitos das mudanças climáticas tem trazido grande atenção dos *stakeholders*, como governos, corporações, academia e sociedade civil, em todo o mundo. Nas últimas três décadas, discussões e compromissos assumidos foram intensificados para tentar frear os avanços da elevação da temperatura global⁸ e o consequente aumento na emissão dos gases do efeito estufa (GEEs). Na esteira dos compromissos assumidos, a transição energética e a migração para uma economia de baixo carbono despontam como uma das ações de maior importância e como alternativas no combate às mudanças climáticas. A transição energética é a substituição da matriz ener-

gética tradicional, baseada em combustíveis fósseis – como, por exemplo, o carvão, óleo e gás natural –, por matrizes baseadas em fontes renováveis – como a fonte solar, eólica e geotérmica –, visando à descarbonização das atividades econômicas. Nesse cenário, o Brasil aparece como um importante mercado por possuir uma das matrizes energéticas e elétricas mais limpas do mundo. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o Brasil possui 46% de matriz energética baseada em fontes renováveis, enquanto a média mundial é de 14%; e 83% da sua matriz energética provém de fontes renováveis, em contrapartida a 27% da média mundial⁹.

Gráfico 11 – Matriz Energética Mundial

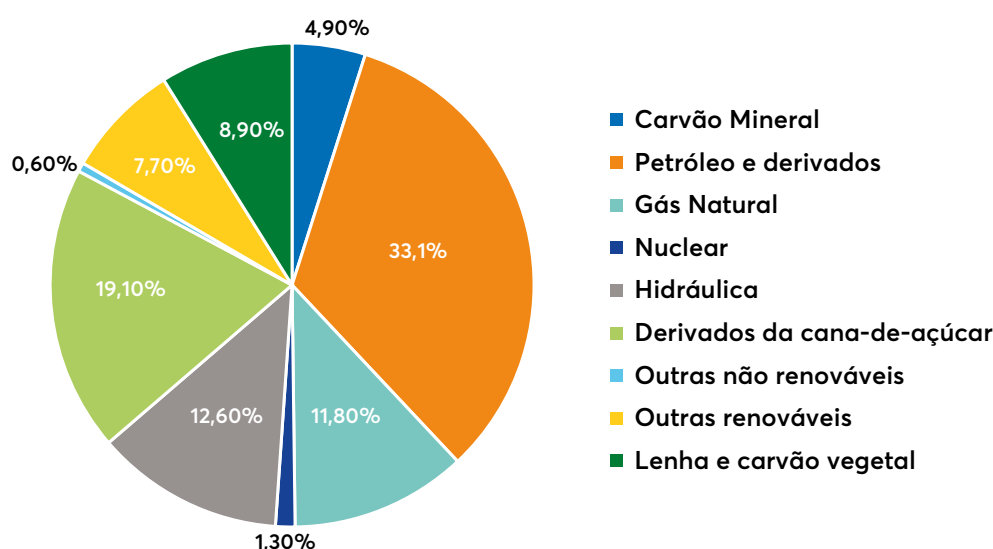


Fonte: EPE.

⁸ Dados do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) apontam que, se nenhuma ação for tomada, até 2030, a temperatura média mundial aumentará 1,5°C, em comparação com o período pré-industrial.

⁹ Para mais informações, consultar: <https://www.epe.gov.br/pt>.

Gráfico 12 – Matriz Energética do Brasil



Fonte: EPE.

26

Nesse sentido, o setor privado pode contribuir para acelerar a economia verde no mundo, e a indústria automobilística tem desempenhado – e pode desempenhar muito mais – um papel de vanguarda, contribuindo com propostas inovadoras em seus produtos. Segundo dados, há um automóvel para cada 6 pessoas, em todo mundo, excluindo-se veículos pesados e motocicletas. O impacto da indústria é, portanto, inegável.

No Brasil, a aliança entre indústria automotiva e o governo federal tem trabalhado para o progresso da temática da redução de emissões de gases de efeito estufa, nos últimos anos. Programas, como Inovar Auto e o atual Rota 2030, têm contribuído com a produção de veículos mais eficientes, mais seguros e mais limpos, ao conceder benefícios tributários às empresas que alcançarem as metas estabelecidas. Observa-se, contudo, que os avanços brasileiros são ainda muito tímidos diante das melhores práticas encontradas nos mercados europeu, norte-americano, japonês e chinês. No que se refere à transição energética, o portfólio

da indústria automotiva brasileira conta, hoje, com os veículos totalmente elétricos e híbridos, além da compreensão do forte papel de transição que os bio-combustíveis representam no tema. Segundo dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), atualmente, os veículos eletrificados representam 2% das vendas de veículos leves no Brasil; no cenário mais conservador¹⁰ – isto é, em que sejam mantidas apenas as metas dos atuais programas governamentais brasileiros –, esse percentual, em 2030, chegará a 12%, puxado, exclusivamente, pelo novo padrão de consumo que vem se configurando, de maior preocupação com o meio ambiente e de busca por inovações tecnológicas.

Para intensificar – e acelerar – a transição energética voltada para uma economia de baixo carbono no segmento automotivo brasileiro, se faz necessário endereçar os principais pontos de gargalo encontrados, como regulações beneficiando a produção, venda e propriedade de veículos eletrificados. Sendo fundamen-

¹⁰ Dados encontrados no Estudo ANFAVEA-BCG, apresentados no Seminário "ANFAVEA: O caminho da Descarbonização no Setor Automotivo", realizado em 2021.

tal, também, realizar investimentos em infraestrutura, além de aprofundar a aliança entre o setor produtivo e o governo brasileiro.

Compreendendo a urgência e a importância de se endereçar ações de combate às mudanças climáticas, a Nissan possui o compromisso junto às pautas de transição energética e descarbonização. Em janeiro de 2021, a empresa anunciou, em seu Relatório de Sustentabilidade, o objetivo de se alcançar, até 2050, a neutralidade de carbono em todo o ciclo de vida do veículo¹¹. Em novembro do mesmo ano, a Nissan publicou sua visão estratégica de longo prazo, intitulada Ambition 2030, na qual a empresa compartilha a ideia de um mundo em que a mobilidade alcançará patamares mais inclusivos, mais seguros e mais limpos.

Para alcançar os objetivos estipulados, uma série de ações foram traçadas visando o aumento da eficiência dos seus veículos, tanto do ponto de vista energético quanto do ponto de vista de custos envolvidos. Defender a transição energética no segmento passa, também, por democratizar o acesso a produtos mais econômicos e com elevados padrões de tecnologia e segurança. Para isso, globalmente, a Nissan está investido aproximadamente US\$ 14 bilhões em ações de pesquisa e desenvolvimento, buscando inovações para a tecnologia de baterias. Nesse sentido, destacam-se o desenvolvimento tanto de materiais para baterias, reduzindo a quantidade de cobalto utilizado, quanto de baterias de estado sólido, que têm por características serem menos poluentes, carregarem mais rapidamente – cerca de 1/3 do tempo de carga de uma bateria atual –, serem menos custosas e fisicamente menores. Até 2030, a Nissan

planeja alcançar a paridade de custos entre veículos de combustão interna (ICE) e veículos elétricos (EV); até 2026, a empresa pretende aumentar para mais de 40% sua carteira de veículos eletrificados e, até 2030, para mais de 50%, com 23 novos modelos nos principais mercados.

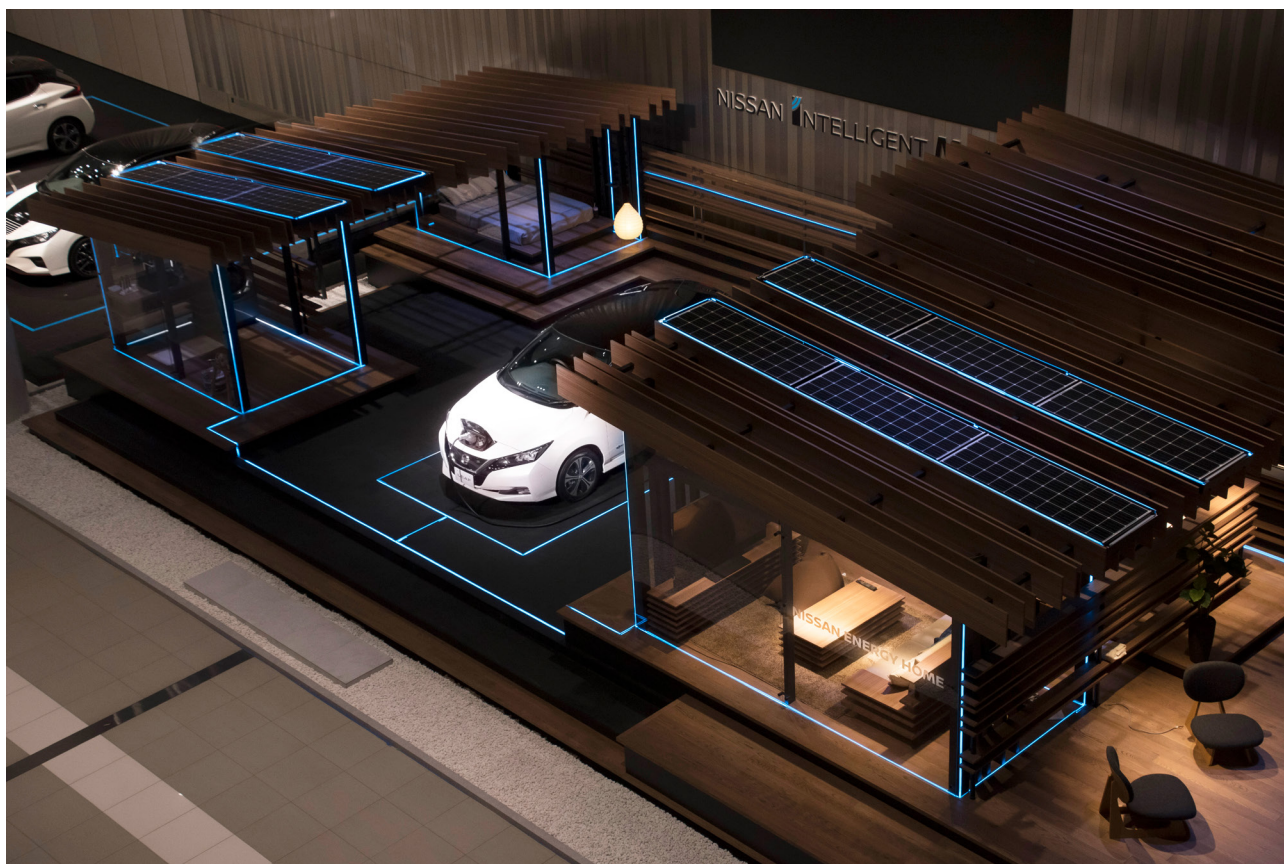
Mais especificamente para a realidade brasileira, além das pesquisas e projeções apresentadas, a Nissan tem desenvolvido, em parceria com universidades brasileiras, projeto de geração de energia elétrica a partir de bicomustíveis – majoritariamente bioetanol – em células de combustível – *fuel cell*. A previsão é de que, nos próximos anos, os testes sejam concluídos e que, caso os resultados sejam positivos, a tecnologia possa estar disponível a médio prazo. Alinhada a esse avanço, a Nissan apresenta, desde 2016, sua tecnologia patenteada e-POWER, contribuindo com a eficiência energética e a redução de emissões de GEEs, e apoiando a transição à eletrificação.

Todavia, abordar a transição energética implica, também, abordar o processo circular de reaproveitamento dos resíduos gerados bem como na utilização e gerenciamento da energia elétrica. Assim, a Nissan tem desenvolvido projetos de economia circular para reaproveitamento de baterias de íon-lítio, prolongando a vida útil e reutilização em outros equipamentos, trazendo, assim, valor à cadeia. Uma das utilizações dessas baterias, já comercializadas, diz respeito à integração entre geração doméstica sustentável de energia elétrica, através de painéis solares, e armazenamento em baterias de segunda vida dos EVs da Nissan¹².

¹¹ Nissan considera emissões de CO₂ não só durante o uso do veículo, mas em toda sua cadeia de valor.

¹² Nissan Energy.

Figura 3 – Projeto Nissan Energy



São muitas as iniciativas da Nissan na temática da transição energética voltada para uma economia de baixo carbono. Os compromissos assumidos pela empresa demonstram a importância que o tema de descarbonização possui para a empresa e o quanto essas ações estão integradas ao planejamento da companhia. Contudo, deve-se ressaltar a importância das parcerias e esforços conjuntos para o alcance das metas em prol da economia verde, sendo importante o envolvimen-

to do governo no acompanhamento das discussões empreendidas pelo setor automotivo e na implementação de medidas regulatórias necessárias para o impulsionamento de novas tecnologias de veículos mais eficientes e menos poluentes. Em especial, no caso dos veículos elétricos, maiores incentivos para sua produção – pensando em toda a cadeia produtiva –, para a implementação de infraestrutura, e, também, para sua propriedade.

Figura 4 – Projeto Nissan e UFSC para testar baterias de segunda vida do LEAF para armazenar energia de postes de luz solar



Fonte: Nissan, 2022.

Realizar a plena transição energética voltada para uma economia de baixo carbono só será possível se todas as

instituições estiverem alinhadas e trabalhando para o mesmo objetivo: a descarbonização.

ARTIGO FIRJAN SENAI



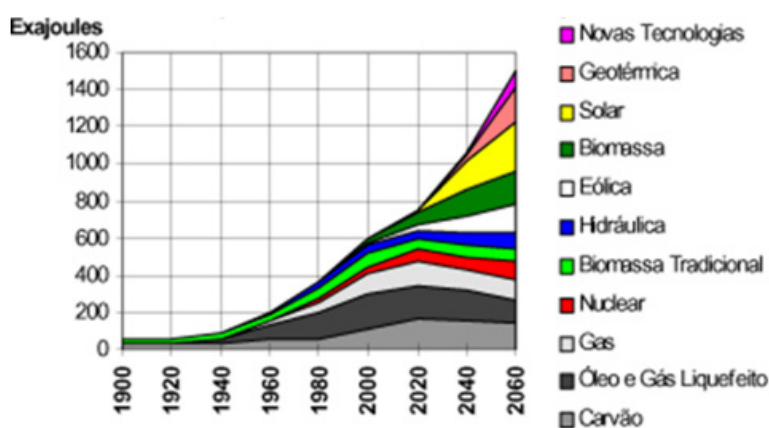
Atuação Firjan SENAI no desenvolvimento de soluções para energia limpa

Repensar e rediscutir a forma como a qual geramos energia tem sido um dos focos da ciência nos últimos anos. Desenvolvimentos em curso em muitos países oferecem uma perspectiva promissora para a sustentabilidade no setor energético.

Projetos envolvendo tecnologia fotovoltaica solar e eólica, essencialmente renováveis, já estão consolidadas, entretanto, a transição energética – considerando

a base energética vigente – não é apenas tecnológica, mas também com profundas implicações econômicas, políticas, e socioculturais. A Agência Internacional de Energia (IEA) prevê que a capacidade mundial total de energia renovável irá aumentar 50% entre 2019 e 2024. A figura a seguir apresenta o cenário mundial de consumo de energia:

Figura 5 – Consumo mundial de energia



O grande crescimento na geração de resíduos ao redor do mundo tem se tornado um dos principais desafios econômicos, dado que, além dos aspectos ambientais, gera custos decorrentes do descarte desses materiais. Dessa forma, uma atenção especial deve estar voltada a novas tecnologias emergentes de conversão energética de resíduos.

Nesse cenário, o Instituto SENAI de Inovação em Química Verde (ISI Química Verde) avaliou a eficiência de diferentes rotas de reaproveitamento de resíduos de madeira como estratégia de geração de energia. Nesse estudo, junto à Fundação Getúlio Vargas Energia, foram contempladas estratégias como pirólise, carbonização hidrotérmica, gaseificação por plasma, rotas bioquímicas para aproveitamento dos materiais lenhosos e rota de biodigestão anaeróbia.

O processo de pirólise lenta com tempo de residência foi fixado a duas horas e a temperatura foi mantida a 400°C para todas as amostras. Nessas condições, foram obtidos rendimentos excelentes, variando entre 28% e 39% de carvão pirolítico, com poder calorífico dos materiais produzidos chegando a 7.000 Kcal/Kg, comparável a carvões vegetais de boa qualidade. Já a carbonização hidrotérmica gerou Biochar com poder calorífico na ordem de 5.000 Kcal/Kg. O biochar e o bio-óleo, produzidos pela rota de pirólise, constituem uma alternativa energética mais verde em comparação à utilização de combustíveis fósseis. Além disso, a rota de pirólise mostrou potencial superior à carbonização hidrotérmica, com aumento de até 96% do poder calorífico superior em comparação ao material de partida para o carvão, e 85%, para o bio-óleo.

No que diz respeito ao procedimento de gaseificação por plasma, em geral, são produzidos dois tipos de materiais no processo: gases combustíveis e resíduos sólidos, e ambos apresentam aplicações. Tais gases, principalmente compostos por O_2 , CO_2 , CO e H_2 , foram produzidos com rendimento entre 31% e 45%, e podem ser utilizados como combustíveis.

Já no âmbito das rotas bioquímicas para aproveitamento dos materiais lenhosos, observou-se grande dificuldade no que diz respeito ao desenvolvimento de procedimentos adequados a esse tipo de biomassa. De maneira geral, as massas de etanol produzidas foram baixas. Para a rota de biodigestão anaeróbia, após trinta dias de operação, ainda não observou produção de biogás nos diferentes biorreatores.

As tecnologias estudadas incluem uma grande variedade de processos térmicos e termoquímicos para a conversão de biomassa por combustão, gaseificação

e liquefação, e a conversão microbiana da biomassa para obter combustíveis gasosos e líquidos por métodos fermentativos.

Dadas as estratégias estudadas, cabe ressaltar que a rota de pirólise foi de grande valia na agenda de investigação de rotas de transições de energia, como estratégia de valorização dos resíduos lenhosos. Este artigo pretendeu destacar essa competência do ISI Química Verde no campo das transições de energia.

No assunto de produção de energia limpa, novos desafios estão em um horizonte próximo, entretanto, os resultados obtidos nesse trabalho são norteadores do importante papel que o Brasil desempenha hoje no cenário mundial da produção de energia. Importante salientar que a matriz energética é um assunto transversal, e que varia de acordo com a singularidade de cada país, não existindo uma solução única para todas as variáveis dessa equação.

Referências

ANP. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, (2022). *Anuário Estatístico 2022. Tabela 2.9 – Produção de petróleo, por localização (terra e mar, pré-sal e pós-sal), segundo Unidades da Federação – 2012-2021*. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-2022>. Acesso em: 4 jul. 2022.

BP. *BP Statistical Review of World Energy*. Disponível em: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>. Acesso em: 4 jul. 2022.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, (2022a). *Plano Decenal de Expansão de Energia 2031*. MME/EPE. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2031>. Acesso em: 4 jul. 2022.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, (2022b). *Balanço Energético Nacional 2021*. MME/EPE. Disponível em: Apresentação do PowerPoint (epe.gov.br). Acesso em: 4 jul. 2022.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, (2020). *Plano Nacional de Energia 2050*. MME/EPE. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2022.

IEA. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, (2021). *World Energy Investment 2021*. Data & Publications, International Energy Agency, OECD/IEA. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2021>. Acesso em: 4 jul. 2022.

