



XIX ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR
Blumenau - SC - Brasil

TRANSIÇÃO ENERGÉTICA PARA AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: CENÁRIO E DESAFIOS DA DIVERSIFICAÇÃO ENERGÉTICA NO BRASIL

Rylanneive Leonardo Pontes Teixeira (Universidade Federal do Rio Grande do No) -
pontesrylanneive@gmail.com

Graduado em Gestão de Políticas Públicas pela UFRN. Mestre e Doutorando em Estudos Urbanos e Regionais pela mesma instituição. Professor substituto do Departamento de Políticas Públicas da UFRN.

Zoraide Souza Pessoa (Universidade Federal do Rio Grande do No) - zoraidesp@gmail.com

Graduada e Mestra em Ciências Sociais pela UFRN. Doutora em Ambiente e Sociedade pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professora associada do Departamento de Políticas Públicas da UFRN.

Transição energética para as mudanças climáticas:

Cenário e desafios da diversificação energética no Brasil

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas vêm impondo cada vez mais uma série de problemas e desafios às populações e ao meio ambiente nas diferentes escalas, configurando-se em uma problemática socioambiental em estado de emergência, dando origem a uma chamada “crise climática”, o que acaba por corroborar para a necessidade de se pensar e discutir a respeito de formas de enfrentamento dessa problemática, do ponto de vista da mitigação das emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) e/ou da adaptação aos impactos climática efetivos.

Para isso, um dos caminhos pensados internacionalmente é a transição energética, pois o setor de energias é principal responsável pelas emissões de GEE, principais intensificadores das mudanças climáticas. Em termos globais, o setor energético é responsável por quase 75% dessas emissões (GE; FRIEDRICH, 2020), em que a maior parte da disponibilidade energética mundial (81%) é proveniente de recursos não renováveis (ALCOFORADO, 2019) como os combustíveis fósseis. Os cenários apontados pelo quinto relatório de avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), de 2014, apontam que as emissões de GEE provenientes do setor de energias deverão dobrar ou até triplicar até 2050 em relação ao ano de 2010, que registrava níveis de 14,4 Gt CO₂/ano (SOUZA, 2017).

Nesse íterim, a descarbonização é uma alternativa para um cenário mundial de baixo carbono e, assim, a estabilização da temperatura média global abaixo de 2 °C até 2100 em relação aos números registrados no período pré-industrial, meta global firmada no âmbito do Acordo de Paris, de 2015. Para Souza (2017), com base no quinto relatório de avaliação do IPCC, de 2014, a descarbonização mundial ocorreria mais rapidamente no setor de geração de energia elétrica do que nos demais setores (como indústria e edificações).

Dessa forma, para reduzir a concentração atmosférica de dióxido de carbono (CO₂), desintensificando as mudanças climáticas, um dos vetores principais é o da descarbonização da matriz energética mundial (VIOLA; FRANCHINI; RIBEIRO, 2013 *apud* BASSO, 2014), que passa por iniciativas diversas como o uso de carros híbridos e transporte coletivo. Estratégia como essa é um dos vetores centrais no controle e combate das mudanças climáticas (VIOLA; FRANCHINI; RIBEIRO, 2013 *apud* BASSO, 2014). Para colocar em prática o processo de descarbonização, há a necessidade, além de outros aspectos, de que a geração elétrica global seja 85% através de fontes renováveis de energia até 2050 (SOLAUN; CERDÁ, 2019).

Na esteira dessa discussão, especificamente no âmbito do Brasil, uma das alternativas para a efetivação desse processo de descarbonização, auxiliando numa perspectiva global de atendimento das mudanças climáticas, é o incentivo à produção de energias renováveis. Esse incentivo não teve, pelo menos inicialmente, como objetivo atender as mudanças climáticas mundial, como aconteceu na União Europeia (GALBIATTI-SILVEIRA, 2018). De acordo

com essa autora, a finalidade principal do Brasil é promover a diversificação energética para além da energia hidráulica, já que esta se trata da principal fonte energética do país para a geração de eletricidade. Com isso, a autora sinaliza ainda que o intuito com essa diversificação energética é a redução dos impactos socioambientais da energia hidráulica, bem como da vulnerabilidade hídrica, buscando, assim, a segurança energética nacional.

Ainda que no Brasil o setor de mudanças no uso da terra seja historicamente o que mais emite GEE, representando 46% do total nacional em 2020, as energias têm parcela significativa sobre esse quadro, correspondendo a 18% desse total, especialmente em virtude das emissões provenientes do setor de transportes (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2021). Vale destacar que, em comparação a 2019, as emissões de GEE no setor energético no Brasil tiveram uma redução de aproximadamente 4% (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2021), o que se justifica pela pandemia de COVID-19, que foi responsável principal pela redução de emissões do setor de energias em todo o mundo entre 2019 e 2020 devido às medidas de isolamento social, que retraíram as atividades econômicas dos países.

Assim sendo, o setor de energias é altamente emissor de GEE, exercendo papel central no processo de intensificação das mudanças climáticas. Ao mesmo tempo, tem um grande protagonismo no enfrentamento dessa problemática por meio das energias renováveis, que têm baixa capacidade de emissões de GEE. Por isso, num contexto de busca da transição energética para a descarbonização e desintensificação das mudanças climáticas em nível global, uma alternativa é a diversificação energética, pois transformar um sistema energético global dependente de combustíveis fósseis em um com baixo ou zero emissão de GEE é um desafio complexo, como no contexto do Sul Global, onde se observam países com dependência de combustíveis fósseis ou ainda de fontes energéticas altamente susceptíveis às mudanças climáticas como é o caso da energia hidráulica. A exemplo, pode-se mencionar o Brasil e o Chile, os quais têm uma geração elétrica ainda muito dependentes da energia hidráulica (GONZÁLEZ, 2021).

A partir dessa contextualização, objetiva-se, com este artigo, discutir sobre a diversificação energética no Brasil através de fontes renováveis alternativas como uma alternativa para enfrentar as mudanças climáticas num contexto global no qual se coloca a transição energética como a única saída para enfrentamento dessa problemática. Metodologicamente, este estudo apresenta uma abordagem de natureza qualitativa, utilizando-se do levantamento bibliográfico, da pesquisa documental e da análise de dados secundários como instrumentos de coleta de dados. Sob essa perspectiva, a estrutura deste artigo é constituída de três momentos, além desta introdução. Posteriormente, discute-se acerca das mudanças climáticas e da transição energética numa perspectiva global. Em seguida, analisa-se o cenário e os desafios atrelados à diversificação energética no Brasil através de energias renováveis alternativas para as mudanças climáticas. Por fim, finaliza-se com as considerações finais sobre as análises e discussões realizadas no transcorrer deste artigo.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E TRANSIÇÃO ENERGÉTICA NA PERSPECTIVA GLOBAL

No contexto do Antropoceno, as mudanças climáticas são um dos nove limites ambientais do planeta Terra (ROCKSTRÖM *et al.*, 2009a; 2009b; STEFFEN *et al.*, 2011; BIERMANN *et al.*, 2012), sendo, inclusive, um dos limites centrais (STEFFEN *et al.*, 2015). Apesar das críticas existentes ao Antropoceno (FAGAN, 2017; CHANDLER; CUDWORTH; HOBDEN, 2018; BAUER; ELLIS, 2018), este é considerado uma abordagem que está em constante processo de reconhecimento entre os cientistas do mundo na perspectiva de discussão e debate de questões ambientais como as mudanças climáticas (MENDES, 2020). Franchini, Viola e Barros-Platiau (2017 *apud* MENDES, 2020, p. 346) assinalam que “o Antropoceno seria, então, uma heurística apropriada para a conscientização sobre as questões ambientais e para a busca de padrões mais sustentáveis de governança do Sistema Terra”.

Em termos conceituais, as mudanças climáticas são compreendidas como um fenômeno natural de alterações do clima num período de longo prazo, que costumam variar décadas (IPCC, 2013). Por outro lado, entendem-se também as mudanças climáticas como um fenômeno humano e social tendo em vista que a ação antropogênica também exerce força importante sobre essas alterações à medida que apresentam atitudes e práticas altamente emissoras de GEE, intensificadoras das mudanças climáticas.

Desde o primeiro relatório de avaliação do IPCC, de 1990, que as evidências científicas apontam que as mudanças climáticas globais sofrem interferência das ações do ser humano (IPCC, 1990). Com o passar dos anos, outros relatórios de avaliação do IPCC reforçaram essa ideia (IPCC, 1995; 2001; 2007; 2014; 2018; 2020). Ainda mais recente, foi publicado o sexto relatório de avaliação do IPCC, um relatório especial que, entre outros aspectos, corrobora para o argumento de que as ações humanas vêm contribuindo cada vez mais com as mudanças climáticas (IPCC, 2021), causando impactos socioambientais.

Dentre os impactos socioambientais causados pelas mudanças climáticas, pode-se citar a ocorrência de eventos climáticos extremos, a formação de ilhas de calor, o aumento do nível do mar e/ou dos rios, a escassez hídrica, a intensificação de doenças infecciosas através de disseminação de insetos, a perda da biodiversidade global ou ainda a insegurança alimentar e nutricional. É importante ressaltar que as mudanças climáticas são um fenômeno global amplo, e não restrito ao aquecimento global, como comumente se apresenta, por exemplo, nos meios midiáticos.

Em virtude desse cenário no qual as mudanças climáticas impõem uma série de desafios às populações, ao ambiente e outros sistemas, já se estar ouvindo falar na emergência da chamada “crise climática”, podendo ser compreendida como uma crise ambiental, ecológica e civilizatória contemporânea resultante das mudanças bruscas no sistema climático global em função do aumento da concentração de gases antropogênicos na atmosfera. Atualmente, 36 países declararam estado de emergência climática, tendo sido a Escócia o primeiro país a declarar em abril de 2019 e, o último, Singapura em fevereiro de 2021, cobrindo mais de 1 bilhão de pessoas em todo o mundo (CLIMATE EMERGENCY DECLARATION, 2021).

Nessa ótica, destaca-se que os fatores que colocam a emergência da crise climática, em especial do ponto de vista da adaptação, como um desafio complexo e urgente para os tomadores de decisão na atualidade são o aumento da vulnerabilidade social e ambiental a eventos climáticos extremos, e o agravamento dos problemas ambientais e sociais (SERRAO-NEUMANN; DI GIULIO; CHOY, 2020). O sexto relatório de avaliação do IPCC reforça a gravidade da crise climática, apresentando, por exemplo, que o aquecimento do planeta Terra será igual ou superior a 1,5 °C até 2040 (IPCC, 2021).

Com projeções climáticas ainda mais preocupantes do que as de relatórios anteriores de avaliação do IPCC, esse novo relatório quer dizer que, se nada for feito frente às mudanças climáticas que se instalam cada vez mais mundialmente, será atingido daqui há menos de duas décadas 75% do aumento médio de temperatura global que foi estabelecido como limite até 2100 em comparação ao período pré-industrial, seguindo as recomendações do Acordo de Paris. Este compromisso institucional global, firmado em 2015 na 21ª Conferência das Partes (COP), em Paris, na França, estabeleceu que a temperatura média global deve ficar abaixo de 2 °C ou ainda, se possível, 1,5 °C até 2100 em relação aos números registrados no período pré-industrial (UNFCCC, 2015).

O objetivo central do Acordo de Paris é fortalecer globalmente a resposta às mudanças climáticas, buscando estratégias tanto de mitigação das emissões de GEE quanto de adaptação aos impactos climáticos (UNFCCC, 2015). Esse Acordo, considerado o mais atual compromisso internacional institucionalizado em termos de busca pelo controle e combate das mudanças climáticas, reconhece que um dos caminhos para atendimento das metas globais de mudanças climáticas é por meio da implementação de energias renováveis em larga escala no mundo (UNFCCC, 2015).

Outra agenda global, que também foi firmada em 2015 pela Organização das Nações Unidas (ONU), apresentando objetivos e metas direcionados ao enfrentamento das mudanças climáticas, mas também voltado à promoção de energias renováveis é a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (também conhecida como “Agenda 2030”), cujo objetivo principal é construir uma sociedade globalmente sustentável até o ano de 2030, considerando 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas¹ (ONU, 2015). Dentre estes ODS, estão o 07 (Energia limpa e acessível) e o 13 (Ação contra a mudança global do clima),

Nesse sentido, vale salientar que o Acordo de Paris e a Agenda 2030 dialogam, dentre outros aspectos, quando observam que a ação contra as mudanças climáticas passa pelo incentivo à produção de energias renováveis nos territórios em todo o mundo. Recentemente, entre outubro e novembro de 2021, ocorreu a 26ª COP em Glasgow, na Escócia, visando elevar a ambição dos países no que diz respeito à redução das emissões de GEE, sobretudo de CO₂, e, por conseqüência, à desintensificação das mudanças climáticas em nível global. Um dos enfoques dados por essa COP foi ao debate acerca da aceleração da transição energética global (COSTA, 2021). Conceitualmente, entende-se, nesta discussão, a transição energética como a substituição de

¹ Para conferir os 17 ODS e suas respectivas 169 metas, acessar: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 20 de jul. de 2020.

energias de fontes não renováveis (como combustíveis fósseis) por renováveis (como eólica e solar).

Internacionalmente, argumenta-se que um dos caminhos, se não o principal, para o enfrentamento das mudanças climáticas é a transição energética, sob a justificativa de que esse processo possibilita a inserção de fontes de energia com fornecimento de eletricidade com baixo teor de carbono, com efeitos, assim, sobre o controle e combate das mudanças climáticas globais. O interesse da Academia em abordar sobre transições e sistemas de inovação se dá em virtude de sua potencialidade na resposta às questões de eficiência ambiental em áreas como energia e transporte, buscando responder a problemas de dimensão global e impactos locais (MOREIRA; TASCA, 2017). Inclusive, os debates mundiais em torno do clima em abril de 2021, por exemplo, focaram nas áreas de energia e transporte (DI GIULIO *et al.*, 2021). Estes autores assinalam que esses dois setores se configuram, especialmente, em uma saída para o enfrentamento da emergência climática atual.

De acordo com Verbong e Loorbach (2012 *apud* MOREIRA; TASCA, 2017, p. 4), “uma transição compreende a mudança de um sistema relativamente estável que sofre um período de mudança relativamente rápida, no qual o sistema se reorganiza em um novo sistema”, caracterizando-se por quatro aspectos: “processo co-evolutivo (requer múltiplas mudanças nas configurações sócio-técnicas); processo de múltiplos atores e grupos sociais; mudanças radicais de uma configuração para outra; processos de longo-prazo no nível macro”.

Com a transição energética, argumenta-se que há a promoção da descarbonização global e, conseqüentemente, a desintensificação das mudanças climáticas a partir da mitigação. Nesta discussão, compreende-se, por descarbonização, o processo de redução das emissões de CO₂, geradas a partir da queima de combustíveis fósseis (GRUBLER, 2012; GONZÁLEZ, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2020). Uma das premissas sobre a descarbonização é que as energias renováveis são vistas, se implementadas em larga escala, como um meio de atender completamente as necessidades mundiais de eletricidade através de seu uso comercial em, por exemplo, veículos elétricos de passageiros (JACOBSON *et al.*, 2017).

Moreira e Tasca (2017) acrescentam, nessa perspectiva, que outro caminho para alcance da descarbonização é via expansão e intensificação de fontes energéticas renováveis, que possuem baixa emissão de CO₂. Como apresentam Cherp, Jewell e Goldthau (2011), os desafios da transição energética não são apenas sobre o tamanho do investimento, mas “também sobre uma transformação sistêmica sem precedentes de um sistema de energia de ‘alto carbono’ para ‘baixo carbono’” (CHERP; JEWELL; GOLDTHAU, 2011, p. 76, tradução nossa)².

Para estes autores, tanto as interconexões dentro e entre setores energéticos quanto entre os setores energéticos e não-energéticos (como água, indústria, recursos hídricos, transporte e urbanização) vão se multiplicar sob uma transição energética. Para Geels *et al.* (2017, p. 1242, tradução

² “also about an unprecedented systemic transformation from a ‘high carbon’ to a ‘low carbon’ energy system” (CHERP; JEWELL; GOLDTHAU, 2011, p. 76).

nossa)³, as “reduções rápidas e profundas na emissão de gases de efeito estufa são necessárias para evitar mudanças climáticas perigosas”, o que exigem, para esses autores, transições de baixo carbono em diversos setores, tais como agricultura, florestas, geração de eletricidade e calor, indústrias e transporte. Vale pontuar que, por exemplo, a descarbonização do setor de eletricidade é essencial, mas somente por meio deste não é suficiente o mantimento da temperatura média global abaixo de 2 °C até o final deste século (PFEIFFER *et al.*, 2016).

A descarbonização global, a partir da geração de eletricidade e calor, não é todo o problema na promoção da transição energética (EYRE *et al.*, 2018). Geels *et al.* (2017) assinalam que, apesar do rápido crescimento da geração de eletricidade com base em recursos renováveis, a taxa de progresso nessa perspectiva ainda permanece lenta. Nesse sentido, um processo de descarbonização, no qual haja o envolvimento de vários setores, e não somente o de geração de eletricidade e calor, é o mais ideal para se enfrentar os desafios atuais que combinam a demanda mundial de energia elétrica e as metas globais de mudanças climáticas. Sobre isso, Dana (2018) aponta que a descarbonização mundial exige uma reengenharia em diversos setores.

Em documento elaborado pela Agência de Administração de Informações de Energia dos Estados Unidos (USEIA) e pela Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA), salienta-se que, para as chances de limitação em 66% do aumento da temperatura global abaixo de 2 °C, haveria a necessidade de uma transição energética de alcance, profundidade e velocidade excepcionais, em que “as emissões de CO₂ relacionadas com a energia precisariam atingir o pico antes de 2020 e cair em mais de 70% dos níveis atuais até 2050” (USEIA; IRENA, 2017, p. 7, tradução nossa)⁴. Assim, enquanto a demanda por combustíveis fósseis cairia pela metade entre o período de 2014 e 2050, a parcela de fontes energéticas de baixo teor de carbono, como as energias renováveis, triplicaria em todo o mundo para abranger 70% da demanda de energia em 2050 (USEIA; IRENA, 2017), ajudando na melhoria da eficiência energética global (GEELS *et al.*, 2017).

Vale destacar que a transição energética global, sobretudo quando se pensa na promoção da descarbonização, não é um processo simples, o qual é permeado de dificuldades. No entanto, Tavares (2020) observa essa transição como um processo positivo ao passo que, por exemplo, na Alemanha, por meio da política energética “Energiewende”⁵, o fornecimento de energia elétrica a partir de fontes renováveis pode promover resultados “mais amigáveis” ao enfrentamento das metas globais de mudanças climáticas, reduzindo sua dependência aos combustíveis fósseis. A expansão de energias renováveis na Alemanha tem se dado por meio da energia solar, pois a incidência solar média nesse país é de 1.200 kWh/m² (MOREIRA JÚNIOR; SOUZA, 2020).

Ainda que no nível internacional um dos caminhos postos para enfrentar as mudanças climáticas seja a transição energética, buscando a substituição

³ “Rapid and deep reductions in greenhouse gas emission are needed to avoid dangerous climate change” (GEELS *et al.*, 2017, p. 1).

⁴ “energy-related CO₂ emissions would need to peak before 2020 and fall by more than 70% from today’s levels by 2050” (USEIA; IRENA, 2017, p. 7).

⁵ Nome dado à política energética da Alemanha, que busca uma transição da energia nuclear do país para uma economia de baixo carbono (CLEAN ENERGY WIRE, s.d.).

total das fontes energéticas não renováveis por renováveis, outro debate que muito tem se realizado no contexto do Sul Global, como por exemplo, o Brasil, é o da diversificação energética, conforme apresentado e discutido no tópico em sequência numa perspectiva de relação com as mudanças climáticas.

A DIVERSIFICAÇÃO ENERGÉTICA NO BRASIL ATRAVÉS DE FONTES RENOVÁVEIS ALTERNATIVAS: ALINHAMENTO COM AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS?

No debate global sobre transição energética, a diversificação energética, como um dos caminhos para o atendimento das metas globais de mudanças climáticas (EYRE *et al.*, 2018), consiste em um processo de inserção de novas fontes energéticas nos países, visando justamente diversificar a matriz energética desses territórios por meio da ampliação de possibilidades de geração de energia elétrica. A diversificação energética é incentivada, internacionalmente, por agendas como a Agenda 2030 e o Acordo de Paris, que buscam fomentar a promoção de energias renováveis como forma, inclusive, de enfrentamento das mudanças climáticas.

Nas agendas político-governamentais, a discussão debate sobre a diversificação da energética passa a ter certa notoriedade num cenário de preocupações relacionadas ao crescimento de demandas de energia e à intensificação das mudanças climáticas (ASLANI; HELO; NAARANOJA, 2014). Por isso, ter uma diversificação de recursos e fornecedores para a produção e geração de eletricidade num país é uma estratégia de redução do risco global de fornecimento de energia (MATHIESEN; LUND; KARLSSON, 2011), reduzindo não somente a vulnerabilidade de interrupções no fornecimento de uma fonte, mas também do poder dos fornecedores e do risco de preços mais altos no mercado (DYBVIG; ROSS, 2010).

Ademais, a diversificação energética dos países é importante para o desenvolvimento da segurança energética interna desses territórios (REIS, 2015). Isso significa que os países estão promovendo o fornecimento de energia que possa ser capaz de atender às suas necessidades internas no futuro. Nessa ótica, de acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (BRASIL, 2007 *apud* SILVA, 2018, p. 33), “a diversificação das fontes de suprimento energético e a consequente busca por fontes alternativas ou renováveis de energia são o ponto fundamental daqueles orientados por essa concepção de segurança energética brasileira”, incluindo, por exemplo, eficiência energética e elaboração de planos de contingência.

A diversificação energética é ainda uma das principais dimensões da segurança energética (ANG; CHOONG; NG, 2015), que pode ser compreendida nesta discussão como o conjunto de medidas com o objetivo de evitar o risco de falta de energia. Do ponto de vista da diversificação energética, Silva (2018) destaca que a segurança energética pode ocorrer de diferentes formas, como por exemplo, através do aproveitamento das fontes energéticas disponíveis no território nacional; da distribuição de instalações de geração de energia em diferentes lugares desse território, visando reduzir possíveis impactos de acidentes em lugares específicos; e da diversidade tecnológica.

Na esteira dessa discussão, assinala-se que, no âmbito mundial, houve uma queda da oferta de fontes energéticas renováveis entre 1973 (ano da crise do petróleo) e 2002, caindo de 11,2% para 10,9% (BRASIL, 2007a). Esse contexto permanece na atualidade, quando dados indicam que a maior parte da disponibilidade energética (em torno de 80%) é proveniente de recursos não renováveis (ALCOFORADO, 2019). No que diz respeito ao consumo por fontes energéticas renováveis, pontua-se que houve um aumento pelo consumo de energia elétrica através dessas fontes, passando de 13,2% para 14,1% (BRASIL, 2007a). De acordo com dados do Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2005 *apud* BRASIL, 2007b), a participação de fontes renováveis na produção de energia elétrica no mundo é de apenas 18,2%, sendo 16,3% proveniente de hidrelétricas.

Diferentemente do contexto internacional, o Brasil, ainda que possua um consumo de energia elétrica através de fontes não renováveis maior do que o de renováveis, a sua matriz energética é quase 50% à base de fontes renováveis, em especial de derivados de cana de açúcar (19,1%) e hidráulica (12,6%) (BRASIL, 2021). Em relação à matriz elétrica, a situação do país é ainda melhor, pois a participação das fontes renováveis é 83%, sendo 65,2% hidráulica (BRASIL, 2021).

Atualmente, com base em dados disponibilizados em 29 de novembro de 2021 no Sistema de Informações de Geração da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), reforça-se que a matriz energética brasileira é renovável, pois é constituída em 82,70% por fontes energéticas provenientes de recursos renováveis, em que a energia hídrica assume papel central ao representar 60,57% das fontes de energia no país (Tabela 01) (ANEEL, 2021). Conforme esta Tabela, observa-se também que as energias renováveis assumem o segundo e quarto lugares através, respectivamente, da energia proveniente dos ventos (11,13%) e da biomassa (8,61%) (ANEEL, 2021).

Tabela 01 – Matriz energética brasileira

Tipo de fonte	Quantidade	%
Biomassa	589	8,61%
Hídrica	1.374	60,54%
Solar	4.620	2,53%
Eólica	769	11,13%
Undi-elétrica	1	0,00003%
Petróleo e outros	2.325	5,09%
Gás natural	167	9,01%
Carvão mineral	22	1,98%
Nuclear	2	1,10%

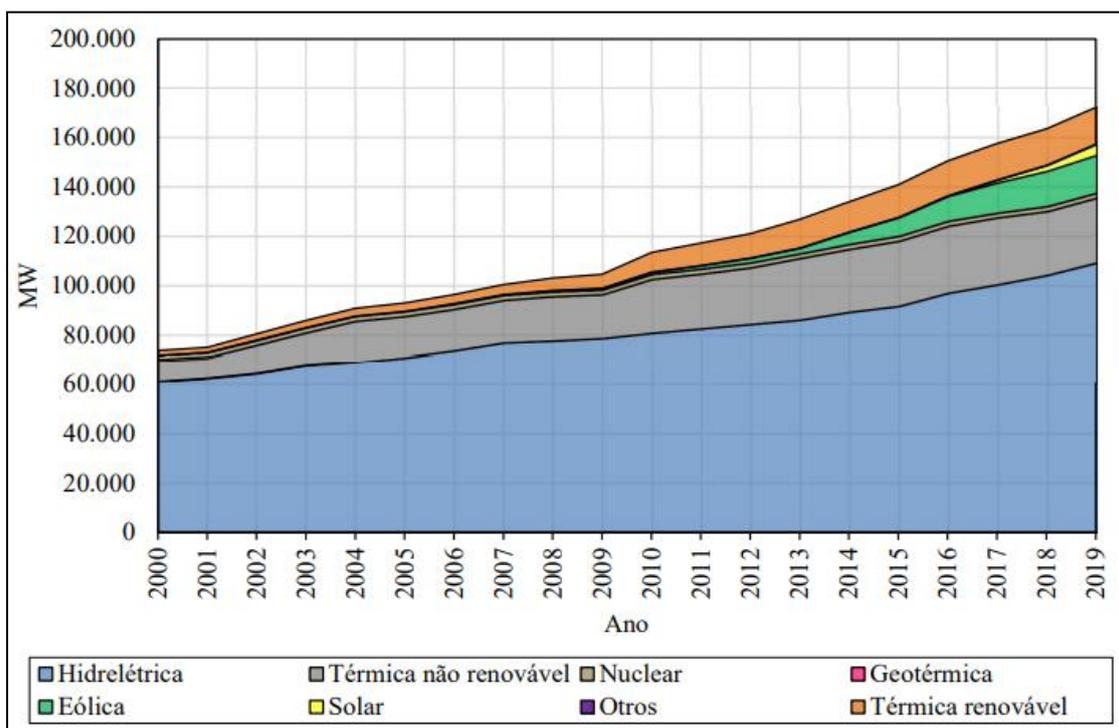
Fonte: Elaboração dos autores a partir da ANEEL (2021).

A ampliação de novas fontes primárias de energias renováveis no Brasil, fomentando uma possível diversificação energética no país, já era uma tendência mostrada em Tolmasquim, Guerreiro e Gorini (2007). González (2021) apresenta que a participação das energias renováveis no cenário brasileiro vem sendo intensificada, sobretudo a partir de 2013 com a eólica

(Figura 01). O principal incentivo a esse tipo de energia se dá em 2002 através do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas (PROINFA), regulamentado pela Lei nº 10.438/2002, visando elevar “a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos de Produtores Independentes Autônomos, concebidos com base em fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa, no Sistema Elétrico Interligado Nacional” (BRASIL, 2002, s.p.).

Diferentemente da energia eólica, a produção de energia solar é ainda bastante incipiente no cenário brasileiro, com participação de apenas 2,53% na matriz energética do país (Tabela 01). Entre 2019 e 2020, a produção dessa energia teve um crescimento de apenas 1%; todavia, é importante destacar que tal crescimento acontece num contexto de queda das energias tidas como “convencionais” (a exn emplo, a hidráulica) e das não renováveis (a nuclear, por exemplo) (Figura 01) (GONZÁLEZ, 2021). O principal incentivo de inserção de projetos de energia solar na matriz elétrica do Brasil aconteceu por meio do 6º Leilão de Energia de Reserva (LER), realizado pela ANEEL em 31 de outubro de 2014, negociando 31 projetos fotovoltaicos (BRASIL, 2014).

Figura 01 – Capacidade instalada no Brasil (MW)



Fonte: OLADE (2020 apud GONZÁLEZ, 2021).

Segundo Tolmasquim, Guerreiro e Gorini (2007), a tendência para 2030 é de que haja a inserção de novas fontes primárias renováveis (de 2% em 2000 para 7% em 2030), e a redução da lenha e carvão mineral (de 12% em 2000 para 16% em 2030). Teixeira *et al.* (2021), com base em Silva, Silva e Pessoa (2019), reforçam essa ideia quando assinalam que a previsão é de aumento da produção de energias renováveis no Brasil para os próximos anos. No que tange a essas energias, a eólica e a solar ganham destaque nesse sentido,

pois são fontes de geração de eletricidade com alta capacidade de instalação no Brasil em virtude de fatores como a posição geográfica do país, com clima favorável, e os incentivos fiscais (a exemplo, o PROINFA).

De acordo com o Plano Nacional de Energia (PNE) 2030, documento do Ministério de Minas e Energia (MME), a incorporação de novas fontes energéticas renováveis (como eólica, solar e biomassa), “evitará a emissão de 2,5 milhões de toneladas de gás carbônico/ano, ampliando as possibilidades de negócios de Certificação de Redução de Emissão de Carbono, nos termos do Protocolo de Kyoto” (BRASIL, 2007b, p. 167-168). Como apresentado e discutido no tópico anterior, o Acordo de Paris e a Agenda 2030 são agendas globais contemporâneas voltadas ao combate e controle das mudanças climáticas, e que veem as energias renováveis como um caminho para esse enfrentamento.

Nessa ótica, assinala-se que a inserção de energias renováveis como alternativa para diversificação energética no Brasil, mas também em outros países, é estimulada por essas agendas, mais especificamente o Acordo de Paris. Este compromisso exige que cada país signatário apresente sua pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC), posteriormente transformada em Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) quando esse território ratificar o acordo (UNFCCC, 2015). No caso do Brasil, o país ratificou oficialmente o Acordo de Paris em 2016, transformando, assim, a sua iNDC em NDC. Inicialmente, a NDC brasileira considerou iniciativas tanto de mitigação das emissões de GEE quanto de adaptação aos impactos climáticos em curso. Para isso:

[...] o país se comprometeu a, por exemplo, i. aumentar a participação de bioenergia sustentável em sua matriz energética para aproximadamente 18% até 2030, ii. restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas até 2030, e iii. alcançar sua participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030 (TEIXEIRA; PESSOA, 2021, p. 16).

Com isso, pode-se mencionar que o setor de energias renováveis é visualizado no Brasil como um grande potencial para enfrentamento das mudanças climáticas, tendo em vista a sua capacidade de geração de energia elétrica a partir de fontes energéticas renováveis. No entanto, em 2020, a NDC do Brasil foi atualizada. Ainda assim, a NDC brasileira não se mostra atualizada ao cenário global das mudanças climáticas, que vem sendo cada vez mais intensificado e caótico, conforme apontam estudos científicos como o sexto relatório de avaliação do IPCC (2021). A revisão da contribuição reduziu a ambição do Brasil, inclusive permitindo que o país “emita mais gás de efeito estufa do que anteriormente previsto, pois mantém a mesma porcentagem na meta apesar do aumento no valor absoluto a que essa porcentagem se refere” (ROMEIRO; GENIN; FELIN, 2021).

No contexto do Brasil, as principais políticas públicas para o enfrentamento das mudanças climáticas são: i. o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, criado em 2008 e regulamentado pelo Decreto nº 6.263/2007 (BRASIL, 2008); ii. a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), definida pela Lei nº 12.187/2009 (BRASIL, 2009); e iii. o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), regulamentado pela Portaria nº 150/2016 (BRASIL, 2016).

De acordo com o PNE 2050 (BRASIL, 2020), além dessas políticas e a NDC que estão ligadas direta ou indiretamente ao setor de energias no Brasil, outras políticas nacionais em vigor relacionadas diretamente ao setor energético são, por exemplo, i. a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), definida pela Lei nº 13.576/2017; ii. o Novo Mercado de Gás, regulamentado pelo Decreto nº 9.616/2018; iii. a Modernização do Setor Elétrico, instituída por meio da Portaria nº 187/2019 do MME; iv. o Plano Nacional de Eficiência Energética; e v. o Programa Rota 2030, definido pela Lei nº 13.755/2018.

É importante pontuar que essas políticas públicas federais não são específicas para a transição energética (BRASIL, 2020), mas favorecem o processo de diversificação da matriz energética brasileira ao estimular a promoção de energias renováveis no Brasil. No próximo tópico, conclui-se com as considerações finais, pontuando que, apesar do debate acerca da diversificação energética nas agendas político-governamentais ter alinhamentos, por exemplo, com a busca pelo combate e controle das mudanças climáticas (ASLANI; HELO; NAARANOJA, 2014), o que se observa na prática é um planejamento energético nacional que não considera as mudanças climáticas, seja do ponto de vista da mitigação das emissões de GEE ou da adaptação dos impactos climáticos efetivos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transição energética consiste em um processo intrinsecamente associado com o controle e combate das mudanças climáticas globais e locais, com uma agenda climática de grande importância na elaboração e implementação de políticas públicas energéticas (FGV, 2016). Nessa perspectiva, considera-se que a sociedade contemporânea está vivendo um desafio global, que envolve a conciliação de ampliação de acesso mundial à energia elétrica e o atendimento às metas globais de mudanças climáticas (STERN; SOVACOOOL; DIETZ, 2016).

No contexto da transição energética, dois grandes desafios a serem enfrentados são a eliminação das fontes energéticas de base fóssil e a expansão das fontes renováveis. Cabe salientar que a expansão de energias renováveis é bastante susceptível às mudanças climáticas. Um exemplo sobre essa questão está na energia hidráulica, conforme já apresentado no tópico anterior, pois os impactos climáticos podem gerar e já estão gerando alterações no ciclo hidrológico e, com isso, no regime e na disponibilidade hídrica de muitos países do planeta.

Nesse ínterim, quanto à hidráulica, autores como Teixeira e Pessoa (2021) assinalam que esta fonte de energia pode ser cada vez mais afetada em virtude da possibilidade de instabilidade ou escassez dos recursos hídricos nos próximos anos ou nas próximas décadas, distribuindo de forma desigual a eletricidade entre as regiões do Brasil, por exemplo. Esse aspecto pode ser corroborado em estudos como o do quarto relatório de avaliação do IPCC (2007), quando aponta que as mudanças climáticas, mais especificamente as alterações nos padrões de chuva e o desaparecimento de glaciares, irão gerar indisponibilidade hídrica para as indústrias de eletricidade.

No âmbito do Brasil, a dependência energética aos recursos hídricos acaba se configurando em um problema em virtude da susceptibilidade da energia hidráulica às mudanças climáticas e seus impactos. Por isso que se defende, por exemplo, no país, a diversificação energética através de energias renováveis alternativas como a eólica e a solar, na medida em que estas auxiliam no processo de segurança energética nacional para as próximas décadas, incorporando planejamento energético. A problemática da alta dependência energética é visualizada também em outros países do Sul Global, como é o caso do Chile (GONZÁLEZ, 2021).

Assim sendo, o objetivo proposto no momento introdutório deste artigo foi alcançado, pois foi possível realizar uma discussão, ainda que de forma breve, acerca da diversificação energética brasileira através das energias renováveis alternativas, ressaltando-se estas como uma alternativa para as mudanças climáticas, num contexto em que a transição energética é colocada majoritariamente como a única e exclusiva saída para enfrentar essa problemática socioambiental. Dessa forma, este artigo é de fundamental importância, sobretudo, no campo acadêmico das pesquisas sobre Energias, Mudanças Climáticas e Sustentabilidade, fomentando um debate conceitual e analítico sobre as energias renováveis e suas interfaces com as mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

ALCOFORADO, F. Global Climate Change and its Solutions. *HSOA Journal of Atmospheric & Earth Sciences*, p. 1-11. 2019.

ANEEL – Associação Nacional de Energia Elétrica. *Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA)*. Brasília: ANEEL, 2021. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2liwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9>>. Acesso em: 09 jul. 2020.

ANG, Beng Wah; CHOONG, Wei Lim; NG, Tsan Sheng. Energy security: Definitions, dimensions and indexes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 42, p. 1077-1093, 2015.

BASSO, Larissa. O G-20 COMO COMITÊ DE DIRECIONAMENTO DAS NEGOCIAÇÕES INTERNACIONAIS DO CLIMA: ALTERNATIVA PARA CONSTRUÇÃO DE CONSENSOS E SUPERACÃO DO IMPASSE MULTILATÉRAL. In: Seminário de Pós-Graduação da ABRI, 2, 2014, João Pessoa. *Anais...*, João Pessoa: 2014. Disponível em: <http://www.seminario2014.abri.org.br/resources/anais/21/1406577871_ARQUIVO_Basso_ABRI2014_Paper_final.pdf>. Acesso em: 30 de jun. de 2020.

BAUER, Andrew M.; ELLIS, Erle C. The Anthropocene Divide. *Current Anthropology*, v. 59, n. 2, p. 209-27, 2018.

BIERMANN, Frank *et al.* Navigating the Anthropocene: improving earth system governance. *Science*, v. 335, n. 6074, p. 1306-1307, 2012.

BRASIL – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *6º Leilão de Energia de Reserva tem deságio de 9,94%*. Brasília: EPE, 2014. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-94/Leilao%20de%20Reserva%202014.pdf>>. Acesso em: 29 de out. de 2021.

BRASIL – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Matriz Energética e Elétrica*. Brasília: EPE, 2021. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 16 de nov. de 2021.

BRASIL – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Plano Nacional de Energia 2030*. Brasília: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2007a. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-165/topico-173/PNE%202030%20-%20Outras%20Fontes.pdf>>. Acesso em: 16 de nov. de 2021.

BRASIL – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Plano Nacional de Energia 2030*. Brasília: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2007b. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-165/topico-173/PNE%202030%20-%20An%C3%A1lise%20Retrospectiva.pdf>>. Acesso em: 15 de nov. de 2021.

BRASIL – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Plano Nacional de Energia 2050*. Brasília: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2020. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>>. Acesso em: 05 de nov. de 2021.

BRASIL. Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, nº 9.648, de 27 de maio de 1998, nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961, nº 5.655, de 20 de maio de 1971, nº 5.899, de 5 de julho de 1973, nº 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências. *Casa Civil*, 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10438.htm>. Acesso em: 18 de nov. de 2021.

CHANDLER, David; CUDWORTH, Erika; HOBDEN, Stephen. Anthropocene, capitalocene and liberal cosmopolitan IR: A response to Burke *et al.* 's 'planet politics'. *Millennium - Journal of International Studies*, v. 46, n. 2, p. 190-208, 2018.

CHERP, Aleh; JEWELL, Jessica; GOLDTHAU, Andreas. Governing global energy: systems, transitions, complexity. *Global Policy*, v. 2, n. 1, p. 75-88, 2011.

CLIMATE EMERGENCY DECLARATION. *Climate emergency declarations in 2,045 jurisdictions and local governments cover 1 billion citizens*. 2021. Disponível em: <<https://climateemergencydeclaration.org/climate-emergency-declarations-cover-15-million-citizens/>>. Acesso em: 05 de nov. de 2021.

COSTA, Anna Gabriela. *Energia limpa no foco da COP26; veja o que esperar da conferência nesta quinta*. CNN Brasil: 04 nov. 2021. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/energia-limpa-no-foco-da-cop26-veja-o-que-esperar-da-conferencia-nesta-quinta-4/>>. Acesso em: 15 de nov. de 2021.

DI GIULIO, Gabriela Marques *et al.* Global Health and Planetary Health: perspectives for a transition to a more sustainable world post COVID-19. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 26, p. 4373-4382, 2021.

DYBVIK, P.; ROSS, S. A. Arbitrage, state prices and portfolio theory. In: Constantinides, G. M.; Stulz, R. M.; Harris, M. (Orgs.). *Handbook of the Economics of Finance*. North Holland: Editora Elsevier North Holland, 2010, p. 1-44.

EYRE, Nick *et al.* Reaching a 1.5 C target: socio-technical challenges for a rapid transition to low-carbon electricity systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, v. 376, n. 2119, p. 1-15, 2018.

FAGAN, Madeleine. Security in the anthropocene: Environment, ecology, escape. *European Journal of International Relations*, v. 23, n. 2, p. 292-314, 2017.

FGV – Fundação Getúlio Vargas. *Uma Análise Comparativa da Transição Energética na América Latina e Europa*. Rio de Janeiro: FGV, 2016. Disponível em: <https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/artigos/paper_kas-fgv_port_web_0.pdf>. Acesso em: 03 de mar. de 2020.

GALBIATTI-SILVEIRA, Paula. Energia e mudanças climáticas: impactos socioambientais das hidrelétricas e diversificação da matriz energética brasileira. *Opinião Jurídica*, v. 17, n. 33, p. 123-147, 2018.

GE, Mengpin; FRIEDRICH, Johannes. *4 Charts Explain Greenhouse Gas Emissions by Countries and Sectors*. Washington: WRI, 06 fev. 2020. Disponível em: <<https://www.wri.org/insights/4-charts-explain-greenhouse-gas-emissions-countries-and-sectors>>. Acesso em: 05 de ago. de 2020.

GEELS, Frank W. *et al.* Sociotechnical transitions for deep decarbonization. *Science*, v. 357, n. 6357, p. 1242-1244, 2017.

GONZÁLEZ, Axel Bastián Poque. Transição energética para a sustentabilidade no Chile e no Brasil: Oportunidades e desafios decorrentes da pandemia por Covid-19. *Latin American Journal of Energy Research*, v. 8, n. 1, p. 1-21, 2021.

GONZÁLEZ, Carlos Germán Meza. *TRANSIÇÃO ENERGÉTICA GLOBAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: LIMITES E POSSIBILIDADES NO CAPITALISMO CONTEMPORÂNEO*. 2018. 200f. Tese (Doutorado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

GRUBLER, Arnulf. Energy transitions research: Insights and cautionary tales. *Energy Policy*, v. 50, p. 8-16, 2012.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *CAMBIO CLIMATICO: Las evaluaciones del IPCC de 1990 y 1992*. Genebra: IPCC, 1990. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ipcc_90_92_assessments_far_1992_ipcc_suppl.pdf>. Acesso em: 20 de jul. de 2020.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. *Climate Change 1995: Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 1995. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ipcc_sar_wg_II_full_report.pdf>. Acesso em: 02 de dez. de 2020.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova Iorque, NI, EUA, 2001, 881p. Disponível em: <<http://webpages.icav.up.pt/PTDC/CVT/098487/2008/IPPC,%202001.pdf>>. Acesso em: 25 de set. de 2020.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Genebra: IPCC, 2007. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2020.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Summary for Policymakers. In: Stocker, T.F. *et al.* (Eds.). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf>. Acesso em: 25 de nov. de 2021.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS 2014: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade – Resumo para Decisores*. Genebra: IPCC, 2014. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wg2_spmport-1.pdf>. Acesso em: 28 de abr. de 2020.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Aquecimento Global de 1,5°C: Sumário para Formuladores de Políticas*. Genebra: IPCC, 2018. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>>. Acesso em: 01 de abr. de 2020.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate Change and Land: Summary for Policymakers*. Genebra: IPCC, 2020. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/02/SPM_Updated-Jan20.pdf>. Acesso em: 06 de abr. de 2020.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Genebra: IPCC, 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf>. Acesso em: 15 de out. de 2021.

JACOBSON, Mark Z. *et al.* 100% Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight All-Sector Energy Roadmaps for 139 Countries of the World. *Joule*, v. 1, n. 1, p. 108-121, 2017.

MENDES, Marcos Vinícius Isaias. Mudança global do clima as cidades no Antropoceno: escalas, redes e tecnologias. *Cadernos Metrópole*, v. 22, n. 48, p. 343-364, 2020.

MOREIRA, Roberta Zandonai; TASCA, Tiago Gabriel. TRANSIÇÃO À VISTA!: UMA ABORDAGEM MULTINÍVEL DA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA BRASILEIRA. In: Costa, Rogério Santos da; Dias, Taise (Orgs.). *Debates Interdisciplinares VIII*. 1ed. Palhoça: Ed. Unisul, 2017, v. 1., p. 1-22.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. *Análise das emissões brasileiras de Gases de Efeito Estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970 – 2020*. Brasil: 2021. Disponível em: <https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_9/OC_03_relatorio_2_021_FINAL.pdf>. Acesso em: 25 de nov. de 2021.

OLIVEIRA, Gisela Marta *et al.* O que significa descarbonizar? Uma visão da sociedade atual sem energia fóssil. In: Araújo, Emília; Silva, Márcia; Ribeiro, Rita. *Sustentabilidade e descarbonização: desafios práticos*. 2020, p. 9-27.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/wp->

[content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf](#)>. Acesso em: 03 de jul. de 2020.

PFEIFFER, A. *et al.* The '2°C capital stock' for electricity generation: cumulative committed carbon emissions and climate change. *Applied Energy*, v. 179, p. 1395-1408, 2016.

ROCKSTRÖM, Johan *et al.* A safe operating space for humanity. *Nature*, v. 461, n. 7263, p. 472-475, 2009a.

ROCKSTRÖM, Johan *et al.* Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, v. 14, n. 2, 2009b.

ROMEIRO, Viviane; GENIN, Carolina; FELIN, Bruno. *Nova NDC do Brasil: entenda por que a meta climática foi considerada pouco ambiciosa*. World Resources Institute Brasil (WRI Brasil): 01 abr. 2021. Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/pt/blog/clima/nova-ndc-do-brasil-entenda-por-que-meta-climatica-foi-considerada-pouco-ambiciosa>>. Acesso em: 06 de nov. de 2021.

SERRAO-NEUMANN, Silvia; DI GIULIO, Gabriela; CHOY, Darryl Low. When salient science is not enough to advance climate change adaptation: Lessons from Brazil and Australia. *Environmental Science & Policy*, v. 109, p. 73-82, 2020.

SILVA, Camilla M. R. *Segurança energética, diversificação estratégica e energias renováveis: um estudo comparado entre Brasil e Japão*. 2018. 49f. TCC (Relações Internacionais) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

SOLAUN, Kepa; CERDÁ, Emilio. Climate change impacts on renewable energy generation. A review of quantitative projections. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 116, 2019.

SOUZA, Maria Cristina Oliveira. *Mudanças climáticas e energia: um estudo sobre contribuições brasileiras diante de um novo regime climático*. 2017. 215f. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

STEFFEN, Will *et al.* The Anthropocene: From global change to planetary stewardship. *Ambio*, v. 40, n. 7, p. 739-761, 2011.

STEFFEN, Will *et al.* Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, v. 347, n. 6223, 2015.

STERN, Paul C.; SOVACOOOL, Benjamin K.; DIETZ, Thomas. Towards a science of climate and energy choices. *Nature Climate Change*, v. 6, n. 6, p. 547-555, 2016.

TEIXEIRA, Rylanneive Leonardo Pontes Teixeira *et al.* MUDANÇAS CLIMÁTICAS, CAPACIDADE ADAPTATIVA E SUSTENTABILIDADE:

REFLEXÕES A PARTIR DAS CIDADES DA REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA. *Geotemas*, v. 11, n. 1, 2021.

TEIXEIRA, Rylanneive Leonardo Pontes; PESSOA, Zoraide Souza. Regime Internacional de mudanças climáticas: um olhar sobre Brasil e México. *Revista Contraponto*, v. 8, n. 1, 2021.

TOLMASQUIM, Mauricio T.; GUERREIRO, Amilcar; GORINI, Ricardo. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. *Novos Estudos CEBRAP*, p. 47-69, 2007.

UNFCCC – CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE A MUDANÇA DO CLIMA. *Acordo de Paris*. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: [file:///C:/Users/NOTE/Downloads/undp-br-ods-ParisAgreement%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/NOTE/Downloads/undp-br-ods-ParisAgreement%20(1).pdf). Acesso em: 14 de set. de 2020.