

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
PUC-SP

Henrique Harudi Marques Torihara

Em que medida a energia eólica é uma fonte “limpa” e promotora de um “desenvolvimento sustentável” ante as mudanças climáticas diagnosticadas?

Mestrado Profissional em Governanças Global e Formulação de Políticas Internacionais

São Paulo
2022

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
PUC-SP

Henrique Harudi Marques Torihara

Em que medida a energia eólica é uma fonte “limpa” e promotora de um “desenvolvimento sustentável” ante as mudanças climáticas diagnosticadas?

Mestrado Profissional em Governanças Global e Formulação de Políticas Internacionais

Trabalho Final apresentado à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre Profissional em Governança Global e Formulação de Políticas Internacionais, sob a orientação da Professora Doutora Marijane Vieira Lisboa

São Paulo
2022

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
PUC-SP

Henrique Harudi Marques Torihara

Em que medida a energia eólica é uma fonte “limpa” e promotora de um “desenvolvimento sustentável” ante as mudanças climáticas diagnosticadas?

Mestrado Profissional em Governanças Global e Formulação de Políticas Internacionais

Trabalho Final apresentado à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre Profissional em Governança Global e Formulação de Políticas Internacionais, sob a orientação da Professora Doutora Marijane Vieira Lisboa

Banca Examinadora

Profa. Dra. Marijane Vieira Lisboa
(Orientadora)
PUC-SP

Profa. Dra. Elaini Cristina Gonzaga da Silva
PUC -SP

Profa. Dra. Raquel Giffoni Pinto
Universidade Federal Fluminense (UFF)

São Paulo
2022

Resumo

A influência antrópica acumulada no planeta resultou em uma nova era geológica, o Antropoceno. Entre os impactos reconhecidos, o aumento de 1,1°C na temperatura média global comparado aos níveis pré-industriais devido à emissão antrópica de gases de efeito estufa. Os compromissos estabelecidos para limitar a emissão desses gases e conter o aquecimento global são acompanhados por políticas para substituição de geração de energia, como o incentivo às fontes de energia renovável, as gerações hidrelétrica, solar e eólica. Neste artigo será explorada qual a contribuição da geração eólica como promotora do dito “desenvolvimento sustentável” a partir do caso brasileiro, considerando seu grau de implementação atual, os impactos causados e os limites materiais para sua expansão. Para isso, primeiro será apresentado o diagnóstico das mudanças climáticas retratado pelo Sexto Relatório do IPCC. Em seguida, a composição e mudanças recentes nas matrizes energéticas e elétricas brasileiras e mundiais. Por fim, as dificuldades das energias renováveis ante o “desenvolvimento sustentável”. Então, este artigo conclui que existe uma dupla contradição social e ambiental na expansão das energias renováveis, destacando a geração eólica, rumo a um “desenvolvimento sustentável”, levando-nos à necessidade de repensar os grandes projetos sociais para a humanidade.

Palavras Chave: Desenvolvimento Sustentável, Energias Renováveis, Energia Eólica, Mudanças Climáticas, Insustentabilidade.

Abstract

The accumulated anthropogenic influence on the planet has resulted in a new geological era, the Anthropocene. Among the recognized impacts is the 1.1°C increase in the global average temperature compared to pre-industrial levels due to anthropogenic emissions of greenhouse gases. The commitments established to limit the emission of these gases and contain global warming are accompanied by policies to replace energy generation, such as the encouragement of renewable energy sources, hydroelectric, solar and wind power generations. In this article we will explore the contribution of wind power generation as a promoter of the so-called "sustainable development" based on the Brazilian case, considering its current degree of implementation, the impacts caused and the material limits to its expansion. For this, first the diagnosis of climate change portrayed by the IPCC's Sixth Report will be presented. Next, the composition and recent changes in the Brazilian and world energy and electricity matrices. Finally, the difficulties of renewable energies in the face of "sustainable development". Therefore, this article concludes that there is a double social and environmental contradiction in the expansion of renewable energies, highlighting wind power generation, towards "sustainable development", leading us to the need to rethink the great social projects for humanity.

Key-words: Sustainable Development, Renewable Energy, Wind Energy, Climate Change, Unsustainability.

Sumário

1. Introdução	6
2. Diagnóstico das mudanças climáticas	8
3. Energias renováveis: matriz mundial e o caso brasileiro	17
4. As dificuldades das energias renováveis ante o desenvolvimento sustentável	20
4.1 Hidrelétrica	20
4.2 Solar	22
4.3 Eólica	24
5. Conclusão	31
6. Referências bibliográficas	32

1. Introdução

A influência antrópica nos sistemas do planeta Terra atingiu tal grau que hoje é reconhecido um novo período geológico: o Antropoceno, cujos tempo e escala próprias se iniciaram em torno da metade do século passado (IPCC, 2019). Na prática, alguns impactos dessa nova era são: a agravação do efeito estufa, a destruição da camada de ozônio; a poluição local da atmosfera; a desertificação; o desaparecimento das florestas tropicais úmidas; e a impermeabilização de paisagens inteiras pela construção de rodovias (ALTVATER, 2010 p.132). Não obstante, ultrapassamos ou estamos na iminência da zona de não retorno para outros diversos processos planetários bio-geofísicos, como: taxa de perdas da biodiversidade; interferência humana nos ciclos do nitrogênio e fósforo; e a acidificação dos oceanos (DANOWSKI, VIVEIROS DE CASTRO, 2015; SHIVA, 2016). Essa “epocalidade” que se inicia conosco, terminará sem nós (DANOWSKI, VIVEIROS DE CASTRO, 2015, p.16).

A primeira reunião de caráter global para tratar da questão ambiental foi realizada em 1972, em Estocolmo. Apesar de não ter sido concluído em nenhum acordo concreto, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente estabeleceu os insumos iniciais para o Direito Ambiental e consciência ecológica. O primeiro, a partir da elaboração do documento “Declaração Sobre o Meio Ambiente Humano”, no qual se reconhece a necessidade de administrar os *recursos naturais* de modo a não esgotá-los, em benefício das gerações presentes e futuras, já o segundo, com a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA)¹.

Com os avanços das contribuições e discussões internacionais sobre as questões ambientais, renovou-se o projeto social civilizatório majoritário desde a década de 1950, a nova forma do “desenvolvimento” foi nomeada de “desenvolvimento sustentável” (DS). Segundo o Relatório Brundtland, documento intitulado “Nosso Futuro Comum”, resultado da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, o conceito de DS passou a se definir por: “Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades” (CMMAD, 1987, p.41).

Vinte anos após Estocolmo, foi celebrada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, no Rio de Janeiro. Alguns resultados da Eco-92 foram: a Carta da Terra, declaração de princípios éticos fundamentais para construção de uma

¹United Nations: United Nations Conference on the Human Environment, 5-16 Junho 1972, Stockholm. Disponível em <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>. Último acesso em 27/06/22

sociedade global justa, sustentável e pacífica; a Agenda 21, definindo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável; e três importantes Convenções, dentre as quais, ressaltamos a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC, mais conhecida pela sigla em inglês UNFCCC, *United Nations Framework Convention on Climate Change*).

Como desdobramento dessas Conferências sobre Meio Ambiente, hoje possuímos um diagnóstico mais claro sobre as mudanças climáticas: criado a partir do PNUMA e da Organização Meteorológica Mundial (OMM), em 1988, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, de agora em diante referido pela sigla em inglês IPCC), tem como objetivo sintetizar e divulgar o conhecimento mais avançado sobre as mudanças climáticas, especialmente o aquecimento global, apontando suas causas, efeitos e riscos para o meio ambiente e para a humanidade e sugerindo políticas para enfrentar o problema. O Sexto e mais recente volume do Relatório de Avaliação (*Sixth Assessment Report*, AR6, em inglês), publicado entre 2021 e 2022 será utilizado como diagnóstico mais recente sobre as mudanças climáticas.

Em paralelo às conclusões científicas, a reunião periódica das Partes membro da UNFCCC, mais conhecida como Conferência das Partes (COP), ocorre no intuito de rever a implementação da Convenção Quadro e demais instrumentos legais adotados e promovidos a fim de atingir seu objetivo de estabilizar a emissão de gases de efeito estufa (GEE) de origem antropogênica. Suas decisões são coletivas e consensuais, tomadas apenas se aceitas unanimemente pelas Partes, sendo cada uma soberana e igualmente comprometida. Algumas das conferências de maior destaque foram a COP 2, de 1997, quando foi aprovado o Protocolo de Quioto, firmando o primeiro compromisso para reduzir as emissões de GEE, e a COP 21, de 2015, em que o Acordo de Paris foi firmado, estabelecendo os objetivos de restringir o aquecimento global médio entre 1,5°C e 2°C. Desde então, tanto o Acordo quanto o Protocolo são reunidos de forma consecutiva. Por conta disso, além da recente reunião no Reino Unido, ocorreram também a 15ª reunião das Partes do Protocolo de Quioto (CPM 16) e a 2ª reunião das partes do Acordo de Paris (CMA3).

Neste artigo buscamos entender em que medida a energia eólica é uma fonte “limpa” e promotora de um “desenvolvimento sustentável” ante as mudanças climáticas diagnosticadas. Para tanto, este artigo está estruturado em quatro partes. Na primeira, será apresentado o diagnóstico mais recente das mudanças climáticas com base no último relatório do IPCC (2022) e nos compromissos acordados na COP 26, com o Pacto de Glasgow (2021), onde é destacado o impacto da produção de energia a partir da geração fóssil. Na segunda parte, serão

apresentadas as matrizes energética e elétrica mundial e brasileira, considerando a participação das fontes renováveis, principalmente a energia eólica. Na terceira parte, serão explorados impactos socioambientais negativos das fontes de energia renováveis. Por fim, conclui-se que é necessário superar o projeto social e civilizatório vigente, distanciando-nos dos princípios e motivos que nos trouxeram ao período geológico atual. O argumento principal é que essa crise civilizatória nos força a novos rumos, para além de esverdear as promessas anteriores, uma vez que o DS apresenta uma dupla contradição quando não se sustenta ante o cálculo material da produção, nem ante o discurso socioambiental quando destrói e não preserva os ecossistemas e modos de vida.

2. Diagnóstico das mudanças climáticas

O diagnóstico sobre as mudanças climáticas será baseado no texto final do Pacto de Glasgow publicado em março de 2022, resultado da 26ª Conferência das Partes (COP 26) realizada em novembro de 2021, e no Sexto Relatório de Avaliação, publicado pelo IPCC entre 2021 e 2022, sendo este sempre compostos por três volumes elaborados por distintos grupos de trabalho: o primeiro tratando das *Bases da Ciência Física da Mudança Climática* (IPCC, 2021), o segundo sobre *Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade* (IPCC, 2022a), e o terceiro sobre *Mitigação das Mudanças Climáticas* (IPCC, 2022b) A partir do ensejo de ambos, com o primeiro reunindo as nações para que as ações sejam tomadas em uma mesma direção, e o segundo fornecendo os dados científicos para nortear essas escolhas, exploraremos os impactos atuais e previstos, bem como quais ações podem ser tomadas para evitar se agravarem.

A contribuição do Primeiro Grupo de Trabalho inicia o “Sumário para Tomadores de Decisão” (“*Summary for Policy Makers*”) do relatório das *Bases da Ciência Física da Mudança Climática* (IPCC, 2021) com uma abertura alarmante, assinada por 270 pesquisadores de 60 países e baseada em décadas acumuladas de estudos científicos e outros cinco relatórios do IPCC: “É inequívoco afirmar que a influência humana aqueceu a atmosfera, os oceanos e os continentes. Mudanças rápidas e generalizadas ocorreram na atmosfera, oceanos, criosfera e biosfera (IPCC, 2021, p.7)”².

Segundo este mesmo volume do IPCC, a temperatura da superfície da Terra aumentou em média 1,1°C ao compararmos os períodos de 2011-2020 e 1850-1900. Com isso, são

² Todas as citações do primeiro volume do Sexto Relatório serão extraídas a partir da tradução em português feita pelo governo brasileiro. Disponível em https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/IPCC_mudanca2.pdf. Último acesso em 22/06/2022.

estimadas reduções imediatas, rápidas e em larga escala dos GEE, para manter o aquecimento global entre 1,5 °C e 2°C. Entre os cinco modelos ilustrados no relatório sobre a ciência física das mudanças climáticas, o mais ambicioso projeta uma emissão de gás carbônico (CO₂) acumulada na atmosfera de, no máximo, 3000 Gt CO₂ desde 1850 (IPCC, 2021). Hoje, de acordo com os dados do terceiro volume do Relatório, o acumulado histórico de emissões de CO₂ entre 1850 e 2019 foi de 2400±240 Gt CO₂, de forma que, para manter o aumento de temperatura média projetada em 1,5°C, estima-se, com 50% de probabilidade, que o limite de emissões de GEE é de 500 Gt de CO₂. Assim, para continuar com o aumento máximo em 2°C, conjectura-se, com probabilidade de 67%, que os limites dessas emissões devem ser de até 1150 Gt (IPCC, 2022b, p.5).

Ao longo das últimas décadas e relatórios, a emissão de GEE de origem antropogênica deixou de ser considerada “alta ou altíssima probabilidade”, confirmando-se como a que possui “participação inequívoca no processo de aquecimento global”. Ainda assim, no mesmo período de consolidação desse entendimento, ocorreu o aumento líquido de emissões antropogênicas de GEE. Desse modo, observou-se entre 1990 e 2019 pelo menos o dobro de emissões de origem humana, como mostra a tabela a seguir:

Tabela 1. Emissão antropogênica líquida de Gases de Efeito Estufa (GtCO₂-eq ano) 1990-2019 (IPCC, 2022b, p.6)

	Emissões em 2019 (GtCO ₂ -eq)	Crescimento entre 1990-2019 (Gt CO ₂ -eq)	Emissões em 2019 relativo a 1990 (%)
CO ₂ FFI (combustíveis fósseis e processo industrial)	38 ± 3	15	167
CO ₂ LULUCF (líquido emitido pelo uso da terra, mudança no uso da terra e silvicultura)	6.6 ± 4.6	1.6	133
CH ₄ (Metano)	1.1 ± 3.2	2.4	129
N ₂ O (Óxido Nitroso)	2.7 ± 1.6	0.65	133

Gases- F	1.4 ± 0.41	0.97	354
Total	59 ± 6.6	21	154

Para ilustrar os impactos do aquecimento adicional no aquecimento global atual, o IPCC projeta as mudanças de frequência e intensidade nos eventos de temperaturas extremas dentro de uma média de dez anos. No período entre 1850 e 1900, a ocorrência de uma temperatura extrema ocorreria uma única vez a cada dez anos. Hoje, com o aumento da temperatura média em 1°C, a frequência passa a ser 2,8 vezes maior [1,8 ~ 3,2] e 1,2°C mais quente. Em um aquecimento futuro de 1,5°C, seguindo a meta ambiciosa do Acordo de Paris, a frequência de temperaturas extremas será provavelmente 4,1 vezes maior [2,8~4,7] e 1,9°C mais quente. Com um aumento na temperatura média em 2°C, projeção limite do Acordo de Paris, a frequência desses casos é, provavelmente, 5,6 vezes maior [3,8~6,0] e 2,6°C mais quente. Finalmente, em um cenário de elevação em 4°C na temperatura média global, episódios de temperaturas extremas provavelmente ocorrerão 9,4 vezes mais [8,3~9,6] e serão 5,1°C mais quentes (IPCC, 2021, p.21).

Esses impactos, porém, não serão vistos apenas quando a temperatura atingir a média projetada, mas já são sentidos hoje. Foram mapeados 35 agentes climáticos causadores de impacto (CID, na sigla em inglês), ou seja, condições do sistema climático físico que afetam elementos das sociedades e ecossistemas. Ao todo, os CIDs foram divididos em sete categorias: calor e frio; úmido e seco; vento; neve e gelo; costeiro; oceano; outro. Citando um exemplo de cada uma das categorias observamos, respectivamente, aumento de frequência e intensidade do evento calor extremo, aumento de chuvas torrenciais e transbordo de rios, aumento da velocidade máxima dos ventos, derretimento da *permafrost*³ e camadas polares, aumento da poluição do ar, aumento do nível do mar e acidificação dos oceanos (IPCC, 2021, p.29).

Percebe-se, independentemente de qualquer estudo científico, que a frequência desses fenômenos aumentou visivelmente, tendo em vista os inúmeros episódios presenciados nos últimos anos em diversas partes do mundo. Apenas no cenário brasileiro podemos citar: chuvas torrenciais⁴, causando enchentes, alagamentos e deslizamentos de terra em áreas urbanas; secas

³ The International Permafrost Association (IPA): *permafrost* é definido como solo (solo ou rocha e material orgânico incluído) que permanece a menos de 0°C por pelo menos dois anos consecutivos. Disponível em <https://www.permafrost.org/what-is-permafrost/>. Último acesso em 13/06/2022.

⁴ UOL (05/06/2022): Eventos extremos provocam chuvas recorde e centenas de mortos no Brasil. Disponível em <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas->

históricas⁵, prejudicando a produção de alimentos e energia, além do próprio abastecimento; queimadas na Floresta Amazônica⁶, entre outros episódios.

Mais grave do que a incidência singular de algum fenômeno como este é sua ocorrência simultânea ou sequencial a outro fenômeno de mesma magnitude, resultando no chamado “evento extremo composto”. O Sexto Relatório, assim, expõe claramente como o aumento do aquecimento global tornará alguns eventos, então raros no clima atual e passado, assíduos em um cenário mais quente, levando a uma maior probabilidade de ocasionar “eventos extremos compostos” de maior intensidade, duração e/ou extensão espacial sem precedentes no registro observacional (IPCC, 2021, p.12).

Como podemos imaginar, os danos resultantes desses eventos não atingem todas as populações igualmente, ou são direcionados às populações que mais emitem GEE. Em termos de média *per capita*, 10% dos domicílios com maiores emissões per capita representam 34-45% das emissões globais de GEE com base no consumo, ao passo que os 40% intermediários contribuem entre 40-53% para as emissões, já os 50% inferiores contribuem com apenas 13-15% (IPCC, 2022b, p.9). Enquanto isso, os Países Menos Desenvolvidos (PMDs) e os Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (SIDS) apresentam emissões per capita (1,7 tCO₂-eq e 4,6 tCO₂-eq, respectivamente) muito mais baixas do que a média global de 6,9 tCO₂-eq, desconsiderando as emissões provenientes do uso da terra, mudança de uso da terra e silvicultura (IPCC, 2022b, p.8). Nesse contexto, o Relatório aponta como uma parte substancial da população desses países de baixas emissões de GEE carece de acesso aos serviços modernos de energia: “Erradicar a pobreza extrema, a pobreza energética e proporcionar padrões de vida decentes a todos nessas regiões no contexto da realização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, no curto prazo, podem ser alcançados sem um aumento significativo das emissões globais”⁷ (IPCC, 2022b, p.9, tradução nossa).

noticias/redacao/2022/06/05/mudancas-climaticas-aquecimento-global-desastres-naturais-seca-chuvas.htm Último acesso em 13/06/2022.

⁵ UOL (03/03/2018): Seca de 2012 a 2017 no semiárido foi a mais longa história do Brasil. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2018/03/03/seca-de-2012-a-2017-no-semiarido-foi-a-mais-longa-da-historia.htm> Último acesso em 13/06/2022.

⁶ G1 (03/08/2021): Amazônia registra quase 5 mil focos de queimadas em julho mesmo com decreto que proíbe o uso do fogo. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/amazonia/noticia/2021/08/03/amazonia-registra-quase-5-mil-focos-de-queimadas-em-julho-mesmo-com-decreto-que-proibe-o-uso-do-fogo-veja-imagens.ghtml>. Último acesso em 13/06/2022.

⁷ Eradicating extreme poverty, energy poverty, and providing decent living standards to all in these regions in the context of achieving sustainable development objectives, in the near-term, can be achieved without significant global emissions growth. (IPCC, 2022b, p. 9)

Com esta citação, o IPCC reafirma a conclusão da sua edição anterior, de que a vulnerabilidade é desproporcionalmente maior entre as populações que não são as maiores responsáveis pelo aquecimento médio atual de 1,1°C. As regiões sob risco desproporcionalmente maiores são aquelas que incluem ecossistemas do Ártico, regiões de terras secas, pequenos estados insulares em desenvolvimento e países menos desenvolvidos. Se desse modo percebemos a situação de perigo que se delinea, há, em contrapartida, uma forma de amenizar a ameaça, como conclui o Quinto Relatório de Avaliação: a limitação do aquecimento global a 1,5°C, em comparação com 2°C, poderia reduzir o número de pessoas expostas a riscos relacionados ao clima e suscetíveis à pobreza em até várias centenas de milhões até 2050 (IPCC, 2019, p.9).

Ante os desafios vistos e previstos, são necessárias intervenções efetivas para não sermos sobrepujados pelos danos resultantes (IPCC, 2021), como por exemplo medidas de adaptação e de mitigação das mudanças climáticas. Estas buscam evitar maiores danos futuros a partir da redução da emissão de GEE, enquanto as primeiras reduzem riscos e vulnerabilidades a partir de ajustes feitos aos sistemas vigentes. Apesar do recente progresso relativo em diversas regiões e setores, há uma disparidade entre o nível atual de adaptação e o nível necessário para responder aos impactos e reduzir os riscos climáticos (IPCC, 2022a, p.22). Seguindo os apontamentos recentes do IPCC, a adaptação mais observada é fragmentada, em pequena escala e incremental, planejada para responder aos impactos atuais ou a curto-prazo, focando-se mais no planejamento do que na implementação. Como os impactos, essas medidas estão distribuídas de forma desigual entre as regiões, e as lacunas são parcialmente causadas pela disparidade crescente entre os custos estimados das medidas de adaptação e o financiamento prometido para elas. Dessa forma, seguindo as taxas atuais de planejamento e implementação, a disparidade entre as medidas implementadas e os esforços necessários continuará a crescer, pois as ações tornam-se defasadas na medida em que a condição geral das mudanças climáticas faz-se cada vez mais crítica (IPCC, 2022a, p.22). As ações de adaptação mal implementadas são referidas como “respostas mal adaptadas” (*maladaptation*, em inglês), podendo vir a criar bloqueios de vulnerabilidades, exposição e riscos que são difíceis e economicamente custosos de reverter, exacerbando desigualdades existentes. Essa má adaptação pode ser evitada a partir do planejamento flexível, multissetorial, inclusivo e de longo prazo e da implementação de ações de adaptação com benefícios para muitos setores e sistemas (IPCC, 2022a, p.29).

De acordo com o IPCC, as ações para mitigar as mudanças futuras também compartilham de um progresso insuficiente. Enquanto houve a expansão de políticas e leis para

tratar do assunto, os fluxos financeiros para alcançar os objetivos do Acordo de Paris seguem lentos, repetindo a distribuição desigual entre regiões e setores (IPCC, 2022b, p.14). Sem uma revisão ambiciosa das políticas implementadas até o fim de 2020, a emissão de GEE é projetada para crescer para além de 2025, levando a uma média de aquecimento global de 3,2 [2,2~3,5] °C em 2100 (IPCC, 2022b, p.21). Na COP 26 foi reforçada a necessidade de reduções rápidas, drásticas e sustentadas na taxa de emissão de GEE, incluindo reduzir em 45% as emissões em 2030 relativas aos níveis de 2010, e zero líquido até 2050, junto de drásticas reduções de outros gases GEE (COP 26, p.4). Contudo, a partir da análise do Relatório Síntese das Contribuições Nacionalmente Determinadas (CND ou *Nationally Determined Contributions*, sigla em inglês NDCs), que sintetiza todas as metas voluntariamente determinadas de redução de emissões de gases efeito estufa submetidas pelos países que ratificaram o Acordo de Paris ao secretariado da UNFCCC, nota-se que seu agregado está muito aquém do necessário, estimando-se uma emissão projetada 13,7% maior em 2030 diante dos níveis de 2010 (COP 26, p.4).

Para além das estimativas insuficientes, todas as estratégias de mitigação enfrentam seus desafios, incluindo risco tecnológicos, de escala e de custos. Muitos desses desafios, contudo, são significativamente reduzidos nas projeções que assumem um aumento de eficiência no uso de recursos ou a mudança do desenvolvimento global em direção à sustentabilidade (IPCC, 2022b, p.33)⁸.

Dessa forma, o IPCC conclui, com alta confiança, que progredir em direção ao zero líquido de emissões do processo industrial será possível a partir de um *novo processo produtivo*, que utilizaria pouco ou nenhum GEE para geração de eletricidade, hidrogênio, ou outros combustíveis e manejo de carbono (IPCC, 2022b, p.38, grifos nossos). Para além disso, a insistência em sistemas de consumo intensivo de energia, em algumas regiões e setores, pode ser mais cara do que a transição para um sistema de baixa emissão (IPCC, 2022b, p. 36). Os efeitos agregados da mitigação para as mudanças climáticas no PIB global são reduzidos em comparação à projeção de crescimento do PIB nos modelos em que se consideram as implicações macroeconômicas da mitigação das mudanças climáticas, mesmo sem considerar os danos das mudanças climáticas ou os custos de adaptação evitados (IPCC, 2022b, p.49)⁹.

⁸ C.3.6 Many challenges, such as dependence on CDR, pressure on land and biodiversity (e.g., bioenergy) and reliance on technologies with high upfront investments (e.g., nuclear), are significantly reduced in modelled pathways that assume using resources more efficiently (e.g., IMP-LD) or shift global development towards sustainability (IPCC, 2022b, p.33).

⁹ C.12.2 The aggregate effects of climate change mitigation on global GDP are small compared to global projected GDP growth in assessed modelled global scenarios that quantify the macroeconomic implications of climate change mitigation, but that do not account for damages from climate change nor adaptation costs (high confidence).

Entretanto, a magnitude da dificuldade para a geração desse *novo processo produtivo* é ilustrada na redação final do parágrafo 36 do documento final da COP 26, no qual houve a substituição de “*phasing out coal*” para “*phasing down coal*”. Essa substituição ocorreu na versão final como resultado da disputa entre interesses políticos distintos. Seguindo a mecânica do consenso mínimo para a redação, alguns países como China e Índia apresentaram uma posição irreduzível sobre este ponto, forçando uma redação conservadora diante das mudanças climáticas presentes e previsões futuras. Em tradução livre, substituiu-se “*suprimir*” por “*reduzir*” o uso de carvão. Na versão final, acordou-se:

Apela às Partes para que acelerem o desenvolvimento, implantação e disseminação de tecnologias, bem como a adoção de políticas, para a transição para sistemas energéticos de baixas emissões, nomeadamente através do rápido aumento da implantação de medidas de produção de energia limpa e de eficiência energética, incluindo a aceleração dos esforços no sentido da *redução gradual da energia não atenuada do carvão e a eliminação gradual dos subsídios aos combustíveis fósseis ineficientes*, prestando simultaneamente apoio específico aos mais pobres e vulneráveis de acordo com as circunstâncias nacionais e reconhecendo a necessidade de apoio em direção a uma transição justa (COP 26, 2021, p.5, tradução nossa, grifos nossos)¹⁰.

Legitima-se o financiamento em uma situação que apoie uma transição energética justa, porém, assumindo uma possível eficiência que permitiria o uso persistente de combustíveis fósseis, a despeito de todos os apontamentos contrários do IPCC, apresentados ao retratar os limites de emissão de GEE para nos mantermos dentro de um aumento entre 1,5 °C e 2°C.

Sobre esse ponto, Arora e Mishra indicam a China e a Índia como grandes influenciadoras na disputa pela redação. Afinal, juntas representam 36% da população mundial e cujas matrizes energéticas possuem o carvão como um componente fundamental (ARORA, MISHRA, 2021, p.586). Isso é evidente, uma vez que, de acordo com os dados da Agência Internacional de Energia (AIE), em 2019 o carvão representou cerca de 75% da matriz

¹⁰ 36. Calls upon Parties to accelerate the development, deployment and dissemination of technologies, and the adoption of policies, to transition towards low-emission energy systems, including by rapidly scaling up the deployment of clean power generation and energy efficiency measures, including accelerating efforts towards the phasedown of unabated coal power and phase-out of inefficient fossil fuel subsidies, while providing targeted support to the poorest and most vulnerable in line with national circumstances and recognizing the need for support towards a just transition; (COP26, 2021, p.5)

energética indiana¹¹ e cerca de 62% da matriz chinesa em 2020¹². A questão agrava-se ainda mais ao observarmos que as próximas COP serão no Egito, um dos principais produtores de petróleo não pertencentes à Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) e nos Emirados Árabes Unidos, não apenas grande produtor como também membro da OPEP (CASTILLO, ERITJA, 2021, pp.29-30).

O relatório do IPCC assume um discurso do desenvolvimento sustentável que não recusa soluções como a energia nuclear, cujas contribuições de mitigação, conforme o gráfico a seguir, são escassas perante os enormes riscos envolvendo o processo da produção desse tipo de energia, ou mesmo os custos para essa geração não renovável. Apesar disso, o relatório ainda apresenta possibilidades de revertermos os piores cenários, pois “(h)á uma janela de oportunidade rapidamente estreitando para permitir o desenvolvimento resiliente ao clima” (IPCC, 2022a, p.31).

Para compreender melhor as possibilidades de cada ação, o relatório do IPCC mapeou a quantidade de emissões por setor, buscando identificar quais ações de mitigação e adaptação permitiriam a continuidade sistêmica rumo ao desenvolvimento sustentável que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades. Em 2019, aproximadamente 34% [20 Gt CO₂-eq] do total líquido de GEE antropogênico veio do setor de energia, 24% [14 Gt CO₂-eq] da indústria, 22% [13 Gt CO₂-eq] de agricultura, silvicultura e uso da terra, 15% [8.7 Gt CO₂-eq] de transporte e 6% [3.3 Gt CO₂-eq] de construções (IPCC, 2022b, p.7). A redução de emissões do setor energético necessitaria grandes transições, incluindo reduções substanciais no uso geral de combustíveis fósseis, o desenvolvimento de energias de baixa emissão e substituição para meios de transporte movidos a energias alternativas com conservação e eficiência energética (IPCC, 2022b, p. 36). A visão geral das opções de mitigação, o custo estimado e o potencial de redução de GT CO₂ -eq por ano projeto para 2030 para o setor de energia serão reproduzidas a seguir, enquanto o relatório ainda mapeia setores como agricultura, silvicultura e outros usos da terra; construções; transporte; indústria e outros:

¹¹ Agência Internacional de Energia: Estatística por país, Índia. Total Energy Supply (TES) by source, India 1990-2019. Disponível em <https://www.iea.org/countries/india> . Último acesso 23/06/2022.

¹² Agência Internacional de Energia: Estatística por país, China. Total Energy Supply (TES) by source, China, 1990-2020. Disponível em <https://www.iea.org/countries/china>. Último acesso 23/06/2022.

vezes. Considerando a matriz energética global total de 2020, apenas 10~12% desta foi composto pela soma de todos os tipos de energia eólica e solar mapeados (na costa ou afastado dela (*offshore*), painéis fotovoltaicos e baterias para veículos elétricos) (IPCC, 2022b, p.13). Dado que os graus de implementação dessas fontes não são idênticos globalmente, condições inibidoras retardam a aplicação dessas inovações em países em desenvolvimento, como financiamento limitado, falta de desenvolvimento e transferência de tecnologia, tornando lenta a aplicação dessas inovações (IPCC, 2022b). Outro obstáculo ainda é o potencial surgimento de efeitos colaterais devido à transformação digital, que ao mesmo tempo que contribui para a mitigação das mudanças climáticas a partir de sensores, da Internet das Coisas, da robótica e da inteligência artificial, tem seus efeitos contrabalanceados por impactos gerados. Exemplos destes seriam aumento do lixo eletrônico, impactos negativos no mercado de trabalho e agravamento da disparidade digital existente, indo na contramão dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (IPCC, 2022b, p.13).

Desse modo, exploramos, neste segmento, o diagnóstico mais recente sobre as mudanças climáticas, seus impactos atuais e previstos, bem como as formas de evitar futuros agravamentos. A partir das contribuições mais recentes do Sexto Relatório de Avaliação IPCC (2021-2022), e do Pacto de Glasgow, resultado da 26ª Conferência das Partes (COP 26) (2021), percebemos o grande destaque atribuído à emissão antropogênica de gases de efeito estufa como principal agente causador das mudanças climáticas, entendida como a questão mais importante na agenda ambiental. Com essas considerações, a seguir, exploraremos a presença e evolução de fontes de energia renováveis, ou das chamadas “energias limpas”, na composição da matriz energética e elétrica, tanto mundial quanto brasileira, devido ao seu potencial de influenciar significativamente as emissões de GEE.

3. Energias renováveis: matriz mundial e o caso brasileiro

A matriz energética representa o conjunto de fontes de energia disponíveis, podendo seu uso ser a conversão em eletricidade e/ou como combustível. A parte destinada à produção de eletricidade é, então, chamada de matriz elétrica¹³. As fontes que compõem essas matrizes, por sua vez, podem ser consideradas renováveis ou não renováveis. As fontes não renováveis são aquelas que possuem uma quantidade finita e limitada, tornando-se escassas conforme são consumidas, a exemplo do urânio e dos combustíveis fósseis (KORZENIEWICZ, 2021, p.26).

¹³ Empresa de Pesquisa de Energia: Matriz Energética e Elétrica. Disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Último acesso em 09/06/2022

Já as renováveis são aquelas que possuem a capacidade de se manter ao longo prazo, presumindo a perpetuação infinita dos seus recursos, como Sol, vento e água. Esta pode gerar energia a partir da movimentação de grandes volumes, como em hidrelétricas, ou com o movimento das ondas nos oceanos. Além disso, as fontes renováveis, também referidas como “energia limpa” devido à baixa emissão de GEE, são exemplificadas pelas fontes geotérmica, biomassa, lenha e carvão vegetal.

No Brasil, criada por lei em 2004, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) é uma empresa federal com a finalidade de prestar serviços de estudo e pesquisa para o Ministério de Minas e Energia (MME), auxiliando no planejamento do setor energético. Com base nos dados divulgados em seu site, no ano de 2019 a composição da matriz energética do Brasil era 46% renovável e 54% não renovável, enquanto que a média mundial foi 14% renovável e 86% não renovável. Para a matriz elétrica, a composição de fontes renováveis aumenta ainda mais no caso brasileiro, atingindo 83% em contraposição aos 17% restantes não renováveis, ao passo que a média mundial foi de 27% renováveis e 73% não renováveis¹⁴. Ainda segundo a EPE, observam-se as seguintes composições para as matrizes energética e elétrica:

Tabela 2. Composição da Matriz Elétrica e Energética Global e Brasileira (EPE, 2022)¹⁵

Matriz Energética Global 2019 (IEA, 2021)	Matriz Energética Brasileira 2020 (BEN, 2021)
31,1% Petróleo e derivados 27% Carvão mineral 23% Gás natural 9,3% Biomassa 5% Nuclear 2,6% Hidráulica Outros 2%	33,1% Petróleo e derivados 19,1% Derivados de cana-de-açúcar 12,6% Hidráulica 11,8% Gás natural 8,9% Lenha e carvão vegetal 7,7% Outras renováveis 4,9% Carvão mineral 1,3% Nuclear 0,6% Outras não renováveis
Matriz Elétrica Global 2019 (IEA, 2021)	Matriz Elétrica Brasileira 2020 (BEN, 2021)

¹⁴Empresa de Pesquisa de Energia: Matriz Energética e Elétrica. Disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Último acesso em 09/06/2022

¹⁵Empresa de Pesquisa de Energia: Matriz Energética e Elétrica. Disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Último acesso em 09/06/2022

36,8% Carvão Mineral	65,2% Hidráulica
23,5% Gás natural	9,1% Biomassa
16,1% Hidráulica	8,8% Eólica
10,2% Nuclear	8,3 % Gás natural
8,2% Solar, eólica, geotérmica, maré e outros	3,1% Carvão e derivados
2,8% Petróleo e derivados	2,2% Nuclear
2,4% Biomassa	1,7% Solar
	1,6% Derivados de petróleo

Na comparação anual de 2020 para 2021, as fontes renováveis recuaram em 3,6%, ao passo que houve um aumento de 12,2% das não renováveis na oferta de energia interna. Apesar do crescimento em 32,4% para a energia solar e 26,7% para energia eólica no período, a energia hidráulica recuou 8,4%, enquanto petróleo e seus derivados, o gás natural e o carvão mineral cresceram, respectivamente, 8,8%, 18,9% e 21,3%, segundo o Balanço Energético Nacional (BEN) emitido pela EPE (BEN, 2022, p.18). O recuo da energia hidráulica ocorreu em razão da escassez de chuvas em 2021, provocando uma redução do nível dos reservatórios das principais hidrelétricas do país e a consequente redução da oferta de hidreletricidade (EPE, 2022, p.34), como já havia acontecido entre 2012 e 2014 por causa da crise hídrica que persistiu até 2015 (CARMO, ANAZAWA, 2017). Essa queda, por sua vez, foi compensada pelo aumento total da geração termelétrica de 24%, totalizando um crescimento na oferta interna de energia em 4,5% (BEN, 2022).

Considerando as décadas recentes e os impactos causados pelas mudanças climáticas já diagnosticados nos relatórios do IPCC e COP 26, é de se esperar variações climáticas e eventos com maiores intensidades nos próximos anos. Machado e Aragão mapeiam que períodos de seca mais frequentes nas regiões Sul e Sudeste do Brasil desde 1950. Agravadas pelas mudanças climáticas, pode-se amplificar a demanda por água e a pressão sobre as fontes de abastecimento devido, principalmente, ao aumento do uso de água na irrigação, consequência das chuvas irregulares, sendo este o setor de maior consumo na região (MACHADO, ARAGÃO, 2017, p.1754). Dessa forma, a grande participação da geração hídrica na matriz energética, principalmente elétrica brasileira, aponta para uma maior vulnerabilidade na oferta. Com essa conclusão, as fontes de energia solar e eólica, somadas ao esforço de reduzir ao máximo as emissões de GEE, seguindo as diretrizes e objetivos apontados, apresentam-se como alternativas para a manutenção da oferta energética.

Segundo a EPE, o aumento total da capacidade instalada de energias renováveis no Brasil foi de 3,9% entre 2020 e 2021. No cenário da escassez hídrica, a fonte hidrelétrica cresceu 0,1%, enquanto as que mais cresceram foram a eólica (21,2%) e a solar (40,9%). Em termos de Micro e Minigeração Distribuída (MMGD), a produção de 5.346 GWh em 2020 saltou para 9.810 GWh em 2021, um aumento de 84%, com o crescimento em 88% para a energia solar (EPE, 2022). De acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia 2031, é planejado um crescimento acumulado para a representação da matriz eólica de 10% (20 GW em 2021) para 11% (30 GW em 2031), e da solar de 2% (4 GW em 2022) para 4% (10 GW em 2031) totalizando um crescimento planejado de 200 GW para 275 GW (BRASIL, 2022, p.326).

Considerando o recente crescimento acelerado das fontes eólica e solar, a seguir serão exploradas suas dificuldades tendo em vista a questão sobre em que medida essas formas de geração de energia seriam suficientes para se alcançar um “desenvolvimento sustentável” de acordo com o previsto pelo IPCC.

4. As dificuldades das energias renováveis ante o desenvolvimento sustentável

4.1 Hidrelétrica

A geração hidrelétrica é de grande presença na matriz elétrica brasileira e possui significativas participações nas demais matrizes energética e elétrica, tanto global quanto brasileira. No entanto, sua insustentabilidade, revelada tanto ao longo do tempo, quanto sua vulnerabilidade devido à previsão das condições climáticas nos próximos anos, torna-a uma fonte inconsistente para a geração de energia e, ainda mais, ante os fenômenos previstos nas alterações futuras, que incluem a incidência de chuvas torrenciais, mas também secas prolongadas, segundo o diagnóstico apresentado pelo recente relatório do IPCC.

Quando essa matriz é a principal fonte de energia elétrica, em um cenário de fragilidade climática, recorre-se a alternativas, como foi feito no caso brasileiro. Um exemplo recente, foram as usinas termelétricas escolhidas para suprir a energia que não foi produzida, mas necessária para o funcionamento da sociedade. Ao pensarmos na utilização de uma fonte “renovável”, consideramos não apenas seu abastecimento teoricamente infinito, mas também a sua capacidade de ser reproduzida de forma sustentada. Vemos, assim, nas hidrelétricas um impeditivo devido à falta de garantia operacional contínua. Isso nos assegura de que haverá mais períodos inoperantes, levando-nos a concluir que esta não é uma fonte que poderia ser utilizada de forma sustentada no tempo, principalmente para tê-la como maior gerador de energia na matriz. As alternativas postas em prática para suprir sua ausência aceleram os fenômenos que comprometem o seu funcionamento futuro, já que as substitutas termelétricas

emitem GEE, intensificando as mudanças climáticas e afetando ainda mais o clima e o regime de chuvas.

Ademais, há ainda os grandes impactos ambientais conhecidos em sua construção como: impactos socioespaciais decorrentes do alagamento da área represada, atingindo áreas rurais onde há plantações e repercutindo no solo, causando erosão e alterando sua composição; impacto ambiental na fauna e na flora da região, ocasionando extinção de espécies; e deslocamento humano e de animais em razão das inundações (KORZENIEWICZ, 2021, p.30). Além dos impactos nas populações tradicionais, indígenas, quilombolas e ribeirinhas, cuja existência se relaciona intrinsecamente com o local em que habitam, ou habitavam, até serem expulsos ou mortos (GLASS, 2019).

Para expor o vínculo entre o desenvolvimento e sua dependência de ilegalidades, como inobservância de legislações e direitos, Verena Glass reconstrói a trajetória histórica das ações judiciais referentes às irregularidades cometidas ao longo dos processos e da gradativa implementação de hidrelétricas no país, com destaque para Belo Monte. Entre as irregularidades durante a construção desta hidrelétrica, encontram-se desde a ausência de avaliação ambiental integrada e hidrelétrica do rio até a nulidade da aprovação do Estudo e do Relatório de Impacto Ambiental; incluindo também a violação Constituição Federal (artigo 231, parágrafo 3º), que assegura que o aproveitamento dos recursos hídricos, potenciais energéticos, a pesquisa e lavra de mineração em terra indígenas ocorrerá apenas mediante efetiva autorização do Congresso Nacional, quando ouvidas as comunidades afetadas; e até a violação da Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho, da qual o país signatário deve consultar povos interessados através de suas instituições representativas cada vez que sejam previstas medidas legislativas e administrativas suscetíveis de afetá-los diretamente (GLASS, 2019, p.416).

Mesmo diante dessas violações, justifica-se Belo Monte a partir de um discurso sobre faltas futuras - de conforto, do direito de consumir, da perspectiva de acumular ou simplesmente do básico indispensável à sobrevivência-, caso “não seja feito o que tem que ser feito”, a despeito da reconhecida ineficiência energética e custo exorbitante. Como diz Verena Glass, alinhada à premissa de que o desenvolvimento da nação exige seus sacrifícios, está sempre à condição de que os sacrificados sejam os outros, aqueles arcaicos, obstáculos ao crescimento (GLASS, 2019, p.421).

Na medida em que este modelo de desenvolvimento depende da expansão de uma violência de direitos e ilegalidades, com o que “tem que ser feito”, a interpretação do desenvolvimento como expansão das liberdades propostas por Amartya Sen é, igualmente,

posta em xeque. No entendimento do autor indiano, o desenvolvimento consiste na expansão de várias liberdades individuais que, quando inibidas, resultam em poucas escolhas ou oportunidades de exercer sua capacidade de agência. Assim, deveríamos entender o desenvolvimento como aqueles fins relevantes, para além do destaque dado ao processo (SEN, 2000, p.3). A expansão das liberdades individuais não são apenas os objetivos primários do desenvolvimento, mas também são os meios para sua garantia, pois haveria uma conexão empírica entre seus diversos tipos, como liberdades políticas, oportunidades sociais e facilidades econômicas: liberdades políticas (como liberdade de expressão e eleições), ajudam a promover seguridade econômica, enquanto oportunidades sociais (nas formas de instalações de saúde e educação) contribuem para participação econômica (SEN, 2000, pp.10-11).

Dessa forma, ao engajarmos no debate sobre direitos e expansão de liberdade, abordamos questões como a contradição entre alguns ordenamentos jurídicos que defendem a garantia de direitos para uns, ao passo que tais ordenamentos se isentam de lidar direta e ativamente com os violadores desses direitos de outros. Nota-se, portanto, que há uma diferença entre a liberdade concedida para a busca pelo “desenvolvimento sustentável”, quando às custas dos povos arcaicos, e as liberdades destes. Ou seja, as dinâmicas de produção e consumo, alinhadas às hidrelétricas, sobrepujam os direitos da população, arduamente conquistados, à segurança, à vida e à terra. Esses direitos são insistentemente violados pertencem, majoritariamente, às populações locais e tradicionais, principalmente indígenas, quilombolas e ribeirinhas, aquelas consideradas dispensáveis para se alcançar o chamado “desenvolvimento”.

4.2 Solar

Ao adotarmos a emissão de GEE durante a geração de energia como o critério para considerar uma fonte de energia “limpa”, a energia solar estabelece-se como alternativa plausível, porque, de fato, não emite tais gases. Essa alternativa, segundo a Figura 1 na página 16 acima, é apresentada como opção de grande impacto na mitigação das emissões e ganhos econômicos investidos. Por ser gerada a partir da conversão direta da luz solar em energia elétrica, por meio de células fotovoltaicas nos formatos de painel rígido, filmes finos, ou célula orgânica, esperaria-se que o critério para a instalação de painéis solares fosse, então, o nível da incidência solar. Contudo, no Brasil o movimento percebido é que seu crescimento recente ocorreu onde há maior PIB per capita e não incidência solar, ou seja, na região sul e não na região norte (KORZENIEWICZ, 2021, p.31).

Ao compararmos o crescimento recente na micro e minigeração distribuída de 88% a Oferta de Energia Total em 2022, notamos que a energia solar representa apenas 0,36% do total

(EPE, 2022). Ou seja, ainda que tenha ocorrido uma expansão significativa desta forma de geração de energia, sua geração total está longe de ser expressiva na quantidade final de energia oferecida e consumida no país. Assim, para que ambas as gerações descentralizada e centralizada possam contribuir de fato com geração de energia nacional, precisaríamos de algumas alterações-chave:

Primeiro, seria necessário o estabelecimento de uma grande rede de transmissão de energia gerada entre as inúmeras bases de minigeração distribuída, permitindo o fluxo entre locais de maior produção para locais de menor produção. Importante considerar que 19% de energia elétrica é perdida durante a transmissão total no atual Sistema Interligado Nacional (SIN) - contendo grandes redes conectando áreas majoritariamente produtoras e áreas majoritariamente consumidoras de energia elétrica (BRASIL, 2022, p.51).

Segundo, sabemos que raramente as células fotovoltaicas operam em condições normais, já que a temperatura ambiente, temperatura de incidência e variação da radiação solar no painel afetam o desempenho das células fotovoltaicas: em meses mais quentes, a eficiência dos módulos é reduzida em função da temperatura mais elevada, enquanto em meses frios a redução ocorre devido a menor incidência solar nos painéis, resultando em uma variação de 5% na geração total de energia elétrica (RUVIARO et al, 2018).

Terceiro, o déficit entre a quantidade total de energia produzida em relação à energia consumida leva à necessidade de um aumento na produção, seja a partir da expansão do número de minigeradores, ou da expansão do modelo centralizado. Em ambos os casos, os sistemas fotovoltaicos apresentam perdas de eficiência na geração de energia. Sendo comum perder entre 1% e 2% no primeiro ano e nos demais entre 0,5% a 0,8% (PEREIRA, 2019) e resultando, portanto, na necessidade de mais capacidade instalada, a fim de compensar as perdas de eficiência previstas ainda em ritmo suficiente para suprir o seu consumo.

Por fim, considerando o processo econômico necessário para sua reprodução, não podemos esquecer da materialidade que lhe permite existir e das consequências biológicas, químicas e físicas dos processos produtivos ao planeta. Pensando na expansão da geração de energia solar, a primeira barreira é a disponibilidade dos metais raros e demais componentes fundamentais para a construção dos painéis solares, uma segunda seria toda cadeia global de valor necessária para a fabricação e transporte dos insumos extraídos e dos bens resultantes das etapas intermediárias até sua conclusão que são postos em segundo plano, por fim, há ainda o otimismo tecnológico para o desenvolvimento de baterias e redes de transmissão com melhores desempenhos.

A partir dessas dificuldades da geração de energia solar, percebemos como os limites físicos do planeta não condizem com o projeto de expansão contínua, tanto do desenvolvimento econômico, como do consumo de energia que, no caso brasileiro registrou em 2021, um consumo final de energia de 261 (Tonelada Equivalente de Petróleo (TEP))¹⁶, com projeções de 297 (TEP) para 2026 e 333 (TEP) para 2050 (BRASIL, 2022, p. 34).

4.3 Eólica

Com base no mesmo critério de emissão de GEE mediante seu funcionamento, a energia eólica é uma fonte renovável de destaque, segundo a Figura 1 na página 16 acima, sendo uma alternativa com grande impacto na mitigação das emissões e ganhos econômicos investidos, contribuindo para sua consolidação nos últimos anos. Porém, como apontam Araújo e Meireles (2019), na escala local esta expansão está longe de ser aceita na medida em que causa alterações indesejáveis aos ecossistemas, conflitos ambientais e implicações territoriais no espaço público corriqueiramente desconsideradas (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.62).

Os autores revelam como a modernização do setor elétrico, especialmente a maior adoção da energia eólica, é realizada a partir do suporte de um conjunto de códigos técnicos estabelecidos de maneira hegemônica nas negociações entre grupos sociais no processo de elaboração sociotécnica. No caso brasileiro, o modelo adotado remete à larga escala, cujos parques são construídos por um reduzido número de empresas multinacionais, em parceria com o Estado, concentrando números expressivos de aerogeradores por parques e localizados prioritariamente na zona costeira (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, pp.62-63). Esse modelo é confirmado ao revisitarmos os dados apresentados pelo relatório anual do EPE, apontando um aumento na capacidade instalada da energia eólica em 21,2% em relação ao ano anterior. Contudo, apenas 0,7% são resultados da micro e minigeração distribuída (EPE, 2022);

Na interpretação de Araújo Meireles, há uma disputa assimétrica entre grupos com distintos interesses e capacidade de influência no estabelecimento da energia eólica. Isto é, aqueles com mais poder costumam ter a suas práticas favorecidas por agentes na esfera pública, mesmo quando as práticas das empresas desestruturam e, algumas vezes, inviabilizam as práticas das populações locais. Resultando, assim, na desigualdade ambiental, em injustiças no acesso e uso de bens naturais e a subsequente distribuição desigual de males, que

¹⁶ Agência Internacional de Energia (IEA). Conversos de Unidade e Glossário: Tonelada Equivalente de Petróleo (TEP): unidade de medida definida como quantidade de energia liberada na queima de uma tonelada de petróleo, aproximadamente 42 gigajoule (GJ) ou 11.630 megawatt-hora (MWh). Disponível em: <https://www.iea.org/reports/unit-convert-and-glossary>

majoritariamente recaem sobre grupos sociais vulnerabilizados, enquanto os benefícios advindos desses projetos se destinam aos grandes interesses econômicos (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.64).

A contestação das vantagens da geração eólica é explorada pelos autores a partir do estudo de caso da região do Ceará-Brasil, líder em número de projetos desse tipo de energia renovável, tanto previstos como instalados, sendo, também, um dos locais com mais registros de denúncias de conflitos ambientais que envolvem as populações residentes próximas aos projetos (ARAÚJO, MEIRELES, 2019).

As consequências indesejadas da geração eólica são registradas no Estado desde 2005 por pesquisadores, pela população local e por movimentos sociais. De forma mais sistematizada, em 2012 foi realizado o “I Seminário de Energia Eólica: Conflitos e Injustiças Ambientais na Zona Costeira” promovido pelo Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC) e pela Rede Brasileira de Justiça Ambiental (RBJA). No seminário os participantes denunciaram como a implantação dos parques eólicos era acompanhada pela expropriação das populações locais, - principalmente por meio de restrições ao uso de terras comuns, de alterações na qualidade dos solos, nos recursos hídricos, na biodiversidade, - e por meio de mecanismos que inviabilizam as condições materiais e simbólicas necessárias para reprodução de suas práticas tradicionais. Dois anos após o primeiro evento, a segunda edição, nomeada “II Seminário Energia Eólica, Injustiças e Conflitos Ambientais nos Territórios Tradicionais e Camponeses”, incluiu não só novas questões, mas também comunidades de municípios diferentes devido à expansão dos projetos. (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.67).

Araújo e Meireles mapearam padrões que podem ser identificados durante a instalação e operação de projetos de desenvolvimento (seja de outras formas de geração de energia ou na indústria extrativista mineral), ainda que cada luta e disputa tenha sua peculiaridade própria (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.67). Alguns desses impactos serão abordados respectivamente a seguir, podendo ser entendidos sob duas chaves: impactos decorrentes de uma ideia sobre o que se busca com o “desenvolvimento”, e impactos decorrentes de uma “sustentabilidade” pensada para garantir a reprodução desses projetos.

Alguns impactos visíveis mais esperados em projetos de energia eólica em geral são a morte de aves, poluição sonora, impactos visuais, erosão dos solos e desmatamento da região, além de interferências eletromagnéticas. É recorrente, portanto, a localização dos parques eólicos em zonas livres, para minimizar os danos e interferências citados (KORZENIEWICZ, 2021, p.30). Esse distanciamento, porém, não se aplica aos parques vistos no Estado do Ceará, devido à alteração promovida pela SEMACE movendo o projetos previstos na região dos

campos de dunas para região de tabuleiro pré-litorâneo, a área com maiores populações de agricultores, indígenas, quilombolas e pescadores, justificando a instalação de praticamente todos os parques de aerogeradores na zona costeira, sendo parcial ou totalmente alocados em áreas de preservação permanente (APP) e abrangendo o campo de dunas fixas e móveis, planície de aspersão eólica e as lagoas interdunares sazonais (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.68).

Analisando a construção dos parques em Aracati, São Gonçalo do Amarante e Trairi, Meireles (2011) explicita como as implicações territoriais ocasionadas pela implantação e operação de parques eólicos na zona costeira alteram significativamente as características ecológicas e morfológicas desses ecossistemas, alguns processos comuns são: a remoção de grandes volumes de areia com desmatamento e soterramento de dunas fixas; a supressão de habitat e fragmentação dos ecossistemas locais; cortes e aterros de dunas fixas e móveis; fixação, impermeabilização e compactação de dunas móveis com introdução de material sedimentar; soterramento e fragmentação de lagoas interdunares (MEIRELES, 2011; ARAÚJO, MEIRELES, 2019). Outras consequências da fixação artificial das areias são a extinção dos sítios arqueológicos (o Ceará possui 71 ocorrências em 53 sítios distintos) e a privatização de sistemas ambientais com relevante interesse socioambiental (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p. 70).

Todas essas alterações são decorrentes do processo de abertura de vias de acesso para a instalação das bases dos aerogeradores, da preparação do terreno para os canteiros de obras, da interligação entre aerogeradores de um mesmo parque e da instalação de dutos subterrâneos que conduzem os cabos elétricos. Estes resultam em alterações morfológicas, topográficas e na fisionomia do campo de dunas. Consequentemente, esse conjunto de degradações interfere diretamente nos processos ecológicos relacionados à dinâmica desse ecossistema, alterando os fluxos de energia, matéria, e funções que se integram com demais sistemas ambientais costeiros (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.69). Os principais riscos resultantes da erosão costeira complementam os impactos iniciais: alteração na dinâmica hidrostática e disponibilidade de água doce; contaminação da água armazenada no aquífero dunar; extinção do campo de dunas e danos à fauna e à flora; supressão de habitats e alteração da paisagem vinculadas aos aspectos cênicos e de lazer (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.69).

Alguns desses impactos já são percebidos pelas comunidades afetadas, segundo observações em campo e relatos de moradores da região. Além disso, Araújo e Meireles demonstram como algumas funções ecológicas foram alteradas, dentre elas, a disponibilidade de água doce no lençol freático - que constitui uma das principais preocupações das populações

locais, pois apresenta níveis historicamente baixos em relação às médias dos anos anteriores, mesmo durante os períodos de estiagem (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.69).

Para além do aspecto ambiental dos bens comuns, do campo de dunas, lagoas interdunares e disponibilidade de água doce, os impactos do processo de instalação dos parques atingem também a esfera social. A abertura de vias de acesso para a passagem de veículos e de maquinário pesado ocasiona diversos efeitos indesejáveis para as populações. Estes incluem desde o aumento de poeira e de areia dentro das residências - ambos produzindo transtornos permanentes e suspeitas de estarem relacionados ao aumento de doenças respiratórias em algumas comunidades devido à visível deterioração da qualidade do ar -, até danos à infraestrutura local, às residências, igrejas e associações (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.70).

Para além das implicações visíveis, o estabelecimento dos aerogeradores e das demais infraestruturas afeta também a segurança e o aspecto psicológico da população local a partir do chamado “território do medo”, delimitado por placas indicando “risco de morte” e “rota de fuga” dispostas nas proximidades dos parques, entre as dunas, nas lagoas interdunares, em espaços de uso comum e próximas às residências (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.71).

Seguindo os avisos, é frequente o uso de segurança armada e construção de torres de vigilância por todo o território em espaços de uso comum da população. Apesar da maior parte dos parques estar localizada em terrenos de fato arrendados pelas poucas empresas, portanto de caráter privado, toda a infraestrutura montada, desde as estradas e vias de acesso, até as cercas e portões, não se encontram dentro desses terrenos, atravessando limites públicos. Dessa forma, a presença de seguranças armados, cercas e portões, juntamente com as sinalizações de morte, geram grande tensão entre os moradores, impedidos de transitar em locais de uso comum sob ameaças de violência. Em certos casos, os moradores ficaram impedidos de percorrer trajetos que atravessavam diariamente até a faixa de praia, sendo necessário adotar outros mais longos, que acrescentam horas aos deslocamentos, pois os aerogeradores e suas vias de acessos fragmentam todo o território de campo de dunas (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.72).

Na defesa da maior ampliação da fonte eólica, é comum o argumento da geração de empregos na fase de instalação, sob o discurso de proporcionar desenvolvimento e progresso às regiões carentes. No momento inicial da instalação, há de fato, a oferta de aproximadamente 1.000 vagas para funcionários terceirizados na construção civil, com relatos de péssimas condições de trabalho e recorrentes violações de direitos. Tais postos, contudo, são temporários, com duração aproximada de seis meses, já que na fase de operação o número se reduz ainda mais (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.73).

Outro desdobramento que preocupa as populações locais é a migração de trabalhadores na fase de instalação dos empreendimentos e suas consequências. Como ocorre em demais grandes projetos de energia e mineração, as empresas empregam um número pequeno de mão de obra local, por vezes não alcançando 50% do total. A maior parte desses trabalhadores é masculina, com idade média entre 19 e 25 anos. Eles ficam alojados nas proximidades dos parques no período de instalações e posteriormente, enquanto parte retorna para seus locais de origem, outra se estabelece na região. Os moradores relatam como esse processo sobrecarrega os serviços públicos de saúde, educação e segurança pública, antes já defasados e agora enfrentam uma demanda que não é absorvida, pelo contrário, se expande e torna-se excedente. Além disso, demais problemas sociais nas comunidades agravam-se, como uso abusivo de drogas por jovens, aumento da exploração sexual, violência contra a mulher e gravidez indesejada na adolescência (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.74).

Em seu funcionamento pleno, as turbinas dos aerogeradores causam queixas devido ao ruído, cuja presença constante pode ter uma possível relação causal com alterações fisiológicas nas populações que residem perto dos parques (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.75). Para amenizar este problema seria razoável manter uma distância mínima segura, segundo a SEMACE: “Tal distância não poderá ser inferior à metragem da altura da torre acrescido do comprimento da pá do projeto a ser licenciado, como deverá garantir a salubridade da população envolvida através de um Estudo de Análise de Risco inclusive com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)”¹⁷. Caso fôssemos aplicar esses parâmetros da instrução normativa de 2018 para uma instalação hipotética de um dos maiores aerogeradores do mundo¹⁸ teríamos: altura 236 metros e comprimento das pás de 115 metros, totalizando 351 metros de distância mínima. Este caso hipotético estaria bastante abaixo das médias de segurança adotadas por França, 1.000 metros e Alemanha e Inglaterra, 1.500 metros. Um exemplo real do que ocorre no Brasil pode ser encontrado no parque da Amontada (CE-Brasil), a distância faz-se alarmante, para não dizer nociva, uma vez que é menor do que 100 metros (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.72).

O caso cearense ilustra como as desigualdades ambientais crescentes em situações de conflito no espaço público, acompanhadas de expropriações, mostram, também, resistências e conquistas. Esses sujeitos afetados não se resumem a vítimas do “efeito colateral latente”; pelo

¹⁷ FORTALEZA, 2018: Instrução Normativa COEMA Nº 1 DE 13/11/2018. Disponível em https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2019/09/INSTRU%C3%87%C3%83O-NORMATIVA-N%C2%BA1_2018-COEMA-DE-13_11_2018.pdf Último acesso em 18/06/2022

¹⁸ SIEMENS, SG14-236 DD Offshore. Disponível em <https://www.siemensgamesa.com/products-and-services/offshore/wind-turbine-sg-14-236-dd> Último acesso em 06/07/2022

contrário, posicionam-se na arena desigual de poder, onde distintas estratégias político-discursivas são permanentemente acionadas em vias de garantir a afirmação de seus modos de vida, de seus territórios e de condições materiais e simbólicas necessárias para a reprodução de suas práticas tradicionais (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.76).

Uma dessas resistências é a permanente ocupação do território, frustrando o argumento de “territórios vazios” que, portanto, poderiam ser ocupados pelas empresas, dada a pouca ou nenhuma atividade social e cultural, configurada por pessoas “carentes” que supostamente necessitam do dito desenvolvimento proporcionado por esses projetos para superar a condição de “atrasadas”. Resistindo a esse ideal, as populações das zonas disputam valores para o dito “desenvolvimento” atestando que, ao contrário do senso comum, esses territórios estão repletos de vida e de riqueza próprias, e de uma ampla diversidade cultural e social (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.76). Concretizando sua capacidade de ação direta, uma comunidade em Itapipoca-CE iniciou um automonitoramento dos recursos hídricos quando sob a ameaça da implantação de um parque eólico nas proximidades, a fim de impedir que eles fossem utilizados de modo indevido pelas empresas. Assim, a população instituiu turnos de revezamentos para monitorar a principal lagoa que abastece sua comunidade (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.78).

Essa medida de resistência comunitária expõe como esses projetos são caracterizados por uma “acumulação por espoliação”, na qual a expropriação e privatização de áreas de uso comum e recursos territoriais auxiliam o projeto implementado. A legitimidade da energia eólica como uma fonte de “baixo impacto ambiental” é, portanto, questionada na escala local, principalmente pela população diretamente afetada e que resiste aos conflitos ocasionados pelas desigualdades ambientais e distribuição desigual dos benefícios e malefícios desses projetos. A partir da resistência coletiva, os grupos locais refutam uma caracterização vitimizadora e assumem uma postura política dotada de estratégias, ações e práticas em vias de garantir seus modos de vida, seus territórios e condições materiais e simbólicas necessárias para a reprodução de suas práticas tradicionais (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, p.79).

O processo econômico de expropriação e a acelerada mercantilização de bens não mercantis - ou seja, que não advém do trabalho humano -, estes sendo terra, água e vento, ocorrem tanto por parte dos agentes econômicos quanto por mecanismos extra econômicos, a partir da conversão de distintas formas de direitos de propriedades comuns e coletivas para exclusividade privada. Em análise mais atenta, percebemos a imposição de práticas de valores às comunidades afetadas, a privatização das terras e bens comuns, as práticas de coerção e variados elementos de violência física e simbólica, resultando na “acumulação por espoliação” (ARAÚJO, MEIRELES, 2019, pp.64-65). Esse processo ocorre, segundo Camila Moreno, com

novos cercamentos (*enclosures*) desses “ativos ambientais”, seguidos da criação de exclusões (que separam componentes indivisíveis da biodiversidade e dos ecossistemas). Tal processo assegura um marco jurídico que garante direitos de propriedade e possui como consequência mudanças culturais que assinalam uma nova relação com os espaços: o que antes era percebido socialmente como um bem comum pode ser legitimamente transformado em propriedade privada (MORENO, 2019).

Pode-se definir as “energias limpas” como fontes causadoras de grandes contradições e injustiças no processo de implantação de tecnologias. Isso ocorre, pois este reduz tudo à emissão de GEE, sem incorporar as demais dimensões dos conflitos ambientais, econômicas, políticas e culturais das populações locais, as relações desiguais de poder e as desigualdades de acesso e de uso dos bens naturais. Desse modo, entendemos que as partes defensoras da “energia limpa” assumem uma neutralidade da razão progressista que nasce “(a)o abraçar fervorosamente a fé cega no progresso (ou seja, o credo colonial-capitalista do evolucionismo, o cientificismo e a onipotência e ‘neutralidade’ tecnológica)”, cuja razão acredita no “crescimento infinito e desejável da história, e na redistribuição desse crescimento como ‘caminho’ da redenção social” (ARAÓZ, 2019, p.457).

A dupla contradição das fontes renováveis manifesta-se nos termos “desenvolvimento” e “sustentabilidade”. Estes termos geralmente aparecem adjacentes à “energia limpa” que visa o desenvolvimento sustentável como alternativa às mudanças climáticas diagnosticadas, pois eles são relacionados às ações de preservar e recuperar a natureza. Tentamos expor aqui como esta “energia limpa” é destrutiva e danosa revelando, então, essa contradição da “energia limpa”. A respeito do dito “desenvolvimento”, as consequências socioeconômicas locais abordadas principalmente a partir do caso da energia eólica ilustram grandes impactos sociais que, ao invés de garantir melhores condições de vida, comprometem os serviços básicos existentes, geram medo, deterioram a saúde da população e afetam negativamente seus modos de vida. Em relação à suposta “sustentabilidade”, os impactos socioambientais decorrentes superam em largas medidas o cálculo sobre emissões de GEE, deixa-se de emitir na geração de energia, mas às custas de grandes interferências nos ecossistemas locais.

Em ambos os casos, deparamo-nos com a contradição entre esse sonho social, que é o desenvolvimento sustentável, e as crises agravadas por ele. Faz-se, portanto, necessário um novo paradigma social, com outras bases e pressupostos para assegurarmos, não a “salvação do planeta” ou da biosfera, como relembra Veiga, mas para não encurtarmos o prazo de validade da espécie humana (VEIGA, 2019, p.36).

5. Conclusão

A partir do panorama atual das mudanças climáticas baseado no relatório do IPCC (2022) e nos compromissos da COP 26 (2021), percebemos que a questão proeminente na agenda ambiental é a emissão de gases de efeito estufa (GEE). São inequívocos os efeitos causados pela emissão antrópica de GEE, uma vez que as decorrências dessas mudanças já são vistas hoje e hão de se agravar ainda mais para cada grau que a temperatura média global subir. A esperança para amenizar e talvez reverter grandes cenários de crise necessita enormes esforços, alterando drasticamente as estruturas produtivas e organizações societais globalmente.

Entre ações de mitigação, pensando nessas consequências futuras, é destacada a geração de energia como campo de grande potencial para que se reduzam emissões de GEE e transformem os prejuízos previstos em ganhos econômicos. Assim, as matrizes energéticas e elétricas mundiais e brasileiras foram apresentadas. Nelas, a presença de fontes renováveis é variada, com grande destaque para a energia hidrelétrica brasileira, mas também para as fontes eólica e solar, tanto no cenário brasileiro como mundial, devido ao seu rápido crescimento recente, ao grande potencial de mitigação de emissões e aos ganhos econômicos projetados em caso de expansão.

Dentre essas três fontes, a eólica foi abordada com mais atenção, ao buscarmos entender como sua implementação em maior escala poderia, de fato, proporcionar o dito “desenvolvimento sustentável”. A partir dos impactos de sua aplicação, foi verificado que esse tipo de geração de energia, apesar de entendida como “limpa” por não emitir GEE, não pode ser considerada como alternativa direta para proporcionar o “desenvolvimento sustentável” discutido nas instituições e cúpulas internacionais. Isso ocorre, pois a sua implementação causa grandes impactos justamente nos âmbitos que se compromete alterar: o “desenvolvimento” local para as comunidades e populações negativamente afetadas e a “sustentabilidade” dos ecossistemas próximos aos parques eólicos, como vistos na região do Ceará, a região com maior quantidade de projetos implantados e previstos no Brasil.

Nos deparamos, assim, com os limites de um projeto civilizatório tão potente que trouxe consigo uma nova era geológica. Portanto, para a continuidade da espécie humana ante às profundas transformações nos processos e ciclos bio-físico-químicos do planeta, novos paradigmas sociais são urgentemente necessários. Algumas concepções como o Decrescimento e o Bem Viver adotam modelos alternativos para os rumos societais, alternativos ao “desenvolvimento” em qualquer instância, longe do modelo dominante que insiste em esverdear uma promessa esvaziada que nunca se concretizou.

6. Referências bibliográficas

ARÁOZ, Horacio Machado; O Debate sobre o ‘Extratativismo’ em tempos de ressaca; a Natureza americana e a ordem colonial. In: DILGER, Gerhard; LANG, Mirian; PEREIRA FILHO, Jorge (org): *Descolonizar o Imaginário; Debates sobre pós-extratativismo e alternativas ao desenvolvimento*. Fundação Rosa Luxemburgo, 2019. Capítulo 13, pp.446-471.

ARAÚJO, Júlio César Holanda, MEIRELES, Antônio, Jeovah de Andrade: Entre Expropriações e Resistências: Mapas das Desigualdades Ambientais na Zona Costeira do Ceará, Brasil. In: A. Gorayeb, C. Brannstorm, A.J. Meireles (Organizadores): *Impactos Socioambientais da Implantação dos Parques de Energia Eólica no Brasil*, Fortaleza, Edições UFC, 2019, pp.61-81.

ARORA, Naveen, Kumar; MISHRA, Isha: *COP 26: more challenges than achievements*. *Environmental Sustainability* (4), 2021, pp. 585–588.

BECK, Ulrich; *Sociedade do Risco: rumo a uma outra modernidade*, Editora 34, SP, 2010.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético: *Plano Decenal de Expansão de Energia 2031*, 2022.

ALTVATER, Elmar, *O Fim do capitalismo como o conhecemos*. Editora Civilização Brasileira, Rio de Janeiro, 2010.

CASTILLO, Teresa Fajardo del; ERITJA, Mar Campis; *La COP26 de Glasgow Sobre el Cambio Climático: ¿Truco o Trato?*. *Revista Catalana de Dret Ambiental* ,Vol. XII Núm. 2, 2021, pp.1-32

CARMO, Roberto Luiz do; ANAZAWA, Tathiane Mayumi; *Hidromegalópoles São Paulo-Rio de Janeiro; Escassez Hídrica, Sobreposição de Espacialidades e Conflitos*. IPEA, boletim regional, urbano e ambiental. 17, jul-dez, 2017.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, Comissão Brundtland: *Report of the World Environment and Development; Our Common Future* 1987. Disponível em:

<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

DANOWSKI, Déborah; VIVEIROS DE CASTRO, Eduardo; *Há Mundo Por Vir Ensaio sobre os medos e os fins*, Cultura e Barbárie, Florianópolis, 2015

GLASS, Verena; O Desenvolvimento e a Banalização da Ilegalidade; a história de Belo Monte. In: DILGER, Gerhard; LANG, Mirian; PEREIRA FILHO, Jorge (org): *Descolonizar o Imaginário; Debates sobre pós-extrativismo e alternativas ao desenvolvimento*. Fundação Rosa Luxemburgo, 2019. Capítulo 11, pp.405-427.

IPCC, 2021: Sumário para Formuladores de Políticas. Em: *Mudança do Clima 2021: A Base da Ciência Física. Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. No Prelo. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/IPCC_mudanca2.pdf

IPCC, 2022a: Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicy_makers.pdf

IPCC, 2022b: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and

New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.001
https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_SummaryForPolicymakers.pdf

KORZENIEWICZ, Maria Bethanya Dalla Vecchia: *Análise da Matriz Energética Brasileira e a Participação das Energias Renováveis a partir das Políticas Ambientais Energéticas*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento da Escola de Negócios da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2021.

MEIRELES, Antônio Jeovah de Andrade. Danos socioambientais originados pelas usinas eólicas nos campos de dunas do Nordeste brasileiro e critérios para definição de alternativas locais. CONFINS (Online), v.11, 2011. Disponível em <https://journals.openedition.org/confins/6970?lang=pt#citedby> > Acesso em 17/06/2022.

MORENO, Camila: As Roupas Verdes do Rei; economia verde, uma nova forma de acumulação primitiva. In: DILGER, Gerhard; LANG, Mirian; PEREIRA FILHO, Jorge (org): *Descolonizar o Imaginário; Debates sobre pós-extrativismo e alternativas ao desenvolvimento*. Fundação Rosa Luxemburgo, 2019. Capítulo 7, pp.263-303.

MACHADO, Carolyne Bueno, ARAGÃO, Luiz Eduardo Oliveira Cruz de; *Influência da Pluviosidade na Área Superficial do Sistema de Abastecimento de Água Cantareira (2003-2014)*, Revista Brasileira de Cartografia, Nº 69/9, Edição Especial Geotecnologias e Desastres Naturais: 1753-1764 Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, 2017.

VEIGA, José Eli da; *Sustentabilidade: a legitimação de um novo valor*. SENAC, São Paulo, 2019.

RUVIARO, Raiana Spat et al: *Análise da Variação da Eficiência do Módulo Fotovoltaico em Função da Temperatura*, VII Congresso Brasileiro de Energia Solar – Gramado, 2018.
Disponível em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/29/29>

SEN, Amartya: *Development as Freedom*. Alfred A. Knope, Inc. New York, 2000

SHIVA, Vandana; *Who Really Feeds the World? The Failures of Agribusiness and the Promise of Agroecology*, North Atlantic Books, Berkeley, California, 2016

PEREIRA, Naron Xavier: Desafios e Perspectivas da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil: Geração Distribuída vs Geração Centralizada- Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” na Área de Concentração Diagnóstico, Tratamento e Recuperação Ambiental. 2019. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/181288/pereira_nx_me_soro.pdf?sequenc e=3&isAllowed=y