



**DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL DO BRASIL FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS:
ADAPTAÇÃO PARA A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA**

**CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT
IN BRAZIL IN THE FACE OF CLIMATE CHANGE: ADAPTATION FOR THE
ENERGY TRANSITION**

<i>Recebido em</i>	08/05/2024
<i>Aprovado em:</i>	05/08/2024

**Ernaldo Oliveira de Medeiros¹
Maraluce Maria Custódio²**

RESUMO

As ações antrópicas no mundo têm impactado as economias, e para além dela, existe também uma inter-relação das mudanças climáticas, com outros desafios, bem como, existem também oportunidades para as nações. Neste sentido, o trabalho debruçou-se em analisar a situação do Brasil no processo de transição energética, diante das mudanças climáticas. A metodologia utilizada, foi por meio do método hipotético-dedutivo, e a coleta de dados foi feita mediante pesquisa bibliográfica e documental. O marco teórico foi o trabalho de Damacena (2020). Concluiu-se que, o país precisa corrigir erros de

¹ Ernaldo Oliveira de Medeiros – E-mail: ernaldo.medeiros@educacao.mg.gov.br Mestrando em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pela Escola Superior Dom Helder Câmara. Professor do Atendimento Educacional Especializado- AEE sala de recurso na Escola Estadual Levindo Dias em Capitão Andrade – MG. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5509-9899> Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3840326762559183>.

² Pós-doutorado pela Universidade Veracruzana (México). Professora da Graduação e Professora Permanente do Programa de Pós-Graduação em Direito da Escola Superior Dom Helder Câmara - Mestrado em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável e mentora do Grupo de Pesquisa: Meio Ambiente Políticas Públicas e Sustentabilidade - MAPPs, professora adjunta da Faculdade de Direito Campus Diamantina da UEMG. Endereço Institucional: ESDHC- localizada na R. Álvares Maciel, 628 - Santa Efigênia, Belo Horizonte - MG, 30150-250. E-mail: maralucem@hotmail.com Tel.: 31- 98788-6378 - Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2048-7883> - Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8664619099191520>.



responsabilidade, adaptar a infraestrutura física, avaliar as vulnerabilidades sociais, e que tem potencial a partir das fontes de energia renovável, bem como, mediante o hidrogênio, de avançar no comércio exterior para além da produção primária, se beneficiando de uma baixa emissão de GEE, para atender ao mercado industrial e seus segmentos.

PALAVRAS-CHAVE: Economia. Mudanças climáticas. Desenvolvimento Sustentável. Energia renovável.

ABSTRACT

Anthropogenic actions around the world have had an impact on economies, but there is also an interrelationship between climate change and other challenges, as well as opportunities for nations. With this in mind, the study focused on analyzing Brazil's situation in the energy transition process in the face of climate change. The methodology used was the hypothetical-deductive method, and data was collected through bibliographical and documentary research. The theoretical framework was the work of Damacena (2020). It was concluded that the country needs to correct errors of responsibility, adapt its physical infrastructure, assess its social vulnerabilities, and that it has the potential from renewable energy sources, as well as hydrogen, to advance in foreign trade beyond primary production, benefiting from low GHG emissions to serve the industrial market and its segments.

KEYWORDS: Economy. Climate change. Sustainable development.

INTRODUÇÃO

O presente estudo tem como tema, Desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável do Brasil frente às mudanças climáticas: adaptação para a transição energética, diante da necessidade da mitigação dos impactos ambientais, e de avaliar, quais são as vulnerabilidades e o potencial econômico do setor energético para a



nação. Justifica-se este estudo em função da necessidade de investigar, como o Brasil vem preparando o terreno para uma estrutura mais resiliente aos extremos climáticos, com responsabilidade social, justiça climática e com políticas públicas eficientes.

Daí a necessidade de avaliar também, os diferentes aspectos macroeconômicos e suas confluências, visando uma transição energética conciliada para com o desenvolvimento sustentável. Entende-se, que o país precisa avançar não apenas nos setores primários das *commodities*, mas também, com relação ao crescimento industrial, respeitando os limites das emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE) e da sua abertura para novos mercados a partir do setor energético.

Neste sentido, buscou-se responder se, as perspectivas para o desenvolvimento sustentável do Brasil diante das implicações climáticas, têm objetivos e prioridades bem definidas, para o enfrentamento da crise ecológica e ambiental. Desse modo, buscou-se refletir se existe o reconhecimento pelos setores públicos e privados acerca do potencial energético e das vulnerabilidades do país, e quais setores objetivam aproveitar as oportunidades de crescimento econômico industrial para além do setor primário.

Para a pesquisa, utilizou-se o método hipotético-dedutivo, mediante a coleta de dados obtida a partir de revisão bibliográfica e documental, de materiais já publicados na literatura impressa e virtual em periódicos, artigos, teses, dissertações, leis, livros e revistas. O marco teórico deste trabalho é o artigo de Damacena (2020), que fala sobre a necessária interface entre direito, economia e finanças no processo de adaptação às mudanças climáticas.

O trabalho pretende comprovar que o Brasil está numa posição favorável para o desenvolvimento sustentável. Considerando o âmbito social, o econômico e o ambiental conjuntamente, existe através do setor energético uma vantagem em relação aos outros países, em função da sua matriz energética e das múltiplas fontes de energia renovável adotadas. Em contrapartida, as vulnerabilidades existentes no país, precisam ser enfrentadas com políticas públicas sólidas. Já a atuação da justiça de maneira competente, requer leis que não boicotem umas às outras, ou seja, leis que possam garantir a transição energética sem colocar brechas e ou conceder benefícios para as empresas que são



altamente degradantes e poluentes, continuem com vantagens competitivas sobre as organizações que, de fato realizam ações para uma transição mais limpa e sustentável. Além disso, que os tribunais não possam incorrer de maneira desconexa com os ideais propostos, para a mitigação dos impactos ambientais em consonância com a redução das emissões dos GEE.

Pretende-se concluir que, o Brasil carece de políticas públicas e de uma sólida governança para adaptação climática com estruturadas mais resilientes, ao passo que, a não adequação destas, acarretará na redução de oportunidades econômicas, degradação ambiental e acentuação das vulnerabilidades sociais e humanas. Desse modo, em especial para as demandas nos setores industriais, com destaque para os países que menos poluem e utilizam energias renováveis, como é o caso da nação brasileira, existe um potencial de ascensão de crescimento e melhor posicionamento no mercado global, para além do setor primário.

Por fim, é importante ressaltar, que a estruturação foi sequenciada pela identificação e análise dos seguintes aspectos: impacto das mudanças climáticas na economia do Brasil; economia, comércio e legislação: encontros e desencontros no enfrentamento das mudanças climáticas; os mais promissores investimentos do Brasil para mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

2 IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA ECONOMIA DO BRASIL

Com base em Damacena (2020), os impactos das mudanças climáticas na economia das nações, são evidenciados cada vez mais pelos cientistas através de seus estudos. E estes impactos ambientais provenientes das mudanças climáticas, conciliado com as falhas para o enfrentamento dos extremos, configuram-se em riscos globais. Em 2018, já houve uma perda de 165 milhões de dólares na economia mundial, sendo que, 50% deste valor, não estava segurado em decorrência de desastres recorrentes e



potencializados pelas mudanças do clima. Logo, a adaptação e o planejamento, se fazem necessários para os países.

Ao analisar uma pesquisa feita sobre a queda do PIB *per capita*, em relação a influência das mudanças climáticas no Brasil, até 2100, Damacena (2020), verificou que o estudo revelou uma redução em mais de 20%, com confiança em 100%, e, em mais de 50%, com a confiança de 98%. Os fatores estavam ligados, a perda e danos pela destruição de propriedades, de ecossistemas e comprometimento nos serviços, assim como, na questão de escassez de recursos ambientais, encarecendo as atividades produtoras.

Em contraposição a estes indicadores, o Grupo Banco Mundial- GBM (2023) postula que, o cumprimento dos objetivos de investimentos para atingir os compromissos climáticos do Brasil, indica também, oportunidades de desenvolvimento rápido e com baixa emissão de carbono, em meio aos desafios de transição energética. A exposição brasileira, entretanto, aos riscos das mudanças climáticas com impactos sobre os biomas da Amazônia e do Cerrado, a título de exemplo, preocupam por seus serviços ecossistêmicos vitais para o próprio país, como para a América Latina, quanto para o mundo.

Almagro *et al.*, (2017), ao destacar os limites e possibilidades para a economia brasileira diante da mudança do clima, constatou que existem diversos estudos científicos que trazem projeções sobre diferentes setores. A adaptação foi considerada em uma ampla gama destes estudos, revelando inclusive, a necessidade de conhecimento sobre o risco climático, bem como, a necessidade de investimentos mais resilientes.

Para o GBM (2023), o Brasil encontra-se bem posicionado para se beneficiar das ações climáticas, devido ao grande potencial para a produção adicional de energia renovável, e de baixo carbono. As emissões brasileiras são especialmente dominadas pelo uso do solo e da agricultura. Nesta ótica, os diferentes custos para a produção de energia em comparação a outros países, sem uma preocupação com a redução da emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), são combinações potenciais para um desenvolvimento promissor para o setor energético e industrial.



Estudos de Fussel (2007), já acenavam para que, os estímulos climáticos com o objetivo de moderar os danos, se utilizassem ao mesmo tempo, da exploração de possíveis oportunidades. Como as avaliações de vulnerabilidade e risco contribuem para uma melhor análise de reações físicas e socioeconômicas, existem por sua vez, setores que terão maior destaque para atender aos anseios futuros.

Nesta mesma linha de raciocínio, contudo, o GBM (2023), constatou que existem planos e programas subnacionais e setoriais em vigor no Brasil, mas, ainda, o país não conta com uma estratégia centralizada e consolidada. Os desafios para os financiamentos, em função da fraca governança e do uso de influência política, geram instabilidade nos programas. A ascensão de produções deficitárias pelas atividades ilegais, prejudica o crescimento das ações climáticas. Além disso, as expectativas de aumento da produtividade, e diversificação da sua economia, com o atual modelo de crescimento, são incongruentes com os anseios de se tornarem um país de renda alta, para ingressar na Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

Na concepção de Carney (2005), os três riscos que prejudicam tanto a economia, como o sistema financeiro e a estabilidade de um país, são os de transição, os físicos e os de responsabilidade. Fazer uma transição repentina e desordenada para uma economia de baixo carbono, sem primeiramente uma política estruturada, que pressione a redução das emissões, considerando os investimentos públicos e privados, em direção a novas tecnologias, é um alto risco de transição. Os riscos físicos, por sua vez, são os provenientes dos danos relacionados ao clima e à vulnerabilidade humana, e da própria infraestrutura. Já os de responsabilidade, decorrem do próprio poder judiciário e legal, no qual o litígio climático é um bom exemplo. Tem-se nesta seara do judiciário em relação ao direito positivado, os problemas em relação a omissões, isenções e estímulos, bem como, os problemas de negligência por parte da própria concorrência do aparato normativo, ou por parte de empresas ou governos acerca das questões climáticas.

Uma importante estimativa de capital necessário para investimento, foi revelada no 5º Relatório de Avaliação do IPCC, onde foi previsto que, os custos de adaptação dos países em desenvolvimento, alcancem a marca de 70 e 100 bilhões de dólares por ano, em



todo o mundo até 2050. Damacena (2020), expõe ainda que os problemas de adaptação são, em relação à dificuldade de acesso a informações sobre os agravantes climáticos, falta de tecnologia apropriada para a adaptação, falta de capacidade técnica, e da falta de recursos financeiros. Somadas à estas, existem as políticas governamentais e regulamentações que impedem os processos de adaptação, às omissões de estimativas de custos de adaptação para biodiversidade, de serviços ecossistêmicos, e a própria carência de uma metodologia mais detalhada, entre custos e investimentos (Damacena, 2020).

Segundo dados obtidos pelo GBM (2023), o crescimento brasileiro estagnou pelo fim do superciclo das *commodities*. Atualmente, os setores agrícolas e extrativistas (petróleo, gás e mineração) e o agronegócio como um todo, representaram aproximadamente, 27,6% do Produto Interno Bruto (PIB), e 20,1% do total de empregos em 2021. O papel das exportações de *commodities*, representa 39,3% oriundos da agricultura, e 35,7% das atividades extrativistas em 2021 (GBM, 2023).

Para desenvolver um mercado de finanças verdes para a agricultura no Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a *Climate Bonds Initiative* (CBI), assinaram o Memorando de Entendimento – MdE, em novembro de 2019. Os fundos verdes, de acordo com o plano de investimento, são substanciais para transformar o país como um líder global de agricultura sustentável. Sendo atualmente o 2º maior mercado de fundos verdes na América Latina, o país deve promover uma maior eficiência no uso de recursos, por meio de práticas sustentáveis (GBM, 2023).

Kalame *et al.*, (2011), compreende que investimentos em infraestruturas mais resilientes, auxiliam na mitigação dos cursos com perdas e danos ocasionados por extremos climáticos. Resiliência está associada a uma economia sustentável, com a qual impulsiona a criação de novos empregos, numa estimativa de 65 milhões de postos em todo o mundo, até 2030 para esta transição.

O setor manufatureiro do Brasil é altamente ineficiente, em função do legado da industrialização por substituição das importações. A base de capital humano é reduzida, somada ao enfraquecimento oriundo da pandemia de Covid-19, que por conseguinte, o Brasil em 2021 já havia alcançado elevados 28,4% percentuais de pobreza e desigualdade,



sendo acentuada com o aumento dos custos fiscais, após o enfrentamento da pandemia. Tem ainda, baixa concorrência dos mercados de produtos, em função da estrutura do seu sistema tributário. Problemas concernentes também, nos mercados de terras, de capitais e de trabalho, pelo fato da vinculação de crédito, e de impostos e regulamentações trabalhistas respectivamente. A infraestrutura é deficitária e os investimentos são insuficientes para cobrir a depreciação. Logo, o país conta com uma economia precária, cara e agravada pelos desafios das mudanças climáticas (GBM, 2023).

Para a OCDE, o Brasil precisa realizar reformas nas áreas de concorrência, comércio exterior e governança econômica, o que poderá elevar o seu crescimento em uma média de 0,9 ponto porcentual por ano, ao longo de 15 anos (OCDE, 2020). Além destas questões, a capacidade de resiliência é fundamental no processo de transição e adaptação. Quando há clareza de conhecimento dos níveis dos riscos climáticos e das vulnerabilidades, é possível também, fazer o uso de instrumentos de financiamentos e de investimentos mais adequados (Damacena, 2020).

Mudanças no sistema financeiro voltadas à sustentabilidade são fundamentais para a melhoria da qualidade ambiental. Neste sentido, o Banco Central do Brasil, em novembro de 2021, emitiu a Resolução nº 4.945, que dispõe sobre a Política de Responsabilidade Social, Ambiental e Climática (PRSAC), para instituições financeiras e demais organizações autorizadas a funcionar pela autoridade monetária. A finalidade é garantir que os bancos considerem questões ambientais em suas ações, e nas relações com os públicos de interesse, no âmbito da Política de Responsabilidade Ambiental e Social. Uma das razões para estas medidas é a redução das perdas oriundas dos eventos extremos, conciliando o arcabouço ambiental, e políticas mais alinhadas à sustentabilidade (Brasil, 2021c).

Nakhooda; Watson; Schalatek, (2016), revelam que os investimentos do setor privado são vitais no processo de transição e adaptação, para uma economia sustentável, em função do alto grau de limitação do financiamento público. O setor privado, por sua vez, tem maior aporte de ativos e infraestrutura financeira, e por isso, podem ser os mais afetados pelos impactos das mudanças climáticas. Outrossim, o grande potencial para



capitalizar as oportunidades que os investimentos em adaptação requerem são elevados, isso, em virtude do desenvolvimento de produtos e serviços, ser próprio do setor privado.

O GBM (2023), trouxe uma importante constatação de que o país já conta com os Planos de Agricultura de Baixo Carbono (plano ABC), que é uma política de crédito agrícola, como principal instrumento para fornecer crédito rural, e dar maior flexibilidade aos mercados. Tem-se ainda, o Plano Nacional de Energia (PNE, 2050), para ampliação do fornecimento de energia, e o Plano Nacional de Logística (PNL), que visa investimento na infraestrutura de transportes até 2035, apoiando a integração de espaços e mercados, possibilitando assim, o desenvolvimento regional.

O Brasil de porte das políticas públicas supramencionadas, conciliada com a comprovação das previsibilidades climáticas e seus respectivos impactos, tem um grande desafio, que é prioritariamente avaliar, quais devem ser as prioridades dos investimentos públicos e privados. Logo, os investimentos em infraestrutura mais resilientes, sustentáveis, de baixo carbono, direcionando esforços de adaptação pelos setores públicos e privados, submetidos pela previsibilidade futura, precisam ser feitos sobre planejamentos climáticos em todos os setores.

3 ECONOMIA, COMÉRCIO E LEGISLAÇÃO: ENCONTROS E DESENCONTROS NO ENFRENTAMENTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Altmann (2010), já assinalava que o incentivo econômico para melhorias na transferência de energia, aumento para o financiamento verde, e incentivo ao Pagamento por Serviços Ambientais, são fundamentais para incentivar a adoção de práticas de baixo carbono da agricultura e pecuária.

Recentemente, foi publicada a Lei n. ° 14.119/21, como sendo de grande avanço nesse contexto. A referida Lei define conceitos, objetivos, diretrizes, ações e critérios de implantação da Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais (PNPSA), instituiu o Cadastro Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais (CNPSA), o



Programa Federal de Pagamentos por Serviços Ambientais (PFPSA), e dispõe sobre os contratos de pagamentos por serviços ambientais (Brasil, 2021b).

O GBM (2023), assinala que outro importante ponto, é que a preservação das paisagens naturais do Brasil pode remover grandes quantidades de CO₂ da atmosfera, demonstrando que, a contenção do desmatamento contribui para uma agricultura e uso do solo mais resilientes. Neste aspecto, o Decreto n. ° 10.606/21, é outro importante avanço na normatização, ao instituir o Sistema Integrado de Informações do Plano Setorial para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono, bem como, da criação do Comitê Técnico de Acompanhamento do Plano Setorial, em atendimento a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissões de Carbono na Agricultura (Brasil, 2021a)

A manutenção da descarbonização do setor energético, influi positivamente de maneira competitiva na indústria manufatureira. A geração de energia elétrica em 2019 no Brasil, foi de 82,3% oriunda de fontes renováveis, incluindo energia elétrica e biomassa. Já o mundo conta apenas com 28,8% de energia gerada destas fontes. O mais recente Plano Decenal de Energia, aponta que a energia elétrica e os produtos de cana-de-açúcar, como biomassa e etanol, representam em conjunto, 30% do fornecimento total de energia. A energia hidrelétrica é a principal fonte de eletricidade, com 83% de geração de energia em 2021, e com o quantitativo próximo a 10% de participação para a energia eólica, e o mesmo percentual para a biomassa (GBM, 2023).

O Brasil conta com um consórcio de universidades e institutos de pesquisas para investigação dos impactos das mudanças climáticas, e dentro dos temas, encontram-se os estudos sobre energias renováveis. Intitulado de Rede CLIMA, este consórcio fornece conhecimentos que permitem ao país, responder aos desafios decorrentes das mudanças do clima, por meio do mapeamento de linhagens de organismos, sob cenários diversos de emissão de GEE. A identificação e análise de variáveis bio-geo-climáticas, proporciona a compreensão dos diferentes tipos de biomas brasileiros. A avaliação da adaptação de sistemas de produção aos fenômenos climáticos pela Rede CLIMA, tem o propósito de



gerar soluções, através do desenvolvimento de tecnologias agrícolas e de energias renováveis, que mitiguem as emissões dos GEE (Pereira, 2019).

A eletricidade representou em 2021, 18,5% do consumo total de energia, sendo que, o Brasil vem apoiando a integração de energia solar e eólica, com leilões de Eletricidade Renovável Variável (VER), subsídios fiscais, incentivos mediante a redução de custos de interconexão. Estima-se, que as leis e regulamentos aprovados em 2021, incentivem ainda mais a geração distribuída e da energia eólica *offshore* (no mar), com expectativas de dobrar a produção nestes moldes até 2031, para a próxima década, sendo responsável por 15% da geração total de energia (GBM, 2023).

Pereira (2019), exprime acerca dos recursos hídricos no Brasil que, em virtude das imensas bacias de rios, lagos e aquíferos de água potável, o país é um ator global muito relevante. Contudo, o potencial hídrico do país, em função da sua dimensão e características climáticas regionais, é muito assimétrico. Esta constatação implica sobretudo, na própria capacidade de gerar energia, de produzir alimentos, e de garantir o abastecimento de água às populações. As estiagens na Região Sudeste (2014-2015), provaram que em meio a vulnerabilidade da infraestrutura urbana, não foi possível vislumbrar a existência de um planejamento estratégico de gestão de recursos hídricos, para os Estados desta região.

Diante deste agravante, a preocupação com a crescente escassez de água, tem levado o uso pelo governo, da produção de energia a gás, elevando a intensidade de carbono da economia brasileira. O Congresso Nacional, pediu que 8 gigawatts (GW) de nova capacidade de termelétricas sejam instaladas até 2030, com a nova lei para privatizar a Eletrobrás (maior concessionária de geração e transmissão de energia do país). O projeto exige que as usinas sejam, pelo menos, 70% delas inflexíveis, resultando no aumento substancial da energia proveniente deste fornecimento da carga base do país (GBM, 2023).

Vale lembrar, que a geração de energia no Brasil tem o percentual de 85% proveniente de hidrelétricas. Desse modo, a projeção de Mudanças Climáticas para as regiões brasileiras preocupa em especial a Amazônia, por colocar em xeque a viabilidade



do modelo, para abastecer o país nas próximas décadas. Assim, a segurança alimentar, também é outro fator de preocupação, cuja produção de alimentos (agricultura e pecuária), consome aproximadamente 70% dos recursos hídricos utilizados pelas ações humanas, através do uso de grande extensão territorial (Pereira, 2019).

O Brasil deve aumentar em 80% a produção de petróleo e gás do pré-sal (*offshore*) em relação aos níveis de 2021, sendo que as reservas do país estão entre as maiores do mundo. A Petrobras, que é a maior empresa pública nacional de petróleo do país, “reduziu a intensidade de carbono da produção de petróleo para 15,9 kgCO₂e por barril de petróleo em 2021” (GBM, 2023, p.15). Esta boa prática de extração pela empresa, a faz estar com uma intensidade abaixo da média global de emissão líquida de carbono, além da previsão da eliminação da queima de gás (GBM, 2023).

Para a evolução das tecnologias mais sustentáveis, com base em Pereira (2019), o Brasil tem contribuído de maneira consistente para o desenvolvimento científico internacional, especialmente no tocante a doação de recursos, em que,

Investimentos em cooperação científica e tecnológica atendem ampla gama de áreas, como aviação civil, educação, saúde, prevenção e controle da malária, produção de biocombustíveis, administração pública, meio ambiente, agricultura, regeneração de áreas urbanas, biossegurança, manutenção de recursos hídricos, treinamento de recursos humanos e reforço da infraestrutura (PEREIRA, 2019, p.124).

A ampliação na ordem de 61% dos recursos alocados para cooperação técnica no período de 2002 a 2012, inspirada no conceito de diplomacia solidária, buscou cooperar com os países do hemisfério sul, cujas relações internacionais são consideradas na literatura, como cooperações Sul-Sul, realizadas através de cooperação técnica, científica e tecnológica (Pereira, 2019).

É importante lembrar também que, Borja (2015), ao analisar o relatório Stern (2006), constatou que para o aumento no grau da temperatura, os maiores contribuidores para este agravante, são os combustíveis fósseis derivados do petróleo, do carvão mineral e do gás natural. Estas são matérias primas utilizadas por muitos países, uns com mais e outras com menor intensidade e quantidade na geração de energia, pelas indústrias e



transportes. Seguindo a lista dos recursos e atividades mais impactantes, estão a conversão do uso do solo, a agropecuária, o desmatamento, e a má gestão de resíduos. A queima de resíduos, por sua vez, libera o gás óxido nitroso (N₂O), que tem um potencial 300 vezes maior que o gás carbônico (CO₂) para impactar no aquecimento global.

O GBM (2023), reportou que o transporte rodoviário brasileiro representa 91% das emissões de GEE advindas dos transportes. O Brasil conta com a divisão modal de transporte composta por, 66,2% sendo rodoviário, 17,7% ferroviário, 14,8% hidroviário, 1,2% dutoviário e 0,1% aéreo. Apenas 12,4% das estradas brasileiras dos 1,7 milhão de quilômetros existentes no país são pavimentadas, com uma estimativa de atingir outros 9,1%, ou seja, tem baixa qualidade, o que aumenta o tempo de viagem, os custos de manutenção, e o consumo de combustíveis. Existe, todavia, um aumento na dependência de carros e motocicletas, por conta dos serviços de transportes públicos inadequados na maior parte do país. Isso repercute em altos custos econômicos de bem-estar, haja vista que, os congestionamentos causam perda de 2,6% do PIB, e os acidentes de trânsito geram perdas anuais de 56 bilhões em produção sacrificada, custos hospitalares, perdas humanas e materiais.

Borja (2015), lembra também que apesar da constatação pela comunidade epistêmica sobre o clima, que as ações antrópicas têm influenciado as Mudanças Climáticas, permanece ainda, um grau de incertezas científicas sobre os impactos específicos dos resíduos sólidos sobre as mesmas. A geração de novos estudos no contexto deste fenômeno degradante provocado pelo consumo, e pela ausência de uma gestão de resíduos eficiente, coloca as instituições políticas e econômicas, como as propagadoras da geração de uma ação coletiva, em prol de um espaço seguro de operações de reversão do quadro pela humanidade. Os países emergentes e pobres entre os anos de 1970 a 2008, detinham 95% das perdas de vidas humanas causadas por extremos climáticos. Desse modo, o impasse entre a ciência e a política, tem provocado perdas de vidas humanas em decorrência do aumento das ocorrências e das intensidades dos cataclismas.

A geração de resíduos sólidos no Brasil deve aumentar de 81,9 milhões de toneladas (Mt) em 2020 para 122,3 Mt em 2050, estando mesmo assim, 73% abaixo da



média global. O manejo dos resíduos sólidos nas cidades, contribui de 8% a 22% das emissões de GEE das áreas urbanas. Na medida em que as economias se descarbonizarem, o Brasil poderá expandir as exportações, para atender ao comércio global. Haverá a necessidade de investimento para a migração em setores de baixa emissão de carbono, impulsionando a diversificação das exportações, para além da agricultura e das indústrias extrativistas. A vantagem das indústrias brasileiras, está por obter uma matriz energética relativamente limpa e renovável, em comparação com seus pares (GBM, 2023).

Florindo (2018), evidencia que a bovinocultura representa cerca de 15% das emissões antropogênicas de GEE no mundo, e que houve um aumento também na demanda nas últimas décadas pela carne bovina. Este aumento de consumo da carne bovina agrava ainda mais os impactos no meio ambiente, e possíveis contribuições para as Mudanças Climáticas. Os consumidores mais atentos às questões ambientais, vêm se tornando mais conscientes em relação aos impactos das Mudanças Climáticas, associados à carne bovina. Como consequência, os *stakeholders* da indústria de carne bovina vêm sendo pressionados, haja vista a sustentabilidade ser um dos paradigmas das práticas de gestão, pesquisas e políticas públicas atuais.

O GBM (2018), apontou que as emissões de GEE de 2010 a 2018, aumentaram 28,1% pela mudança no uso do solo e do desmatamento, para a produção de carne bovina e da soja. Nesse âmbito, o Brasil deve adaptar de forma proativa, esta condição de grande produtor e exportador agrícola. É essencial a baixa emissão de carbono para estas produções, evitando problemas de segurança alimentar, de inflação impulsionada por alimentos, de perda da competitividade e desequilíbrios externos.

Os países que mais concentram a oferta de carne bovina no mundo são, Índia, Brasil, Estados Unidos e Austrália. Estes países, juntos, representaram 65% do total das exportações de carne bovina mundialmente em 2017. O Brasil é atualmente o segundo maior produtor de carne bovina do mundo, com uma produção de 9,45 milhões de toneladas em 2017. A alimentação de 90% do rebanho bovino brasileiro é alimentada por forragens, cuja produção é realizada em áreas marginais, com baixa dependência de insumos e pastagens muitas vezes degradadas. Isso implica em uma produtividade média



de 25% do que poderia ser alcançado, se melhores práticas de manejo de pastagens fossem adotadas. Como o Brasil se comprometeu em reduzir, até zerar o desmatamento ilegal, e em reduzir as emissões de GEE, logo, terá esta tarefa também como desafio, no tocante a melhoria do manejo das pastagens, para a produção de carne bovina (Florindo, 2018).

O Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) instituído pela Lei 12.187 em 2009, é um marco regulatório primordial para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas no Brasil. Dentre os principais objetivos, reforça a redução das emissões antropogênicas de GEE entre 36,1 e 38,9%, abaixo das emissões projetadas em 2020, à redução de GEE de várias fontes, e a estimulação do desenvolvimento do Mercado Brasileiro de Reduções de Emissões (MBRE) (Brasil, 2009).

Peixer (2019), ao avaliar o NDC (2015) do Brasil, pactuado no acordo de Paris (2015), constatou que, se todos os países adotarem medidas superficiais como a do Brasil, o aquecimento global chegaria entre 2 a 3 graus Celsius. Além disso, o conteúdo das metas não é juridicamente vinculante, e, portanto, não tem nenhum caráter punitivo. Inclusive, o cumprimento e o sucesso do Acordo Climático no futuro, requer uma revisão do papel do Comitê facilitador e da sua conformidade, para garantir os resultados esperados por todos os países.

Objetivando atingir os anseios da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), com a atualização mais recente em 2022, o compromisso de redução de emissões, tem como anseios, a meta global de 2°C. A NDC (2022) pactuada pelo Governo Federal, estima reforçar e cumprir o Código Florestal; zerar o desmatamento ilegal; restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares (ha) de florestas até 2030; e aprimorar sistemas sustentáveis de manejo florestal. Para o setor de energia, a projeção da NDC (2022), é o alcance de 10% de eficiência no setor elétrico, o aumento na participação de biocombustíveis sustentáveis em 18%, e de energias renováveis para 45% até 2030. Na agricultura, o fortalecimento do Plano ABC, restauração de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas, e aprimoramento de 5 milhões de hectares de sistemas integrados de lavoura-pecuária-floresta até 2030, são as principais ações propostas. A NDC (2022),



para a indústria, propõe novos padrões de tecnologias limpas, medidas de eficiência energética e infraestruturas de baixo carbono. Para o setor de transportes, a NDC (2022), estabelece melhorias da infraestrutura e de transporte público em áreas urbanas (GBM, 2023).

Na atualização da NDC de 2022, o Brasil compactuou também, o compromisso de reduzir pela metade suas emissões de GEE até 2030 em relação aos níveis de 2005, e o de zerar as emissões líquidas de GEE, até 2050. Para reduzir e atingir níveis satisfatórios na redução de emissões, o país precisa, zerar o desmatamento ilegal até 2028. A adesão do *Global Methane Pledge* (Promessa de Metano), foi assumida pelo Brasil para reduzir em 30% as emissões de metano, em até 2030, e para tanto, terá que efetivar ações nas práticas de manejo da pecuária e dos resíduos, para o alcance destas importantes metas (MRE, 2020).

A PNMC prevê que as políticas públicas e os programas governamentais, devem ter ações e projetos compatíveis com o que foi estabelecido nesta Lei (BRASIL, 2009). Destaque para os municípios do Rio de Janeiro e Belo Horizonte, que já adotaram medidas e metas para dissociar o desenvolvimento econômico do aumento nas emissões de GEE, sendo considerada uma medida subnacional importante, para avançar nas ações climáticas (GBM, 2023).

O Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA, 2016)³ brasileiro, foi considerado muito superficial pelo GBM (2023), por enfatizar apenas o reconhecimento de 11 setores que serão afetados consideravelmente pelas mudanças climáticas. Segundo o GBM (2023), o PNA (2016), não traz uma maior profundidade sobre os impactos, nem sobre quais são os mecanismos mais eficientes, econômicos, adaptáveis, resilientes e as capacidades necessárias. Nesse sentido, apontam serem muito incipientes as abordagens necessárias para os setores mais afetados pelas mudanças climáticas.

³ O Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), instituído em 10 de maio de 2016 por meio da Portaria nº 150, foi um instrumento elaborado pelo governo federal em colaboração com a sociedade civil, setor privado e governos estaduais que tem como objetivo promover a redução da vulnerabilidade nacional à mudança do clima e realizar uma gestão do risco associada a esse fenômeno.



Peixer (2019), lembra que através do PNA (2016), o país visa integrar a gestão de vulnerabilidades e riscos climáticos às políticas e estratégias públicas. As estratégias de desenvolvimento nacional e locais, com medidas de adaptação, perpassam a capacidade de planejamento, e por isso, a importância deste instrumento. O Brasil já monitora eventos de precipitação extrema em 888 municípios, e tem um sistema de alerta antecipado e de planos de ação, para responder a desastres naturais. A sua capacidade nacional em segurança hídrica (Plano Nacional de Segurança Hídrica), é buscada pela conciliação com o uso sustentável da biodiversidade, através também da sua conservação, integrado ao Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas, e a regularização ambiental pelo Código Florestal, em particular das APP.

A PNMC tem uma estrutura de governança que inclui, um órgão decisório em nível federal. No órgão, participam representantes dos governos federal e estaduais, pesquisadores e outros. Atividades setoriais e programas, é a forma de implementação do PNMC, que recentemente, teve um enfraquecimento desta estrutura, repercutindo negativamente, pela falta de confiança nacional e internacional da vontade política na capacidade de gestão do Governo Federal. Diante disso, os 26 estados, que compõem as Unidades da Federação (UF), passaram então, a reunir suas secretarias e agências de políticas ambientais, mediante a coordenação feita através da Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Meio Ambiente (ABEMA), e assim, dialogam com o Governo Federal sobre mudanças climáticas. Para tanto, o progresso da implementação de uma política sobre mudanças climáticas, varia entre as unidades de federação (GBM, 2023).

Num estudo feito por Araújo (2021), revelou que, nos municípios pequenos, o tema mudanças climáticas está muito direcionado apenas à educação ambiental. Para os gestores de municípios pequenos, as grandes metrópoles têm um papel fundamental no direcionamento das tomadas de decisão, até mesmo pela própria capacidade delas, de financiar tais políticas públicas de adaptação às mudanças climáticas.

Dessa premissa, o GBM (2023), enfatizou que os municípios de São Paulo e Belo Horizonte, ao promover o uso intensivo da terra e o adensamento de áreas estratégicas, associados a instrumentos de captura de valor da terra (LVC), são destaque entre os



municípios e metrópoles do país. As iniciativas técnicas fomentadas a partir do Fórum de Secretários de Meio Ambiente das Capitais Brasileiras (CB27), destacam estas capitais, por obterem por meio deste arranjo de infraestrutura para uma economia sustentável, acesso a capital para investimentos orientados ao clima. Assim, obtiveram aumento das suas receitas, e puderam utilizá-las para apoiar o desenvolvimento urbano inclusivo, compacto, e orientado ao trânsito.

Ademais, Araújo (2021), constatou que as dificuldades orçamentárias dos pequenos municípios, somadas à ausência de uma melhor compreensão por parte da sociedade, e dos movimentos sociais, acabam por enfraquecer ou por não potencializar as medidas de enfrentamento dos extremos climáticos, nos pequenos municípios brasileiros. Existe ainda, uma carência legislativa por parte dos municípios, no tocante às suas normas para o enfrentamento das mudanças climáticas. Logo, esta revisão carece de uma melhor avaliação, para que as medidas sejam tomadas de forma equilibrada, de maneira competente, tanto do legislativo, quanto do próprio poder de ação, em relação ao financiamento.

Os municípios brasileiros dependem de receitas próprias provenientes de impostos sobre a propriedade e taxas de serviços, além de investimentos do governo federal, haja vista terem direito a apenas 18% do orçamento público total. Existe assim, um desequilíbrio entre os mandatos das cidades, e sua capacidade limitada de receitas para financiar ações climáticas. A grilagem de terras que impulsiona o desmatamento, muito se deve a um gerenciamento de banco de dados desconectado entre as cinco diferentes entidades federais, com registro de diferentes categorias fundiárias. Estes são desafios de governança deficitária e de financiamento existente, que abrem espaço para ações negligentes e ilegais e enfraquecem as ações climáticas (GBM, 2023).

Embora, os tribunais e outros órgãos de solução de controvérsias continuem sendo importantes meios de efetivar o cumprimento da lei ambiental internacional e nacional, é preciso que as partes evoluam para respostas em harmonia com um espírito colaborativo sobre as questões climáticas. A fiscalização por parte do judiciário a nível doméstico se faz necessária, pois também, é um reflexo dos compromissos assumidos



internacionalmente. É preciso, que haja, contudo, uma harmonia nas jurisdições em relação às normas aplicadas, para que, os vereditos não estejam sujeitos também a restrições processuais e substantivas (Peixer, 2019).

Vale destacar que, os tribunais superiores, passaram a monitorar as ações judiciais na Amazônia Legal em parceria com o IBAMA, no fornecimento de assessoria técnica e compartilhamento de dados sobre desmatamento, e exploração ilegal das reservas ambientais. O Conselho Nacional de Justiça, para tanto, lançou em 2019, o Observatório Nacional de Questões Ambientais, Econômicas e Sociais de Alta Complexidade e de Grande Impacto e Repercussão. O objetivo deste observatório, é conduzir análises e utilizar evidências que contribuam na formulação de políticas públicas, e iniciativas de proteção ao meio ambiente natural, da Amazônia Legal (GBM, 2023).

Um desencontro com os anseios para a transição e adaptação às mudanças climáticas é evidenciado na economia do Brasil, ao manter os subsídios e benefícios fiscais conforme a Lei nº 14.299/2022, para combustíveis fósseis, e as exigências de capacidade de gás previstas na Lei nº 14.182/2021, como âncora para a retirada e produção, a partir das reservas do pré-sal, que mantém 30% da oferta total do gás doméstico. Além do mais, a mineração de carvão, criou 20 mil novos empregos em 2018, e esta por sua vez, sustenta as usinas térmicas altamente emissoras de GEE (GBM, 2023).

Estas posições criam barreiras à descarbonização. Logo, o equilíbrio entre os setores afetados, as necessidades humanas e de redução de emissões de carbono, são grandes desafios no país, e serão imprescindíveis para o alcance das metas de desenvolvimento sustentáveis, alinhados às políticas de mudanças climáticas

4 OS MAIS PROMISSORES INVESTIMENTOS DO BRASIL PARA MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O caminho para o desenvolvimento resiliente e protetor do meio ambiente por reformas estruturais, demandam tempo. Estas reformas requerem a adoção de



regulamentos, políticas e investimentos setoriais, com intervenções econômicas para alinhar os incentivos às famílias, e o setor privado as necessidades mais urgentes. Além destas ações, exigirá investimento em capital humano e na própria infraestrutura, reforma no mercado de produtos e fatores, incluindo terra, e inclusive uma reforma política comercial (Bruzaca; Sousa, 2013).

Em relação aos modelos de gestão de energia no setor elétrico brasileiro, Lima (2022), observou uma tendência disruptiva com a popularização da geração distribuída e sua comercialização, e assinala que,

Atualmente, o setor elétrico tem se modernizado com um modelo de produção descentralizado, ou seja, com a possibilidade de atuação de agentes de comercialização, geração, transmissão e distribuição da iniciativa privada. Este modelo viabiliza a comercialização de energia entre autoprodutores, produtores independentes, geradores, comercializadores, consumidores livres e especiais no mercado livre de energia. Neste cenário, o estado passa a ter sua atuação direcionada à regulação do setor, desestatizando, gradativamente, a produção de energia elétrica no país através da revisão de normas legislativas e a privatização de empresas estatais (Lima, 2022, p. 5).

Esta inovação em relação a participação dos consumidores no trato deste recurso, feita através de contratos bilaterais de aquisição, ou pela produção independente de energia, melhoram a eficiência e o sistema de gestão de energia, mediante a redução de despesas. Com a implantação de sistemas computacionais de seus centros de operações, as empresas poderão monitorar a qualidade da energia nas unidades consumidoras. Além de garantir a operação sustentável da rede quando for aplicada em larga escala. Cabe, entretanto, entender que esta economia, é ponderada pelo perfil de consumo e nas condições da rede elétrica da unidade consumidora concomitantemente (Lima, 2022).

As principais empresas brasileiras estatais já adotam práticas que levem ao desenvolvimento sustentável divulgando suas emissões de GEE, apesar desta prática não estar ligada às mudanças climáticas. As empresas estatais são essenciais para a economia brasileira no fornecimento de serviços essenciais como água, energia, serviços financeiros e infraestrutura de transporte. Igualmente, a responsabilização de entidades públicas e privadas, com foco no rastreamento de preferências por produção e compras sustentáveis, é



uma forma em que as instituições autônomas podem agir e serem geridas. Assim como, o Tribunal de Contas da União, o Poder Judiciário, podem contribuir com a proteção florestal compatível com o desenvolvimento econômico (GBM, 2023).

Seguir este caminho, também exigirá para garantir uma eficiente governança multissetorial, uma política econômica brasileira, que integre uma precificação apropriada, com reformas fiscais, de subsídios e de impostos sobre o carbono, ou Sistema de Negociação de Emissões (ETS). Além destas conversões, deve-se voltar para uma abordagem centrada nas pessoas, com investimento em saúde e educação, proteção social e políticas do mercado de trabalho, para garantir uma transição resiliente e justa de crescimento com baixo carbono. Aumentar a gestão de paisagens de acordo com o clima, conter o desmatamento, fazendo a transição para energia, transporte, infraestrutura e cidades resilientes e de baixo carbono, são ações políticas multissetoriais que vão demandar, pacotes de investimentos fundamentais em ações climáticas. O financiamento de projetos privados e públicos climáticos, devem ser impulsionados desde que, objetivem o desenvolvimento resiliente e de baixo carbono (GBM, 2023).

Os desafios da economia política serão enfrentados com políticas públicas alinhadas com as finanças climáticas, otimizadas para incentivar os governos e as pessoas a protegerem as florestas, com redução do desmatamento. Outros pontos primordiais para que o Brasil possa aproveitar as oportunidades oferecidas pelo desenvolvimento mais resiliente, são reformas estruturais e medidas de aumento da produtividade, políticas multissetoriais com pacotes de investimentos, e ações de financiamentos amplos, e necessários para garantir a descarbonização (Peixer, 2019).

Os setores de *commodities* da agricultura e da mineração dominam as exportações, e representam juntos 10% do PIB. Como os setores industriais de manufatura no Brasil, são fracos e instáveis, concorrendo com os setores primários com tendências de aumento global por alimentos, existe aqui um custo significativo para as florestas naturais, que aumentaria as emissões de GEE. O aumento da demanda global por alimentos é oriundo em especial por carne e soja como ração para o gado, em decorrência do crescimento do consumo de carne pela China (GBM, 2023).



Com a existência do aumento do consumo destes produtos, isso requer também a necessidade de mais terras. A falta de governança e a não aplicação da legislação florestal, aumentam ainda mais o desmatamento da Amazônia. As emissões de GEE aumentam pela conversão de terras que antes eram florestas naturais catalisadoras de CO₂, e estes espaços quando convertidos em atividades agrícolas, tornam-se naturalmente, ainda mais poluentes (Peixer, 2019).

A redução da emissão de carbono e a diversificação do crescimento da produtividade e de exportações, podem tornar a economia brasileira mais resiliente, ao preservar as riquezas naturais, evitando assim, possíveis pontos de inflexão nos serviços ecossistêmicos. As reformas políticas com realocação de capital e mão de obra entre empresas, setores e regiões, podem reduzir os custos, e aumentar a eficiência e adaptação criada pelos impactos das mudanças climáticas. A participação da cadeia global de valor para além das *commodities* primárias, com produtos ecológicos e de maior valor agregado, pode ser uma excelente política comercial a auxiliar o Brasil a gerar novas oportunidades (Damacena, 2020).

Para reduzir os impactos negativos do comércio sobre os ecossistemas brasileiros, o país precisa melhorar os padrões de qualidade e reduzir os custos de certificação, viabilizando as exportações de bens sustentáveis para os mercados avançados, como o da União Europeia (EU). A produção de bens e serviços ecológicos como, energia solar fotovoltaica (FV), energia eólica, e pelo aumento nas vendas de veículos elétricos, tornam o país mais competitivo, pelo fato de já ter no mercado produtos que requerem habilidades e *expertise* semelhantes. Assim, a produção a custos competitivos tornará o país com uma participação de mercado ainda maior. O Brasil é competitivo em materiais essenciais como em baterias para veículos elétricos (VE), e ônibus movidos a hidrogênio. Como existe uma redução agressiva nos custos para a produção de VE no exterior, reduzir os impostos de importação dos VEs, tornará o produto mais barato (GBM, 2023).

O GBM (2023), constatou ainda que o Brasil tem uma posição invejável em termos de reservas de minerais que apoiam a descarbonização. O país é o maior produtor de



nióbio, o segundo maior de minério de ferro e manganês, e está entre os maiores produtores de bauxita e estanho. Contudo, as atividades de mineração demonstram causar desmatamento. A mineração ilegal agrava ainda mais os problemas ambientais, onde a forte demanda por manganês no estado do Para, vem ocasionado grandes estragos ambientais em territórios indígenas. A adoção de práticas de mineração inteligente nas florestas, com o uso de energia renovável para o funcionamento das máquinas e transporte, são ações que visam minimizar os efeitos degradantes nestas áreas, além de possibilitar o gerenciamento de dados geológicos e impactos ambientais.

Assim sendo, a diversificação brasileira com a atração de investimentos, são perspectivas favoráveis para a produtividade quando visualiza o potencial de consumo e /ou exportação de hidrogênio verde e seus derivados, amônia e metanol, e suas contribuições para com o avanço na transição energética. O hidrogênio verde pode ser usado para descarbonizar a indústria quanto ao refino de petróleo, de petroquímicos, dos produtos químicos, e do aço, entre outros. No transporte em especial para os de carga de longas distâncias, como em caminhões pesados de mineração. Estes usos geram mais flexibilidade no sistema elétrico. Os seus usos apropriados e adequados às demandas para a produtividade, requerem, todavia, uma maior oferta de hidrogênio e infraestruturas mais resilientes (GBM, 2023).

Por fim, no que diz respeito ao desenvolvimento inclusivo, as pessoas que vivem na pobreza frente aos impactos das mudanças climáticas, os fatores socioeconômicos, como acesso a infraestrutura, produtividade no trabalho, inclusão financeira, e cobertura pela proteção social, são ações a serem priorizadas por serem consideradas graves. Desse modo, um modelo de crescimento que combine equilíbrio entre proteção e a gestão ambiental, com maior diversificação, reduziria os riscos climáticos de insegurança hídrica no país.

CONCLUSÃO



Concluiu-se, que os riscos de transição para uma economia de baixo carbono feitos de maneira abrupta sem uma política bem estruturada, associados aos riscos físicos causados pelos extremos climáticos, sem uma infraestrutura mais resiliente (que está associada a uma economia sustentável), considerando as vulnerabilidades humanas, e os de responsabilidade em decorrência da própria concorrência do aparato jurídico na forma de omissões, isenções e estímulos contrários ao enfrentamento climática, são altos riscos para a economia brasileira.

Destarte, o país em termos de industrialização tem uma economia precária, muito em função da ineficiência competitiva por causa da sua carga tributária, e de problemas de infraestrutura que é deficitária, a tornando cara e agravada pelas mudanças climáticas. Neste sentido, o Brasil precisa de uma reforma nas áreas de concorrência, comércio exterior e de governança econômica, requerendo clareza sobre os riscos climáticos para investimentos e financiamentos mais adequados. A vantagem das indústrias brasileiras, está por obter uma matriz energética relativamente limpa e renovável em comparação com seus pares. Logo, entende-se que os investimentos no setor privado, são vitais para a transição e adaptação para uma economia sustentável, em função do seu potencial de capitalizar as oportunidades, e de proteger esses empreendimentos.

Diante disso, constatou-se que o Brasil conta com importantes planos, como o Plano ABC, o PNE, 2050 e o PNL, 2035. Portanto, o processo de adaptação climática, demanda um conjunto de ações econômicas, financeiras, judiciais e legislativas, assim como, de políticas públicas eficientes e da participação de diversos atores públicos e privados.

Logo, a eficiência do Brasil na redução das emissões, no melhor uso do solo, redução do desmatamento, e com políticas públicas eficazes, tornará o país apto a receber os investimentos nacionais e internacionais, que não são obtidos apenas com barreiras burocráticas. Sendo assim, incentivos econômicos para melhorias na transferência de energia, aumento para o financiamento verde, e incentivo ao Pagamento por Serviços Ambientais, são fundamentais para incentivar a adoção de práticas de baixo carbono, da agricultura e pecuária. Neste sentido, percebe-se que a realização de consórcios como a



da Rede CLIMA, em parceria com universidades e institutos de pesquisas, são importantes para evoluir na produção de tecnologias mais sustentáveis, que contribuam para a redução das emissões dos GEE.

Constatou-se, que o PNA, contemplou apenas 11 setores, e foi considerado superficial e incipiente as abordagens necessárias para os setores mais afetados pelas mudanças climáticas. Como as estratégias de desenvolvimento nacional e locais, com medidas de adaptação perpassam a capacidade de planejamento, por isso é evidente, a importância de melhorias neste instrumento. Evidenciou-se que, as metrópoles por meio dos arranjos de infraestrutura para uma economia sustentável, podem angariar recursos para investimentos orientados ao clima, tendo como exemplo, o Rio de Janeiro e Belo Horizonte.

Assim, para garantir uma eficiente governança multissetorial, o Brasil precisará adotar uma política econômica, que integre uma precificação apropriada, com reformas fiscais, de subsídios e de impostos sobre o carbono, ou Sistema de Negociação de Emissões (ETS). Igualmente, exigirá investimento em saúde e educação, proteção social e políticas do mercado de trabalho, para garantir uma transição resiliente e justa de crescimento com baixo carbono. Neste âmbito, é preciso aumentar a gestão de paisagens de acordo com o clima, conter o desmatamento, fazendo a transição para energia, transporte, infraestrutura e cidades resilientes e de baixo carbono, por serem ações políticas multissetoriais, que vão demandar pacotes de investimentos fundamentais em ações climáticas.

Em face do exposto, a redução da emissão de carbono e a diversificação do crescimento da produtividade e de exportações, podem tornar a economia brasileira mais resiliente ao preservar as riquezas naturais, evitando assim, possíveis pontos de inflexão nos serviços ecossistêmicos. Infere-se que, o Brasil tem uma posição invejável em termos de reservas de minerais que apoiam a descarbonização. Desse modo, a diversificação brasileira com a atração de investimentos, são perspectivas favoráveis para a produtividade, quando visualiza o potencial de consumo e /ou exportação de hidrogênio



verde e seus derivados, amônia e metanol, e suas contribuições para com o avanço na transição energética.

Por fim, o hidrogênio verde é uma fonte energética a ser explorada pelo Brasil, e que pode ser usado para descarbonizar a indústria quanto ao refino de petróleo, de petroquímicos, dos produtos químicos, e do aço, assim como, no transporte em especial para os de carga de longas distâncias, como em caminhões pesados de mineração, entre outros. Estes usos gerariam mais flexibilidade no sistema elétrico.

REFERÊNCIAS

ALTMANN, Alexandre. Pagamento por serviços ambientais: aspectos jurídicos para a sua aplicação no Brasil. *In: 14^o Congresso Internacional de Direito Ambiental, Florestas, mudanças climáticas e serviços ecológicos*. Anais. São Paulo, 2010.

ARAÚJO, Gabriel Pires de. **Análise da organização institucional de pequenos municípios para a adaptação aos efeitos das mudanças climáticas globais**. 2021. 112 f., il. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

BORJA, Oscar Rodrigo Pessoa. **Por que nações fracassam na gestão de resíduos?: percepções de risco de catadores e coletores de recicláveis e reutilizáveis em perspectiva Brasil e Chile**. 2015. 189 f., il. Tese (Doutorado em Desenvolvimento, Sociedade e Cooperação Internacional) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> Acesso em: 27 nov. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 10.606, de 22 de janeiro de 2021**. Institui o Sistema Integrado de Informações do Plano Setorial para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura e o Comitê Técnico de Acompanhamento do Plano Setorial para Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura. 2021a.



Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/decreto/d10606.htm:> Acesso em: 10 nov. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009.** Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm> Acesso em: 17 nov. 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021.** Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis nº s 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. 2021b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14119.htm> Acesso em: 21 nov. 2023.

BRASIL. **Resolução CMN nº 4.945, de 15 de setembro de 2021.** Dispõe sobre a Política de Responsabilidade Social, Ambiental e Climática (PRSAC) e sobre as ações com vistas à sua efetividade. 2021c. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?tipo=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CMN&numero=4945>> Acesso em: 20 out. 2023.

BRUZACA, Ruan Didier; SOUSA, Monica Teresa Costa. Da sustentação do mercado à sustentabilidade ambiental: Teorias, políticas e práticas na realidade da Amazônia brasileira. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 10, n. 19, p. 133-165, jan./jun. 2013.

CARNEY, M. **Breaking the tragedy of the horizon - climate change and financial stability** (speech). Bank of England, 2005. Disponível: <https://www.bis.org/review/r151009a.pdf> Acesso em: 26 out. 2023.

DAMACENA, Fernanda Dalla Libera. A necessária interface entre direito, economia e finanças no processo de adaptação às mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Revistas Públicas**, Brasília. vol. 10, n. 3, p. 362-382, 2020.

FLORINDO, Thiago José. **Aplicação de métodos de tomada de decisão multicritério para gestão do ciclo de vida: sustentabilidade na cadeia produtiva da carne bovina brasileira.** 2018. 167 f., il. Tese (Doutorado em Agronegócios) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

FÜSSEL, H. M. Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons. **Sustainability science**, v. 2, n.2, p.265-275, set. 2007.

GBM. **Relatório sobre clima e desenvolvimento para o país: Brasil.** Grupo Banco Mundial. 2023. Disponível em:



<https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/af026935-5f2d-4edd-b19e-d8fb66f6e9da/content> Acesso em: 29 set. 2023.

KALAME, Fobissie. B. et al. Modified taungya system in Ghana: a win-win practice for forestry and adaptation to climate change?. **Environmental Science & Policy**, v. 14, n. 5, p. 519-530, ago. 2011. Disponível em: <https://www.cifor.org/knowledge/publication/3457> Acesso em: 21 out. 2023.

LIMA, Paulo Ramon Oliveira de. **Ferramenta para a análise do consumo ótimo em redes de distribuição de energia elétrica e da eficiência de seu faturamento**. Orientador: Max Chianca Pimentel Filho. 2022. 110f. Dissertação (Mestrado em Energia Elétrica) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

LOPES, Karoline Fernandes Pinto. **Desastres naturais no contexto das mudanças climáticas**. Orientador: Yanko Marcius de Alencar Xavier. 2023. 169f. Dissertação (Mestrado em Direito) - Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

MARENGO, J. A.; DIAS, P. S. Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. In: **Rebouças, A. C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. (Ed.) Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da USP, Academia Brasileira de Ciências, 2006.

MRE. **Apresentação da Contribuição Nacional Determinada do Brasil perante o Acordo de Paris**. Nota à imprensa nº 157/2020. Ministério das Relações Exteriores - MRE 2020. Disponível em: https://www.gov.br/mre/pt-br/canais_atendimento/imprensa/notas-a-imprensa/2020/apresentacao-da-contribuicao-nacionalmente-determinada-do-brasil-perante-o-acordo-de-paris Acesso em 17 nov. 2023.

NAKHOODA, Smita; WATSON, Charlene; SCHALATEK, Liane. **The global climate finance architecture**. **Overseas Development Institute**, 2016. Disponível em: https://us.boell.org/sites/default/files/uploads/2016/11/cff2_2016_architecture_english.pdf Acesso em: 23 set. 2023.

NICOL, M., SHISHLOV, I; COCHRAN, I. **Executive Summary Green Bonds: What Contribution to the Paris Agreement and How to Maximize It?** Institute for Climate Economics (I4CE), Paris, 2017. Disponível em: <https://www.i4ce.org/download/green-bonds-improving-their-contribution/> Acesso em: 25 out. 2023.

PEIXER, Janaína Freiberger Benkendorf. **A contribuição nacionalmente determinada do Brasil para cumprimento do Acordo de Paris: metas e perspectivas futuras**.



2019. 346 f., il. Tese (Doutorado em Direito) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

PEREIRA, Elson de Menezes. **Política externa brasileira, governança do clima e cooperação: a importância estratégica e operacional do INPE**. 2020. 190 f., il. Tese (Doutorado Interinstitucional em Relações Internacionais e Desenvolvimento Regional) - Universidade de Brasília, Universidade Federal do Pará, Brasília, 2019.

ROCHA, Anacélia Santos et al. **O dom da produção acadêmica: manual de normalização e metodologia da pesquisa**. Belo Horizonte: Escola Superior Dom Helder Câmara, 2016.

SOUZA, Elvanio Costa de. **Mudanças climáticas, mortalidade e adaptação no Brasil**. 2011. 131 f. Tese (Doutorado em Economia e Gerenciamento do Agronegócio; Economia das Relações Internacionais; Economia dos Recursos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

UNFCC. **Paris Agreement**, 2015. Disponível:
https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf> Acesso em: 26 set. 2023.