



**Mackenzie
Integridade**

**Centro Mackenzie de
Políticas Públicas e
Políticas de Integridade**

DIÁLOGOS DA ENERGIA

Onze Temas da Transição
Energética

NOVEMBRO 2023

**Núcleo de Governança Energética
do Mackenzie Integridade**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Diálogos da governança energética [livro eletrônico] : onze temas centrais para a transição. -- 1. ed. -- São Paulo : Cacia Campos Pimentel, 2023.
PDF

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-00-85126-7

1. Direito ambiental - Brasil 2. Dióxido de carbono - Aspectos ambientais - Brasil 3. Fontes energéticas renováveis 4. Sustentabilidade ambiental.

23-179290

CDU-34:502.7(81)

Índices para catálogo sistemático:

1. Brasil : Direito ambiental 34:502.7(81)

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

CRÉDITOS:

Presidente do Supremo Concílio da IPB

Rev. Roberto Brasileiro Silva

INSTITUTO PRESBITERIANO MACKENZIE

Presidente do Conselho de Curadores e do Comitê Estratégico do Mackenzie Integridade

Antônio César de Araújo Freitas

Presidente do Conselho Deliberativo do IPM

Rev. Cid Caldas

Presidente

Milton Flávio Moura

Chanceler do Mackenzie

Robinson Grangeiro

Diretor de Educação

José Paulo Fernandes Jr.

Diretor de Estratégia e Negócios

André Ricardo de Almeida Ribeiro

Diretor de Finanças

Denys Cornélio Rosa

Diretor de Saúde e Faculdades

Luiz Roberto Martins Rocha

Diretor Geral do MackGraphe

Benedito Aguiar Neto

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Reitor Marco Tullio de Castro Vasconcelos

COMITÊ ESTRATÉGICO:

Presidência

Antonio César de Araújo Freitas

Conselheiros

Renato Laranjo

Anizio Alves Borges

Hernesto de Jesus Herrera

Claudson Roberto Lima Xavier

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Maria Cristina Triguero Veloz Teixeira

Diretoria da Faculdade de Direito

Gianpaolo Poggio Smanio

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Direito Político e Econômico

Fernando Rister de Sousa Lima

Diretoria do Centro de Ciências Sociais e Aplicadas

Claudio Parisi

Membros do Mackenzie Integridade

Antonio Carlos do Amaral

Cacia Pimentel

Fabiano Petean

Samuel Mamede

AGRADECIMENTOS:

Coordenadoria de Gerenciamento e Atendimento Acadêmico (CGA)

Gerência de Tecnologia e Inovação (GERTI)

MackPesquisa

Mackenzie Soluções

Superintendência de Comunicações – SUCOM

APOIO:

Rolim
Goulart
Cardoso **30**
anos

ABiogás
Associação Brasileira de Biogás e de Biometano

epe
Empresa de Pesquisa Energética

CCS Brasil

DIAGRAMAÇÃO E GRÁFICA:

Diagramação: Agência Chleba

Gráfica: Duograf Gráfica e Editora



APRESENTAÇÃO DO MACK INTEGRIDADE

O Mack Integridade ou CEMAPI é uma unidade acadêmico-administrativa do IPM, com estrutura administrativa própria, criada com o fim de proporcionar estudos avançados sobre Políticas Públicas e Integridade, com base em fundamentos alinhados com a ética cristã reformada. Sua atuação é científica, tecnológica, propositiva, notadamente para estimular o desenvolvimento de pesquisas de alto desempenho acadêmico e promover, com excelência, consultorias e cursos avançados para o aprimoramento e a proposição de políticas públicas e diretrizes empresariais que zelem pela Integridade.

APRESENTAÇÃO DOS AUTORES

Os textos apresentados nesta edição são de responsabilidade dos seus autores quanto à originalidade e aos conceitos neles emitidos e não necessariamente expressam a opinião institucional do IPM. Os autores autorizam a publicação dos seus textos pelo Mack Integridade, de forma impressa e virtual, pelo prazo em que a publicação permanecer no catálogo do Mack Integridade. Abaixo, uma breve apresentação dos autores:

CÁCIA CAMPOS PIMENTEL

Doutora em Direito Político e Econômico pela Universidade Presbiteriana Mackenzie de São Paulo. Mestre em Direito pela Cornell University, New York. Visiting Scholar pela Faculdade de Direito da Columbia University, New York. MBA em Direito Econômico e das Empresas pela FGV-DF. Graduação em Direito pela Universidade de Brasília (UnB). Coordenadora Executiva do Mack Integridade/CEMAPI - Centro Mackenzie de Estudos Avançados em Políticas Públicas e Integridade.

GABRIEL PARADA

Graduando em Direito pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Bolsista no Mackenzie Integridade.

HEITOR AFONSO MAGNUS DA ROCHA FERREIRA

Graduando em Direito pela Universidade Presbiteriana Mackenzie e Pós-Graduando em Direito da União Europeia pela Universidade de Coimbra. Bolsista no Mackenzie Integridade.

ISAAC DO SANTOS RIBEIRO

Graduando em Direito pela Universidade Anhembi Morumbi. Bolsista no Mackenzie Integridade.

ISABELA MORBACH MACHADO E SILVA

Doutora em Energia no Instituto de Energia e Meio Ambiente da Universidade de São Paulo (USP) com período sanduíche no Centre for Environmental Policy at Imperial College London. Graduação em Direito pela Universidade Federal do Pará (2011) especialização em Direito Econômico pela FGV-SP (2013) e mestrado em Direito Econômico, Financeiro e Tributário pela Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo (2017).

LAURA NASCIMENTO SANTANA SOUZA

Graduanda em Direito pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Bolsista no Mackenzie Integridade.

LILIAN REGINA GABRIEL MOREIRA PIRES

Doutora e Mestre em Direito do Estado (PUC - SP), graduada em Direito pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Professora na Universidade Presbiteriana Mackenzie. Presidente da Comissão de Direito Urbanístico da Ordem dos Advogados do Brasil SP.

MARIA JOÃO CARREIRO PEREIRA ROLIM

PhD em Direito da Energia e Sustentabilidade pelo Centre for Energy, Petroleum, and Mineral Law and Policy (CEPMLP) na Universidade de Dundee/Escócia; Mestre em Direito Econômico pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); LLM em Direito Europeu pela London School of Economics (LSE), com concentração em concorrência e regulação do mercado europeu de energia. Professora Colaboradora ao Núcleo de Ene

MARILIA GABRIEL MOREIRA PIRES

Especialista em Processo Civil pelo Damásio (2020). Graduada em Direito pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (2015). Advogada. Membro efetivo da comissão de Direito Urbanístico da OAB/SP. Pesquisadora nas áreas de Infraestrutura Urbana, Privacidade e Proteção de Dados.

MAX FILIPE SILVA GONÇALVES

Doutor em Engenharia de Materiais e Nanotecnologia pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Engenheiro de Produção. Mestre em Energia (Eficiência Energética em Logística e Transportes) pela UFES. Professor Assistente da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie.

MELINA FERRACINI DE MORAES

Doutora e Mestre em Direito Político e Econômico pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Advogada. Professora. Pesquisadora sênior no Mackenzie Integridade.

RÁRISSON JARDIEL SANTOS SAMPAIO

Mestre em Ciências Jurídicas pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Jurídicas da Universidade Federal da Paraíba - PPGCJ/UFPB. Professor. Advogado.

RICARDO PEDRO GUAZZELLI ROSARIO

Doutor e Mestre em Direito Político e Econômico pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Professor de Direito, advogado e Assessor na Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

SUZANA BORSCHIVER

Engenheira química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Mestre e PhD na área de Gestão e Inovação Tecnológica. Pós-doutorado na área de engenharia, na modalidade empresarial. Coordenadora do Núcleo de Estudos Industriais e Tecnológicos (NEITEC – www.neitec.com), da UFRJ; professora da graduação e do programa de Mestrado da UFRJ.

TALDEN QUEIROZ FARIAS

Doutor em Recursos Naturais pela UFCG; Doutor em Direito pela EURJ; Pesquisador Visitante pela Universidade de Paris 1/Pantheón-Sorbonne.

TAMAR ROITMAN

Graduada em Engenharia Química. Mestre pelo Programa de Planejamento Energético (PPE) da COPPE/UFRJ. Gerente Executiva da Associação Brasileira de Biogás.

THIAGO VILLAS BÔAS ZANON

Graduado em Engenharia Ambiental. Coordenador técnico da Solvi Soluções.

WEBER ANTONIO NEVES DO AMARAL

Doutor e Mestre pela Universidade de Harvard, EUA. Mestre em Ciências pela Universidade de São Paulo, ESALQ, Departamento de Ciências Florestais (USP). Professor da ESALQ/USP.

METODOLOGIA

Esta é a versão impressa e resumida dos temas abordados nos ciclos de palestras do Diálogos da Governança Energética, que ocorreram nos meses de agosto e setembro de 2023, no âmbito do Núcleo de Governança Energética do Mackenzie Integridade. Com base na metodologia da Análise Documental, os dados estudados foram analisados para aferição da viabilidade técnica, dos custos econômicos, dos efeitos de cada fonte energética sobre determinados setores econômicos, além dos efeitos socioambientais e econômicos observados por outras nações já adotantes. Assim, esses dados foram analisados, interpretados e aplicados à pesquisa, como ocorre em outros métodos analíticos de pesquisa qualitativa.



INTRODUÇÃO

As políticas públicas desempenham um papel crítico no estabelecimento de um ambiente estável que impulse a transição energética. Os formuladores de políticas definem a direção e o ritmo da transição, implementando políticas públicas que ajudem a consolidar as novas tecnologias e fontes de energias renováveis, com incentivos econômicos, impostos sobre as emissões de carbono, compras governamentais, estímulos à pesquisa e inovação, esquemas de compensação e comércio de emissões, entre outros instrumentos.

Universidades e centros de pesquisa podem oferecer soluções que auxiliem organizações públicas e privadas a alcançarem metas energéticas que elevem o desenvolvimento econômico e a competitividade do país. Nesse sentido, o Centro Mackenzie de Políticas de Integridade, entidade irmã da Universidade Presbiteriana Mackenzie, é um instituto acadêmico que tem por objetivo oferecer as bases para reunir pesquisadores, autoridades públicas, representantes do mercado em um centro de integridade que analisa os desafios brasileiros e prepara propostas que possam ser implementadas em políticas públicas íntegras, ou seja, que oferecem soluções eficientes, éticas e consistentes.

O Mackenzie Integridade desenvolveu, entre suas áreas de pesquisa, o Núcleo de Governança Energética, para estudar as vantagens e as limitações técnicas e regulatórias da transição energética do Brasil e do mundo. Os professores associados ao Núcleo de Governança Energética têm formação multidisciplinar e são referência internacional em seus campos de pesquisa. Juntos, eles estão desenvolvendo estudos aprofundados das ferramentas jurídicas e fornecendo soluções regulatórias importantes para os dilemas energéticos enfrentados pelo Brasil.

A presente publicação oferece à sociedade uma compreensão geral dos principais temas da transição energética sob a ótica brasileira, incluindo aspectos jurídicos, econômicos, tecnológicos, socioambientais e políticos, para ajudar a posicionar o país na vanguarda da nova economia.

Boa leitura!

ANTONIO CÉSAR DE ARAÚJO FREITAS



Presidente do Comitê Estratégico do Mackenzie Integridade



SUMÁRIO

DESCARBONIZAÇÃO ECONÔMICA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: INSTRUMENTOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA	//	10
 Cácia Pimentel		
 Gabriel Parada		
GOVERNANÇA ENERGÉTICA E NEOINDUSTRIALIZAÇÃO	//	15
 Suzana Bolschiver		
O POTENCIAL EÓLICO DO NORDESTE NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA	//	19
 Rárisson Sampaio		
 Talden Queiroz Farias		
APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE RESÍDUOS URBANOS	//	22
 Max Filipe		
 Thiago Zanon		
LICENCIAMENTO AMBIENTAL E BIOENERGIA NO AGRO	//	26
 Ricardo Rosário		
 Heitor Afonso Magnus Ferreira		
HIDROGÊNIO RENOVÁVEL: DESCENTRALIZAÇÃO REGULATÓRIA E REGULAÇÃO TRANSNACIONAL	//	28
 Maria Joao Rolim		
OPORTUNIDADES DO CCUS NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA	//	32
 Isabela Morbach		
MERCADO(S) DE CARBONO: PERGUNTAS QUE DEVEMOS FAZER	//	37
 Weber Amaral		
BIOGÁS E BIOMETANO NA NOVA ECONOMIA	//	41
 Tamar Roitman		
POLÍTICAS PÚBLICAS EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA BRASILEIRA	//	45
 Melina Ferracini de Moraes		
 Laura Nascimento		
DESCARBONIZANDO O TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIROS: POLÍTICAS PARA BIOELETRIFICAÇÃO, BIOCOMBUSTÍVEIS E MULTIMODAIS.	//	47
 Lilian Regina Gabriel Moreira Pires		
 Marília Gabriel Moreira Pires		
 Isaac Ribeiro		

DESCARBONIZAÇÃO ECONÔMICA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: INSTRUMENTOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

 Cácia Pimentel
 Gabriel Parada

JUSTIFICATIVA

A transição energética é um dos principais instrumentos de mitigação dos efeitos deletérios das mudanças climáticas antropogênicas. Ela compreende um processo de adequação das estruturas de produção e de consumo para um novo padrão de práticas econômicas de baixa emissão de carbono. Impõe, assim, a substituição de fontes fósseis de energia para a utilização de energias renováveis nos ciclos produtivos. Seu desafio reside em reduzir as emissões de carbono ao passo em que lida com a crescente demanda mundial por energia. Assim, a transição energética traduz-me como uma transição das dinâmicas das cadeias econômicas. Para analisar como as políticas públicas podem contribuir para essa transição, é mister compreender os processos de mudanças climáticas antropogênicas que exigem a descarbonização da economia.

Desde a revolução industrial do século XIX, o mundo alcançou um grande salto em produtividade per capita, com o aumento em cerca de 50 vezes o PIB mundial, passando de quase USD 2 tri em 1850 para USD 108 tri em 2015. Há pouco mais de cem anos, os carros elétricos eram a aposta de inventores como Thomas Edison e Henry Ford, quando quase um terço dos 4 mil automóveis produzidos nos Estados Unidos eram elétricos. No entanto, uma década depois, desfez-se o sonho de consolidar uma rede de transporte elétrico, em razão dos empecilhos tecnológicos para o armazenamento de energia por baterias elétricas e do fordismo, que tornou mais acessível o carro a combustão.

As fontes fósseis, especialmente petróleo e carvão, foram as protagonistas do último século, pois permitiram um gigantesco salto tecnológico e o crescimento das cidades. Hoje, mais da metade da população vive em cidades, com larga afluência e ascensão econômica e consumo energético intensivo. Contudo, o uso intensivo de carbono causou graves desigualdades e cobra juros ambientais altíssimos. As últimas décadas foram marcadas por problemas de saúde da população no Vale da Morte, na região de Cubatão, explosão e vazamento de 3 milhões de barris de petróleo cru no Golfo do México, catástrofes em usinas de carvão e tantos outros desastres ambientais irreversíveis. Outros vilões são as queimadas, o desmatamento e a contaminação hídrica.

O gás carbônico é um componente importantíssimo para o equilíbrio térmico do planeta. Ocorre que a liberação excessiva de gases poluentes na atmosfera quebra esse equilíbrio, fazendo com que uma quantidade extra fique presa na atmosfera, causando o aquecimento. O aquecimento provoca mais evaporação e

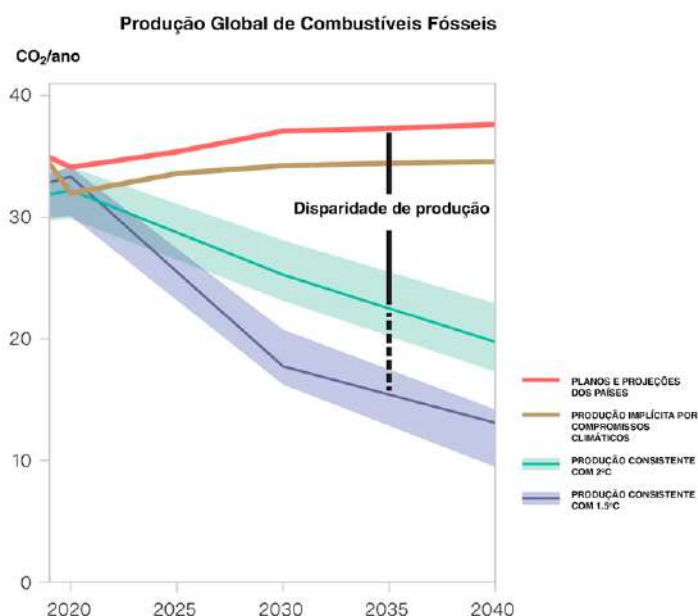
consequentemente maior precipitação, mais enchentes, degelos das camadas polares, alteração na composição dos oceanos, perturbação da vida marinha, e tudo isso gera deslocamentos populacionais, inflação e aumento das desigualdades sociais, o que se convencionou chamar de emergências climáticas.

Após mais de um século de uma economia crescente com base em indústrias fósseis e poluentes, percebe-se hoje o início de um processo de descarbonização da economia que é estimulado pela necessidade de segurança da vida na Terra. Hoje consumimos os recursos terrestres a um ritmo de 2x a capacidade que o planeta tem para se regenerar. Segundo o Índice Global Footprint Network, se continuarmos esse ritmo de consumo do Planeta, precisaremos de quase 2 Planetas Terras para equilibrar a demanda e a quantidade de oferta de matéria-prima, além do rápido declínio da saúde humana e animal. É certo que as evidências científicas apontam uma rápida mudança climática global, com efeitos também globais, que exigem esforços multidimensionais para a redução das emissões de gases de efeito estufa.

Ademais, é necessária uma harmonização sobre os conceitos centrais da descarbonização econômica. Descarbonizar é reduzir a emissão de gases de efeito estufa e abandonar práticas de intensidade de carbono dos processos econômicos que impactam a biosfera, ou seja, migrarmos de um sistema econômico destrutivo para outro com eficiência energética, baixa poluição ambiental e baixas emissões de carbono. Conforme informa o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), mudança climática é a mudança no estado do clima que pode ser identificada por meio de testes e estatísticas e que persiste por um período prolongado, normalmente décadas ou mais.

Sob a perspectiva das ações humanas, o IPCC entende que adaptação é o processo de ajuste das atividades a fim de moderar os danos ou explorar oportunidades benéficas, por meio da intervenção humana que pode facilitar esse ajuste; sob a perspectiva dos sistemas naturais, o processo de ajuste relaciona-se apenas ao clima atual e seus efeitos. As estratégias de adaptação podem ser categorizadas em estruturais, institucionais, ecológicas ou comportamentais. Para o IPCC, mitigação é a intervenção humana para reduzir as emissões ou aumentar os sumidouros de gases de efeito estufa, ou seja, locais que servem de armazenamento desses gases, como por exemplo as florestas.

A Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP) é o encontro anual dos países com o objetivo de debater as soluções para o combate das consequências das ações humanas sobre o clima. Os países estabelecem metas de emissões líquidas de carbono e aumentam suas ambições climáticas com base no Acordo de Paris, embora até o momento os compromissos de redução da produção e do consumo de energia fóssil não sejam ambiciosos e consistentes o suficiente para limitar o aquecimento global a 1,5oC, como se vê no gráfico ao lado.



Fonte: dados da *Production Gap Report*, 2021

Pode-se apontar quatro pilares como solução para a descarbonização, conforme apresentados no Plano Nacional de Energia PNE 2050: o energético, por meio da transição para a utilização de fontes limpas e mais eficientes; o ambiental, que pensa no aproveitamento dos recursos energéticos que minimizam os impactos socioambientais; o econômico, que é a priorização de mecanismos econômicos, fiscais e tributários que priorizem a economia de baixo carbono; e por fim, o tecnológico, que é o aproveitamento das inovações que podem ser aplicadas no contexto local, industrial e de apoio à pesquisa aplicada e desenvolvimento tecnológico. Portanto, a transição energética é um instrumento central de descarbonização, que depende de políticas públicas para alavancar as novas tecnologias energéticas limpas na matriz energética brasileira.

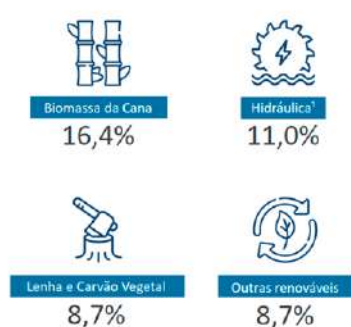
Os cenários prospectados nos fóruns internacionais, seja pelas metas de redução de emissões seja por pressão geopolítica, impõem novos rumos e oportunidades para a transição energética no Brasil. Os agentes públicos devem considerar essas diretrizes e inseri-las no ordenamento interno, moduladas com base nas necessidades e realidade nacionais, em políticas públicas e regulações que norteiem o mercado, trazendo segurança jurídica para novos investimentos. Outro ponto de grande relevância é o da revisão dos programas e incentivos fiscais já em curso que favorecem a indústria fóssil para que não dificultem o desenvolvimento das novas tecnologias limpas.

Novas políticas devem auxiliar na redução de subsídios às fontes fósseis e no fomento de pesquisas e produção de baixa intensidade de carbono que auxiliem na diversificação da matriz energética, ainda que considerado o risco de trancamento tecnológico e dependência do caminho (*path dependence*) que pode ocorrer com os vultosos investimentos em infraestrutura. O agronegócio pode ser um grande aliado na descarbonização da economia, adotando protocolos de produção que preservam áreas de reserva, reduzem a emissão de metano e incentivam o aproveitamento energético dos resíduos e da biomassa. Todas essas vertentes trazem complexidade e oportunidades ao processo de tomada de decisão para a reformulação dos rumos da política energética no país.

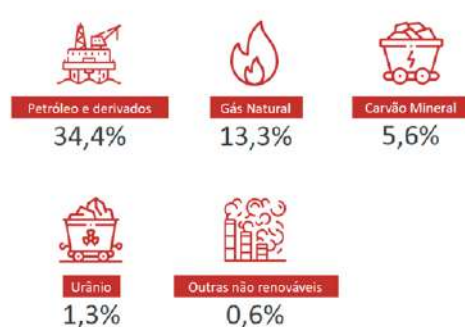
No Brasil, a oferta interna de fontes fósseis de energia é de 52,6% do total, ou seja, ainda predomina na matriz energética brasileira o consumo de petróleo e seus derivados, gás natural, carvão mineral e outras não renováveis (EPE, Balanço Energético Nacional, 2023). Embora a matriz elétrica seja composta de 87,9% de fontes renováveis (especialmente hidráulica, bioenergia, solar e eólica), ela representa menos de 20% do total da matriz energética. Um correto planejamento energético, que deve ter o Estado como indutor da transição, poderá permitir uma maior expansão dos recursos renováveis e uma menor dependência da hidroeletricidade, que está mais suscetível às instabilidades climáticas.

Repartição da Oferta Interna de Energia (OIE) 2022

RENOVÁVEIS ► 44,7%



NÃO RENOVÁVEIS ► 55,3%



Fonte: dados da
Production Gap
Report, 2021

Uma boa regulação precisa não só mirar o desenvolvimento econômico, mas também aumentar o bem-estar social e diminuir a desigualdade (HERTOG, 2010), mormente por meio da implementação de instrumentos de políticas públicas que incentivem o cuidado socioambiental. Assim, as políticas energéticas têm a difícil missão de compreender o racional econômico e as peculiaridades multissetoriais dos governos subnacionais, ao passo em que resguarde a justiça socioambiental. É democrática a participação de grupos de interesse setoriais nas discussões de formulação das políticas, mas o Estado é impotente para prover todas as expectativas e as escolhas dos agentes públicos podem gerar distorções regulatórias ainda mais evidentes (SMANIO; BERTOLIN, 2013). Como exemplo de inadequação, citam-se as discrepâncias nas políticas para o biodiesel e a inconstância na política de paridade de preços de importação, redução do ICMS e de impostos federais PIS e COFINS sobre o diesel.

O ecossistema das políticas energéticas encontra uma governança pautada por pressões de diversos grupos de interesse e uma miríade de resoluções, portarias, decretos e outros normativos infralegais pulverizados em diversos ministérios e agências regulatórias, com baixa participação legislativa (CARDOSO JÚNIOR, 2015), dificultando os investimentos e a obtenção de licenciamento ambiental para novos negócios. Nota-se, como exemplo, um importante estrangulamento da infraestrutura e da logística para escoamento da produção energética, especialmente no Nordeste, que exige um planejamento energético integrado para melhor competitividade da produção e desenvolvimento econômico. O transporte de cargas, fundamental para escoar a produção do agronegócio, é responsável por 33% do consumo de energia no Brasil. É um segmento que demanda políticas públicas que reduzam a dependência do diesel, melhorem a eficiência da cadeia logística e, conseqüentemente, auxiliem na competitividade da produção.

Ao se considerar a transição energética nos governos subnacionais, há maior concentração normativa nos estados do Sudeste e do Nordeste, com baixíssima expressão legislativa no Norte do país, embora grandes hidrelétricas estejam localizadas na região, além da importância dos ecossistemas hídricos e socioambientais nas áreas de floresta. Outra oportunidade que se descortina para estados e municípios reside no campo da descarbonização do transporte urbano, cujos ganhos vão muito além da diminuição das emissões, pois gera empregos, eficiência e segurança. Ainda sobre infraestrutura, um novo mercado surge com as tecnologias de captura, utilização, armazenamento de dióxido de carbono, inclusive com associação da biomassa e aproveitamento econômico por diversas indústrias.

Por fim, destaca-se o papel da Academia no processo de descarbonização da economia e da consolidação dos objetivos da transição energética. Os centros de pesquisa acadêmica podem oferecer soluções tecnológicas, assistência técnica, recursos de planejamento, consultoria customizada e formação especializada com as competências que as organizações privadas e públicas precisam para aprimorar a competitividade no mercado e a redução dos custos e riscos relacionados à energia, além de poder impulsionar novas rotas tecnológicas, como a do hidrogênio limpo.

CONCLUSÃO

A transição energética do Brasil é um caminho obrigatório para a descarbonização e para o crescimento econômico. Nesse contexto, percebe-se a necessidade de se organizar uma consistente estrutura regulatória que permita que o mercado encontre um ambiente de negócios confiável, com menos fragmentação e competição destrutiva entre governos subnacionais. Para isso, exige-se uma governança multinível, porém bem coordenada pelo governo central, que seja capaz de prover uma articulação cooperativa e orgânica. O planejamento estratégico deve ser revisto e reconstruído por todas as hélices do sistema, por meio de critérios de governança multinível e de maior participação da Academia e da sociedade civil, garantindo a modernização das políticas públicas e o fomento de novas tecnologias limpas na matriz energética.

REFERÊNCIAS

BAGNOLI, Vicente. Direito e Poder Econômico. Ed. Elsevier, 2009.

BRASIL, Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional, 2023. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN_S%C3%ADntese_2023_PT.pdf.

Acesso em 13 out 2023.

BRASIL, Empresa de Pesquisa Energética. Plano Nacional de Energia 2050. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>.

BRASIL, Empresa de Pesquisa Energética. Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil. <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/transporte-rodoviario-de-cargas-no-brasil-benchmarking-internacional>. Acesso em 12 out 2023.

CARDOSO JÚNIOR, José. Planejamento Brasil Século XXI: Inovação Institucional e Refundação Administrativa. IPEA, p. 18, 2015.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK Report. Disponível em <https://www.footprintnetwork.org/our-work/>.

HERTOG, Johan. Review of Economic Theories of Regulation, Utrecht School of Economics, 2010.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group to the Sixth Assessment Report of the IPCC. Disponível em <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>. Acesso em 13 out 2023.

PIMENTEL, Cácia e ROLIM, Maria Joao, Coords. Caminhos Jurídicos e Regulatórios para a Descarbonização no Brasil. Ed. Fórum, 2021.

SMANIO, Gianpaolo e BERTOLIN, Patrícia, Orgs. O Direito e as Políticas Públicas no Brasil. Ed. Atlas, 2013.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). International Institute for Sustainable Development (IISD). Production Gap Report 2021. Disponível em: <https://www.iisd.org/publications/production-gap-2021>. Acesso em 14 out 2023.



GOVERNANÇA ENERGÉTICA E NEOINDUSTRIALIZAÇÃO NO BRASIL

 Suzana Bolschiver

JUSTIFICATIVA: DO GÁS NATURAL

O gás natural desempenha um papel significativo no trilema energético ao tentar equilibrar os três desafios principais da indústria de energia: segurança energética, sustentabilidade ambiental e acessibilidade econômica. Pode-se afirmar que é o combustível fóssil de menor nível de emissão de gases de efeito estufa, em comparação com outros, como o carvão e o petróleo. Além disso, como o gás possibilita uma combustão com elevado rendimento térmico, pode-se obter reduções na intensidade de consumo de energia na indústria, no comércio ou em residências. Do ponto de vista da segurança energética, o gás natural pode ser considerado como uma fonte confiável e versátil, com ampla disponibilidade global, apesar de ser impactado por fatores geopolíticos. Segundo dados recentes da *Fertilizers Europe*¹, aproximadamente 70% da capacidade de produção na Europa dos fertilizantes nitrogenados foi suspensa em consequência do aumento no preço do gás natural. Esses fertilizantes, amplamente utilizados na agricultura, são derivados da amônia – que é obtida a partir da transformação química do gás natural, sendo este responsável por 80% dos custos variáveis de sua produção. Portanto, a partir desta relação positiva entre os preços, o gás natural possui uma relação direta na garantia de disponibilidade de alimentos para a população.

Em relação ao setor industrial, especificamente o químico, sabe-se que, nos últimos anos, a indústria química brasileira tem perdido participação no atendimento à demanda interna por meio da produção local, apesar do crescimento do consumo de produtos químicos no país. Esse importante setor industrial enfrenta um acentuado processo de desindustrialização, decorrente de vários fatores, como a ausência de políticas públicas de longo prazo, preço do gás natural e matérias-primas, custo tributário e da logística.

Como consequência disso, existe uma carência de produção local de vários produtos estratégicos, o que faz com que o país seja dependente de insumos e produtos importados. Esse problema estrutural tem levado

¹ Disponível em <https://www.fertilizereurope.com/gas-prices-2/#:~:text=As%20a%20result%2C%20around%20C%20A070%25%20of%20European%20production%20capacity%20has%20been%20curtailed.>

a um déficit comercial crescente, desde o início da década de 90, de US\$ 1,2 bilhão para o salto de US\$ 65 bilhões em 2022. Hoje, o Brasil é o maior importador de fertilizantes, a despeito de ter uma das agropecuárias mais competitivas do mundo, seguido dos EUA, EU, Índia, com a demanda crescendo o dobro da taxa global. Uma importante discussão diz respeito a reinjeção de gás, que se for reduzida aos padrões mundiais para cerca de 20%, e a diferença em gás for internalizada, o Brasil poderá obter diversas oportunidades em toda a cadeia produtiva, desde fornecedores de produtos e equipamentos a serviços técnicos especializados.

De acordo com dados recentes da ANP, do total produzido internamente, praticamente metade, 72,2 milhões de m³/dia, é reinjetado na boca dos poços do pré-sal, principalmente pela falta de infraestrutura de escoamento desse gás, das plataformas do pré-sal para a terra. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a oferta de gás pode ser 19 milhões de m³/dia maior que o previsto², em 2032, se a reinjeção for menor e houver investimentos em infraestrutura. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim), o PIB do país poderia ser aumentado em R\$ 401,3 bilhões, com potencial de gerar 2,7 milhões de novos empregos e aumento na arrecadação de tributos.

Com certeza esses movimentos podem atrair excelentes oportunidades em investimentos em novas Unidades de Processamento de Gás Natural (UPGNs) e em rotas de escoamento de gás das plataformas do pré-sal, gasodutos de transporte, bem como na indústria química. Uma política pública forte que propicie condições competitivas para o gás natural, cujo preço de US\$ 15 a 20/MMBTU é quase 4 vezes maior que nos EUA, representa um passo fundamental para a volta da produção de plantas industriais com ociosidade elevada, ou até paralisadas.

Neste contexto pode-se destacar o programa Gás Para Empregar³, anunciado recentemente pelo Ministério de Minas e Energia (MME), que tem como projeção investimentos de até R\$ 94,6 bilhões até 2032. A expectativa do governo é de que os valores possam ser empregados principalmente em unidades de fertilizantes nitrogenados e outros químicos (R\$ 39,3 bilhões), gasodutos de transporte de gás natural (R\$ 25 bilhões), unidades de processamento (R\$ 15,4 bilhões) e em rotas de escoamento *offshore* (R\$ 14,9 bilhões). Essa iniciativa trará relevantes ganhos ao país, pois permitirá a redução da dependência externa de insumos estratégicos para as cadeias produtivas nacionais, inclusive o agronegócio, podendo reduzir a dependência de 85% para 10% da importação de fertilizantes se atingirmos uma comercialização de 10 milhões de m³/dia ao dia⁴.

Importantes modelos de negócios estão sendo desenhados nesse programa como a possibilidade de troca (swap) do óleo da União por volumes adicionais de gás natural disponíveis para a comercialização da Pré-sal Petróleo SA (PPSA), que poderá atuar como fonte geradora na construção de gasodutos, além de apoiar a redução de reinjeção do gás natural nos campos *offshore*. Estuda-se também a possibilidade de desconto de custo em óleo dos valores investidos que incentivem a maior oferta de gás natural⁵, assim como uma política de precificação.

DO CCS (CARBON, CAPTURE AND STORAGE)

A pressão para a descarbonização global tem levado ao aumento de projetos de captura e armazenamento de carbono (CCS) ao redor do mundo. Segundo relatório da International Energy Agency (IEA), essa é uma das principais tecnologias que pode trazer reduções significativas das emissões provenientes de combustíveis fósseis. Alguns movimentos podem ser apontados no Brasil, como por exemplo da petroleira Repsol Sinopec Brasil que anunciou no final de 2022, em parceria com a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e a startup alemã DACMa MnbH, o início de um projeto pioneiro na América Latina que prevê o

² Disponível em <https://epbr.com.br/oferta-de-gas-pode-subir-19-milhoes-de-m3-dia-se-reinjecao-for-menor-estima-epe/>

³ Disponível em <https://epbr.com.br/assunto/gas-para-empregar/>

⁴ Disponível em <https://epbr.com.br/lula-deixa-claro-que-gas-para-fertilizantes-e-prioridade-vamos-fazer/>

⁵ Disponível em <https://epbr.com.br/gas-para-empregar-e-oficialmente-criado/>

desenvolvimento da tecnologia de captura de CO₂ através da construção de uma planta experimental capaz de capturar cerca de 300 toneladas de CO₂ diretamente da atmosfera. Mais recentemente, no primeiro semestre de 2023, a Petrobras anunciou um novo projeto de CCS, no terminal de Cabiúnas, em Macaé (RJ), com a capacidade de capturar cerca de 100 mil toneladas de CO₂ por ano.

Segundo o Instituto de CCS, em 2022, a soma da capacidade de armazenamento de todas as unidades comerciais de CCS no mundo (em todos os estágios de desenvolvimento), foi de 244 milhões de toneladas de CO₂ por ano, o que representa um aumento de 44% em relação a 2021. O aumento dos projetos de CCS no mundo confirmam a relevância do tema e trazem à tona um dos maiores desafios relacionados a técnica: não basta apenas capturar o CO₂, mas é preciso também, dar um destino permanente a este carbono capturado.

O Projeto de Lei 1.425/2022 propõe um marco regulatório para CCS no Brasil e está no momento, em análise pela Comissão de Meio Ambiente, de onde seguirá para a câmara se for aprovado. Este projeto foi a primeira iniciativa para regulamentar o setor e gera uma janela de oportunidades para o Brasil, especialmente se vier acompanhado de políticas públicas que facilitem a expansão dos projetos de CCS. Mais recentemente, na nova versão do Programa de Aceleração do Crescimento, chamado de “Novo PAC”, pode-se observar na carteira de projetos do Ministério de Minas e Energia, um total de 165 empreendimentos com investimento total, entre público e privado, de cerca R\$ 590 bilhões.

Dentre estes empreendimentos, um dos projetos se refere diretamente a captura e armazenamento de carbono realizado em conjunto com produção de energia por biomassa (técnica chamada de BECCS – Bioenergy with CCS). Estima-se que o Brasil possua o potencial de captura de mais de 190 milhões de toneladas de CO₂ (segundo relatório do CCS Brasil), originados de diversas fontes industriais e do setor de energia. Ademais, as tecnologias relacionadas ao armazenamento geológico já são conhecidas, maduras e amplamente aplicadas no mundo desde a década de 70, pela indústria de óleo e gás. Os meios utilizados para localizar e caracterizar as áreas de armazenamento de CO₂, perfurar poços, pressurizar e injetar o CO₂ e monitorar o processo e possíveis vazamentos são essencialmente os mesmos utilizados nas operações da fase de exploração e recuperação avançada de petróleo. Além da experiência com o pré sal, de 1991 a 2005, o Brasil também realizou a operação de injeção de CO₂ para aumento da recuperação de petróleo no campo de Buracica na Bacia do Recôncavo.

O Brasil está localizado em uma região geologicamente estável, sendo que as bacias sedimentares brasileiras do Paraná, Campos, Santos, Potiguar e Recôncavo são áreas consideradas altamente propensas ao armazenamento de CO₂. Segundo o Atlas de CCS, publicado a mais de 10 anos, o país tem um potencial teórico para armazenar 2035 bilhões de toneladas de CO₂, em campos de óleo e gás, reservas de carvão mineral e aquíferos salinos.

A estabilidade das formações geológicas e a extensão territorial do Brasil indicam que muito provavelmente a capacidade de armazenamento subterrâneo de gases no país é imensa. Porém, estas condições somente poderão ser confirmadas quando forem realizados estudos mais aprofundados sobre os reservatórios, de forma a construir um mapa brasileiro das áreas de armazenamento geológico. Além de conhecer a capacidade nacional de estocagem subterrânea de CO₂, este tipo de mapeamento também vai permitir a conexão entre as fontes de emissão e as áreas de armazenamento, minimizando as dificuldades logísticas da operação.

De acordo com a SEEG (Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa), o Brasil emitiu 2,4 bilhões de toneladas de gases do efeito estufa em 2021. Considerando que os projetos de CCS

teriam a capacidade de capturar cerca de 190 milhões de toneladas de CO₂ por ano no Brasil, a implementação destes projetos seria capaz de reduzir as emissões brasileiras em aproximadamente 8%. Em um primeiro momento, 8% podem parecer um número pequeno, porém, se analisado dentro um contexto em que diversas medidas para redução dos gases do efeito estufa serão realizadas em conjunto, este número se torna mais expressivo.

Adicionalmente, as emissões de CO₂ oriundas da geração de energia a partir de biomassa (que representa cerca de 47% da matriz energética brasileira) não são contabilizadas porque se considera que o cultivo da biomassa é capaz de capturar todo CO₂ emitido, neutralizando o processo. Portanto, se este CO₂ que não é contabilizado também for capturado e armazenado (BECCS), serão geradas emissões negativas de gases do efeito estufa, assim como também acontece com o CO₂ que é capturado diretamente do ar.

Além do potencial para gerar reduções significativas das emissões de gases do efeito estufa, a regulamentação e incentivo de projetos de CCS também podem gerar oportunidades relacionadas a novos mercados e negócios. O CCS Brasil mostrou que, em um cenário conservador em que preço do crédito de carbono seja de 70 dólares por tonelada de CO₂, os projetos de CCS no Brasil poderiam gerar receitas de cerca de 14 bilhões de dólares por ano.

Os projetos do novo PAC indicam que o Brasil está alinhado as metas globais de redução da emissão dos gases do efeito estufa e está iniciando seu primeiro investimento focado totalmente em um projeto de captura e armazenamento de CO₂. Importante destacar o Projeto de Lei 1.425/2022 citado anteriormente que propõe um marco regulatório para CCS no Brasil e alinhado a isso, a proposta de política pública para redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) descarbonizar os diferentes modos de transporte, o “Projeto de Lei (PL) Combustível do Futuro”, que inclui capítulo com marco legal de CCS, que poderá colocar o Brasil em posição de destaque global com relação à transição energética, o que deverá estimular a produção agroindustrial nacional.

Concluindo, o país sabe o que fazer e a experiência que será gerada a partir destes projetos poderá impulsionar a ampliação destes programas, expandindo os investimentos específicos para CCS combinados ao setor de óleo e gás natural e de biocombustíveis e preenchendo as lacunas em relação ao mapeamento das áreas potenciais para armazenamento.

O POTENCIAL EÓLICO DO NORDESTE NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: NOVAS REGULAÇÕES E DESAFIOS PARA A EXPANSÃO DO SETOR

 Rárisson Jardiel Santos Sampaio

 Talden Queiroz Farias

JUSTIFICATIVA:

A transição energética é um dos principais desafios para a descarbonização da economia. A migração do uso de combustíveis fósseis para fontes de baixo carbono demanda esforços globais visando alcançar um patamar seguro de emissões e promover o desenvolvimento sustentável.

Entre as alternativas para reduzir o uso de combustíveis fósseis estão as energias renováveis, as quais impulsionam um novo mercado mundial. O Brasil, que já dispunha de um amplo aproveitamento hidrelétrico, vê um novo segmento econômico na diversificação de sua matriz elétrica pelas fontes eólica e solar fotovoltaica, sobretudo na região Nordeste.

Ao longo das últimas décadas, o mercado de energia eólica onshore se consolidou, acompanhado pelo crescimento da geração solar fotovoltaica. Atualmente, essas fontes representam, respectivamente, cerca de 13% e 4,4% de toda a capacidade de geração elétrica do país (ANEEL, 2023). A exploração das energias renováveis foi impulsionada por uma série de medidas do Poder público, incluindo incentivos regulatórios e financeiros.

Em um processo de ressignificação da sua produção econômica, o Nordeste brasileiro responde por significativa parcela da geração elétrica nacional, concentrando 89,98% da capacidade de geração eólica e 51,8% de toda a geração solar fotovoltaica (centralizada e distribuída) do país (ANEEL, 2023). Outros potenciais também se associam à expansão de novos segmentos energéticos, a exemplo da exploração eólica offshore e a produção de combustíveis alternativos, como o Hidrogênio Verde (H2V). Dessa forma, o semiárido nordestino desempenha um papel crucial em reforço aos compromissos climáticos do Brasil. Todavia, há desafios setoriais que ainda persistem para o planejamento de novos projetos e para a conformação de uma transição energética mais justa.

Essa aceleração nos projetos de renováveis, por sua vez, demonstra fragilidades de estrutura no sistema elétrico brasileiro. Em agosto de 2023, o aumento da geração solar centralizada sobrecarregou uma linha de transmissão no Ceará e gerou instabilidades em todo o Sistema Interligado Nacional (SIN), ocasionando um apagão que atingiu todas as regiões do país (ONS, 2023). A falha estaria associada ao alto volume de produção de energia pelas fontes solar e eólica no Nordeste, reforçando a necessidade de expansão e melhorias do escoamento nas redes de transmissão, visando conectar com segurança as novas ligações de energias renováveis.

Quanto à nova fronteira de expansão da energia eólica pela construção de usinas offshore, tem-se que o potencial de aproveitamento está estimado em aproximadamente 700 GW para o litoral brasileiro. Entretanto, a ausência de um marco regulatório, indefinições sobre o uso de terras públicas da União e incertezas quanto aos impactos ambientais são alguns dos desafios para o setor. Atualmente, existem 78 projetos offshore cadastrados no IBAMA (2023), ainda pendentes de análise, com um total de 189 GW de capacidade de geração. Grande parte dos empreendimentos está prevista para a região Nordeste, com destaque para o litoral do estado do Ceará que concentra 23 projetos.

Além de desafios regulatórios e de infraestrutura, outro ponto evidente da expansão da energia eólica no Nordeste é a conciliação do interesse econômico com o desenvolvimento social da região. Parques eólicos têm provocado conflitos socioambientais em territórios rurais, sobretudo no que tange às negociações contratuais sobre o uso da terra (TRALDI, 2019). Comunidades reclamam da ausência de maiores contrapartidas e do valor irrisório pago pelo arrendamento de terras, gerando resistência ao avanço de novos. Tal situação evidencia a necessidade de construção de um modelo de transição energética pautado não apenas pela redução das emissões de carbono, mas que seja inclusivo e com justiça social.

Nesse sentido, o presente trabalho tem o objetivo geral de investigar o cenário de expansão dos empreendimentos de energia eólica no Nordeste brasileiro, com enfoque nos desafios regulatórios, de infraestrutura e de cunho socioambiental. Assim, analisa-se o quadro de oportunidades, riscos e benefícios associados à atividade como ponto focal para o desenvolvimento econômico e construção de uma transição energética justa para a região.

CONCLUSÃO:

A produção de energia tende a se tornar uma atividade proeminente dos estados da região Nordeste, dada a abundância de recursos naturais renováveis, como os ventos e a irradiação solar. Todavia, há uma necessidade do aprimoramento da infraestrutura básica de escoamento dessa atividade, a exemplo das linhas de transmissão, de forma a integrar com segurança a adição de novos projetos de energia renovável, sobretudo pela fonte eólica e solar fotovoltaica.

A região se encontra diante da abertura de novas perspectivas para as atividades econômicas, o que inclui a geração eólica offshore e a produção de Hidrogênio sustentável (hidrogênio verde) e seus derivados. Estados como Ceará, Bahia, Piauí e Rio Grande do Norte vem se mobilizando para a adequação de seu ambiente regulatório, visando garantir maior segurança jurídica ao setor e, com isso, atrair investimentos.

Os potenciais da exploração energética na região Nordeste vão além da criação de um novo mercado, mas trata-se da oportunidade de ressignificação da realidade socioeconômica de todo um território. Para tanto, é necessário que a transição energética leve em conta as demandas presentes, com inclusão das comunidades e promoção de justiça social no uso da terra e distribuição dos benefícios.

TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

REFERÊNCIAS:

ABEÉOLICA. Infovento 32, agosto de 2023. Disponível em: https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2023/09/424_ABEEOLICA_INFOVENTO_N32_PT_V4.pdf. Acesso em: 03 set. 2023.

ABEÉOLICA. Infovento hidrogênio 01, agosto de 2023. Disponível em: https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2023/09/424_ABEEOLICA_INFOVENTO_HIDROGENIO_V4-1.pdf. Acesso em: 03 set. 2023.

ABEÉOLICA. Infovento offshore 02, agosto de 2023. Disponível em: https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2023/09/02_INFOVENTO_OFFSHORE_PT_Digital.pdf. Acesso em: 03 set. 2023.

ANEEL. Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA): matriz elétrica brasileira, 2023. Disponível em: <https://antigo.aneel.gov.br/siga>. Acesso em: 22 ago. 2023.

BEZERRA, F. D. Energia Eólica no Nordeste. Caderno Setorial ETENE/BNB, a. 06, n. 200, dez. 2021.

BP. Statistical Review of Energy, 2022. Disponível em: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/power-by-fuel.html>. Acesso em 20 jul. 2023.

CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA (CEPEL). Atlas do Potencial Eólico Brasileiro: simulações 2013. Rio de Janeiro: CEPEL, 2017. Disponível em: http://www.observatoriadaenergiaeolica.ufc.br/wp-content/uploads/2019/07/NovoAtlasdoPotencialEolico_BrasileiroSIM_2013-compressed.pdf. Acesso em: 10 ago. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Balanço Energético Nacional (BEN): relatório síntese, 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2023>. Acesso em: 03 set. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Roadmap eólica offshore Brasil: perspectivas e caminhos para a energia eólica marítima, 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/roadmap-eolica-offshore-brasil>. Acesso em: 03 set. 2023.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA). Renewable energy statistics 2023, julho 2023. Disponível em: <https://www.irena.org/Publications/2023/Jul/Renewable-energy-statistics-2023>. Acesso em: 15 ago. 2023.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA (ONS). Relatório de Análise de Perturbação – RAP (Minuta), 25 set. 2023. Disponível em: <https://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/Minuta%20do%20RAP%202023.08.15.pdf>. Acesso em: 01 out. 2023.

TRALDI, M. Acumulação por despossessão: a privatização dos ventos para a produção de energia eólica no semiárido brasileiro. 2019. 374 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2019.

PANORAMA, PERSPECTIVAS E DESAFIOS DO APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL

 Max Filipe Silva Gonçalves

 Thiago Zanon

JUSTIFICATIVA

Atualmente na busca por uma gestão adequada de RSU busca-se atender os princípios da economia circular, por meio da redução de desperdícios e maximizar o valor dos recursos, promovendo um ciclo contínuo de produção, consumo e reutilização, além da minimização das emissões de Gases do Efeito Estufa – GEE e a consequente descarbonização. Nesse contexto, o aproveitamento energético de RSU é aderente a todas os objetivos citados. Este trabalho tem como objetivo levantar o panorama, perspectivas e desafios das principais tecnologias utilizadas no aproveitamento energético de RSU no Brasil.

RESULTADOS

Existem diversas tecnologias de aproveitamento energético aplicadas ao tratamento de RSU. Dos pontos de vista da sustentabilidade ambiental e da economia circular, é estabelecida uma ordem preferencial de atividades: primeiramente a prevenção da geração e na sequência tratamentos, dando-se prioridade da utilização eficiente dos recursos materiais e energéticos. A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, instituída pela Lei N° 12.305/2010, em linha com os pontos de vistas citados, estabeleceu a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada. Os principais tratamentos com aproveitamento energético de RSU atualmente utilizados são listados e apresentados ao longo do texto seguindo tal ordem preferencial: digestão anaeróbia, produção de CDRU, incineração e a disposição final em aterros energéticos. A participação de tais tratamentos na gestão atual de RSU foi levantada em ABRELPE (2023) relativas a 2022 e informações do Plano Nacional de Resíduos Sólidos – PLANARES instituído pelo Decreto N° 11.043/2022 relativas a 2020, enquanto as perspectivas futuras apresentadas se referem a metas estabelecidas em tal Plano e discussões existentes na comunidade técnica brasileira.

A **digestão anaeróbia** é um processo de tratamento com produção de composto, além do biogás com

elevado percentual de metano, gás este com elevado poder calorífero e com potencial de utilização na geração de energia através do biogás (que tem elevado percentual de metano), ou produção de biometano (através da purificação do metano do biogás) para substituição do Gás Natural Veicular - GNV, instalações residenciais, industriais e comerciais, além de geração de energia elétrica. Não existem plantas de digestão anaeróbia em escala de tratamento intensivo no país, mas apenas 02 plantas em escala reduzida. A viabilidade técnica da realização de tal digestão é dependente do resíduo enviado ser somente orgânico, sem a presença de rejeitos, ou seja, dependente de uma coleta diferenciada (separação na fonte geradora, ou seja, nos domicílios) eficiente onde coleta-se separadamente a fração ou a realização da separação em unidades de Tratamento Mecânico-Biológico - TMB. Foi estabelecida uma meta conjunta de recuperação da massa total de RSU em tratamentos biológicos (compostagem ou digestão anaeróbia), iniciando em 2,7% já em 2024 e um crescimento até atingir 13,5% em 2040; que 20% dos municípios tenham alguma iniciativa de valorização de resíduos orgânicos já em 2024 e 100% em 2040; que em 2024 se tenha 12 MW em unidades de digestão anaeróbia com crescimento até atingir 69 MW em 2040. Apesar do Plano estabelecer metas, a comunidade técnica brasileira prevê pouca possibilidade de um expressivo uso da digestão anaeróbia, uma vez que praticamente é inexistente em cidades brasileiras a coleta diferenciada em grande escala e eficiente necessária, bem como pela limitação da eficiência da separação em unidades de TMB. Assim, o tratamento com recuperação da fração biológica para geração de recursos como composto torna-se mais viável utilização da compostagem, que possui maior tolerância a presença de rejeitos. Porém é provável a utilização da digestão anaeróbia em pequena escala, para o recebimento de resíduos provenientes de locais com maior facilidade de separação na fonte geradora, como entrepostos e armazéns, supermercados, sacolões e feiras livres.

A produção de **CDRU**, um tipo específico de produção de Combustível Derivado de Resíduos - CDR, é realizada através da separação da fração com elevado poder calorífero, gerando assim um combustível que pode ser utilizado em caldeiras industriais a biomassa, fornos de produção de clínquer (na substituição ao coque de petróleo em unidades de fabricação de cimento, sendo uma atividade de coprocessamento), em pirólise, gaseificação ou incineração. O CDRU pode ser produzido a partir de rejeitos de alguns dos processos de plantas de triagem de recicláveis ou unidades de TMB. Algumas frações dos RSU com potencial de produção de CDRU a princípio tem potencial de ser recicladas, mas devido a presença de contaminantes impregnados (por exemplo, resíduos orgânicos) ou a eficiência limitada na separação na triagem de recicláveis se tornam rejeitos em processos de triagem de recicláveis, podendo assim ser utilizada na produção de CDRU; a fração do RSU utilizada para a produção de CDR é geralmente composta por papel, papelão, têxteis, madeira, EPS, plásticos, couro e borracha. Segundo Visedo & Pecchio (2019) havia 62 plantas integradas e licenciadas que exploram jazida de calcário e tem fornos de clínquer no país, possibilitando assim a utilização de CDR como combustível e a moagem de cimento final, processo esse já utilizado no Brasil desde o final da década de 1990 com resíduos industriais. O coprocessamento é regulamentado pela Resolução CONAMA N° 499/2020 em nível federal e alguns estados possuem legislações complementares; o estado de SP, por meio da Resolução SIMA N° 047/2020 estabelece diretrizes e condições para o licenciamento de unidades de preparo de CDR e da atividade de recuperação de energia proveniente do uso de CDR, não somente para coprocessamento, mas também para outros usos já citados para o CDR. Já se tem conhecimento da existência de unidades que fazem a produção e já forneçam para unidades de fabricação de cimento, como no estado de SP e espera-se que haja crescimento a longo prazo, fomentado pelas atividades já mencionadas com potencial de uso de CDR, destacando-se a aspiração do setor cimentício brasileiro em contribuir para a redução da intensidade carbônica em 33% até 2050 com base nos valores atuais (VISED0 & PECCHIO, 2019), dependente em parte de combustíveis alternativos, como o CDRU, para a substituição de combustíveis fósseis não renováveis.

Já a **incineração** de RSU, processo a partir dos quais os resíduos são queimados em ambiente fechado e

controlado em **URE**, tem como benefícios a redução do volume e massa dos resíduos, além de ter capacidade de receber praticamente todas as frações típicas dos RSU e geração de energia elétrica. Atualmente não existem URE no país, porém há algumas unidades já licenciadas (com licença prévia e/ou de instalação) e em licenciamento, em estados como RJ, RS e SP. O PLANARES estabelece uma meta conjunta de recuperação da massa total de RSU em tratamentos térmicos em URE iniciando com uma potência instalada de 311 MW em 2024 (impossível de ser alcançada, uma vez que não conhecimento público de alguma unidade em implantação) e um crescimento gradual até atingir 994 MW em 2040 tratando 14,6% dos RSU brasileiros. A disposição final em aterros sanitários, apesar de ser a opção menos desejável dentro do contexto da sustentabilidade ambiental e da economia circular, quando presente elevada fração de resíduos orgânicos disposta em aterro, tem-se como possibilidade a captação do biogás, aproveitando o poder calorífero do metano através da injeção em motores à combustão para geração de energia elétrica ou a produção de biometano, sendo tais aterros assim considerados como aterros energéticos. Segundo o PLANARES já havia uma potência instalada de 87 MW em 2020 e projetou-se um crescimento de tal capacidade até atingir 257 MW em 2040, crescimento este considerando que aterros existentes e outros novos que surgirão para atender 2.826 municípios que ainda dispõe os RSU em aterros controlados ou lixões (ABRELPE, 2023) e passarão a ter a captação e aproveitamento energético do biogás. Atualmente existem 66 aterros sanitários que captam o biogás e o aproveitam para geração de energia elétrica ou produção de biometano (CIBIOGÁS, 2023), a maioria com termelétricas com potência instalada superior a 218 MW (ANEEL, 2023); é esperado um forte aumento do número de plantas termelétricas e de produção de biometano nos próximos anos pelo setor de gestão de resíduos e de aproveitamento do biogás.

Um outro grande desafio para utilização dos tratamentos mencionados decorre da viabilidade econômica, uma vez que questões de ordem econômica são relevantes e essenciais para a conjuntura brasileira. Existem poucos estudos ou informações públicas relacionadas às questões econômicas envolvidas em cada um dos tratamentos mencionados. Di Creddo (2020) apresentou um estudo de rotas tecnológicas (para tratamento e disposição final de RSU) para uma cidade hipotética com geração de 600 t/dia de RSU com coleta indiferenciada, considerando as condições de mercado brasileira vigentes à época, realizando avaliação dos custos associados, receitas acessórias e qual seria a tarifa de entrada (que remunera uma concessionária pública ou privada pelos serviços de manejo de RSU) necessária para a viabilidade econômica de cada rota.

Neste estudo destaca-se algumas rotas tecnológicas (todas as citadas a seguir com presença de triagem inicial de recicláveis antes da aplicação de qualquer outra tecnologia): (I) a rota com disposição final dos rejeitos em aterro energético após a triagem teria a menor tarifa de entrada; (II) a rota tecnológica com combinação de digestão anaeróbia e disposição final dos rejeitos em aterro apresentou uma tarifa 52% superior à rota I; (III) a rota com combinação da incineração do RSU em URE e disposição dos rejeitos em aterro apresentou uma tarifa 189% superior à rota da situação I e 89% superior à rota II. Com base nessas tarifas de entrada calculadas, Di Creddo destaca que os preços de venda de mercado existentes ou projetados dos recursos gerados nas rotas tecnológicas (por exemplo, o composto da digestão anaeróbia, e geração de energia elétrica proveniente na incineração em URE, ou do biogás da digestão anaeróbia ou de aterros energéticos) são insuficientes para cobrir as despesas de implantação desses tratamentos, o que é ainda mais sensível no caso da rota III, com a maior tarifa de entrada calculada.

Para a rota tecnológica III, destaca-se que, numa tentativa inicial de tentar iniciar a adoção da incineração de RSS em URE no Brasil, a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE e a Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel organizaram leilão em 2021 para compra de energia elétrica de URE com preço de energia com valor incentivado, mas ainda não há notícias ou sinalização que será realizado novamente para incentivo da utilização de tal tecnologia.

CONCLUSÃO

Diante do apresentado, observa-se que o aproveitamento energético dos RSU já é uma realidade no Brasil, principalmente por meio do aproveitamento energético do biogás dos aterros e produção do biometano, que deve crescer fortemente nos próximos anos; no caso da digestão anaeróbia, praticamente inexistente no país, não espera-se a adoção em grande escala, mas sim em pequenas centrais descentralizadas em locais com produção de resíduos exclusivamente orgânicos; quanto a produção de CDRU, já existente de forma incipiente, prevê-se um forte crescimento frente a provável demanda por consumidores deste combustível, principalmente a indústria cimenteira; já para a incineração, existe um grande desafio no que tange a viabilidade econômica, associada aos elevados CAPEX e OPEX, mas que pode ser mais viável em metrópoles com encerramento de aterros e a dificuldade de implantação de novos próximos aos centros geradores.

A viabilidade econômica dos aproveitamentos energéticos citados é altamente dependente de receitas acessórias e preço de venda dos recursos gerados, influenciando diretamente na atratividade econômica e confiança do empreendedor público ou privado, evidenciando a necessidade de haver incentivos econômicos ou subsídios, por meio de políticas públicas, para aumentar a atratividade e viabilidade econômica, também permitindo reduzir as tarifas pagas pelo poder público e/ou pelos cidadãos. Tão importante quanto a questão econômica, destaca-se como todos os tratamentos citados se enquadram como fontes renováveis de energia que podem ser utilizadas em outros setores econômicos, colaborando o setor de resíduos como fonte renovável e limpa de geração de energia, podendo contribuir para o caminho rumo a uma economia de baixo carbono, reversão das emissões de Gases de Efeito Estufa – GEE e combate às mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2022. São Paulo: ABRELPE, 2022. Disponível em <https://abrelpe.org.br/panorama-2022/>. Acesso em 07 out. 2023.
- ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Sistema de informações de geração da ANEEL SIGA. 1 out. 2023. Disponível em <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/relatorios-e-indicadores/geracao>. Acesso em 07 out. 2023.
- CIBIOGÁS - Centro Internacional de Energias Renováveis – Biogás. Panorama do Biogás no Brasil 2022. CIBiogás (Brasil) Relatório Técnico nº 001/2023. Foz do Iguaçu: CIBiogás, 2023.
- DI CREDDO, E. Rotas Tecnológicas na Gestão dos Resíduos Públicos. [S. l.] ABLP, 11 jun. 2020. 1 vídeo (1h:10min). Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=jBC4jyecIT8&t=1734s>. Acesso em 07 out. 2023.
- VISEDO, G.; PECCHIO, M. (org). ROADMAP tecnológico do cimento: potencial das emissões de carbono da indústria do cimento brasileira até 2050. Rio de Janeiro: SNIC, 2019.

LICENCIAMENTO AMBIENTAL E BIOENERGIA NO AGRO

 Ricardo Pedro Guazzelli Rosario

 Heitor Afonso Magnus da Rocha Ferreira

JUSTIFICATIVA

As atividades agropecuárias ou agrosilvopastoris, também chamadas de Agronegócio, constituem o setor mais relevante no Brasil, tanto por representar mais de 20% do PIB, mas também por toda a geração de emprego e renda. Mas mais que isso, precisamos lembrar da relação rural e urbana que é praticamente intrínseca, como um mutualismo, sem um não há o outro. A zona urbana precisa de alimentos e a zona rural precisa de serviços e tecnologias, assim, aqui não é diferente, uma tecnologia, gerada no agro pode ser benéfica para toda a população, especialmente para a geração de energia e combustíveis, associada a diminuição de emissão de gases de efeito estufa.

A energia é o que move todos os seres humanos, desde a noção de cadeias e teias alimentares até a geração de ATP estamos falando de energia. Atualmente, temos uma demanda de energia na ordem de 266 tep (toneladas equivalente a petróleo) ou aproximadamente 513 TWh/ano.

Assim, desde sempre usamos a bioenergia e o desafio atual da maior necessidade de geração de energia, ou seja, é necessário escalar a utilização de bioenergia para que possamos manter a qualidade de vida. Para isso, é necessário conhecer os tipos, processos e entraves existentes no setor para que ele seja colocado em prática.

A Bioenergia representa um conjunto de fontes de energia renováveis provenientes da biomassa de lavouras, que podem ser transformadas em biogás, biometano, biodiesel, diesel verde, HVO, combustíveis alternativos da aviação, entre outras. Possuem baixa emissão de gases de efeito estufa e, assim, são alternativas às fontes convencionais como petróleo, carvão mineral e gás natural. (Raizen, s/d). A Bioenergia utiliza processos de combustão, fermentação e destilação para a geração de energia. É possível gerar bioenergia a partir de biomassa sólida, líquida e do biogás ou biometano. De uma maneira prática, a geração de energia a partir de resíduos orgânicos precisa passar pelo processo de licenciamento ambiental.

O licenciamento ambiental é um instrumento de política ambiental que teve início em 1969 com a NEPA (National Environmental Protection Act) dos Estados Unidos. Sua consolidação teve importantes entradas

com a Convenção de Estocolmo de 1972, na qual o licenciamento e a avaliação de impactos ambientais passaram a ter mais relevância.

Além da Convenção de Estocolmo, nos anos de 1973 e 1978, o Conselho de Qualidade Ambiental dos Estados Unidos (CEQ) trouxe melhorias na legislação.

Com isso, os grandes bancos mundiais de financiamento passaram a exigir estudos de impacto ambiental dos empreendimentos que financiavam e financiam.

No Brasil, o licenciamento ambiental teve seu marco inicial a Lei Federal 6.938, que institui a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), de 31 de agosto de 1981. Essa legislação se consolidou com a Resolução CONAMA 01/86 e a Resolução CONAMA 237/97. Além desse arcabouço, a Constituição Federal regulamentada nesse aspecto pela Lei Complementar 140/2011 consolidou a divisão de competências entre os entes e que são objeto deste trabalho.

Importante destacar que, antes desses normativos mais recentes, o Estado de São Paulo editou a Lei 997/76, instituindo o licenciamento da instalação e do funcionamento das fontes de poluição e a Lei Estadual 9.509/97, ao dispor sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, disciplinou o licenciamento ambiental no âmbito dos estados para as atividades consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou degradadoras do meio ambiente.

CONCLUSÃO

O trabalho deixa claro o potencial de geração de energia a partir da Bioenergia. Tal potencial é muito necessário de ser incentivado, pelas oportunidades na geração de emprego, economia e sustentabilidade. Todavia, o licenciamento ambiental, por sua característica atual de morosidade e muitas vezes pela falta de legislação própria, pode ser um entrave para o desenvolvimento do setor da Bioenergia no país. Nesse sentido é necessário aumentar as pesquisas no setor e se aproximar do Poder Público, para que eventuais obstáculos possam ser superados.

REFERÊNCIAS

CETESB. Manual para elaboração de estudos para o licenciamento com avaliação de impacto ambiental. Disponível em: <http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/cetesb/documentos/Manual-DD-217-14.pdf>. Último acesso em 30/09/2030.

EkkoGreen. Bioenergia: O que é e principais tipos (+ 5 exemplos). Disponível em: <https://ekkogreen.com.br/bioenergia-o-que-e/>. Último acesso em 30/09/2030.

MADDIGAN, Richard J. Quo Warranto To Enforce A Corporate Duty Not To Pollute The Environment. *Ecology Law Quarterly*, Vol. 1, No. 3, Pp. 653-671. 1971, JSTOR,

MME. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. Plano Nacional de Energia. PNE 2050. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-523/05.04%20Bioenergia.pdf>. Último acesso em 30/09/2030.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Procedimentos De Licenciamento Ambiental Do Brasil. Brasília 2016.

NOGUEIRA, Luiz A; HORTA, Leal; VERDE, Manoel Regis Lima; SEABRA, Joaquim; POPE, Marcelo Khaled. Sugarcane based bioethanol: energy for sustainable development. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Technological-routes-for-the-production-of-bioenergy_fig2_269038981. Último acesso em 30/09/2030.

ONU. Bioenergética. Disponível em: <https://news.un.org/pt/tags/bioenergetica>. Último acesso em 30/09/2030.

PELKMANS, Luc. Bioenergy, a sustainable solution. Disponível em: <https://www.ieabioenergy.com/bioenergy-a-sustainable-solution/>. Último acesso em 30/09/2030.

RAÍZEN (Times de Raízen Power e Sustentabilidade da Raízen). Bioenergia: qual é a sua importância e por que é a energia do futuro. Disponível em: <https://www.raizen.com.br/blog/bioenergia>. Último acesso em 30/09/2030.

XIMENES, Fabiano; CARNEY, Catherine. Biomass for Bioenergy Project. NSW. Department of Primary Industries. Disponível em: <https://www.dpi.nsw.gov.au/forestry/science/forest-carbon/biomass-for-bioenergy>. Último acesso em 30/09/2030

HIDROGÊNIO RENOVÁVEL: DESCENTRALIZAÇÃO REGULATÓRIA E REGULAÇÃO TRANSNACIONAL

 Maria João Rolim

JUSTIFICATIVA

A Transição energética é um tema plural no sentido de se tratar de vários contextos, cenários, desafios e oportunidades. Portanto, falamos de “Transições Energéticas” no plural.

O enfrentamento do processo de mudança climática demanda um esforço coordenado entre todas as nações, tanto no âmbito coletivo, como sociedade, tanto no individual, como cidadãos. A lei e a regulação contribuem com a busca de alternativas para um desenvolvimento sustentável e partilhado. É necessário, entretanto, que haja um repensar do papel da lei e da regulação ante a dimensão da tarefa que envolve múltiplos atores e um espaço regulatório fragmentado.

Nota-se as diversas nuances que conceitos relacionados a lei e regulação podem assumir. Discute-se, assim, aspectos conceituais da terminologia sem o propósito de se exaurir a questão. Nesse contexto, lei se refere a um particular tipo de comunicação autorizativa que emana de um ente estatal. Regulação, por sua vez, encapsula um espectro mais amplo, que inclui uma multiplicidade de atores e instrumentos que tem como objetivo a consecução de determinado comportamento.

Explorando o conceito de regulação e sua evolução, se amplia o espectro para se desdobrar o conceito de uma conceituação tradicional para um olhar mais recente e descentralizado da regulação. A regulação tradicional envolveria a regulação em sentido amplo, como sendo toda ação estatal com repercussão na organização e funcionamento da economia[1]. Sendo a regulação em sentido estrito, como disciplina da economia pelo estado, com o uso do poder de autoridade, a regulação setorial como hoje se conhece.

É no descentralizar da regulação que se encontra o desafio afeto ao processo de combate às mudanças climáticas. Assim, como Regulação descentralizada, recorrendo à teoria desenvolvida por Julia Black, entende-se:

“Regulation as a sustained and focused attempt to alter the behavior of others according to defined standards or purposes with the intention of producing a broadly identified outcome or outcomes”

(Black, J, 2002) [2]

E se destaca, a necessária intenção de influenciar o comportamento, nos seguintes termos:

"The deliberate exercise of influence on a target's behaviour (designed either to stabilise or modify this behaviour) performed with a certain degree of authority and persistence." (Black, J, 2002)

A ideia de regulação descentralizada pressupõe o abandono da ideia do Estado como ator central, detentor do monopólio da regulação, para abraçar uma visão integrada da regulação, incluindo uma rede de múltiplos níveis de instituições e atores. É este modelo descentralizado que nos leva a um "novo Estado regulador", que compartilha a arena regulatória com múltiplos atores e, diante do desafio global das mudanças climáticas e questões ligadas à preservação da vida na terra, nos leva à formulação e discussão de uma ideia de regulação transnacional.

Diversos são os fatores que levam a essa descentralização regulatória, em particular, destacando-se a complexidade da realidade a regular, fragmentação do conhecimento e do exercício do poder e controle, reconhecimento da autonomia dos atores sociais; complexidade das interações e interdependências entre os atores sociais, e entre os atores sociais e o governo e colapso da distinção público/privado.

Esta realidade traz uma internacionalização do processo de formação de uma emergente esfera de regulação de âmbito transnacional que seja capaz de prover eficiência, incentivo e confiabilidade ao setor e mercado. Com base no trabalho do Professor Veerle Heyvaert[3], chamamos de regulação transnacional aquela que não está sob o controle único e exclusivo das autoridades nacionais que são legalmente competentes para agir sobre uma determinada questão. É uma regulação que envolve uma multiplicidade de atores não-estatais sujeitos a diferentes jurisdições. No conceito mais específico adotado por Heyvaert (2019)[4], também deve ser produzida em âmbito transnacional e, via de regra, com envolvimento de atores não-estatais.

Heyvaert (2019, p. 28)[5] argumenta que a regulação transnacional tem origem na ideia seminal de "direito transnacional". De acordo com Phillip Jessup, em vez de "direito internacional", o termo direito transnacional deveria incluir toda a lei que regula ações ou eventos que transcendem as fronteiras nacionais. Estão incluídos o direito internacional público e o direito internacional privado, assim como outras categorias que não se enquadram totalmente como normas.

Limita-se o conceito por meio da inclusão de regulação mais que apenas ações estatais sujeitas a sanção, mas também excluir toda e qualquer ação que não advinha de uma ação deliberadamente coordenada e direcionada a um objetivo específico.

Com este conceito é possível ter uma visão suficientemente ampla para incluir no conceito de regulação mais do que apenas ações estatais passíveis de sanção, mas também excluir quaisquer ações que não resultem de uma ação deliberada, coordenada e dirigida a um determinado objetivo.

A tabela abaixo reflete a conceituação do Prof. Heyvaert de regulação transnacional:

Public/Public	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvida por e direcionada por autoridades públicas Ex.: Convenções internacionais e União Europeia legislação 	Private/Private	<ul style="list-style-type: none"> Setor privado figura como agente principal e receptor. Esquemas de autorregulação Ex.: Sustainable Forest Initiative: https://www.forests.org http://www.sustainableshale.org
Public/Private	<ul style="list-style-type: none"> Direcionada diretamente a atores privados Ex.: Nações Unidas - Pacto Global - Encoraja Business práticas sustentáveis - ESG - Environmental, Social, Governance Practices: https://www.unglobalcompact.org 	Private/Public	<ul style="list-style-type: none"> Mais raras. Esquemas privados destinados ao comportamento de autoridades públicas When Public authorities incorporate, accede to or are indirectly annexed in private/ private "

A partir desta estrutura, Hayvaert (2019, p-90-120) desenvolve um método para identificar e sistematizar atos e estratégias que podem ser classificados como regulação transnacional, método que ele chama de *Activity-Based model*, que inclui os seguintes passos:

- i. definição de um objetivo (usualmente comportamental) a ser seguido – *goal setting*;
- ii. tradução e implementação do objetivo regulatório perquirido, o que usualmente envolve, mas não se limita, a formulação de regras ou imposição de standards a serem seguidos – *normalisation*;
- iii. comunicação e exteriorização dos objetivos e standards a serem perseguidos – *engagement*;
- iv. consulta pública e avaliação do impacto e dos objetivos postos e comunicações pretendidas de modo a estabelecer um saudável processo de aprendizado e legitimidade – *learning*;
- v. formulação de respostas regulatórias com base no aprendizado, um estágio identificado como implementação e controle ou enforcement, regulatório – *response*.

Como exemplo ilustrativo de regulação transnacional, pode-se mencionar o próprio Acordo de Paris que foi negociado como um instrumento de regulação transnacional. O acordo é um tratado internacional entre 196 países, negociado dentro de uma ampla agenda de enfrentamento do processo de mudanças climáticas, com o propósito específico de limitar a emissão de gases de efeito estufa como expresso de modo claro em seu art. 2º.

O acordo traz um objetivo definido que se configura em espaço para que os Estados indiquem suas metas e se utilizem de meios à sua discrição para alcançar esses objetivos – o que pode ser entendido como: um tipo de categorização ou modo de estipular um standard regulatório (que poderia ser identificado como a etapa de *normalisation*); sendo a etapa de *engagement* claramente identificada na comunicação exterior por meio da publicação do acordo em si, na exteriorização dos compromissos submetidos por cada Estado-Parte – NDCs, um extenso rol de responsabilidades procedimentais, formação e participação em grupos de trabalho e comitês destinados a facilitar o processo de aprendizado entre todas as partes, incluindo os órgãos próprios da UNFCCC (*learning* estágio) e, por fim, estabelecimento de uma série de modos de controle, monitoramento e instrumentos de acompanhamento para verificar o compliance, o que seria uma etapa de *response* ou controle, bem como a existência de consequências para descumprimento, o que se relaciona com eficácia e responsabilização.

Discutida a base teórica com exploração de exemplos, volta-se à análise da regulação do hidrogênio no que se refere aos aspectos de regulação e certificação.

No âmbito regulatório, há a necessidade de se estabelecer um marco regulatório que propicie segurança jurídica para atrair investimentos , com particular atenção para a coordenação entre os diversos agentes reguladores que possivelmente terão inserção com o tema, em particular, a ANEEL, ANP, CCEE , ANA dentre outras.

Os sistemas de certificação, no mesmo sentido, serão cruciais para a operação eficaz do mercado de hidrogênio renovável. Dado que a certificação permite atestar e garantir a informação sobre as emissões de GEE na produção do hidrogênio, essa tende a facilitar o comércio internacional de forma eficiente, apoiar a redução global de emissões por meio de maior transparência das externalidades ambientais e apoiar a competitividade dos mercados. No entanto, sistemas de certificação incompatíveis entre países exportadores e importadores podem criar barreiras técnicas ao comércio, a eficiência e a interoperabilidade dos mercados globais (IRENA, 2022).

CONCLUSÃO

O processo de mudanças climáticas impulsiona o movimento de transição energética com um emergir da descentralização e internacionalização da regulação. O repensar do papel do estado, sociedade e corporações estimula o desenhar de um “novo pacto social” com um colapso da visão binária entre o público e o privado e o emergir de maior interdependência entre os atores. A partir do seu papel na descarbonização, caberá à regulação coordenar um processo de descentralização e estabelecer ferramentas de forma efetiva, levando ao desenvolvimento da economia nacional do hidrogênio, e impulsionar um processo de reindustrialização sustentável integrado e inclusivo.

Dentre essas ferramentas, é essencial destacar a certificação que, integrada a um marco regulatório, será essencial para atrair investimentos, proporcionar a confiança do mercado e atender aos investidores, produtores, armazenadores, transportadores e consumidores de hidrogênio.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Constituição Federal de 1988.

BLACK, Julia. Regulatory conversations. *Journal of Law & Society*, v. 29, p. 162-196, 2002.

HAYVAERT, Veerle. (2019). *Transnational environmental regulation and governance. Purpose, strategies and principles*. Cambridge: Cambridge University Press, 2019.

OPORTUNIDADES ECONÔMICAS DO CCUS NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

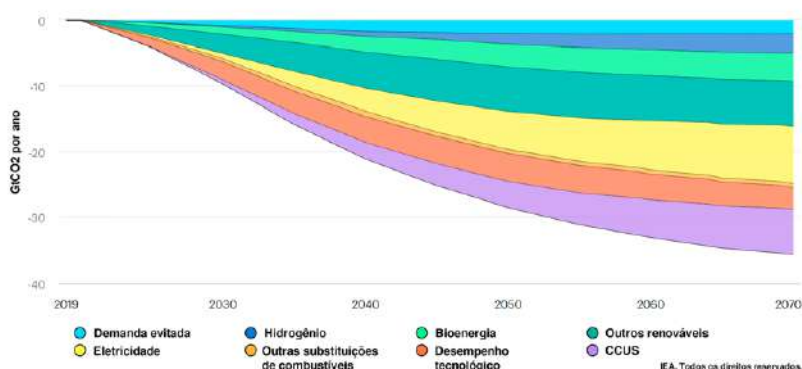
 Isabela Morbach

JUSTIFICATIVA

A transição energética e a busca por alternativas de baixo carbono estão no centro das discussões globais. Cuida o presente estudo de explicar as políticas e instrumentos regulatórios para um conjunto de atividades de captura e estocagem geológica de dióxido de carbono. Dentro deste contexto, os diversos processos que se referem às tecnologias de remoção do dióxido de carbono da atmosfera, como o Carbon Capture, Use and Storage (CCUS) surgem como uma solução promissora para contribuir na descarbonização do setor energético e na promoção do desenvolvimento sustentável.

A descarbonização tem se firmado como uma prioridade urgente na agenda global, e as tecnologias CCUS, CCS (Captura e Armazenamento de Carbono) e similares surgem como uma peça-chave. Aliás, percebe-se de forma introdutória que existem várias tecnologias de captura e que diferem por sua origem, rota ou por destinação. Esse mecanismo tecnológico não apenas combate o excesso de emissões de CO₂, mas também propicia o desenvolvimento sustentável, equilibrando crescimento econômico com responsabilidade ambiental.

Redução das emissões de CO₂ no setor energético no Cenário de Desenvolvimento Sustentável relacionado ao Cenário de Políticas Estatais



O gráfico ilustrativo deixa clara a magnitude do impacto do CCS. Até 2070, espera-se que essa tecnologia seja responsável por reduzir quase 10% das emissões provenientes do setor energético. Isso evidencia o quão vital é sua implementação para alcançar metas de redução de carbono e combater as mudanças climáticas.

Mas a relevância do CCS ultrapassa os limites do setor energético. As indústrias, em particular, têm um papel crucial na emissão de gases de efeito estufa, especialmente aquelas que são mais difíceis de descarbonizar devido às suas operações intrínsecas. Os dados mostram que o CCS pode se tornar o alicerce da transformação nessas indústrias: espera-se que seja responsável por 15% da descarbonização energética, mas os números são ainda mais impressionantes em setores específicos, sendo responsável por 90% na indústria do cimento, 80% na química e 75% no segmento de aço.

No que se refere à remoção direta de carbono, conceitos como BECCS (Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono) e DACSS (Captura Direta de Carbono do Ar e Armazenamento) formam abordagens inovadoras que não apenas capturam carbono diretamente das fontes emissoras, mas também do próprio ar ambiente, oferecendo um caminho adicional para atingir a neutralidade de carbono.

A Agência Internacional de Energia (IEA) sinalizou a urgência do momento com projeções alarmantes: até 2030, é imprescindível capturar 1,6 giga toneladas de CO₂, e esse número se eleva a 7,6 giga toneladas até 2050. Esses números ilustram a escala monumental do desafio à frente, mas também evidenciam a oportunidade inerente à situação. O potencial de crescimento e inovação no campo do CCS é enorme. Finalmente, é fundamental notar o progresso que já está ocorrendo. Em 2022, já existiam 49 plantas de CCS em operação em todo o mundo e 159 novos projetos anunciados.

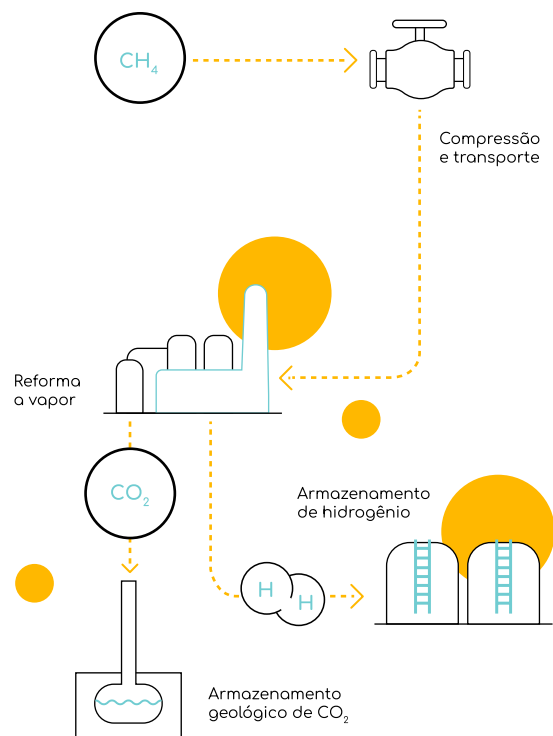
Projetos anunciados em 2022



Estes números são testemunho do crescente reconhecimento da importância do CCS e do investimento global neste domínio. Dentro desta perspectiva, o CCS não é apenas uma ferramenta técnica, mas uma estratégia holística que abraça as necessidades ambientais, econômicas e sociais de nosso tempo.

ASPECTOS TÉCNICOS DA CADEIA DE CCS E INTERSECÇÕES COM HIDROGÊNIO RENOVÁVEL

Ao se discorrer sobre a transição energética e o papel vital do CCS/CCUS, é essencial entender profundamente os aspectos técnicos que estão por trás dessa tecnologia inovadora. Ao explorar a complexidade e o potencial da cadeia de CCS, fica evidente o motivo de ser tão crucial na abordagem das mudanças climáticas.



O processo do CCS começa pela captura do CO₂ de fontes emissoras, como usinas termelétricas ou indústrias pesadas. Esta captura é geralmente feita através de solventes ou membranas que absorvem o CO₂ dos gases de combustão. Uma vez capturado, o CO₂ é comprimido e condicionado para transporte. Entre as principais atividades e aplicações do CCS estão:



Termelétricas

A base de combustíveis fósseis, como gás natural e carvão, ou de combustíveis renováveis, como biomassa e biogás.



Indústrias

Principalmente as consideradas mais difíceis de descarbonizar, como as siderúrgicas, cimenteiras, químicas e refinarias.



Produção de bioenergia

A partir das emissões nas dornas de fermentação para produção do etanol e da separação do CO₂ contido no biogás para obtenção do biometano.



Produção de hidrogênio

Com base em combustíveis fósseis, como o gás natural, e em combustíveis renováveis, como biometano, biomassa e etanol.



DACCS

Captura direta do ar, separando o conteúdo de CO₂ dos demais gases que compõem a atmosfera

- **Termoelétricas:** Estas usinas são grandes emissoras de CO₂, e o CCS oferece uma oportunidade de continuar utilizando combustíveis fósseis, mas de forma mais limpa, capturando e armazenando o carbono gerado.
- **Indústrias Hard-to-abate:** Algumas indústrias, como a de cimento, química e aço, têm processos intrínsecos que geram emissões significativas de CO₂. O CCS é uma das poucas tecnologias que pode ajudar essas indústrias a reduzirem drasticamente suas emissões.
- **Bioenergia:** Ao combinar bioenergia com CCS (BECCS), temos a possibilidade de produção de energia quase neutra em carbono ou até mesmo negativa, pois as plantas absorvem CO₂ durante o crescimento e, em seguida, o CO₂ é capturado durante a combustão.
- **Hidrogênio:** O hidrogênio, como vetor energético, tem ganhado destaque, especialmente quando combinado com CCS. O chamado “hidrogênio azul” é produzido a partir de gás natural com captura e armazenamento de CO₂, tornando-o uma opção de baixo carbono.
- **DACCS (Captura Direta de Carbono do Ar e Armazenamento):** Esta tecnologia inovadora permite a remoção direta de CO₂ do ar ambiente, o que pode ser essencial para alcançar níveis mais ambiciosos de descarbonização.

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Uma vez capturado e condicionado, o CO₂ é transportado, geralmente através de dutos ou navios, para locais onde será armazenado permanentemente. O armazenamento geralmente ocorre em formações geológicas profundas, como campos de petróleo e gás esgotados ou formações salinas aquosas profundas.

A integridade desses locais de armazenamento é crucial para garantir que o CO₂ permaneça confinado por milhares de anos.

POTENCIAL PARA PROJETOS DE CCS NO BRASIL E AVANÇOS NECESSÁRIOS

O Brasil, com sua vasta extensão territorial, recursos naturais e capacidade industrial, está singularmente posicionado para se beneficiar da implementação e expansão de projetos de Captura e Armazenamento de Carbono (CCS). Explorando o potencial desta tecnologia no contexto brasileiro, pode-se identificar oportunidades significativas e também reconhecer os desafios que precisam ser superados.

De acordo com estimativas fornecidas pela CCS Brasil, baseadas em dados coletados em 2020 e 2021, o Brasil tem o potencial de capturar cerca de 200 MtCO₂ por ano. Essa quantidade é impressionante e reflete a capacidade do país de se posicionar como líder na tecnologia CCS. A magnitude desse número não só evidencia o potencial para reduzir significativamente as emissões de carbono do Brasil, mas também para contribuir de forma substancial para os esforços globais de descarbonização.

O potencial das fontes de BECCS é amplamente concentrado na região sudeste do Brasil. Essa concentração geográfica é uma vantagem, pois facilita a criação de hubs centralizados de captura e armazenamento, otimizando assim os custos e a eficiência do processo.

Embora o Brasil possua várias bacias com potencial para armazenamento de CO₂, a informação atual é limitada. Para entender verdadeiramente o potencial e a viabilidade dessas bacias, campanhas sísmicas mais extensas são essenciais. Estas campanhas forneceriam dados cruciais sobre a integridade, capacidade e acessibilidade dessas bacias, fundamentais para garantir o sucesso a longo prazo dos projetos de CCS.

OPORTUNIDADES ECONÔMICAS E MARCO REGULATÓRIO

Com a crescente demanda global por soluções de baixo carbono e a pressão dos acordos internacionais para reduzir as emissões, os créditos de carbono estão se tornando um mercado valioso. Para o Brasil, estima-se que isso poderia representar uma receita de 14 a 20 bilhões de dólares por ano, um valor significativo que poderia ser reinvestido em infraestrutura, pesquisa e desenvolvimento, e outras iniciativas de descarbonização.

Examinando globalmente, constata-se que países como Canadá, Reino Unido e Noruega já estão colhendo benefícios significativos do CCS, em termos de geração de emprego e contribuição ao PIB. Esses exemplos internacionais servem como testemunho do potencial econômico do CCS e fornecem um roteiro para o Brasil explorar e capitalizar oportunidades similares.

O Brasil ainda não dispõe de um marco regulatório, mas encontra-se em discussão legislativa o Projeto de Lei n. 1.425, de 2022, que aponta a Agência Nacional do Petróleo (ANP) como autoridade para a regulação da atividade de armazenamento de CO₂. O Projeto de Lei também harmoniza conceitos e prevê responsabilidades das partes pelo armazenamento. A criação da Gestora de Ativos de Armazenamento (GAA), como entidade privada e sem fins lucrativos para gerir os ativos de armazenamento após o encerramento das operações.

CONCLUSÃO

O Brasil tem uma oportunidade única e significativa no domínio do CCS. No entanto, para aproveitar plenamente este potencial, são necessários investimentos estratégicos, desenvolvimento de infraestrutura, campanhas de pesquisa abrangentes e um compromisso firme com a inovação e a sustentabilidade. A implementação bem-sucedida de projetos de CCS não só solidificará o Brasil como líder na descarbonização, mas também trará benefícios econômicos tangíveis e duradouros para o país.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Congresso Nacional. Projeto de Lei n. 1.425, de 2022, que disciplina a exploração da atividade de armazenamento permanente de dióxido de carbono de interesse público, em reservatórios geológicos ou temporários, e seu posterior reaproveitamento.

BRASIL, Presidência da República. Decreto n. 9.073, de 2017. Promulga o Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, celebrado em Paris, em 12 de dezembro de 2015.

BRASIL, Presidência da República. Ministério de Minas e Energia. Resolução n. 7, de abril de 2021, do Conselho Nacional de Política Energética - CNPE. Institui o Programa Combustível do Futuro e dá outras providências.

BRASIL, Presidência da República. Lei n. 9.478, de agosto de 1977. Dispõe sobre a Política Energética Nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências.

MORBACH, Isabela. Definições jurídicas estratégicas para estruturação do marco regulatório da cadeia de Captura e Armazenamento de Carbono. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2022.

ROMEIRO-CONTURBIA, Viviane Roberto da Silva. Carbon Capture and Storage. Legal and Regulatory framework in developing countries: proposals for Brazil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2014.

A CRIAÇÃO DO MERCADO REGULADO DE CARBONO NO BRASIL: QUAIS AS QUESTÕES-CHAVE QUE PRECISAMOS FAZER E REFLETIR?

 Weber A. N. do Amaral

JUSTIFICATIVA

O mundo está vivendo momentos de transições (energética, digital e geracional), polarizações políticas e diversas consequências da pandemia COVID 2019 que colocam em risco os valores da humanidade e humanitários. Os quais em um contexto de longo prazo agravam os impactos negativos das mudanças climáticas, afetam os progressos em direção à novos modelos de desenvolvimento econômico de menor dependência dos combustíveis fósseis e desafiam os regimes de negociação e diálogo multilaterais, particularmente dentro da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas.

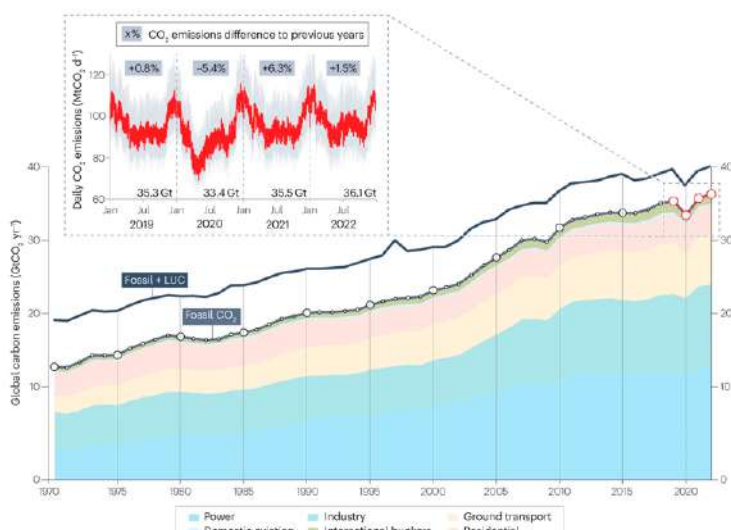


Figura 1. Evolução das emissões de CO₂ planetárias de 1970 a 2020. Fonte: Liu, Deng e Davis, 2022.

Entre 1970 até 2020, as emissões anuais de gases de efeito estufa passaram de aproximadamente 20 Gton de CO₂ para 40 Gton de CO₂. Ou seja, dobraram em 50 anos. Vide Figura 1. abaixo. A velocidade desse aumento de emissões devido ao uso de combustíveis fósseis e às mudanças do uso do solo não permite haja adaptações naturais dos sistemas de vida (dos ecossistemas as populações) e, portanto, reduzindo a resiliência destes sistemas e aumentando as suas vulnerabilidades.

Dentro deste contexto, associado ao aumento da frequência dos eventos climáticos extremos, instabilidades climáticas que geram rupturas significativas adicionais nos sistemas de produção de bens e serviços, a maior parte dos países assinaram dentro da COP de Paris (Acordo de Paris), em 2015, um acordo de manter e/ou reduzir a temperatura do Planeta em 1,50C (linha de base de período pré-industrial), como meta, e propondo mecanismos para zerar as emissões líquidas (net zero) até 2050, segundo as orientações sugeridas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas⁷.

CARBONO COMO INSTRUMENTO DE MERCADO PARA UMA TRANSIÇÃO ECONÔMICA

As provisões dentro do Acordo de Paris, especialmente os artigos 6.2 e 6.4 retomaram e expandiram, os conceitos estabelecidos previamente pelo Protocolo de Quioto (1997) e resgataram o papel dos instrumentos de mercado (incentivos e regulações) para o cumprimento das metas associadas as reduções (e zerar) as emissões, relacionadas ao processo de quantificação de emissões, compromissos dos países (Contribuição Nacionalmente Determinada – NDC), obrigações e metas de segmentos e atividades econômicas (empresas). E de fato, recriando uma demanda de mercado para os ativos de carbono.

A hipótese principal deste capítulo é que estas demandas de mercado, geradas pelas regulações dentro do Acordo de Paris, e que contribuem para o estabelecimento de um mercado regulado, devem destravar a oferta de projetos, aumentar a liquidez e gerar transparência e reduzindo os riscos atuais identificados pelo mercado (opacidade de preço da tonelada de CO₂ eq.; qualidade dos créditos, represamento dos projetos em poucas certificadoras; vazamento e dupla contagem entre outros). Vide Figura 2, elaborada pelo autor.

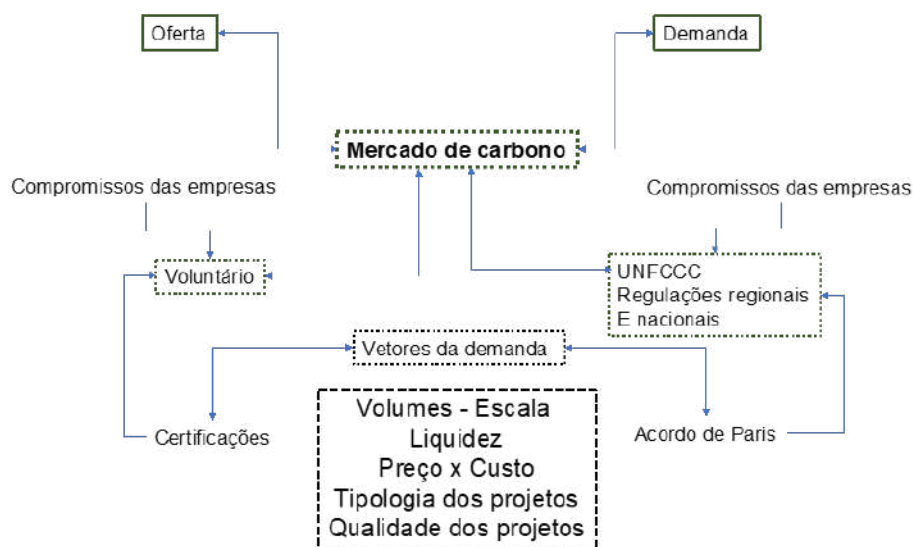


Figura 2. Vetores da demanda de mercado para carbono. Próprio autor.

A CRIAÇÃO DO MERCADO REGULADO DE CARBONO NO BRASIL E SUAS COMPLEXIDADES

Em 4 de outubro de 2023, o Projeto de Lei, no. 412, de 2022, foi aprovado por unanimidade na Comissão de Meio Ambiente do Senado, o qual institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE). Em seguida, o projeto foi encaminhado para o Câmara Federal.

Este desdobramento recente, caso aprovado no Congresso Nacional, permitirá que nos próximos anos, o Brasil possa criar o mercado regulado de carbono (permissões e créditos), com diversos desdobramentos positivos e implicações para o país possa realizar o potencial esperado de realizar projetos, em direção da descarbonização e para atração de projetos que usam os fundamentos e conceitos das soluções baseadas na natureza e no clima (NbS *framework*).

⁷ IPCC Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). Disponível em: <https://www.ipcc.ch/>. Acesso em 15 out.2023.

Segundo Griscom et al. 1997 e análises da consultoria Boston Consulting Group de 2022, o Brasil tem o potencial de desenvolver e captar aproximadamente 35% dos projetos NbS potenciais do mundo, os quais devem apresentar custos de abatimento de emissões atrativos, e suportados por tecnologias e inovações dentro das diversas tipologias que projeto que serão desenvolvidos ⁸.

Mesmo dentro um cenário mais pessimista com redução dos volumes de investimentos na direção do *net zero* (balanços das emissões zeradas), devemos levar em consideração a positiva trajetória que o Brasil vem desenvolvendo a décadas, com a:

- i) descarbonização da frota veicular, com o uso de biocombustíveis (etanol e biodiesel);
- ii) oferta de energia elétrica crescente em renováveis e totalmente conectada em um sistema nacional;
- iii) conversão de resíduos (de natureza biológica) em insumos para cadeia de biogás e biometano;
- iv) expansão dos parques eólicos (especialmente off-shore) e fotovoltaicos;
- v) regulamentação também recente para os projetos de captura, armazenamento de carbono (CCS) e
- vi) diversas práticas inovadoras na produção de alimentos, fibras e proteínas, que tem demonstrado o papel da inovação na redução das emissões destas cadeias.

CONCLUSÃO

Independentemente de quando este mercado irá acontecer na prática, após as revisões que devem surgir no PL 412, alguns pontos chave desta nova lei, não deverão ser alterados como: a criação de uma Autoridade Nacional Designada, a necessidade do registro dos operadores do mercado e das metodologias dos projetos, do papel que deverá ser exercido pela CVM (Comissão de Valores Mobiliários), podemos refletir sobre algumas questões que ainda não estão claras:

- a) Como será dar o período de transição para adequar a regulação quanto a obrigatoriedade dos informes das empresas sobre emissões acima de 10 mil toneladas de CO₂ eq. ano e das autorizações para emissão (ou não) das empresas que emitem acima de 25 mil toneladas de CO₂?
- b) Como será a governança deste regime de regulação de emissões e quais os papéis que serão exercidos pelos responsáveis e pela iniciativa privada dentro deste regime?
- c) Estas regulações virão com um programa de incentivos para a descarbonização, semelhante aos programas existentes na União Europeia e Estados Unidos (Inflation Reduction Act por exemplo)?
- d) Quando a agricultura e suas respectivas cadeias de valor entrarão neste Sistema (SBCE)?
- e) Como quantificar outras externalidades, além do carbono, que os projetos podem gerar para a sociedade?
- f) Como conciliar as exigências regulatórias sem perda da competitividade para os negócios, caso os custos desta transição sejam elevados e não possam estar contemplados pelos projetos de carbono?
- g) Este regime de regulação irá contribuir para inovações e desenvolvimento de novas tecnologias em direção a descarbonização e competitividade?

Apesar de existir um extenso caminho para a implantação deste mercado regulado e de suas complexidades e interações em diferentes escalas (Vide Figura 3, abaixo), o arcabouço adotado pelo PL n. 412 traz sinais claros sobre o papel de protagonismo que o Brasil terá em direção ao enfrentamento dos problemas gerados pelas mudanças climáticas e para a descarbonização dos modelos de produção.

⁸ BOSTON CONSULTING GROUP (BCG). Boston Consulting Group. Brazil Climate Report 2022: Seizing Brazil's Climate Potential. Disponível em: <https://www.bcg.com/brazil-climate-report-2022-seizing-brazils-climate-potential>. Acesso em 10 out.2023.

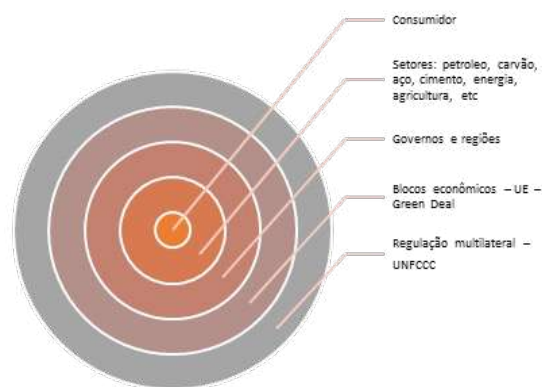


Figura 3. Diferentes escalas de interações e complexidades associadas às regulações de mercados de carbono. Elaborada pelo autor.

REFERÊNCIAS

BOSTON CONSULTING GROUP (BCG). Brazil Climate Report 2022: Seizing Brazil's Climate Potential. Disponível em: <https://www.bcg.com/brazil-climate-report-2022-seizing-brazils-climate-potential>. Acesso em 10 out.2023.

GRISCOM, B. W. et al. Natural Climate Solutions. PNAS, 2017. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.1710465114>. Acesso em 13 out.2023.

LIU, Z., DENG, Z., DAVIS, S. et al. Monitoring global carbon emissions in 2022. Nat Rev Earth Environ 4, 205–206 (2023). Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s43017-023-00406-z>. Acesso em 11 out.2023.

UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE (UNFCCC). Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas. Disponível em: <https://unfccc.int/>. Acesso em 13 out.2023.

_____. Protocolo de Quioto, 1997. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>. Acesso em 12 out.2023.

IPCC Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). Disponível em: <https://www.ipcc.ch/>. Acesso em 15 out.2023.

BIOGÁS E BIOMETANO NA NOVA ECONOMIA

 Tamar Róitman

JUSTIFICATIVA

Com os compromissos globais para a redução de emissões de metano, a atual crise energética vivenciada no continente Europeu, crescente dependência de importação de combustíveis e a escassez global na oferta de fertilizantes, o biogás e o biometano se inserem de forma estratégica como solução de curto e médio prazo para a descarbonização e transição energética.

O biogás é um recurso energético obtido a partir da biodigestão anaeróbia de matéria orgânica contida em resíduos orgânicos do setor sucroenergético (palha, bagaço, vinhaça e torta de filtro), da cadeia da proteína animal (defeitos de animais, resíduos de abatedouro e laticínios), da agricultura (casca de soja, milho, indústria da mandioca) e do saneamento (resíduos sólidos urbanos e estações de tratamento de efluentes), sendo composto principalmente por metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂). O biogás pode ser convertido em energia elétrica, energia térmica (operando de forma equivalente a uma termelétrica), ou com sua purificação, em biometano, um biocombustível gasoso composto basicamente por metano, equivalendo ao gás natural.

Na realidade brasileira, o país possui um enorme potencial de produção de biogás e biometano, não visto em outros lugares do mundo. De acordo com levantamento da ABiogás (Associação Brasileira do Biogás), os resíduos gerados atualmente poderiam ser convertidos em mais de 120 milhões de Nm³/dia de biometano, o que representa 90% da média de produção nacional de gás natural em 2021 (134 milhões de m³/dia), o que corresponde a cerca de quatro vezes a capacidade total do Gasoduto Brasil-Bolívia (Gasbol). Já em relação à capacidade energética, o biogás tem potencial de geração no Brasil de 19 GW.

Em função de suas condições operacionais favoráveis, potencial de substituição de combustíveis fósseis, disponibilidade em todo o território nacional e produção próxima da geração de energia ou do consumo, o biogás tem sido notado como fonte madura, apresentando um aumento crescente nos últimos anos, podendo contribuir em agendas como a de segurança energética e de descarbonização.

Segundo dados levantados pelo CIBiogás, houve um aumento de 16% no número de plantas em operação e 10% no volume de biogás produzido em 2021, em comparação a 2020. Com total de 811 plantas instaladas e 755 em operação em 2021. Sendo os estados de Minas Gerais e Paraná com maior quantidade de plantas, com 251 e 159 respectivamente. Em termos de volume de biogás para fins energéticos, foi constatado um aumento de 10% de 2020 para 2021, passando de 2,1 bilhões de metros cúbicos para 2,3 bilhões, respectivamente.



Figura 1: Crescimento do setor de biogás nos últimos 5 anos

Fonte: CIBiogás (2022)

O Brasil se destaca por ter uma das matrizes elétricas mais limpas do mundo, com mais de 80% de participação de fontes renováveis, em que apenas a geração hidrelétrica responde por mais de 61,9%. Contudo, a previsão de crescimento desta fonte é limitada, tornando-se cada vez menos representativa. Segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia 2031 (PDE 2031), elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a participação das usinas hidrelétricas deve ser reduzida para 45% até 2031, em contraste à participação de 58% em 2021.

Em um movimento natural, outras fontes renováveis devem ocupar o espaço das hidrelétricas e ainda serem capazes de deslocar as fontes fósseis, com as fontes solar e eólica representando grande parte da expansão. Porém, ainda que haja potencial suficiente para garantir tal crescimento, a flutuação das fontes renováveis intermitentes representa um desafio para a confiabilidade do sistema, de modo que o biogás pode desempenhar papel importante como fonte renovável sem intermitências.

No campo, através dos resíduos do agronegócio, o biogás é capaz de prover energia elétrica não intermitente, biocombustível e digestato (biofertilizante que recupera solos degradados e reduz custos com fertilizantes químicos). Na indústria, é fonte de energia elétrica e calor para atender os processos

produtivos em substituição a combustíveis fósseis tornando a produção renovável e sustentável. Na cadeia logística, o biogás e o biometano, juntamente com outros biocombustíveis, são as melhores alternativas para descarbonizar o setor de transporte de cargas médias e pesadas além do transporte a longas distâncias como a indústria de aviação civil e transporte marítimo.

Destaca-se que o aumento da produtividade agropecuária de forma sustentável é um dos desafios presentes para o crescimento econômico do país. Considerando que o Brasil é líder em produção e exportação de proteína animal e produtos do agronegócio e essas cadeias produtivas, tanto no segmento agropecuário quanto no agroindustrial, possuem condições de produzir sua própria energia elétrica, o combustível e o fertilizante, gerando ainda mais renda aos produtores rurais e agregando maior competitividade ao setor.

A principal questão no setor produtivo de proteína animal é o tratamento dos dejetos e resíduos provenientes da produção. Nesse sentido, a biodigestão é a solução disponível mais adequada, pois trata os dejetos nas propriedades rurais, endereçando a gestão sustentável de resíduos ao mesmo tempo que gera um resultado ambiental e econômico ao produtor. Esse fato é notado em diversos projetos já implementados no país, com uma melhoria da qualidade de vida da população e aumento de renda a partir do aproveitamento energético dos resíduos.

Por ser equivalente ao gás natural, o biometano consegue fazer uso das mesmas infraestruturas de transporte e distribuição, bem como dos mesmos processos industriais, sendo uma solução de descarbonização de fácil implementação, dado que não requer a alteração de equipamentos ou tecnologias. Além da equivalência técnica, o biometano é equiparado ao gás normativamente.

Vislumbra-se importantes benefícios com a integração do biometano ao gás natural, dado que o biocombustível gasoso desempenha um papel fundamental na interiorização desses energéticos, especialmente em locais onde os gasodutos ainda não alcançam, pois podem servir como um estímulo para a construção de gasodutos no futuro, além de fomentar a instalação de novas indústrias no interior do país.

A respeito da produção de hidrogênio renovável, a utilização do biometano é estratégica pela oportunidade de descarbonizar um processo já existente, com tecnologia dominada, fazendo uso das mesmas infraestruturas e processos atuais, que empregam o gás natural, uma vez que o biometano é equivalente e intercambiável com o gás natural de origem fóssil.

Somado a todos os benefícios ambientais e energéticos do biogás e biometano, a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e o estabelecimento do Programa Combustível do Futuro corroboram com os desdobramentos positivos e o fortalecimento do desenvolvimento do setor.

CONCLUSÃO

Diante da emergência climática e desafios de descarbonização de alguns setores, o biogás e o biometano se apresentam como fontes energéticas essenciais para substituição do gás natural, ao diesel e à gasolina na matriz de transportes, bem como trazer solução sustentável aos resíduos sólidos.

Somado a sua qualidade energética e ambiental, o Brasil possui um enorme potencial de produção de biogás e biometano, não visto em outros lugares do mundo, e que não pode ser desperdiçado.

REFERÊNCIAS:

ABIOGÁS. Propostas para o setor de biogás e biometano. Disponível em: <https://abiogas.org.br/biblioteca>. Acesso em 17 out.2023

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEL (ANP). Boletim da produção de petróleo e gás natural. Dezembro de 2021. Número 15. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins-anp/boletins-boletim-mensal-da-producao-de-petroleo-e-gas-natural>. Acesso em 17 out.2023.

CIBiogás – Centro Internacional de Energias Renováveis - Biogás Panorama do Biogás no Brasil. Relatório Técnico no 001/2022 – Foz do Iguaçu, CIBiogás, 2022. Disponível em: <https://materiais.cibiogas.org/download-panorama-do-biogas-no-brasil-2021>. Acesso em 15 out.2023

EMPRESA DE POTENCIAL ENERGÉTICO (EPE). Balanço Energético Nacional, 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica#ELETRICA>. Acesso em 15 out.2023.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Plano Decenal de Expansão de Energia 2031. Brasília: MME/EPE, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia/pde-2031>. Acesso em 17 out.2023.

PIMENTEL, Cácia e ROLIM, Maria Joao, Coords. Caminhos Jurídicos e Regulatórios para a Descarbonização no Brasil. Ed. Fórum, 2021.

SMANIO, Gianpaolo e BERTOLIN, Patrícia, Orgs. O Direito e as Políticas Públicas no Brasil. Ed. Atlas, 2013.



POLÍTICAS PÚBLICAS EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA BRASILEIRA

 Melina Ferracini de Moraes

 Laura Nascimento (coautora)

JUSTIFICATIVA

A transição energética, além de englobar uma mudança significativa na matriz energética primária, também pressupõe uma alteração normativa, política e estratégica no país. Daí justamente, a relevância de ajustarmos políticas de estímulo à inovação direcionadas ao setor, tendo em vista não somente alcançar as metas estabelecidas no acordo de Paris, mas também abrir a possibilidade de crescimento aos países com uma matriz relativamente limpa como o Brasil.

Esta oportunidade estratégica reside, por um lado, no potencial de explorar o conhecimento existente no desenvolvimento e adoção de tecnologias limpas de geração de energia. Por outro, está também na possibilidade de liderar o desenvolvimento de produtos industriais com pouca ou zero emissões de gases de efeito estufa. Nesse sentido, as ações concretas do processo de transição energética devem ser tomadas por múltiplos agentes econômicos e políticos. É importante entender o papel, os incentivos e a interação dos agentes centrais na prestação dos serviços de energia (sejam as interações por meio de mecanismos de mercado ou reguladas), bem como a compreensão de pautas como a justiça distributiva e segurança de abastecimento energético.

Dentro do potencial brasileiro de desenvolvimento de produtos que acelerem a transição das matrizes energéticas é necessária a criação de uma estratégia para estímulo e investimento em novas tecnologias, incluindo-se aí a Inteligência Artificial.

Em que pese a estruturação da Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA), que trouxe uma importante contribuição principiológica e de governança a respeito da aplicação da Inteligência Artificial em diversos eixos, ainda assim não há políticas públicas desenhadas especificamente para o setor de energia para alavancar investimentos em P&D no que tange à temática.

O texto identifica alguns gargalos para a implementação de IA no Brasil, tais como escassez de mão-de-obra qualificada e de ferramentas adequadas, evidenciando fortemente a necessidade de catalisar a execução de pesquisas e projetos de IA por parte dos diversos atores no setor público e privado.

Vale ainda destacar que, para além da união dos protagonistas da inovação (academia, empresas e Estado) com o objetivo de promover a pesquisa e execução de projetos em IA, de acordo com pesquisa do McKinsey Global Institute, faz-se necessário que as empresas adotem a inteligência artificial em escala nos próximos três anos, caso queiram se beneficiar de parcela do US\$ 1 trilhão gerado pela IA até 2030. Para além da utilização pontual de soluções baseadas em IA, as empresas precisam aderir ao que o BCG chamou de AI at scale, ou seja, tornar a IA parte do processo produtivo.

Nesse ponto, o Livro Branco da Inteligência Artificial recomenda que o impacto dos sistemas de IA deve ser considerado não apenas numa perspectiva individual, mas também na perspectiva de toda a sociedade. A utilização de sistemas de IA pode desempenhar um papel significativo na realização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e no apoio ao processo democrático e aos direitos sociais.

Dentro desse viés, o trabalho se propôs a apresentar os esforços brasileiros, ainda que tímidos, para alavancar soluções tecnológicas para a transição energética. Nesse caso, pode-se destacar algumas iniciativas da ENEL (Entidade Nacional de Eletricidade) que obtiveram sucesso. São elas:

- A Inteligência Artificial (IA) analisa dados para otimizar a eficiência energética, melhorar o fornecimento e as previsões de oferta e demanda de energia e aumentar a flexibilidade da rede.
- Na transição para fontes de energia renováveis, as capacidades analíticas e preventivas da IA serão cruciais para reduzir as emissões de gases de efeito estufa.
- Três das maneiras mais promissoras pelas quais a IA irá acelerar a transição energética são: redes inteligentes, consumo otimizado de eletricidade e mobilidade elétrica.

CONCLUSÃO:

O Brasil se destaca mundialmente pelas fontes renováveis em sua matriz energética. No entanto, é urgente a implementação de políticas públicas que estimulem o investimento em Inteligência Artificial nas indústrias e nas instituições de ensino, para acelerar a transição energética de forma sustentável garantindo, assim, o desenvolvimento de fontes menos emissoras, seja para a viabilização de tecnologias que assegurem melhor desempenho, eficiência e confiabilidade do sistema energético.

REFERÊNCIAS:

BUGHIN, J.; HAZAN, E. Five Management Strategies for Getting the Most from AI. McKinsey.com and MIT Sloan Management Review, 2017. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/mgi/overview/in-the-news/five-management--strategies-for-getting-the-most-from-ai>. Acesso em 16 out.2023.

ENTIDADE NACIONAL DE ELETRICIDADE (ENEL). Três maneiras pelas quais a IA está acelerando a transição energética, 08 de fevereiro de 2023. Disponível em: <https://openinnovability.enel.com/pt/midia/insights/2023/02/como-ia-acelera-transicao-energetica>. Acesso em 22 out.2023.




IPEA. Segurança, Integração e Transição Energética Justa. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/revistas/index.php/rtm/chamadaseguranca>. Acesso em 10 out.2023.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/inteligencia-artificial>. Acesso em 12 out.2023.

UNIÃO EUROPEIA. Livro Branco sobre a inteligência artificial - Uma abordagem europeia virada para a excelência e a confiança. Bruxelas, 2020. Disponível em: <https://op.europa.eu/pt/publication-detail/-/publication/ac957f13-53c6-11ea-aece-01aa75ed71a1>. Acesso em 13 out.2023



DESCARBONIZANDO O TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIROS

-  Lilian Regina Gabriel Moreira Pires
-  Marília Gabriel Moreira Pires
-  Isaac dos Santos Ribeiro

JUSTIFICATIVA

É fato que a utilização de motores movidos a combustíveis fósseis nas frotas urbanas tem sido a principal fonte de poluição atmosférica e de doenças correlacionadas. Além de sua contribuição para o agravamento do aquecimento global, os veículos a combustão também desempenham um papel fundamental na emissão de gases poluentes locais, que, por sua vez, estão diretamente relacionados às enfermidades cardiovasculares e respiratórias, destacadas como uma das principais causas de mortalidade nenhum país.

Não por outra razão que a redução da emissão de gases efeito estufa passou a ser uma preocupação mundial e o desafio que define nosso tempo são as mudanças climáticas. A chave para enfrentar essa realidade está na energia limpa e transporte verde.

No Brasil, temos uma frota em circulação de aproximadamente 46.149.320 veículos (ANFAVEA, 2023)⁹, formadas por automóveis, caminhões e ônibus, produzidos, em sua maioria, com motor a combustão fóssil – desta forma, certamente, o País tem o dever de colaborar e efetivar medidas que contribuam com a redução de gases tóxicos.

De outro lado, temos: (i) o transporte coletivo de passageiros que é uma das grandes fontes de emissão de gases GEE; (ii) o Brasil conta com 5.570 municípios; (iii) O conjunto das 27 capitais totaliza 49,7 milhões de habitantes, representando 23,8% da população do país; (iv) pouco mais da metade da população brasileira (57,0% ou 118,9 milhões de habitantes) vive em 5,7% dos municípios (317), que são aqueles com mais de 100 mil habitantes. Os municípios com mais de 500 mil habitantes (46) concentram 31,2% da população do país (64,9 milhões de habitantes)¹⁰.

A descarbonização da frota de veículos é necessária e iniciar esse processo com a frota do transporte coletivo de passageiro é um caminho virtuoso e que impulsiona o mercado resultando em melhoria de tecnologia e

⁹ ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. (ANFAVEA). Anuário da indústria automobilística brasileira 2023. Disponível em: <https://anfavea.com.br/site/anuarios/>. Acesso em: 06/10/2023.

¹⁰ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (IBGE). IBGE divulga as Estimativas de População dos municípios para 2018. Agência IBGE notícias 29/08/2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/22374-ibge-divulga-as-estimativas-de-populacao-dos-municipios-para-2018>. Acesso em 06/10/2023.

queda do custo. Rememorando que existem diversas opções para descarbonização da frota: carro a bateria, híbrido, hidrogênio, matriz energética verde, biodiesel, etanol, biogás, biocombustível.

No presente trabalho traremos uma breve apresentação sobre a necessidade de se aprofundar na busca de soluções para os desafios da necessária descarbonização do transporte coletivo.

Quanto ao transporte coletivo de passageiros, a Constituição Federal partilha diferentes competências e atividades estatais entre os entes federados. Assim, por expressa disposição constitucional, o transporte coletivo de passageiro é competência municipal e o serviço de transporte coletivo intermunicipal urbano é competência do estadual.

Quanto aos serviços públicos, estes poderão ser prestados diretamente pelo Estado ou delegados à iniciativa privada, nos termos do artigo 175 da Constituição Federal.

O transporte coletivo no país tradicionalmente segue o modelo de contratação, onde se concede às empresas privadas a operação do sistema, ficando o poder público responsável pela fiscalização e gestão. Esse desenho normativo desonera as cidades dos custos do transporte público e as empresas se responsabilizam pelas inovações e pela qualidade do serviço.

Importante rememorar que, com a pandemia, o agravamento das ameaças ambientais e sanitárias somado à queda da demanda dos passageiros de transporte público coletivo, resultou em conjunturas financeiras bastante críticas para os sistemas de transporte público no Brasil. Não por outra razão que os gestores públicos estão diante de desafios para a alterar radicalmente a operação de seus sistemas de transporte para torná-los financeiramente e ambientalmente sustentáveis.

O transporte coletivo urbano por ônibus utiliza motor a combustão fóssil é grande responsável pela poluição atmosférica, configura-se como um dos principais emissores de GEEs.

No contexto do transporte público de passageiros no Brasil, a fonte de energia predominante é a combustão de óleo diesel, que, semelhante a qualquer outra queima de combustíveis fósseis, gera a liberação de poluentes gasosos, contribuindo para a criação de uma camada de fumaça nos céus das áreas urbanas. A combustão de combustíveis fósseis representa uma das principais fontes de poluição do ar em ambientes urbanos. Dado que é a principal fonte de energia no transporte de cargas e no transporte público de passageiros no país, é de extrema importância analisar suas emissões, sendo uma preocupação significativa para a sociedade brasileira. Além dos danos causados pelas emissões de dióxido de carbono (CO₂), que está fortemente ligado ao aquecimento global devido ao efeito estufa, existem outros impactos negativos resultantes dos motores de combustão interna, principalmente naqueles movido a diesel, que são maioria no território nacional.

Em acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS)¹¹, a explicação mais amplamente aceita para os fenômenos negativos na saúde humana é que concentrações elevadas de substâncias oxidantes e pró-oxidantes presentes na poluição do ambiente podem causar inflamação nas vias aéreas quando entram em contato com o sistema respiratório. Isso ocorre devido ao tamanho extremamente reduzido dessas partículas, o que lhes permite penetrar nos brônquios, resultando em problemas como dificuldade respiratória, irritação das vias aéreas e tosse.

No ano de 1986, pela primeira vez o governo federal implementou o Programa de Controle de Poluição do Ar

¹¹ ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Guidelines for community noise. Geneva, 1999. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/a68672>. Acesso em 13/10/2023

por Veículos Automotores (Proconve) no Brasil, para a redução das emissões de poluentes provenientes de carros de passeio e veículos comerciais em território nacional. Com início no ano de 1993, os limites máximos de emissões foram gradualmente estabelecidos, resultando em uma redução de mais de 90% nas emissões individuais de diversos poluentes veiculares.

Contudo, a frota de veículos nacionais cresceu de maneira exponencial, mais do que triplicando nesse período, o que consequentemente diminuiu os benefícios alcançados pela medida de controle de poluição do ar. A tendência nacional é de que a frota continue aumentando de tamanho ano a ano, enquanto os limites de emissões do Proconve já alcançaram um ponto em que é muito difícil obter reduções significativas sem a adoção de novas tecnologias de substituição e com o surgimento de alternativas inovadoras, como foi o caso da implementação do rodízio de veículos na cidade de São Paulo.

Os veículos de ciclo diesel também foram abarcados pelas restrições por parte das regulamentações do CONAMA. Logo no início do Proconve, em meados de 1980, os limites de emissões dos principais poluentes locais desses veículos diesel foram bem reduzidos. Hoje, um veículo diesel emite menos de 20% do que há 20 anos. No que diz respeito às emissões de dióxido de enxofre (SO_x), que afetam diretamente as emissões de partículas sólidas no ar, também ocorreram mudanças significativas nos últimos anos. A Petrobras, por exemplo, fornecia óleo diesel com até 2.000 partes por milhão (ppm) de enxofre para as cidades do Brasil, contudo, atualmente está vendendo o diesel S500, com apenas 500 ppm de dióxido de enxofre. No mais, em algumas cidades, já estão distribuindo o diesel S50, que possui apenas 50 ppm de enxofre, embora, por enquanto, isso se limite somente à frota de ônibus urbanos.

Outro grande avanço na política de redução de emissões é a utilização da mistura de diesel com biodiesel, que atualmente ela só ocorre na proporção de 5% de biodiesel para 95% de diesel convencional, sendo utilizada apenas por alguns veículos da frota pesada disponíveis no mercado. Testes demonstram reduções significativas nas emissões de monóxido de carbono e, principalmente, de partículas sólidas no ar, embora tenha sido observado um leve aumento nas emissões de óxidos de nitrogênio (NO_x), segundo a NTU, 2008.

No Brasil, atualmente, o programa para controle de emissões destinados a veículos pesados, como é o caso dos ônibus de transporte coletivo de passageiros, é o PROCONVE 7, que se encontra defasado quando comparado as práticas adotadas internacionalmente. A necessidade em aderir a um programa mais moderno e efetivo é muito grande, entretanto, os custos inerentes para o desenvolvimento e adesão das práticas são altos. A União Européia adotou o EURO VI já em 2013, de maneira que medidas com um maior desempenho foram adotadas, homologando limites de emissões de poluentes mais exigentes, novos métodos de certificação de emissões para as condições reais de condução e incluindo exigências de partida a frio, requisitos para o teste de conformidade em serviço e períodos estendidos de durabilidade (Chambliss & Bandivadekar, 2015).

Para que se atingisse o número correto para o limite de emissões de partículas no padrão europeu do EURO VI, foram necessárias as adesões de tecnologias mais modernas para os materiais particulados (MP), aderindo ao uso do filtro DPF. Além dessas alterações, também foram adotadas medidas para que não houvesse alterações dos sistemas de redução catalítica seletiva, que desempenham papel importante no controle de emissões de NO_x, o que é relevante para o Brasil, onde brechas na regulamentação P-7 levaram a emissões de NO_x superiores às esperadas por veículos certificados para este padrão (Façanha, 2016).

No Brasil, a região Sul e Sudeste apresenta um grande avanço se comparado com as demais regiões no tocante a difusão de políticas públicas para a redução de emissões de poluentes. O Estado de São Paulo assinou o Plano de ação climática que tem por objetivo contribuir para o cumprimento dos compromissos nacionais em conjunto ao Acordo de Paris, acelerando o progresso para as emissões zero globais, tendo a

Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente – SIMA responsável pela sua elaboração. Também assinou a PanClima SP, que é um projeto que foi concebido como uma resposta às transformações climáticas ocorridas nas últimas décadas. Seu propósito é direcionar as ações governamentais para incorporar considerações climáticas na tomada de decisões e, ao mesmo tempo, demonstrar como a população pode se preparar para lidar com as consequências dessas mudanças. Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro também aderiram a projetos focados na redução de emissões.

Atualmente, a frota contratada de coletivos Urbanos da cidade de São Paulo é composta por 11.925 Ônibus, 201 trólebus, 69 movidos a bateria e 270 veículos elétricos em circulação.

Em consonância com o desenvolvimento de políticas públicas para a redução de emissões, no dia 20/10/2023, o Governo do Estado de São Paulo encaminhou o Projeto de Lei N° 1510, de 2023, do qual altera a Lei n° 13.296, de 23 de dezembro de 2008, que estabelece novo tratamento tributário do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores – IPVA, para promover a utilização de veículos que funcionem com hidrogênio ou que sejam híbridos, combinando motores elétricos e motores a combustão que usem etanol. O projeto de lei estadual busca a preservação socioambiental, reduzindo a emissão de substâncias poluentes, além de fomentar investimentos na fabricação de veículos que utilizem fontes de energia limpa e renovável.

O Projeto de Lei, em seu artigo 4º, estabelece isenção de IPVA a ônibus ou caminhões movidos exclusivamente a hidrogênio ou gás natural, inclusive biometano, bem como algumas categorias de veículos da linha leve, movidos exclusivamente a hidrogênio ou híbridos com motor elétrico e com motor a combustão que utilize, alternativa ou exclusivamente, etanol.

CONCLUSÃO

No contexto institucional onde o Brasil está inserido (Acordo de Paris/ODS-Objetivos do Desenvolvimento Sustentável). Aliado realidade das mudanças climáticas, a necessidade de descarbonização atmosférica e os desafios aos serviços públicos onde a qualidade do ar impacta nos custos com saúde e produtividade. A atenção com a descarbonização da frota de ônibus é um tema que precisa avançar, no tocante a modelos mais maduros tecnicamente temos a eletrificação das frotas e os desafios a serem superados na operação e nos impactos econômicos dessa inserção.

Apesar das dificuldades inerentes ao processo de mudança é uma política pública necessária e importante na mobilidade urbana e na migração da matriz energética atual para um cenário de baixo carbono no transporte público.

SECRETARIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES E MOBILIDADE URBANA. SPTrans, transportes na cidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.sptrans.com.br/sptrans/#~:text=S%C3%A3o%20transportados%2C%20em%20m%C3%A9dia%2C%20,voc%C3%AA%20por%20toda%20a%20cidade>. Acesso em 13/10/2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. Prefeitura apresenta 50 novos ônibus elétricos e avança na renovação da frota por modelos de energia limpa. Disponível em: <https://www.capital.sp.gov.br/noticia/prefeitura-apresenta-novos-50-onibus-eletricos-e-avanca-na-renovacao-da-frota-por-modelos-de-energia-limpa-1#:~:text=Com%20isso%2C%20a%20frota%20do,at%C3%A9%20o%20fim%20de%202024>

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. (ANFAVEA). Anuário da indústria automobilística brasileira 2023. Disponível em: <https://anfavea.com.br/site/anuarios/>. Acesso em: 06/10/2023.

BYD. Ônibus elétricos da BYD pouparam cerca de 3.000 toneladas de CO2 na atmosfera em 5 anos de operação na Viação Piracicabana. Disponível em: <https://www.byd.com.br/onibus-eletricos-da-byd-pouparam-cerca-de-3-000-toneladas-de-co2-na-atmosfera-em-5-anos-de-operacao-na-viacao-piracicabana/>

Acesso em: 19/10/2023

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE.(CNT). CNT e NTU detalham, pela primeira vez, o perfil das empresas do transporte rodoviário urbano de passageiros no Brasil. Disponível em: <https://cnt.org.br/agencia-cnt/cnt-e-ntu-detalham-pela-primeira-vez-o-perfil-das-empresas-do-transporte-rodoviario-urbano-de-passageiros-no-brasil>. Acesso em 19/10/2023

E-BUS RADAR. Ônibus elétrico América Latina. Disponível em: <https://www.ebusradar.org/>. Acesso em 13/10/2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (IBGE). IBGE divulga as Estimativas de População dos municípios para 2018. Agência IBGE notícias 29/08/2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/22374-ibge-divulga-as-estimativas-de-populacao-dos-municipios-para-2018>. Acesso em 06/10/2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (IBGE). IBGE- Frota de veículos. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120>. Acesso em 19/10/2023

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Guidelines for community noise. Geneva, 1999. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/a68672>. Acesso em 13/10/2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. Prefeitura apresenta 50 novos ônibus elétricos e avança na renovação da frota por modelos de energia limpa. Disponível em: <https://www.capital.sp.gov.br/noticia/prefeitura-apresenta-novos-50-onibus-eletricos-e-avanca-na-renovacao-da-frota-por-modelos-de-energia-limpa-1#:~:text=Com%20isso%2C%20a%20frota%20do,at%C3%A9%20o%20fim%20de%202024>. Acesso em 16/10/2023.

SECRETARIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES E MOBILIDADE URBANA. SPTrans, transportes na cidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.sptrans.com.br/sptrans/#:~:text=S%C3%A3o%20transportados%2C%20em%20m%C3%A9dia%2C%202.voc%C3%AA%20por%20toda%20a%20cidade>



**Núcleo de Governança
Energética do Mackenzie
Integridade**