U.PORTO

FEP FACULDADE DE ECONOMIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

REFUGIADOS CLIMÁTICOS INTRANACIONAIS NO BRASIL: A AMAZÓNIA, A DEGRADAÇÃO E A MIGRAÇÃO FORÇADA

Pedro Minhaco de Carvalho

Dissertação
Mestrado em Economia

Orientado por
Professora Doutora Maria da Conceição Pereira Ramos

2021

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, Patrícia e Eurico, que tanto me apoiaram, de maneira incansável, moral e financeiramente, durante todos esses anos com muita paciência, amor e dedicação. Sem eles nada disso seria possível.

Aos meus demais familiares que sempre torceram pelo meu sucesso acadêmico e profissional.

À minha amiga Maria Vittória, que me incentivou e me inspirou com seu jeito de ser e com quem sempre pude contar nos momentos que mais precisei. Você foi essencial.

Aos meus amigos de infância e de vida - Julia, Gabriela, Gabriel, Ana, Mafer, Giulia, Rafael, Bárbara, Henrique, Tathiane, Bruna, Bia, Fê S., Felipe, Caio - e tantos outros que agora me fogem da memória - que mesmo de longe, deram valiosos e longos conselhos durante todo o período do mestrado, e que passaram horas ao telefone me lembrando de que, do outro lado do oceano, eu era muito amado.

Aos amigos que fiz em Portugal - Reno, Vitor, Gabi, Nerê, João, Filipe, Luiz, Heitor, Manoel, Pedro, Patrícia, Larissa, Duda, Clara, Ana Clara, Milla, Cátia, Joana, João, Ângela, Miriam, Nuno, Zuleika e Abel - e que tive o prazer de conhecer e dividir momentos saudosos e inesquecíveis. Vocês fizeram eu me sentir em casa.

À minha psicóloga Hellen, que me ajudou a entender quem eu sou, a controlar minha ansiedade e foi peça-chave na escolha do tema deste trabalho. Hoje concluo o mestrado, pois tive apoio psicológico de uma profissional incrível.

À minha orientadora, Professora Doutora Maria da Conceição Pereira Ramos, que abraçou este tema junto comigo e me orientou, não só na execução deste trabalho, mas também em outras áreas da minha vida pessoal, quando não sabia o que fazer. Professores assim tornam mais suaves o caminho académico.

A todo o corpo docente do curso de Mestrado em Economia da Faculdade de Economia da Universidade Porto, em especial à minha tutora, Professora Maria Isabel Mota, por dividirem os seus valiosos conhecimentos de maneira ética.

A todos os funcionários desta tradicional e honrosa Universidade, por trabalharem de maneira dedicada, direta ou indiretamente, em prol de um mundo melhor através da educação. Nossa escola só funciona com vocês.

Resumo: Os efeitos do expressivo crescimento populacional, junto com a exploração insustentável dos recursos naturais, resultam no acelerado aquecimento terrestre e no aumento de desastres naturais climáticos. A maior frequência destes eventos força milhões de pessoas a se refugiarem, são os chamados "refugiados do clima". No Brasil, o fenómeno dos Rios Voadores, cursos massivos de água atmosféricos, está ameaçado pelos incêndios na floresta Amazónica. Pela sua dimensão, o seu esgotamento pode intensificar os fluxos migratórios. Este trabalho tem como objetivo analisar os impactos da exaustão dos Rios Voadores nas migrações forçadas, devido ao aumento da frequência de incêndios florestais na Amazónia Brasileira, somado ao anunciado fracasso internacional em conter o aumento da temperatura média global.

Códigos JEL: Q54; Q56; R23.

Palavras-chave: Migrações Forçadas, Refugiados do Clima, Rios Voadores, Brasil

Abstract: The effects of expressive population growth and the unsustainable exploitation of natural resources, resulting in accelerated global warming and an increase in natural climate disasters. The greater frequency of these events forces millions of people to migrate, they are called "climate refugees". In Brazil, the Flying Rivers phenomenon, massive atmospheric watercourses, is threatened by fires in the Amazon Forest. Due to its size, its depletion can intensify migratory flows. This work aims to analyze the impacts of the exhaustion of the Flying Rivers on forced migrations, due to the increased frequency of forest fires in the Brazilian Amazon, combined with the announced international failure in containing the increase in global average temperature.

JEL Codes: Q54; Q56; R23.

Keywords: Forced Migrations, Climate Refugees, Flying Rivers, Brazil

Índice

1. Introdução 1

2. Revisão de literatura 4

3. Metodologia 9

4. Da poluição à migração forçada 10

4.1. Acordos internacionais climáticos, emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), temperatura terrestre. 10

4.2. Incêndios florestais - sazonalidade ou fogo ilegal? 23

4.3. Esgotamento dos Rios Voadores da Amazónia (RVA) 31

4.4. Refugiados do clima - a migração climática forçada no Brasil 38

5. Conclusão 44

6. Referências bibliográficas 47

Índice de figuras

Figura 1: Biomas do Brasil 23

Figura 2: Transformação do uso da terra do território amazónico 29

Figura 3: Fluxo da humidade 32

Figura 4: Relevo sul-americano 34

Figura 5: Hidrografia brasileira 35

Figura 6: Histórico SPI nas escalas de 12 e 24 meses para a bacia do rio Paraná 36

Figura 7: Armadilha socioeconómica ambiental 40

Figura 8: Sumariação dos conceitos 45

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Emissão de CO_2 pela combustão de combustíveis em milhões de toneladas (1971 - 2018)....14

Gráfico 2: Matriz energética mundial - 1971 15

Gráfico 3: Matriz energética mundial - 2018 16

Gráfico 4: Matriz energética mundial anual por tipo 17

Gráfico 5: Energia vs. poluição 18

Gráfico 6: Temperatura mundial média anual 20

Gráfico 7: Média de 50 anos das temperaturas médias anuais no mundo 21

Gráfico 8: Emissões de CO_2 x temperatura média anual 22

Gráfico 9: Média mensal histórica do total de focos de incêndio ativos desde 1998....24

Gráfico 10: Desmatamento, fogo e uso da terra 26

Gráfico 11: Transmissão da cobertura do solo na região amazónica 27

Gráfico 12: Transformação da superfície amazónica....28

Gráfico 13: Migrações internas no Brasil (2008 - 2020) 42

Índice de Tabelas

Tabela 1: Comferência das Partes (COP's) 10

Tabela 2: Temperatura global média anual 19

1. Introdução

As mudanças climáticas, como consequência do aquecimento global, são realidade e seus efeitos sentidos no mundo todo. É de comum percepção, e cientificamente observado, que a frequência com que os desastres naturais vêm ocorrendo nos últimos anos, é maior do que em tempos passados, não somente pela maior comunicação destes, mas, principalmente, pelo aumento do número destes eventos. (UNDRR, 2020)

Segundo o relatório da Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UNDRR, 2020), entre os anos de 2000 e 2019, houve um aumento de, aproximadamente, 74,50% no número de desastres naturais reportados em todo o planeta, levando a um crescimento trilionário de 82% nos prejuízos relacionados, afetando 780 milhões de pessoas a mais, na comparação com o período de vinte anos compreendido entre os anos de 1980 e 1999. Destes desastres naturais reportados pelo mundo no último período, aproximadamente, 91% são relacionados com o clima[1]. (UNDRR, 2020)

Para além dos impactos económicos dos eventos climáticos extremos, as migrações forçadas, intranacionais e transfronteiriças, relacionadas com o clima, devem ser levadas em consideração e, seus desdobramentos, analisados de maneira cautelosa, dado que, segundo Ionesco (2019), é difícil separar as razões climáticas dos motivos económicos e sociais, entre outros, pelos quais os indivíduos migram.

De acordo com a convenção da Organização das Nações Unidas relativa ao Estatuto dos Refugiados de 1951, um indivíduo pode ser considerado um refugiado em razão de "medo de perseguição por raça, religião, nacionalidade, pertencimento a um grupo social ou opiniões políticas" ("United Nations Convention relating to the Status of Refugees," 1951, p. 152), ou seja, não são considerados refugiados, aqueles que, por motivos climáticos abandonam, temporária ou permanentemente, os seus locais de residência. ("United Nations Convention relating to the Status of Refugees," 1951)

Contudo, segundo o relatório do Banco Mundial, se não forem tomadas medidas para conter as alterações climáticas, haverá, até 2050, mais de 140 milhões de migrantes climáticos dentro dos próprios países, nas três regiões analisadas pelo relatório - África Subsaariana, Ásia Meridional e América Latina. (Rigaud et al., 2018)

[1] São seis, os subgrupos de classificação de um desastre natural, segundo Guha-Sapir et al. (s.d.). São eles: Geofísico, meteorológico, hidrológico, climatológico, biológico e extraterrestre. Entende-se como desastres naturais relacionados com o clima, os eventos meteorológicos, hidrológicos e climatológicos.

Para a Diretora Executiva do Banco Mundial, Kristalina Georgieva, "Todos os dias a mudança climática se torna uma ameaça económica, social e existencial mais urgente para os países e seus habitantes." (Rigaud et al., 2018, p. 3)

No Brasil, as recentes queimadas da floresta Amazónica (Dantas, 2020) lançam um alerta importante para o país: incêndios de origem ilegal, promovidos por grupos criminosos, somados à sazonalidade dos períodos de seca, põem em risco o fenómeno dos Rios Voadores Amazónicos (RVA) - cursos aquáticos atmosféricos advindos da evapotranspiração das árvores da floresta Amazónica que precipitam em outras regiões da América do Sul e do Brasil -, consequentemente, o regime de chuvas, o abastecimento dos rios terrestres do centro-sul do país, a regulação do clima brasileiro (Brasil das Águas, s.d.) e, no limite, ameaça a estabilidade da região no que diz respeito às migrações forçadas provocadas por aumento de estresse socioambiental.

Em reunião ministerial ocorrida em abril de 2020, o então Ministro do Meio Ambiente do Brasil, Ricardo Salles, deu declarações preocupantes acerca da simplificação de normas ambientais que acabam por fomentar práticas criminosas contra o meio ambiente. Era momento, segundo ele, "de tranquilidade no aspecto de cobertura de imprensa, porque só fala de COVID e ir passando a boiada e mudando todo o regramento e simplificando normas." (G1, 2020, p. 1)

Pelo caráter recente dos acontecimentos, a escassa literatura e a não disponibilidade, ainda, de certos dados, tornam relevantes trabalhos com tal enfoque, por contribuir para a discussão multidisciplinar dos inúmeros e sérios efeitos das ações humanas e das mudanças climáticas na estabilidade e no cotidiano de toda a população mundial e, neste caso, a população brasileira.

Com tudo isto, a questão à qual o presente trabalho pretende responder diz respeito aos impactos de uma eventual escassez ou diminuição de águas pluviais, devido à elevada área Amazónica desmatada nos últimos anos, nos movimentos migratórios forçados no Brasil.

Para responder a tal questão, o presente trabalho tem por objetivo expor e analisar a literatura existente, verificar a relação entre a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), o aquecimento global e as queimadas na região Amazónica, apresentar dados sobre o a dimensão dos Rios Voadores Amazónicos no Brasil e estimar o impacto do esgotamento deste fenómeno nos movimentos migratórios.

Por haver lacunas no que diz respeito à literatura e dados acerca dos RVA e dos movimentos migratórios forçados por motivos climáticos, bem como o tipo de metodologia adotado, os resultados obtidos pela presente dissertação de mestrado têm caráter exploratório.

Na Revisão de Literatura, são abordados os temas centrais do presente trabalho, apresentando as suas definições e expondo e comparando os diversos trabalhos, pontos de vista dos autores e resultados encontrados na literatura. Na Metodologia, são explicados os métodos a serem utilizados de acordo com os objetivos para responder à questão de investigação. Já no quarto capítulo, subdividido em 3 secções, são explicitadas a história dos acordos internacionais climáticos, a análise da relação entre as emissões de gases de efeito estufa e o aumento da temperatura média mundial, a investigação da influência deste aumento nos incêndios florestais na Amazónia, bem com, a observação do impacto do esgotamento do fenómeno dos Rios Voadores nos fluxos migratórios internos no Brasil. Na Conclusão, são explicitados os resultados e a sumarização de todos os conceitos expostos nesta dissertação de mestrado.

2. Revisão de literatura

Migrar é um comportamento natural dos seres vivos e ocorre não somente entre os humanos, mas também entre outros animais. Há aproximadamente 100 mil anos, os primeiros deslocamentos populacionais, dos Hominídeos, ocorreram do continente africano em direção ao resto do mundo, povoando todas as regiões do planeta. (American Museum of Natural History, 2016)

Migrações climáticas são, de acordo com a Organização Internacional para as Migrações (IOM, 2019),

> O movimento de uma pessoa ou grupos de pessoas que, predominantemente por razões de repentina ou progressiva mudança no ambiente devido à mudança climática, são obrigadas a deixar seus locais habituais de residência, [...], temporária ou permanentemente, em direção a locais dentro ou fora dos limites de seu país de origem. (p. 31)

De acordo com a base de dados internacional de desastres (EM-dat), entre os anos de 2008 e 2010 a Síria experimentou uma escassez de água que afetou cerca de 1,3 milhões de pessoas (Guha-Sapir et al., s.d.). Autores argumentam a favor e contra a hipótese de que a seca que atingiu o país contribuiu para a eclosão da Guerra Civil no ano de 2011.

Segundo Ramos e Ramos (2016), a migração forçada destes milhões de pessoas para as cidades, que já estavam sob tensão, contribuiu para o desencadeamento do conflito. Já para Selby et al. (2017), não existem evidências fortes de que a Guerra fora motivada, entre outros fatores, pelo deslocamento populacional das regiões afetadas pela seca.

Apesar de não poder afirmar que a variabilidade do clima é fator suficientemente determinante na promoção dos movimentos migratórios, há, de acordo com o estudo de Fang e Liu (1992), forte relação entre o fenómeno das migrações e as mudanças climáticas no período estudado por eles.

O clima, contudo, sempre influenciou o modo de vida dos seres humanos. Ainda na Idade da Pedra (2,5 mi a.c. - 3.000 a.c.), o aquecimento da superfície terrestre marcou o fim do período Paleolítico (2,5 mi a.c. - 10.000 a.c.), em que, com o derretimento de parte das calotas glaciais, o nível do mar foi elevado e rios e lagos foram formados. Com essas transformações,

já no período Neolítico (5.000 a.c. - 3.000 a.c.), as sociedades, antes predominantemente caçadoras e nômades, se sedentarizaram pela descoberta da agricultura que surgia nas encostas dos rios. Surgiram assim as civilizações da Mesopotâmia, ao longo dos rios Tigre e Eufrates, e do Egito ao longo do rio Nilo. (Mazoyer & Roudart, 2008)

Com este processo de exploração cada vez maior da agricultura, a população mundial começou a crescer, passando de, aproximadamente, 5 milhões de pessoas no ano 8.000 a.c., para 200 milhões no ano 1 d.C. Foi com a Revolução Industrial no século XIX, porém, que a taxa de crescimento demográfico deu um salto: nesse período, a humanidade atingiu 1 bilhão de habitantes. Apenas 200 anos mais tarde, a população mundial somou 7 bilhões de pessoas em todo planeta. (American Museum of Natural History, 2016; Worldometer, s.d.).

Devido ao acelerado crescimento populacional, a exploração dos recursos naturais também aumentou, em consequência da maior produção de alimentos e energia. Com isso, a área desmatada de florestas nativas para plantio e para criação de animais de abate e a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) cresceram substancialmente.

Os efeitos da exploração excessiva destes recursos causam aumento da temperatura média terrestre, gerando desequilíbrio do clima mundial, e, consequentemente, a elevação da frequência de eventos naturais climáticos extremos, como períodos de estiagem cada vez mais intensos e longos. A ocorrência destes eventos força e, se medidas eficientes não forem tomadas, continuarão forçando, milhões de pessoas a se refugiarem, gerando instabilidade, prejuízos financeiros e danos ao desenvolvimento social em todo o planeta.

Por mais que existam países que obtêm melhores performances em índices como *Climate Change Performance Index* (CCPI), que avalia o desempenho de cada país na proteção ambiental à luz da emissão de gases de efeito estufa, energias renováveis e políticas climáticas, não há o que comemorar: nenhum dos mais de 50 países (e a União Europeia) apresentados e analisados pelo CCPI obtiveram resultados que os permitissem ocupar as primeiras três posições do ranking e, mesmo que todos os Estados desempenhassem papel tão satisfatório quanto ao da Suécia (4º colocado), não bastaria para evitar sérias mudanças no clima. (Burck et al., 2020)

A conta é simples: o crescimento populacional vertiginoso somado à utilização insustentável dos recursos naturais, resultam no aumento da variabilidade, das mudanças e dos desastres naturais climáticos que, por consequência, causam maior estresse socioambiental (e socioeconómico) e intensificação dos fluxos migratórios. (Claro, 2012)

A agenda político-ambiental internacional pós-revolução Industrial, mais especificamente pós Segunda Guerra mundial, contudo, não parece perto de atingir os seus objetivos. Desde 1972, com a Conferência de Estocolmo, passando pelo Protocolo de Kyoto, em 1997, até ao Acordo de Paris, em 2015, muito foi discutido e, ao que parece, pouco foi efetivamente feito para frear as mudanças climáticas e seus efeitos. Esta percepção é quase empiricamente observada, segundo Nordhaus (2019), pelo que os acordos até hoje firmados possuem caráter voluntário, não havendo penalizações aos países não cumpridores.

Apesar dos indivíduos de todas as classes sociais estarem suscetíveis aos efeitos de eventos climáticos extremos (Claro, 2012), segundo Mata-Lima et al. (2013), o impacto dos fenómenos naturais em regiões, social e financeiramente vulneráveis é significativamente maior, na comparação com países mais desenvolvidos. Na mesma esteira desta conclusão, de acordo com C. A. Nobre (2020), há uma relação inversa entre o tamanho e a ocorrência de fluxos migratórios e o nível de desenvolvimento do país afetado por estes desastres.

Eventos extremos nem sempre ocorrem de maneira abrupta, tal como tempestades e furacões. Secas e processos de desertificação, por exemplo, são classificados como episódios de início lento (Claro, 2012), ou seja, acontecem de forma prolongada e gradual e podem, no limite, extinguir, ou ao menos dificultar, a promoção de recursos naturais por parte dos ecossistemas. (IDMC, 2018)

Os Rios Voadores Amazónicos são, como o próprio nome diz, fluxos de humidade, em forma de vapor d'água, advindos da bacia Amazónica e que são carregados pelos ventos em direção ao centro-sul do Brasil e a outros países da América do Sul. A evapotranspiração das quase 600 bilhões de árvores da floresta Amazónica formam verdadeiros cursos aquáticos - atmosféricos - que desaguam, em forma de chuva, nas regiões citadas, alimentando os rios terrestres e regulando o clima brasileiro. (Brasil das Águas, s.d.)

Em outras palavras, a chuva que cai ao sul da floresta Amazónica, fornece água para o consumo humano e para a produção de energia e alimentos que são consumidos por indivíduos há milhares de quilômetros de distância da sua formação. Esse fenómeno é de suma importância para a dinâmica, para a economia e para o clima brasileiros e o seu esgotamento pode ter consequências graves e irreversíveis sobre o modo de vida de milhões de pessoas, no âmbito mais local, no que tange ao estresse socioambiental e ao deslocamento populacional forçado.

Para se ter ideia da dimensão dos RVA, a vazão estimada de seu fluxo é de 200.000 m^3/s, quase a mesma vazão do próprio Rio Amazonas, que é considerado o maior rio do mundo em termos de vazão (Brasil das Águas, s.d.). Ao promover o fogo ilegal e "avançar cada vez mais por dentro da floresta, o agronegócio pode dar um tiro no próprio pé com a eventual perda de chuva imprescindível para as plantações." (Brasil das Águas, s.d., p. 1)

Ao que tudo indica, a variabilidade e as mudanças climáticas, aceleradas pelo *modus operandi* da sociedade mundial contemporânea, causam maiores e mais frequentes eventos extremos que, por suas vezes, elevam o estresse socioambiental, principalmente de pessoas mais vulneráveis, que acabam por migrar para outras regiões.

Não há consenso no tocante à utilização do termo "refugiados do clima" para designar indivíduos que abandonam os seus locais habituais de residência por motivos climáticos. Autores como Ionesco (2019), defendem utilizar a nomenclatura "migrantes climáticos" dado que, entre outras razões, editar o Estatuto dos Refugiados de 1951 pode enfraquecê-lo e pessoas em situação de refúgio poderiam ficar ainda mais vulneráveis, gerando efeito oposto ao que se espera.

Tal afirmação é considerada incoerente até mesmo com o Estatuto, por autores como Claro (2012), pelo que o documento não exclui a possibilidade de indivíduos se refugiarem por motivos não abrangidos pela Convenção e a falta de estatuto próprio para denominar esta categoria de migrantes, demonstra o fraco empenho dos organismos internacionais nos efetivos reconhecimento, promoção e asseguramento dos direitos humanos de pessoas que se encontram nesta situação.

O ponto de inflexão da maioria dos autores estudados para a elaboração do presente trabalho, contudo, é que as ações para mitigar as mudanças climáticas e seus efeitos, no que diz respeito às migrações forçadas, devem ser tomadas de maneira conjunta e coordenada, visto que desacelerar os impactos causados pelas ações humanas é, ou pelo menos deveria ser, o objetivo comum de todos os países, uma vez que toda a população mundial (em maior ou menor grau) está suscetível às suas consequências.

Para Claro (2012), não há uma fórmula mágica: deve-se, segundo ela, "considerar a complexidade dos sistemas humanos e dos sistemas ambientais, o que impossibilita, por si só, chegar a um denominador comum ou de uma solução única para o problema". (p. 19)

Segundo o vencedor do Nobel de Economia, Nordhaus (2019), "O aquecimento global é um problema trilionário que requer uma solução trilionária e a batalha por corações, mentes e votos será feroz." (p. 2012)

Em consonância com ambos os autores supracitados, de acordo com o último Relatório de Desenvolvimento Humano (UNDP, 2020):

> Para que as pessoas prosperem no Antropoceno [2], as novas trajetórias de desenvolvimento devem fazer três coisas: elevar a equidade, promover a inovação e estimular um senso de administração do planeta. Esses resultados são importantes por si só e são importantes para o nosso futuro compartilhado em nosso planeta. (p. 24)

[2] Entende-se por Antropoceno o período em que as ações coletivas humanas impactam no equilíbrio terrestre e que se inicia com a Revolução industrial, perdurando até os dias atuais.

3. Metodologia

A fim de verificar a relação entre os incêndios florestais na Amazónia, as emissões de GEE e o aquecimento global, serão coletados e analisados dados acerca das queimadas na região da Floresta Amazónica ao longo dos anos extraídos de Guha-Sapir et al. (s.d.) e do INPE (2020), cruzando com dados sobre a temperatura média de cada ano e o nível de poluição do ar atmosférico anual, obtidos dos trabalhos de Jones et al. (2021) e IEA (2020a), respectivamente.

Para a análise da dimensão e da participação dos Rios Voadores Amazónicos na precipitação pluviométrica do Brasil, serão utilizados dados dos trabalhos de Zemp et al. (2014), Lovejoy e Nobre (2018) e Berbery e Barros (2002), bem como do site Brasil das Águas (s.d.), que demonstram a importância deste fenómeno para a regulação dos climas brasileiro e sul-americano e dimensão dos tais fluxos de água atmosféricos.

Com base nos trabalhos de Rigaud et al. (2018), IDMC (2018), IDMC (2020), Claro (2012), Black et al. (2013) e Black, Bennett, et al. (2011) serão entendidos e estimados os impactos que um eventual esgotamento do fenómeno de água atmosférico nos próximos anos pode ter sobre os fluxos migratórios de pessoas obrigadas a se refugiarem para outras regiões do país, pela observação de casos empiricamente analisados.

Para a presente dissertação de mestrado somente serão levadas em consideração as migrações intranacionais, ou seja, que ocorrem entre regiões ou entre estados dentro dos limites brasileiros.

4. Da poluição à migração forçada

4.1. Acordos internacionais climáticos, emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), temperatura terrestre.

Em 1992, as atenções do mundo todo se viram para o Planeta Terra. Foi na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), conhecida como Rio-92 ou Cúpula da Terra, no Rio de Janeiro, que governantes de 175 países se reuniram para dar os primeiros passos em direção à cooperação internacional no combate às mudanças climáticas e seus impactos no nosso planeta: o estabelecimento da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC ou UNFCCC, na sigla e inglês). (Barreto, 2009; UNFCCC, s.d.-d)

Atualmente a CQNUMC conta com a participação de 197 países. Seu órgão supremo de decisões é chamado de Conferência das Partes, ou *Conference of the Parties* (COP) e, anualmente, as Partes se reúnem para revisar, deliberar e/ou decidir sobre pautas relacionadas à Convenção. (UNFCCC, s.d.-a)

Na tabela abaixo, estão listadas as Conferências das Partes realizadas até aos dias atuais[3]:

Tabela 1

Conferência das Partes (COP's)

SESSÃO	ANO	LOCAL
COP 1	1995	Berlin - Alemanha
COP 2	1996	Genebra - Suíça
COP 3	1997	Kyoto - Japão
COP 4	1998	Buenos Aires - Argentina
COP 5	1999	Bonn - Alemanha
COP 6	2000	Haia - Holanda
COP 6-2	2001	Bonn - Alemanha
COP 7	2001	Marrakesh - Marrocos

[3] Devido à situação pandêmica da COVID-19, a COP 26, que aconteceria em novembro de 2020, em Glasgow, foi adiada para o ano subsequente e, até ao presente momento, a 26ª sessão deverá ocorrer entre os dias 1 e 12 de novembro de 2021 no mesmo local. (UNFCCC, s.d.-c)

SESSÃO	ANO	LOCAL
COP 8	2002	Nova Delhi - Índia
COP 9	2003	Milão - Itália
COP 10	2004	Buenos Aires - Argentina
COP 11	2005	Montreal - Canadá
COP 12	2006	Nairobi - Quênia
COP 13	2007	Bali - Indonésia
COP 14	2008	Poznan - Polônia
COP 15	2009	Copenhague - Dinamarca
COP 16	2010	Cancun - México
COP 17	2011	Durban - África do Sul
COP 18	2012	Doha - Catar
COP 19	2013	Varsóvia - Polônia
COP 20	2014	Lima - Peru
COP 21	2015	Paris - França
COP 22	2016	Marrakesh - Marrocos
COP 23	2017	Bonn - Alemanha
COP 24	2018	Katowice - Polônia
COP 25	2019	Madrid - Espanha
COP 26	2021*	Glasgow - Escócia*

Fonte: UNFCCC (s.d.-a). Elaboração própria.

Nota: *A confirmar.

A primeira COP foi realizada em Berlin, em 1995, três anos após a Cúpula da Terra e é o marco inicial dos acordos sobre metas a serem cumpridas a fim de frear as emissões de GEE a nível mundial (Instituto Socioambiental, 2015). Dois anos mais tarde, em 1997, na COP 3, foi adotado o Protocolo de Kyoto, um dos mais relevantes documentos no que diz respeito

às metas de redução de emissões por parte dos países desenvolvidos, atualmente ratificado por 192 países, que estaria em vigor entre os anos de 2008 e 2020. (UNFCCC, s.d.-d)

Ao ratificar o Protocolo de Kyoto, os países signatários acordam em limitar as suas quantidades de emissões de GEE pré-estabelecidas, ou não as exceder, por meio da elaboração de políticas públicas adequadas à realidade de cada país, como a promoção de novas formas de agricultura sustentável e de produção de energia renovável, por meio de incentivos fiscais e subsídios, a fim de reduzir a emissão geral destes gases, em pelo menos 5% em relação aos níveis de emissão do ano de 1990, minimizando os efeitos das mudanças climáticas, e, consequentemente, promovendo o desenvolvimento sustentável. (UNFCCC, 1997)

Em 2009, no ano seguinte ao ano de início de período abrangido pelo Protocolo de Kyoto, ocorreu a COP 15, em Copenhague, na Dinamarca. Na ocasião, importantes negociações foram feitas acerca do aprimoramento do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, ou *Clean Development Mechanism* (CDM), que diz respeito à implementação de projetos de redução de emissões de GEE em países em desenvolvimento por países desenvolvidos, como forma de auxiliá-los [os países desenvolvidos] no cumprimento dos acordos de limitação e redução firmados no Protocolo de Kyoto. (UNFCCC, 1997, s.d.-b)

Foi também durante a COP 15 que foi estabelecido o Acordo de Copenhague, que tinha por objetivo reduzir e limitar a emissão de carbono na atmosfera a fim de conter o aumento da temperatura média global abaixo de 2 graus célsius em relação ao período pré-industrial, conceito chave do Acordo de Paris que seria firmado 6 anos depois, durante a COP 21. (UNFCCC, s.d.-b)

A 21ª Conferência das Partes ocorreu em 2015, em Paris, na França, e foi um marco histórico acerca dos acordos internacionais climáticos devido à participação de todos os países do mundo. Foi a partir da COP 21 que emergiu o Acordo de Paris, adotado por 196 Partes e que tem por objetivo, assim como supracitado, reduzir a emissão de GEE a fim de limitar o aumento da temperatura média mundial a um nível não maior do que 2 ºC e, preferencialmente, abaixo de 1,5 ºC, em relação à temperatura média do período pré-industrial. (UNFCCC, s.d.-e)

A fim de cumprir com este objetivo, os países signatários do Acordo de Paris precisariam, até 2020, de desenvolver planos nacionais de redução de emissões de GEE, analisados e

atualizados quinquenalmente, contendo as ações a serem tomadas para o cumprimento deste objetivo, bem como para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. (UNFCCC, s.d.-e)

Também consta neste documento o compromisso dos países desenvolvidos em auxiliar os países em desenvolvimento por meio de transferência de tecnologia e de dinheiro, mediante o financiamento de projetos que visam a diminuição das emissões e o combate aos efeitos adversos da mudança do clima mundial. (UNFCCC, s.d.-e)

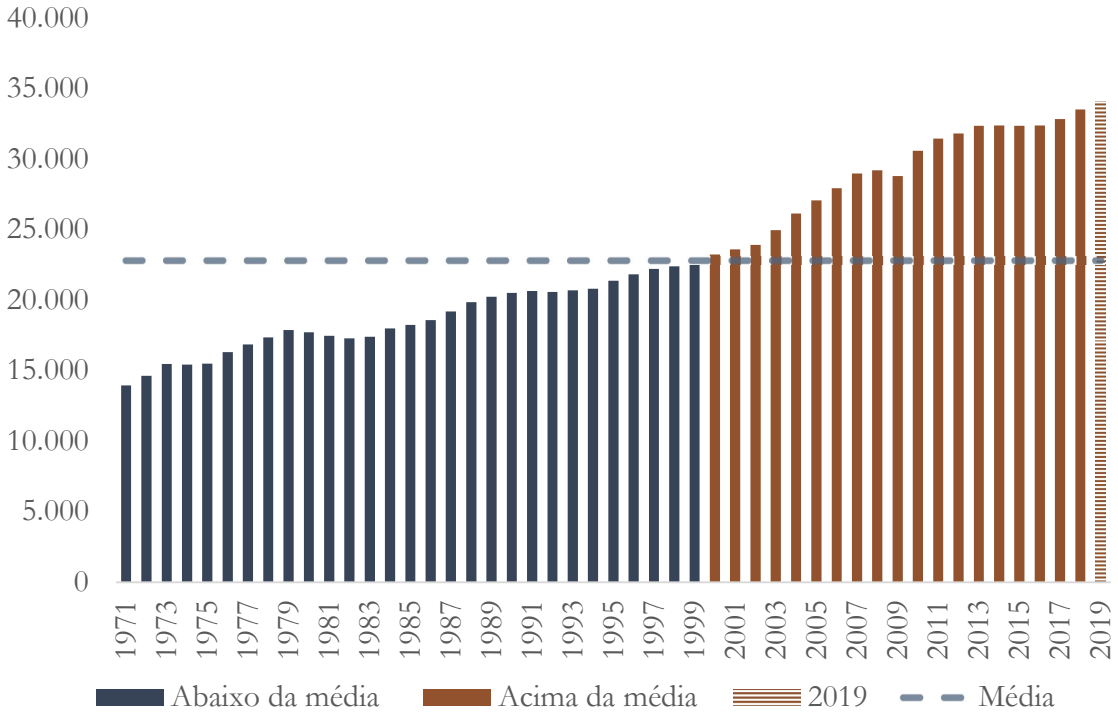
É igualmente reconhecido que, para atingir as metas estabelecidas no Acordo, o desenvolvimento das políticas nacionais e particulares de cada país, deve ter em vista questões de gênero, grupos socialmente vulneráveis, levar em consideração fundamentos científicos (aliados ao conhecimento dos povos indígenas), ser totalmente transparente e estimular a participação de todo o tecido social, a fim de integrar questões políticas, ambientais e socioeconómicas (United Nations, 2015), incentivando o senso de administração do Planeta e, assim, impulsionando as mudanças no comportamento coletivo mundial que resultem no triunfo da vida na Terra.

Contudo, apesar da história dos acordos climáticos e do aparente comprometimento dos países com a agenda político-ambiental internacional da atualidade, todo o esforço para se conter o aumento da temperatura média mundial abaixo dos 2 °C, pouco tem contribuído efetivamente com este objetivo. Isso porque, segundo Nordhaus (2019), os acordos climáticos internacionais até hoje firmados, incluindo o Acordo de Paris, possuem caráter voluntário, e, portanto, não há penalizações aos países não cumpridores.

O gráfico abaixo, com informações extraídas da base de dados da Agência Internacional de Energia, ou *International Energy Agency* (IEA), ilustra o aumento da quantidade emitida de CO_2 na atmosfera, em milhões de toneladas (Mt), pela combustão de combustíveis fósseis entre os anos de 1971 e 2018. É possível observar que em todos os anos, a partir do ano 2000, as emissões de dióxido de carbono ficaram acima da média do período analisado que é de 22.801,16 milhões de toneladas, chegando a 33.513,25 milhões de toneladas em 2018. (IEA, 2020a)

Gráfico 1

Emissão de CO_2 pela combustão de combustíveis em milhões de toneladas (1971 - 2018)



Fonte: IEA (2020a). Elaboração própria.

A taxa de crescimento da quantidade emitida de CO_2, contudo, parece seguir, entre altos e baixos, uma trajetória estável, porém a um patamar perigoso nos últimos 20 anos. Na década de 1980 era de, aproximadamente, 15,50%, em relação à média das emissões anuais dos dez anos anteriores. Entre 1990 e 1999, a taxa média das emissões anuais subiu para pouco mais de 16%. Já na primeira década do novo milênio, houve um aumento expressivo, e o crescimento passou à taxa de 23,55%. No último período, de 2010 a 2018, a média das emissões cresceu em, aproximadamente, 21%, mas se a taxa de crescimento da média das emissões em relação ao período anterior fosse utilizada para prever a quantidade emitida no ano de 2019, a taxa de crescimento das emissões anuais média de dióxido de carbono seria de quase 22,71% na comparação com o último período. (IEA, 2020a)

Contudo, não é por acaso o empírico fracasso dos acordos internacionais climáticos até hoje firmados, refletido por este resultado. A matriz energética mundial revela a pouca mudança

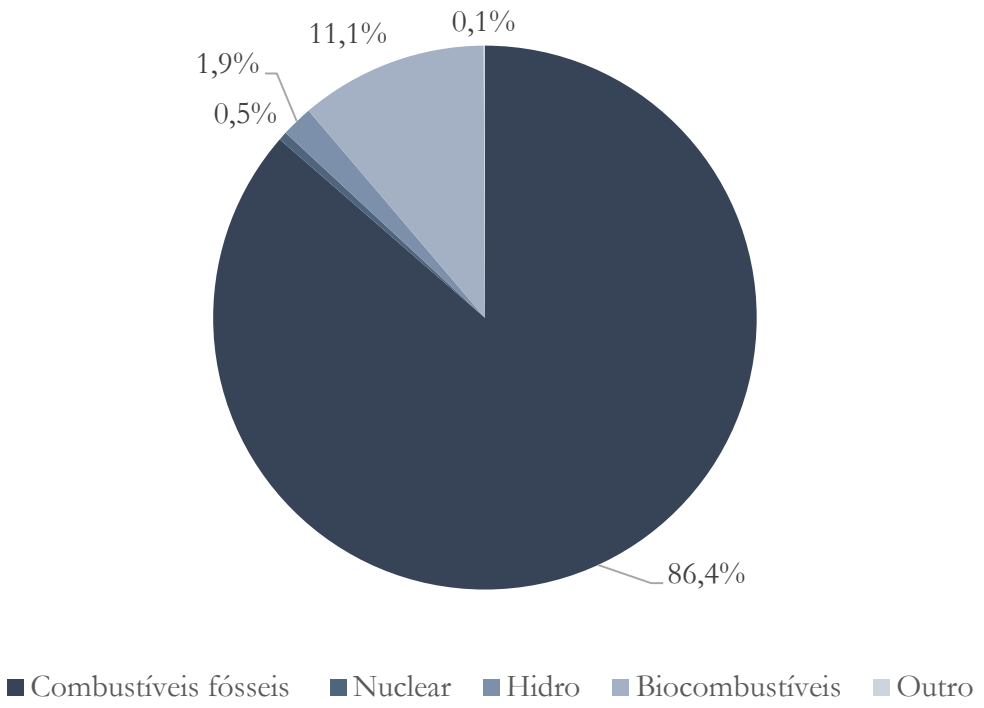
e a forte dependência ainda de combustíveis derivados de fontes não renováveis[4] pela sociedade atual.

De acordo com a IEA (2020c), aproximadamente, 86,40% da energia gerada no ano de 1971 advinha da queima de combustíveis fósseis. Quarenta e cinco anos depois, em 2018, houve pouca variação: 81,20% do total da energia ofertada mundialmente ainda se baseava em fontes não renováveis de combustíveis. (IEA, 2020c)

Os gráficos (2 e 3) abaixo ilustram também a variação dos outros tipos de fontes energia do total ofertado mundialmente. A oferta de energia Nuclear cresceu 4,40 pontos percentuais na comparação entre os anos de 1971 e 2018. Já a oferta de Hidroenergia, apresentou uma pequena variação positiva, de aproximadamente, 0,60 ponto percentual. A energia obtida por meio de Biocombustíveis, contudo, apresentou queda de 1,80 pontos percentuais na comparação entre os dois períodos.

Gráfico 2

Matriz energética mundial - 1971

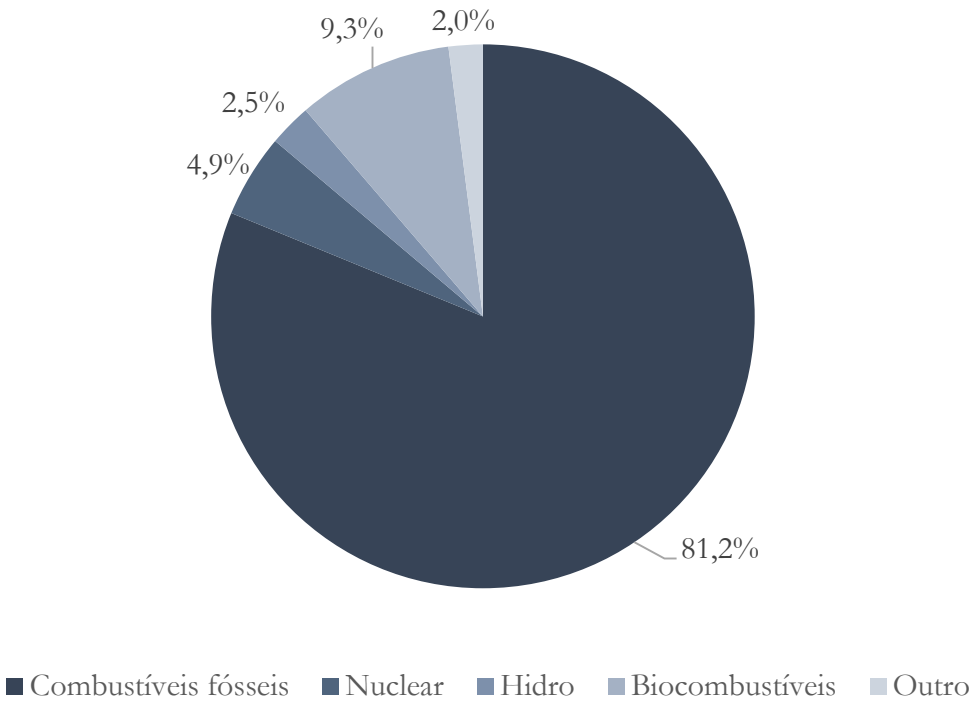


Fonte: IEA (2020c). Elaboração própria.

[4] Por fontes não renováveis e combustíveis fósseis, entende-se combustíveis derivados do Petróleo, Gás natural e Carvão mineral.

Gráfico 3

Matriz energética mundial - 2018

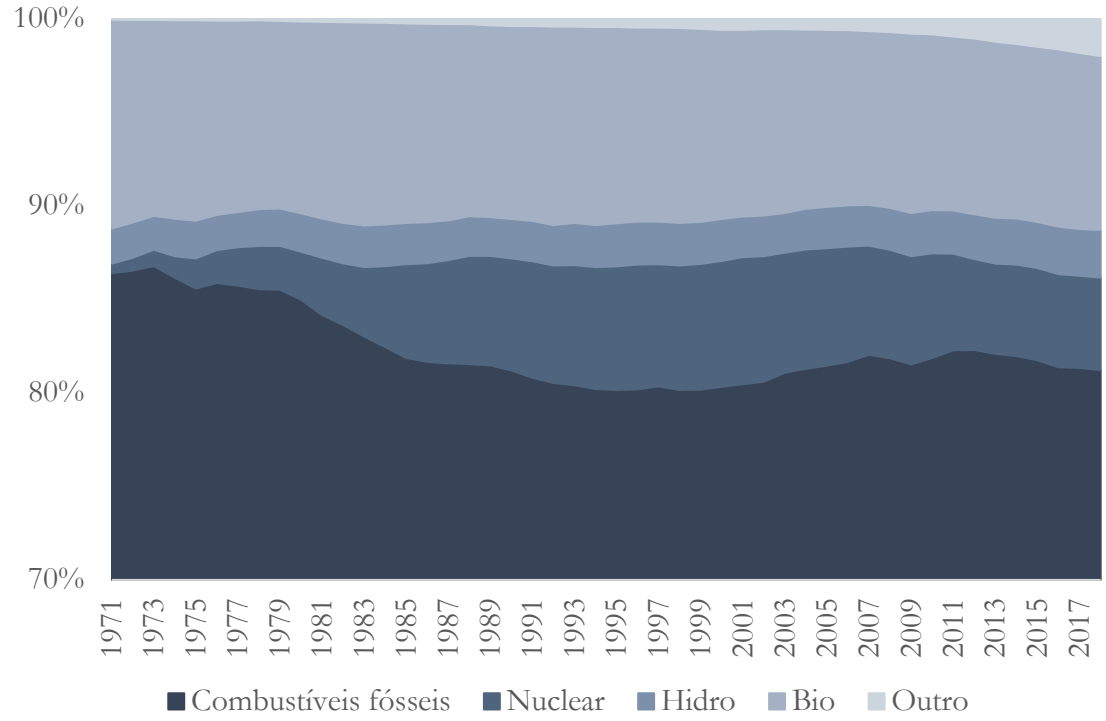


Fonte: IEA (2020b). Elaboração própria.

Pela observação do gráfico (4) abaixo, é possível notar a pequena variação, ou a constância, da matriz energética mundial por mais de quarenta anos. No ano de 1973, a porcentagem da oferta mundial de energia por meio de fontes não-renováveis alcançou o maior patamar da série, chegando a 86,80% do total. A menor fatia da matriz energética referente à obtenção de energia a partir da queima de combustíveis fósseis foi de 80,14% do total, em 1995.

Gráfico 4

Matriz energética mundial anual por tipo

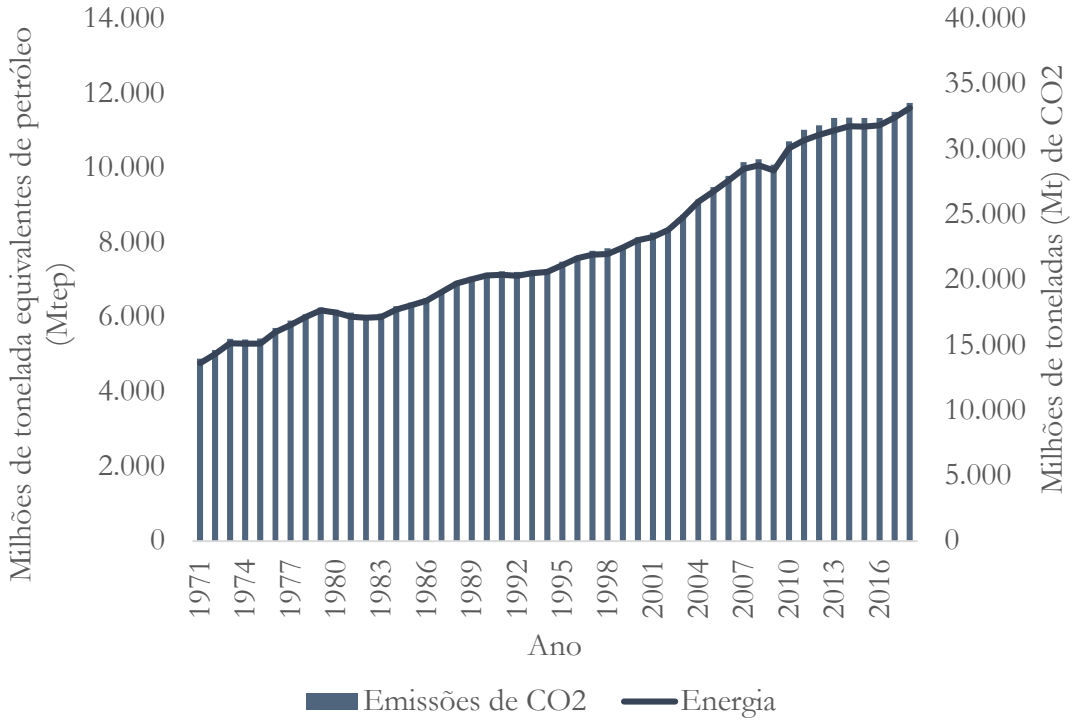


Fonte: IEA (2020c). Elaboração própria.

No gráfico (5) abaixo, foram cruzados os dados em relação a energia gerada pela combustão de combustíveis fósseis, em milhões de tonelada equivalentes de petróleo (Mtep), e a emissão de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera, em milhões de toneladas (Mt), a fim de se verificar a existência de uma relação entre eles.

Gráfico 5

Energia vs. poluição



Fonte: IEA (2020a, 2020c). Elaboração própria.

Pela análise do gráfico acima, é possível auferir que relação entre a energia gerada pela combustão de combustíveis fósseis e a quantidade emitida de CO_2 na atmosfera ao longo dos anos, demonstra uma forte elasticidade, ou seja, tanto maior é o volume de emissões de CO_2 na atmosfera quanto maior for a quantidade de energia obtida a partir da queima de combustível de origem não-renovável.

Junto com o aumento das emissões de gases de efeito estufa pela queima de combustíveis fósseis para a produção de energia, ou melhor, como produto deste processo, ao longo dos anos o planeta experimentou uma variação positiva muito preocupante da temperatura média global.

De acordo com a tabela abaixo, que ilustra esta variação (do ano mais frio, mais verde, ao mais quente, mais vermelho), em 1850 a temperatura média global registada foi de -0,373 ºC, chegando ao menor valor da série, -0,544 ºC, em 1911, passando pelo ano mais quente da

série histórica, 2016, com 0,797 ºC e chegando ao ano de 2021, até ao mês de abril, a 0,539 ºC.

Tabela 2

Temperatura global média anual

ANO	TEMP. MÉD.	ANO	TEMP. MÉD.	ANO	TEMP. MÉD.	ANO	TEMP. MÉD.
1850	-0,373	1893	-0,473	1936	-0,147	1979	0,057
1851	-0,218	1894	-0,41	1937	-0,026	1980	0,092
1852	-0,228	1895	-0,39	1938	-0,006	1981	0,14
1853	-0,269	1896	-0,186	1939	-0,052	1982	0,011
1854	-0,248	1897	-0,206	1940	0,014	1983	0,194
1855	-0,272	1898	-0,412	1941	0,02	1984	-0,014
1856	-0,358	1899	-0,289	1942	-0,027	1985	-0,03
1857	-0,461	1900	-0,203	1943	-0,004	1986	0,045
1858	-0,467	1901	-0,259	1944	0,144	1987	0,192
1859	-0,284	1902	-0,402	1945	0,025	1988	0,198
1860	-0,343	1903	-0,479	1946	-0,071	1989	0,118
1861	-0,407	1904	-0,52	1947	-0,038	1990	0,296
1862	-0,524	1905	-0,377	1948	-0,039	1991	0,254
1863	-0,278	1906	-0,283	1949	-0,074	1992	0,105
1864	-0,494	1907	-0,465	1950	-0,173	1993	0,148
1865	-0,279	1908	-0,511	1951	-0,052	1994	0,208
1866	-0,251	1909	-0,522	1952	0,028	1995	0,325
1867	-0,321	1910	-0,49	1953	0,097	1996	0,183
1868	-0,238	1911	-0,544	1954	-0,129	1997	0,39
1869	-0,262	1912	-0,437	1955	-0,19	1998	0,539
1870	-0,276	1913	-0,424	1956	-0,267	1999	0,306
1871	-0,335	1914	-0,244	1957	-0,007	2000	0,294
1872	-0,227	1915	-0,141	1958	0,046	2001	0,441
1873	-0,304	1916	-0,383	1959	0,017	2002	0,496
1874	-0,368	1917	-0,468	1960	-0,049	2003	0,505
1875	-0,395	1918	-0,333	1961	0,038	2004	0,447
1876	-0,384	1919	-0,275	1962	0,014	2005	0,545
1877	-0,075	1920	-0,247	1963	0,048	2006	0,506
1878	0,035	1921	-0,187	1964	-0,223	2007	0,491
1879	-0,23	1922	-0,302	1965	-0,14	2008	0,395
1880	-0,227	1923	-0,276	1966	-0,068	2009	0,506
1881	-0,2	1924	-0,294	1967	-0,074	2010	0,56
1882	-0,213	1925	-0,215	1968	-0,113	2011	0,425
1883	-0,296	1926	-0,108	1969	0,032	2012	0,47
1884	-0,409	1927	-0,21	1970	-0,027	2013	0,514
1885	-0,389	1928	-0,206	1971	-0,186	2014	0,579
1886	-0,367	1929	-0,35	1972	-0,065	2015	0,763
1887	-0,418	1930	-0,137	1973	0,062	2016	0,797
1888	-0,307	1931	-0,087	1974	-0,214	2017	0,677
1889	-0,171	1932	-0,137	1975	-0,149	2018	0,597

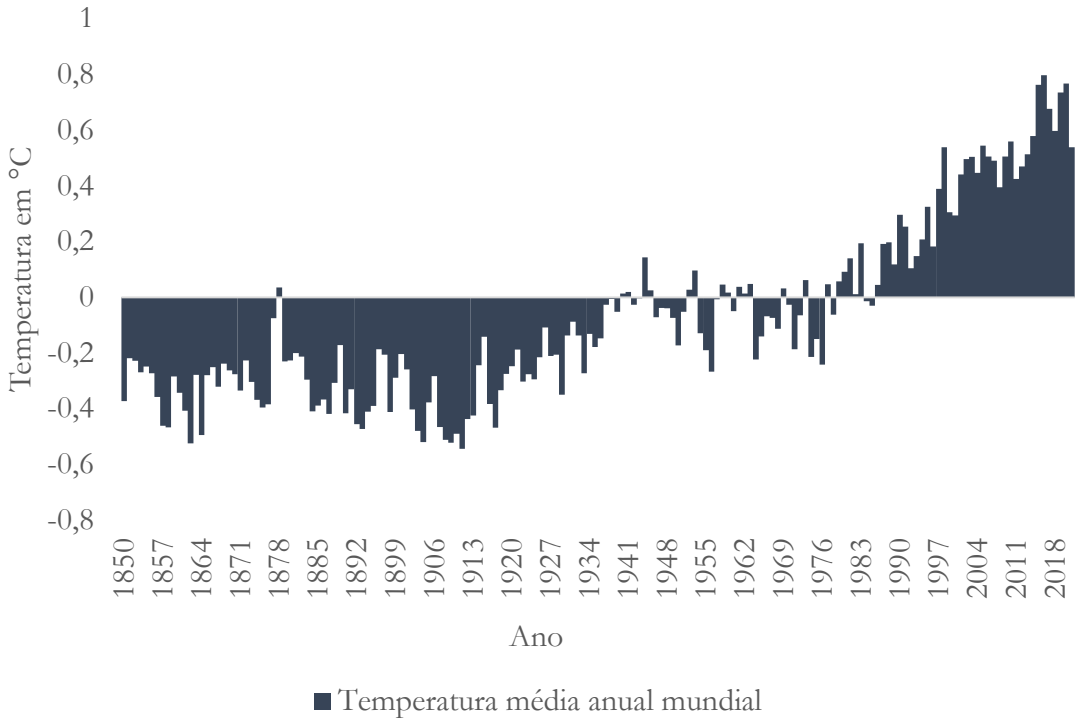
ANO	TEMP. MÉD.	ANO	TEMP. MÉD.	ANO	TEMP. MÉD.	ANO	TEMP. MÉD.
1890	-0,416	1933	-0,273	1976	-0,241	2019	0,736
1891	-0,33	1934	-0,131	1977	0,047	2020	0,768
1892	-0,455	1935	-0,178	1978	-0,062	2021	0,539

Fonte: Jones et al. (2021). Elaboração própria.

Além de ilustrar os dados da tabela acima, o gráfico 6, abaixo, também demonstra que, desde 1986, o planeta, já muito mais quente na comparação com o início da série histórica, registra temperaturas médias globais por ano somente acima de 0 ºC, revelando o forte e robusto aumento da temperatura terrestre nos últimos 35 anos.

Gráfico 6

Temperatura mundial média anual



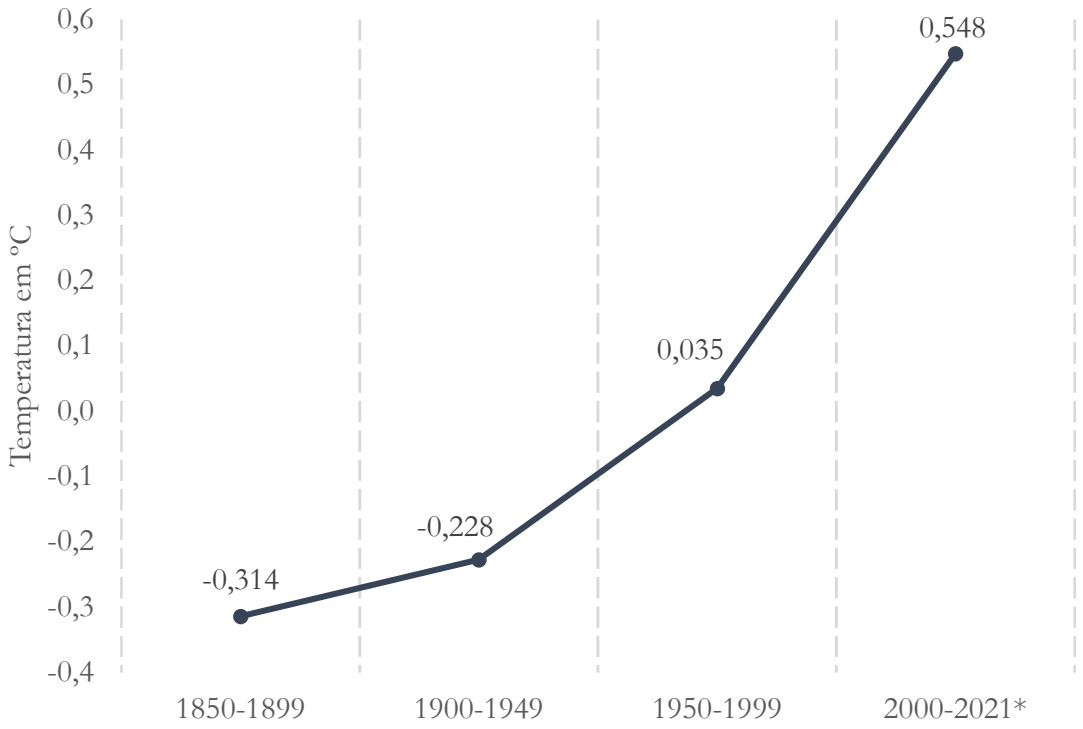
Fonte: Jones et al. (2021). Elaboração própria.

A variação positiva da média de 50 anos das temperaturas médias anuais no mundo demostra o salto expressivo da temperatura global nos últimos 170 anos. Era de -0,314 ºC entre os anos de 1850 e 1899, amentou para -0,228 ºC entre os anos de 1900 e 1949, superou a marca

de 0 ºC nos 50 anos seguintes, entre 1950 e 1999, passando para 0,035 ºC, chegando 0,548 ºC entre os anos 2000 e 2021, como mostra o gráfico abaixo.

Gráfico 7

Média de 50 anos das temperaturas médias anuais no mundo



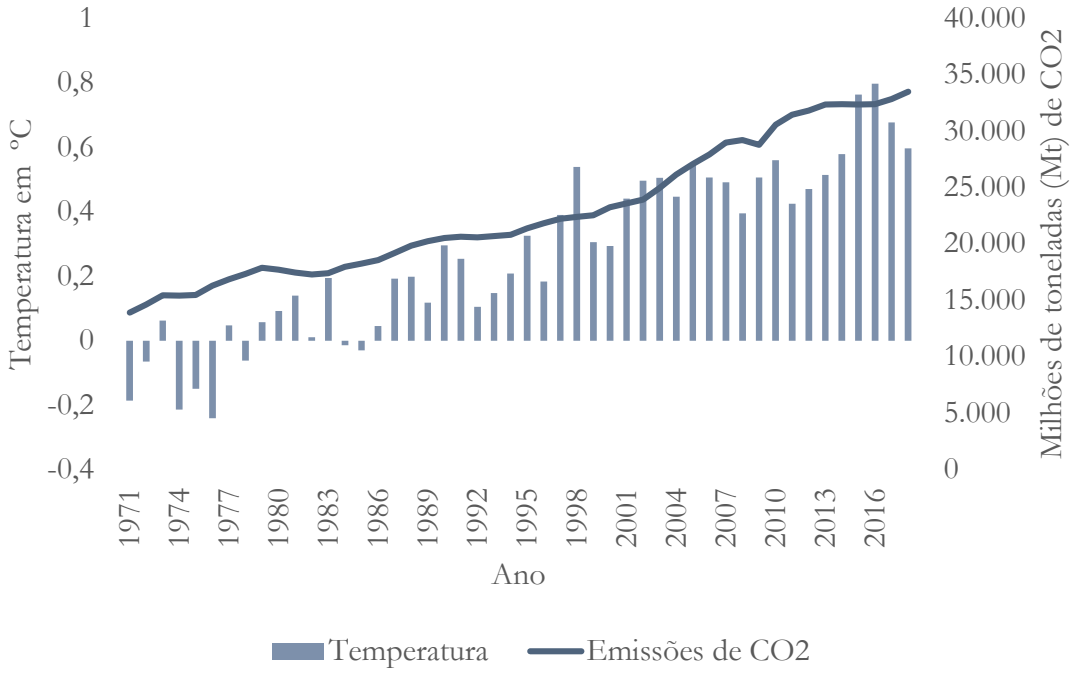
Fonte: Jones et al. (2021). Elaboração própria.

Nota: *Média das temperaturas registadas pode variar, para mais ou para menos, até o ano de 2049, pois o período analisado é de vinte e dois anos, compreendido entre os anos de 2000 e 2021.

A correlação entre a quantidade de CO_2 emitida no processo de obtenção de energia pela combustão de combustíveis fósseis e a temperatura média mundial por ano é de, aproximadamente, 90,54%, no período verificado no gráfico (8) abaixo, demonstrando a forte relação de causa e consequência entre ambas as variáveis. Ou seja, o grande aumento da temperatura terrestre observado acima, se deve, em grande parte, ao produto da produção de energia pela queima de combustíveis advindos de fontes não-renováveis: à poluição.

Gráfico 8

Emissões de CO_2 x temperatura média anual



Fonte: IEA (2020a); Jones et al. (2021). Elaboração própria.

Resumindo, portanto, o modo de produção de energia da sociedade atual e passada, muito se assemelham (relação demonstrada pela pouca variação da matriz energética mundial, no período analisado). A diferença reside, então, na quantidade de energia ofertada que aumentou, entre 1971 e 2018, em cerca de 143% e, portanto, na quantidade de gases poluentes lançados na atmosfera, como o CO2 - crescimento de, aproximadamente, 140% no mesmo período - elevando a temperatura global em 0,41 ºC em apenas 47 anos.

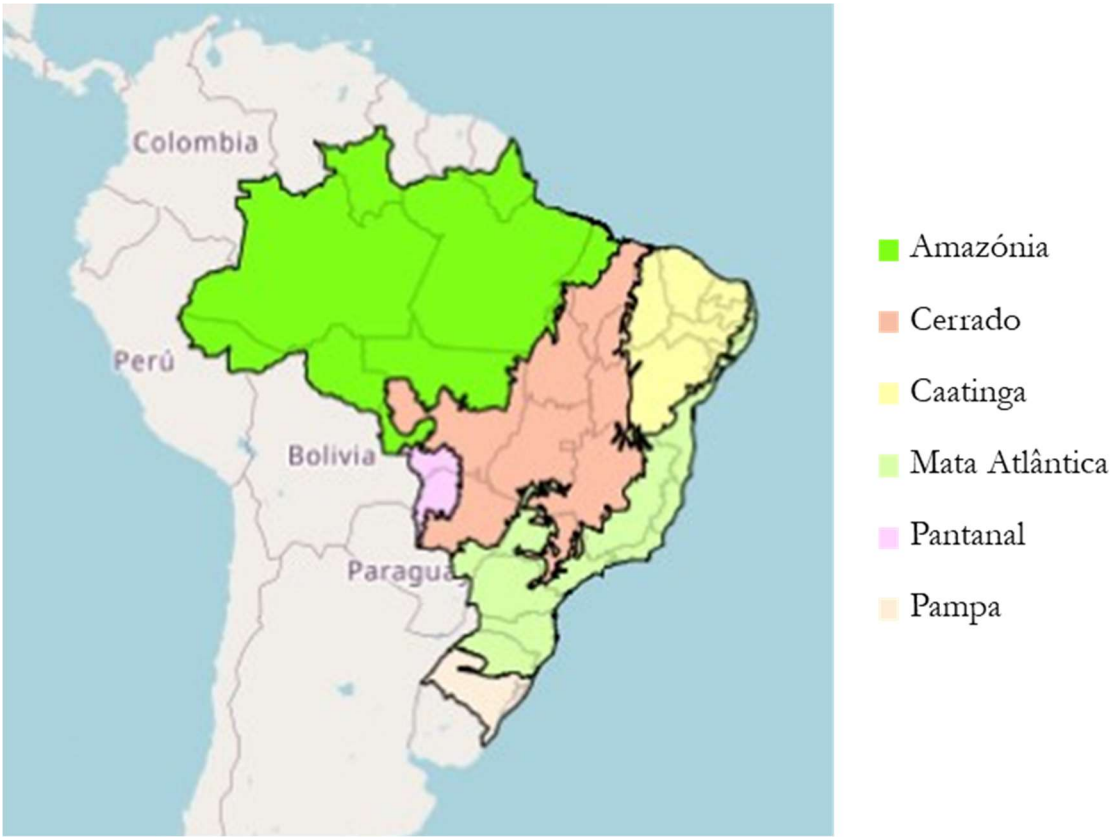
Na secção seguinte, será analisada a existência ou não da relação entre o aumento da média da temperatura terrestre (e, portanto, da variabilidade climática), bem como a ação humana de desmatamento da Floresta e a ocorrência de incêndios florestais na Amazónia, a fim de verificar e compreender a raiz das queimadas na região.

4.2. Incêndios florestais - sazonalidade ou fogo ilegal?

Os biomas brasileiros, em maior ou menor grau, passam por estações de seca, ou diminuição da frequência e volume de chuvas, e por períodos mais chuvosos, com intensa pluviosidade, assim como outros biomas do mundo. Com a Amazónia não é diferente: o período de chuvas acontece durante o verão e parte da primavera - no hemisfério sul -, entre os meses de novembro e março, e a época de estiagem está compreendida entre os meses de maio e setembro, durante parte do outono e o inverno. Já os meses de abril e outubro são meses de estação mista, quando ocorre a transição entre as estações. (Fisch et al., 1996)

Figura 1

Biomas do Brasil

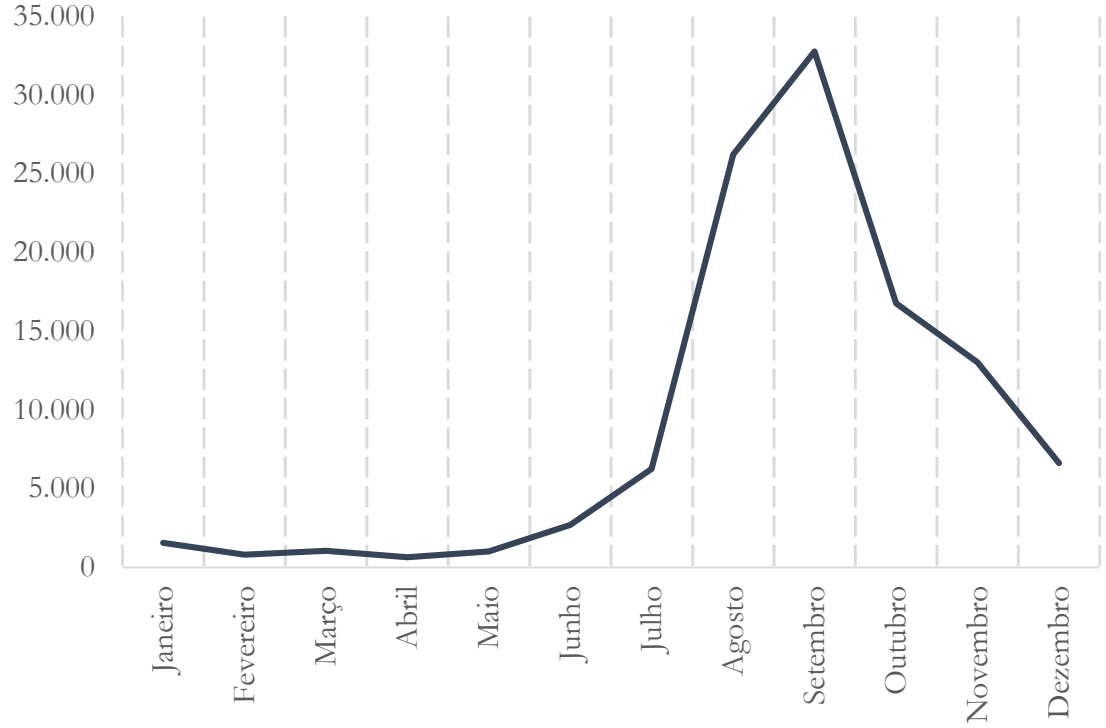


Fonte: IBGE (2021).

Apesar da Amazónia ser uma floresta tropical e, portanto, bastante húmida e resistente ao fogo, são nos meses mais secos que a Floresta, historicamente, sofre mais com as queimadas, de acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2021), vide gráfico (9) abaixo. Quanto mais longo e intenso o período de estiagem, menor a humidade e mais propícias as condições para incêndios florestais. (Silvério et al., 2019)

Gráfico 9

Média mensal histórica do total de focos de incêndio ativos desde 1998



Fonte: INPE (2021). Elaboração própria.

De acordo com a Diretora de Ciência do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazónia (IPAM), Ane Alencar, a seca contribui para que as chamas se alastrem, mas não se devem aos períodos de seca os incêndios florestais na Amazónia. Segundo ela, "Não há fogo natural na Amazónia. O que há são pessoas que praticam queimadas, que podem piorar e virar incêndios na temporada de seca". (Alencar, 2019, p. 1)

Segundo nota técnica do IPAM, há forte relação entre o número de focos de incêndio e o desmatamento na região amazónica (Silvério et al., 2019). A degradação ambiental da Floresta é, segundo o Instituto, "vetor direto de incêndios florestais". (p. 8)

Nesta mesma direção, afirma o presidente Instituto Brasileiro de Proteção Ambiental (Proam), Carlos Bocuhy, em entrevista à CNN, que:

> A Amazónia tem uma floresta húmida, então ela não pega fogo sozinha, [...]. O que está pegando fogo é a madeira que já foi retirada, são as áreas que já foram desmatadas e que agora são objeto de limpeza de terreno. [...] Esse processo se dá

> principalmente nas áreas conhecidas como "arco de desmatamento", onde há proximidade com as áreas já ocupadas para uso agrícola e de pecuária. [...] estas áreas são áreas que já foram objeto de desmatamento, degradação ambiental. (Bocuhy, 2021, p. 1)

Em média, aproximadamente metade (48,7%) do total dos focos de incêndio ativos entre os anos de 1998 e 2020 registados em todo o Brasil, ocorreram na região Amazónica, segundo o INPE (2021). Ou seja, a soma total do número de incêndios ocorridos nos outros biomas brasileiros (Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal) ao longo dos últimos anos, praticamente se iguala à quantidade de queimadas registadas na Amazónia, demonstrando o forte ataque sofrido pela floresta.

A temperatura média mundial registada desde 1998 - início da série histórica do INPE, em relação ao número de focos de incêndio na floresta Amazónica -, não consegue, portanto, explicar sozinha a quantidade crescente das queimadas sofridas pelo bioma, dado que a correlação entre os registos foi de, aproximadamente, 9,14% no período.

Muito embora o resultado acima demonstre a fraca relação entre as variáveis, de acordo com o observado por Fu et al. (2013), o período do ano referente à estação de seca na região Amazónica teve um crescimento expressivo desde 1979, devido, ao que tudo indica, às mudanças climáticas - efeito direto do aumento da emissão de GEE e, consequentemente, da temperatura média mundial.

Na mesma esteireira de raciocínio dos autores supracitados, de acordo com a Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA, 2019), a resistência ao fogo, pela floresta Amazónica, se dá graças à sua humidade e às queimadas sofridas por ela são consequência de uma combinação perigosa entre os períodos de estiagem, cada vez mais extremos e frequentes - em razão das mudanças climáticas e do processo de desmatamento da região - e a ação antropogênica do uso do fogo para limpeza de terreno.

Esta ação humana para preparar a terra para a utilização agropecuária, somada aos períodos de seca mais intensos e às altas temperaturas registadas nos últimos anos, tornam a Floresta mais vulnerável e suscetível a incêndios florestais, segundo Carvalho e Nobre (2020).

Ainda de acordo com Silvério et al. (2019), "[...] as chamas costumam seguir o rastro do desmatamento [..]" (p. 1). Esta afirmação é importante por estabelecer e resumir a relação

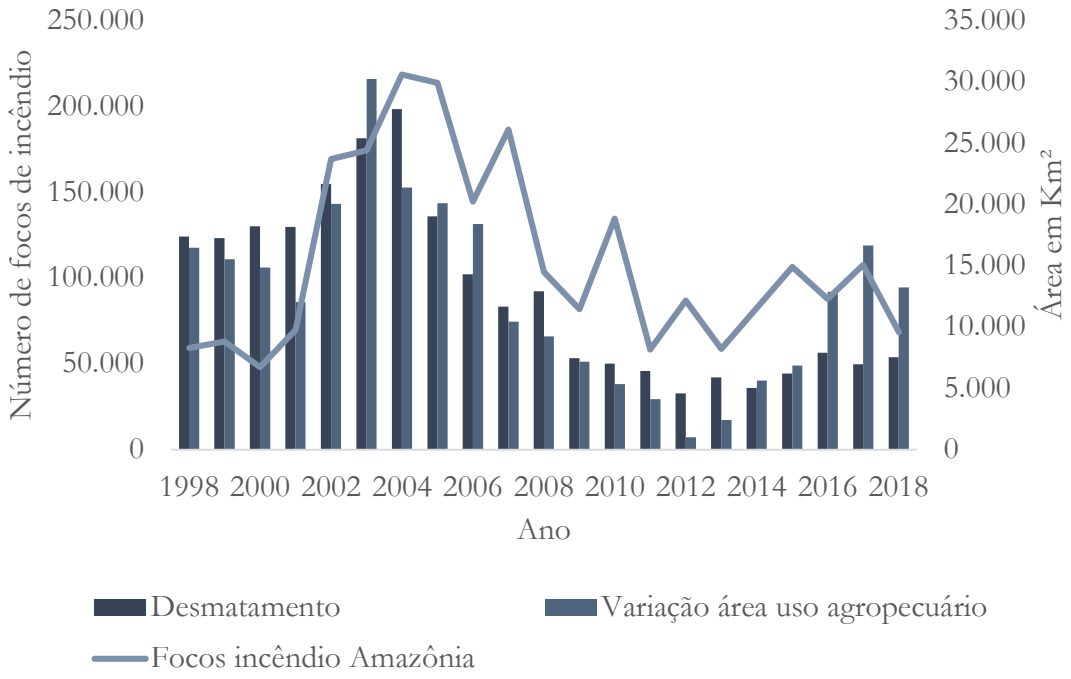
entre o desmatamento e a prática ilegal de queimadas a fim de limpar a área já desmatada, que será utilizada para a produção agrícola e pecuária, como indicado anteriormente.

Isto se confirma pela análise de dados sobre o número de focos de incêndio por ano na Amazónia brasileira, de acordo com INPE (2021), da taxa de desmatamento na região, extraída do trabalho de Assis et al. (2019), bem como pela análise da variação da área Amazónica transformada no uso agropecuário, retirada Projeto MapBiomas Amazônia (2021) entre os anos de 1998 e 2018. O cruzamento destes dados está ilustrado no gráfico (10) abaixo.

É possível perceber, pela observação do gráfico, que o período com maior taxa de desmatamento da floresta Amazónica (24.939 Km², em média), entre os anos de 2002 e 2004, apresenta também, em média, o maior número de focos de incêndio (187.433), bem como a maior taxa média de variação do uso da terra (23.880 Km²) - transformação da formação florestal em área de uso agropecuário.

Gráfico 10

Desmatamento, fogo e uso da terra

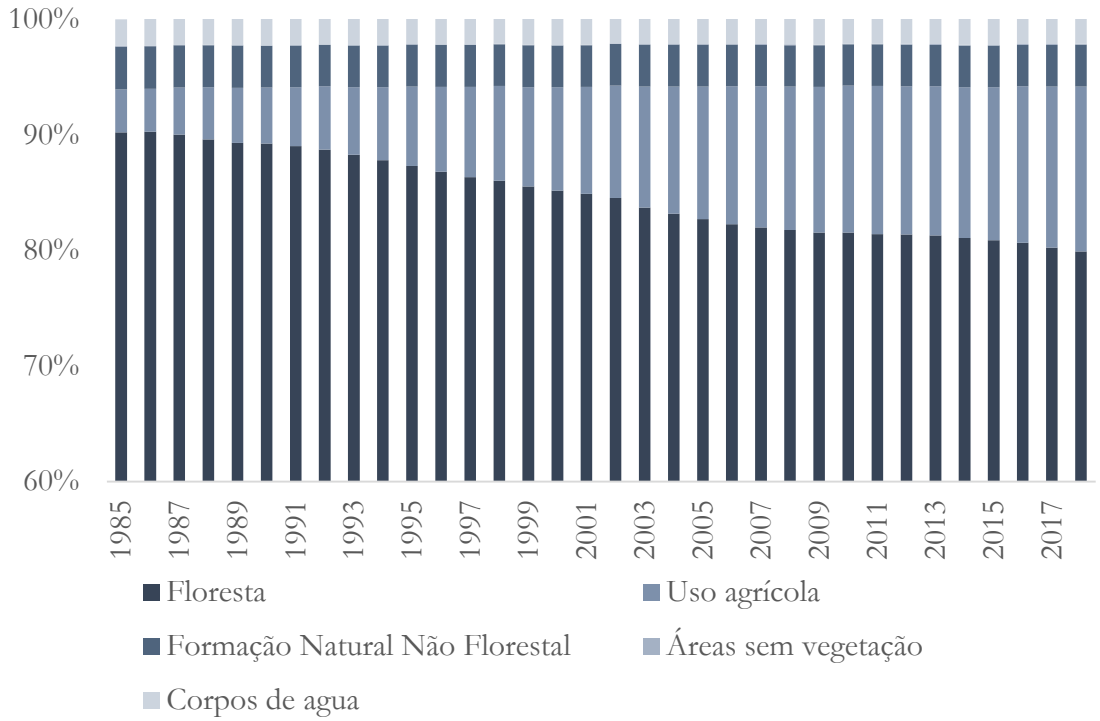


Fonte: Assis et al. (2019); INPE (2021); Projeto MapBiomas Amazônia (2021). Elaboração própria.

A totalidade da cobertura e uso do solo do bioma amazónico, sofreu significativa variação entre os anos de 1985 e 2018, demonstrada pelo gráfico (11) abaixo. A percentagem da área coberta pela floresta, passou de 90,2%, em 1985, para 79,9%, em 2018 - oscilação de 10,3 pontos percentuais. Já a fatia correspondente ao Uso agrícola e pecuário variou de 3,7%, no início do período, para 14,3% no último levantamento, uma diferença de 10,6 pontos percentuais. Os outros tipos de cobertura, como Formação natural não florestal, Áreas sem vegetação e Corpos d'água, sofreram pequenas alterações no período: passando de 3,7% para 3,6%, de 0,00% para 0,09% e de 2,3 para 2,6% da cobertura total do bioma, respectivamente. (Projeto MapBiomas Amazônia, 2021)

Gráfico 11

Transmissão da cobertura do solo na região amazónica



Fonte: Projeto MapBiomas Amazônia (2021). Elaboração própria.

É possível auferir, portanto, que, no período observado, é demonstrada a forte relação entre a ocorrência de incêndios florestais na Amazónia, o desmatamento da região e a transformação do uso do solo em áreas de plantio de culturas agrícolas e criação de animais. Ou seja, a variabilidade climática mundial experimentada nos últimos anos, devido a intensa

emissão de Gases de Efeito Estufa e, portanto, aumento da temperatura média terrestre, não é fator suficiente para explicar a frequência de queimadas na floresta Amazónica.

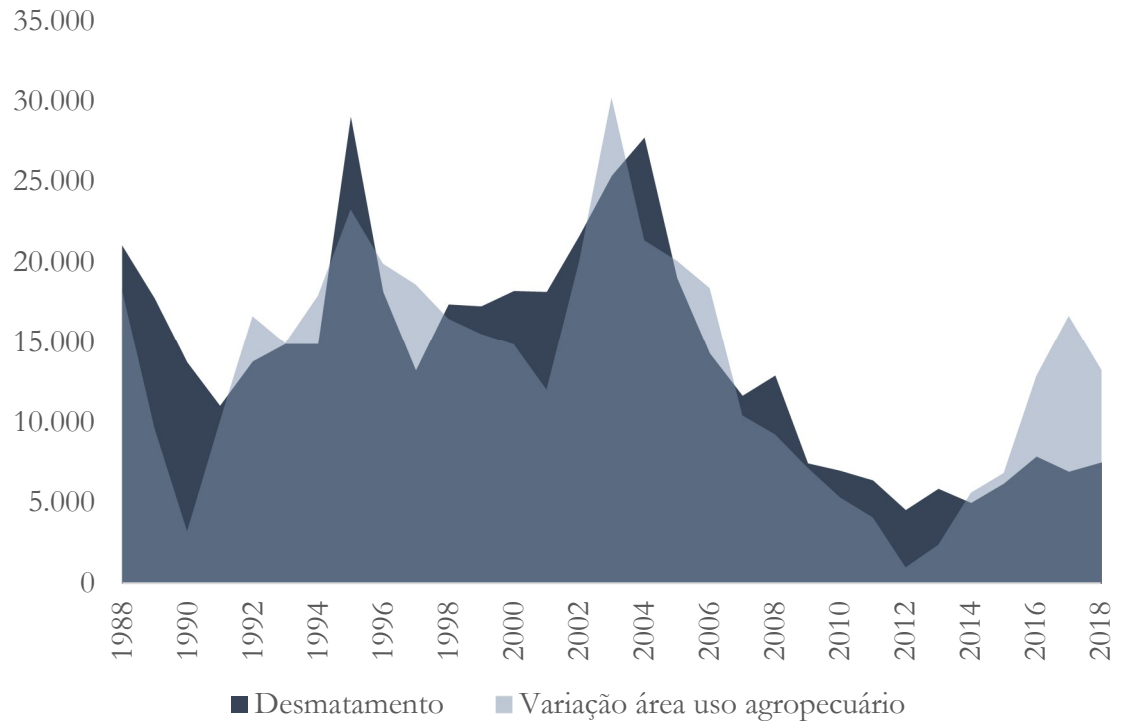
Contudo, esta situação muda quando os efeitos das mudanças climáticas se somam à ação antrópica de grupos criminosos, que ateiam fogo em áreas que já passaram por degradação ambiental, a fim de limpar o terreno desmatado e prepará-lo para a atividade agropecuária.

O fogo é, portanto, o meio e não o fim do processo que tem início no desmatamento de grandes territórios florestais e tem o seu fim na transformação destas superfícies em áreas de produções agrícola e pastagem.

Esta mudança na cobertura da floresta, está expressa no gráfico (12), que aponta a relação, ou melhor, a captura destas áreas de formação natural pelo agronegócio, por meio do desmatamento, no período compreendido entre os anos de 1988 e 2018 - demonstrada pela sobreposição dos gráficos de áreas das variáveis "Desmatamento" e "Variação área uso agropecuário". (Assis et al., 2019; Projeto MapBiomas Amazônia, 2021)

Gráfico 12

Transformação da superfície amazónica



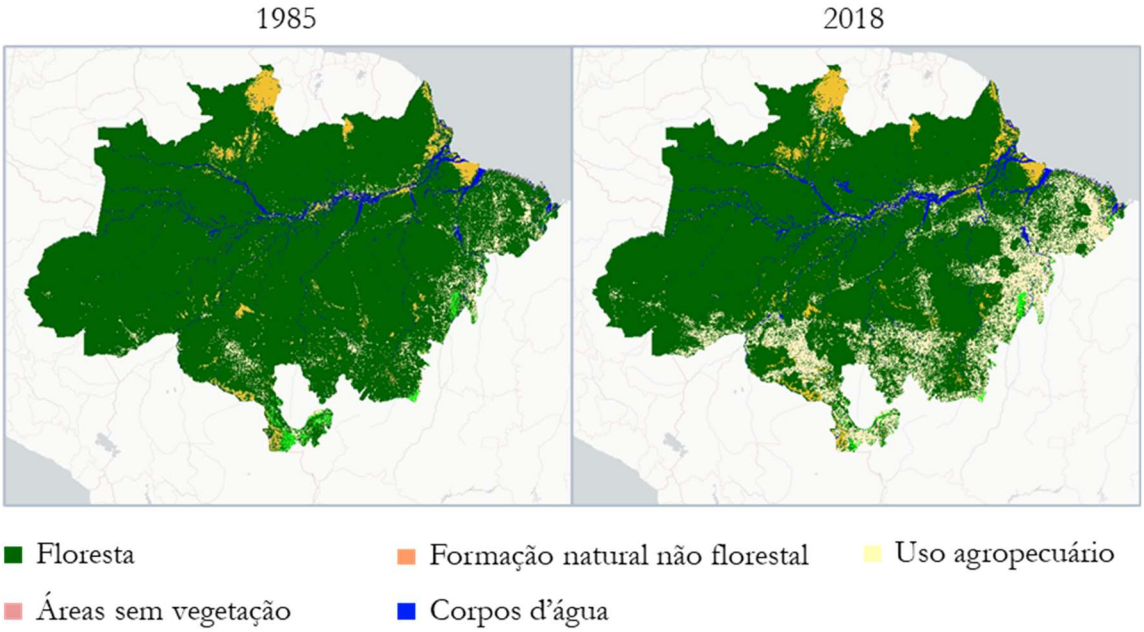
Fonte: Assis et al. (2019); Projeto MapBiomas Amazônia (2021). Elaboração própria.

As informações contidas nos gráficos (11 e 12) acima, se confirmam pela análise da figura (2) abaixo, extraída do Projeto MapBiomas Amazônia (2021), que estabelece uma comparação, entre os anos de 1985 e 2018, sobre a cobertura do solo da área total do bioma amazónico brasileiro.

Observa-se que a área correspondente à cobertura de floresta deu lugar ao uso agropecuário do solo que cresceu expressivamente no período analisado, enquanto a fatia correspondente aos outros tipos de cobertura, pouco variou, havendo, portanto, uma "transferência" de parte da vegetação nativa para a produção agropecuária, principalmente no arco de desmatamento - termo salientado por Bocuhy (2021), e citado anteriormente.

Figura 2

Transformação do uso da terra do território amazónico (1985 - 2018)



Fonte: Projeto MapBiomas Amazônia (2021).

Sintetizando, o aumento da temperatura média global observado, pouco influencia no período e na frequência de queimadas na floresta Amazónica, devido à característica de ser uma floresta húmida. Os incêndios são, portanto, causados por uma soma de fatores em que a variabilidade climática - fator pouco relevante - torna a floresta mais vulnerável à ação antrópica para limpeza e preparação do solo - fator mais relevante - que, mais tarde, será transformado em pasto e área de plantio.

A próxima secção, então, é voltada à explicação do efeito do fenómeno dos Rios Voadores no regime de chuvas, essencial para a produção de alimentos, energia elétrica e abastecimento de água, e regulação do clima brasileiros, principalmente na área da bacia do Rio Paraná/ Rio da Prata e a dependência deste fenómeno, analisando trabalhos existentes na literatura, bem como dados pluviométricos históricos para a região.

4.3. Esgotamento dos Rios Voadores da Amazónia (RVA)

A floresta Amazónica é de suma importância para a biodiversidade terrestre, por abrigar trilhões de espécies em todo seu território, e para a vida no planeta, por fornecer oxigênio por meio da fotossíntese (A. D. Nobre, 2014). Além disso, as suas mais de 600 bilhões de árvores ajudam na regulação do clima local e prestam serviços económicos sociais e de bem-estar imensuráveis. (Brasil das Águas, s.d.)

A Amazónia funciona como uma espécie de bomba que suga para dentro do continente a humidade advinda do oceano e, segundo Makarieva e Gorshkov (2007), isso só é possível graças ao processo de evapotranspiração destas bilhões de árvores. Isso porque, ainda segundo Makarieva e Gorshkov (2007), o ar úmido circula no sentido do local com menor evaporação, e consequentemente, menor condensação, para o local com maior evaporação.

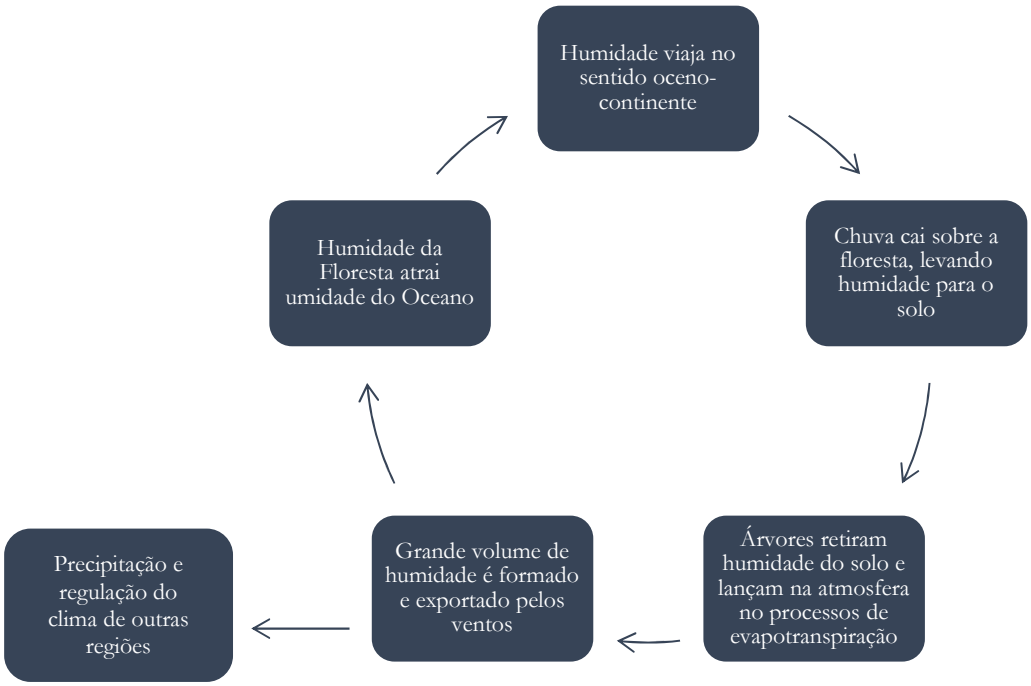
Funciona da seguinte maneira: cada árvore puxa do solo - e do subsolo - humidade e nutrientes necessários para a sua própria sobrevivência, por meio das suas raízes, "alimentando" toda a sua estrutura. Parte da água que chega até às folhas é utilizada e liberada no processo de fotossíntese[5] e, com isso, transferida para a atmosfera e exportada para outras regiões do Brasil e da América do sul, com a ajuda dos ventos (A. D. Nobre, 2014). Cada árvore pode lançar para a atmosfera uma quantidade diária de água que varia, dependendo do diâmetro de sua copa, podendo chegar a mais de mil litros (Brasil das Águas, s.d.). Dada a quantidade de árvores no território Amazónico, esses fluxos de humidade formam verdadeiros rios aéreos que fornecem boa parte da água dos rios terrestres.

O curso de água atmosférico formado pelas árvores da floresta Amazónica tem o seu fluxo estimado em cerca de 20 trilhões de litros diários, o que ultrapassa o volume fluxo do rio Amazonas, cerca de 17 trilhões de litros. (Brasil das Águas, s.d.; A. D. Nobre, 2014). Este volume enorme de humidade chamado de Rios Voadores - ou Rios Voadores da Amazónia (RVA) - acaba por atrair mais humidade para a região, dado que, como dito anteriormente, a humidade viaja do local com menor evaporação para o local com maior evaporação. A chuva que desagua sobre a floresta e enxarca o solo, advém da evaporação do Oceano Atlântico. É assim portanto, que o ciclo, esquematizado abaixo, se inicia novamente.

[5] $6\ CO_2 + 12\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 + 6\ H_2O$

Figura 3

Fluxo da humidade



Fonte: Makarieva e Gorshkov (2007); A. D. Nobre (2014). Elaboração própria.

Com o aumento da área de floresta Amazónica desmatada nos últimos anos, há também o aumento do risco de que a humidade atmosférica, que hoje viaja do oceano em direção ao continente, passe a ter o oceano como destino, retirando a humidade do continente e prejudicando, portanto, o regime de chuvas da região. (Makarieva & Gorshkov, 2007)

De acordo com Spracklen et al. (2012), o ar que passa sobre uma densa e extensa área florestada, com alto Índice de Área Foliar (IAF), produz duas ou mais vezes chuva do que na comparação com o ar que passa sobre uma área pouco florestada. Há, portanto, forte correlação entre a precipitação média anual e o IAF médio anual. O que significa dizer que tanto maior é o volume de chuva quanto maior o IAF o qual as massas de ar estão expostas. (Spracklen et al., 2012)

É estimado, segundo Soares-Filho et al. (2006), que até 2050, 40% da área total da floresta Amazónica seja desmatada em detrimento do agronegócio (plantio de soja e criação de gado, principalmente). Pela característica de ser pouco mão-de-obra intensiva, o plantio de soja, portanto mecanizado, propicia a concentração de terras dos grandes produtores de grão e de

carne no centro-sul do Brasil, estimulando a expansão da fronteira agrícola que avança sobre a floresta. (Domingues & Bermann, 2012)

A redução estimada do volume de chuva na bacia Amazónica, levando em consideração a área desmatada de 40% da floresta é, de acordo com Spracklen et al. (2012), de aproximadamente 21% durante o período de seca e de 12% durante o período chuvoso.

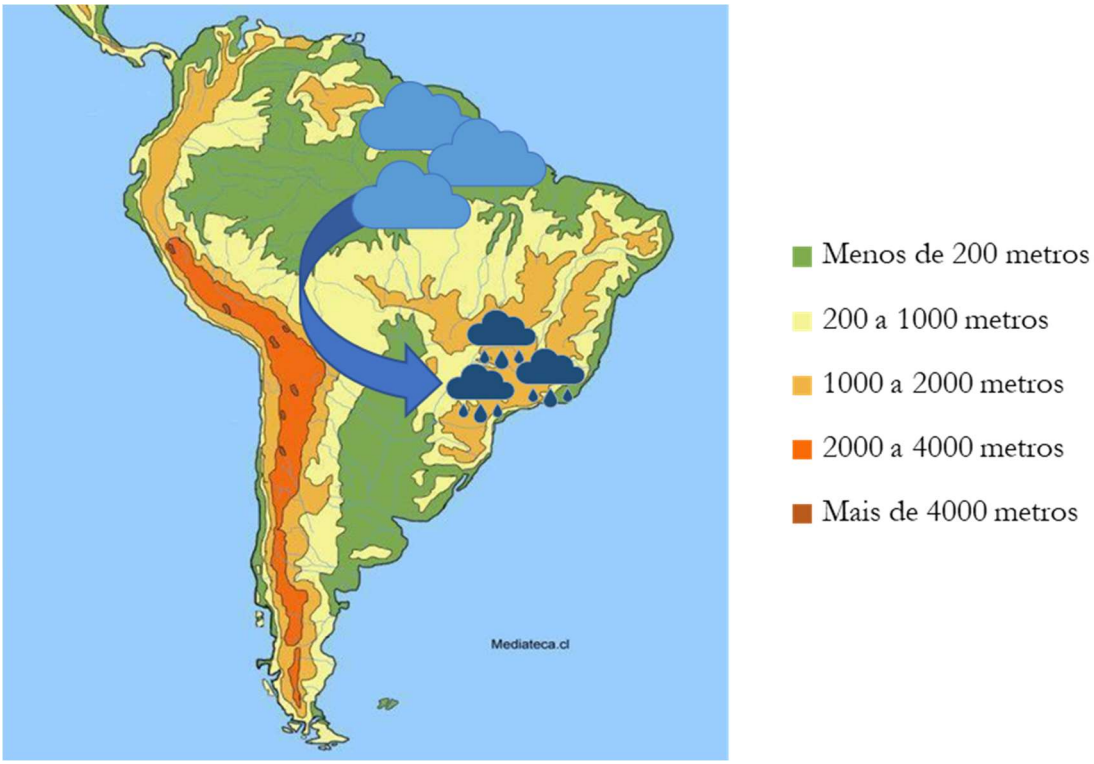
Autores como C. A. Nobre et al. (1991), também argumentam, na mesma esteira dos demais apresentados nesta secção, que ocorreria uma diminuição da precipitação que pode variar entre 20% e 30% e um aumento da temperatura média entre 1ºC e 3ºC nas regiões desmatadas em relação às regiões cobertas pela floresta, favorecendo o aumento da frequência de incêndios florestais. Ou seja, o fogo, que teve seu caminho aberto pelo desmatamento, acaba por contribuir e tornar propício a ocorrência de mais incêndios.

Os efeitos do desmatamento e, consequentemente, dos incêndios florestais na Amazónia já estão sendo sentidos também nas regiões ao sul da floresta, mais especificamente na área relativa à bacia do Rio da Prata (BRP), que abriga três principais sub-bacias da América do Sul - dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai - e que permeia 5 países (Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai), sendo o Brasil o detentor da maior fatia da bacia - cerca de 46% em território brasileiro. (Berbery & Barros, 2002)

Isto porque, de acordo com Zemp et al. (2014), o fluxo de água dos RVA, exportado pelos ventos para fora dos domínios da Amazónia, acaba por contribuir, em cerca de 18% a 23% (na época da cheia) e 21% a 25% (na época da seca), com o volume precipitado sobre a bacia do Prata, dado que os RVA, após saírem da floresta, encontram a alta cadeia de montanhas - Cordilheira dos Andes - que os direciona à bacia.

Figura 4

Relevo sul-americano e o caminho dos RVA



Fonte: GIFEX (2009).

Nota: A Cordilheira dos Andes estende-se de norte a sul da América do Sul, com altitude entre 1.000 metros e 4.000 metros.

Ainda sobre a importância deste grande fluxo de água advindo da Amazónia, Lovejoy e Nobre (2018) também argumentam que, principalmente durante o inverno, ou seja, durante a época mais seca, os RVA desempenham papel mais essencial na quantidade de chuva precipitada sobre a BRP.

Em 2020, quatro dos cinco países banhados pela bacia do Prata experimentaram um período de seca bastante severo, levando a um prejuízo de, aproximadamente, US$ 3 bilhões para as lavouras brasileiras, segundo a Organização Meteorológica Mundial - *World Meteorological Organization* (WMO, 2021).

De acordo com Berbery e Barros (2002), a relação entre a precipitação e o fluxo de água da bacia do Prata é de 1 para pouco mais de 2, ou seja, uma variação em 1% na precipitação sobre esta importante bacia hidrográfica para a produção de energia, agricultura e abastecimento da região, tem efeito mais do que dobrado no fluxo dos rios da BRP. Com

isso, é possível auferir que, neste caso, uma oscilação no fluxo de água destes rios é explicada, principalmente, pela variação do regime de chuvas.

Pela figura (4), acima, é possível visualizar o relevo sul-americano, a cadeia de montanhas dos Andes e o caminho percorrido pelos RVA desde a sua formação, sobre a floresta Amazónica, até à sua precipitação, sobre a bacia do Rio da Prata. Já pela figura (5), abaixo, é possível perceber os domínios e fronteiras da hidrografia brasileira.

Figura 5

Hidrografia brasileira



Fonte: IBGE (2021).

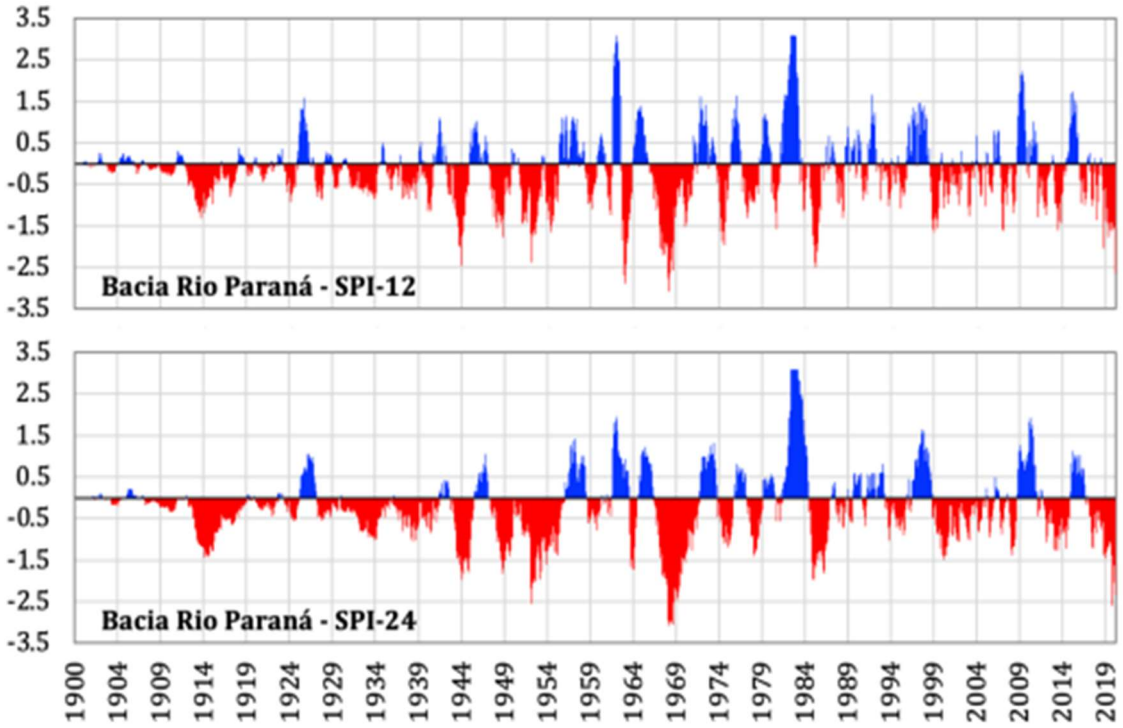
Especificamente na bacia do Rio Paraná (BRPR) - em cinza na figura (5) acima -, que estende-se pelo Distrito Federal e pelos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Santa Catarina e São Paulo, a situação é bastante crítica, de acordo com Moraes et al. (2021).

Nos últimos 22 anos a precipitação registada na BRPR ficou abaixo da média, de acordo com o Índice Padronizado de Precipitação (SPI, na sigla em inglês) com exceção dos anos de 2010 e 2015. Além disso, desde o ano de 2019 a bacia enfrenta uma situação de seca que varia

entre as categorias "severa", terceiro grau, e "excepcional", maior grau de classificação na escala de seca, demonstrada na figura (6) abaixo. (Moraes et al., 2021)

Figura 6

Histórico SPI nas escalas de 12 e 24 meses para a bacia do rio Paraná



Fonte: Moraes et al. (2021).

Nota: SPI-12 e SPI-24 são os Índices Padronizados de Precipitação na escala de 12 e 24 meses. Seca "severa" é classificada quando SPI< -1,3. Seca "excepcional" é categorizada quando SPI< -2,0.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) a soma da população estimada para o ano de 2021 do Distrito Federal e dos cinco estados brasileiros supracitados, banhados pela BRPR, é de aproximadamente 41,50% do total do país. Este dado é importante pelo fato de que uma fatia bastante considerável da população brasileira depende do regime de chuvas e da regulação do clima nesta região.

Com o aumento e intensificação de períodos de seca na bacia do Rio Paraná devido ao desmatamento da região Amazónica e, consequentemente, a diminuição da vazão dos Rios Voadores, aproximadamente, 90 milhões de pessoas, em maior ou menor grau, ficam mais suscetíveis à situações de vulnerabilidade climática, social, alimentar e energética, pois o

importante papel desempenhado pela precipitação, de abastecimento dos rios terrestre que fornecem água para o consumo humano, bem como para a atividade agropecuária de pequenos, médios e grandes produtores, também é relevante para a produção de energia elétrica, dada a característica da matriz energética brasileira ser altamente dependente de usinas hidrelétricas - cerca de 65,2%, de acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2021).

A BRPR possui a maior capacidade instalada de produção de energia a partir do movimento das águas, segundo Moraes et al. (2021), e abriga 57 grandes reservatórios de aproveitamento hidrelétrico. A Usina Hidrelétrica de Itaipu, por exemplo, é a maior em capacidade instalada do Brasil, cerca de 14.000 MW, de acordo com EPE (2021).

Ou seja, a seca que impacta na produção de alimentos, seja para a própria subsistência ou para a comercialização, e no abastecimento de água, também implica na geração de energia elétrica, que em períodos de estiagem mais severos e longos, fica mais cara para os consumidores finais, que também podem sofrer com faltas (apagões) e picos energéticos.

Esta complexa situação de multi-vulnerabilidade tem a mesma raiz: a variabilidade do clima, que acaba por aumentar o estresse socioambiental e, no limite, intensificar os fluxos migratórios por motivos climáticos nas regiões e classes sociais financeiramente mais frágeis.

Esta afirmação é importante por resumir conceitos e conectar alguns dos autores supracitados, dado que, segundo Claro (2012), secas são episódios de início lento e, de acordo com IDMC (2018), acontecem de forma prolongada e gradual. Já para Mata-Lima et al. (2013), as regiões com maior grau de vulnerabilidade financeira e social, experimentam maiores impactos, na comparação com regiões mais desenvolvidas.

Na próxima e última secção deste capítulo, serão analisados os movimentos migratórios forçados por motivos climáticos, por meio de trabalhos e dados disponíveis na literatura, a fim de se observar a consequência que um eventual esgotamento da promoção dos Rios Voadores, por parte da floresta Amazónica, pode ter no fluxo de pessoas que se refugiam por motivos climáticos de início lento, como é o caso de secas e processos de desertificação.

4.4. Refugiados do clima - a migração climática forçada no Brasil

Os termos "refugidos climáticos" - "refugiados do clima" ou, até mesmo, "refugiados ambientais" - são utilizados para definir um indivíduo ou grupo de pessoas que são forçadas, ou optam, a deixar os seus locais - país ou região - de residência habitual devido, principalmente, a mudanças súbitas ou graduais no meio ambiente em que estão inseridas, de maneira temporária ou definitiva. (IOM, 2019)

Segundo a IOM (2019), este termo começou a ser utilizado por pesquisadores, pela mídia e por especialistas a fim de lançar luz sobre o problema e, portanto, para que milhões de pessoas que, atualmente, vivenciam esta situação, sejam assistidas pelos organismos internacionais e tenham os seus direitos básicos assegurados.

De acordo com a convenção da Organização das Nações Unidas relativa ao Estatuto dos Refugiados de 1951, não são considerados refugiados, aqueles que, por motivos climáticos abandonam, temporária ou permanentemente, os seus locais de residência. Um indivíduo, então, pode ser considerado um refugiado por razões raciais, de crença religiosa, etnia, pertencimento a uma classe ou grupo social ou posições políticas ("United Nations Convention relating to the Status of Refugees," 1951).

Autores como Ionesco (2019), defendem utilizar a nomenclatura "migrantes climáticos" dado que, entre outras razões, editar o Estatuto dos Refugiados de 1951 pode enfraquecê-lo e pessoas em situação de refúgio poderiam ficar ainda mais vulneráveis, gerando efeito oposto ao que se espera. Alguns estudiosos concordam com o emprego desta nomenclatura, e segundo Nabenyo (2020), não há embasamento legal no termo "refugiados climáticos".

Tal afirmação é considerada incoerente até mesmo com o Estatuto, por autores como Claro (2012), dado que o documento não exclui a possibilidade de indivíduos se refugiarem por motivos não abrangidos pela Convenção e a falta de estatuto próprio para denominar esta categoria de migrantes, demonstra o fraco empenho dos organismos internacionais nos efetivos reconhecimento, promoção e asseguramento dos direitos humanos de pessoas que se encontram nesta situação.

Embora não haja consenso sobre o termo mais adequado para se referir a pessoas que, por motivos climáticos, se encontram em situação de refúgio, é estimado que no mundo todo, entre os anos de 2010 e 2019, segundo WMO (2021), aproximadamente, 23 milhões de pessoas tiveram que se descolocar em função de eventos relacionados com o clima. Já

segundo o relatório do Banco Mundial, se não forem tomadas medidas para conter as alterações climáticas, haverá, até 2050, mais de 140 milhões de migrantes climáticos dentro dos próprios países, nas três regiões analisadas pelo relatório - África Subsaariana, Ásia Meridional e América Latina. (Rigaud et al., 2018)

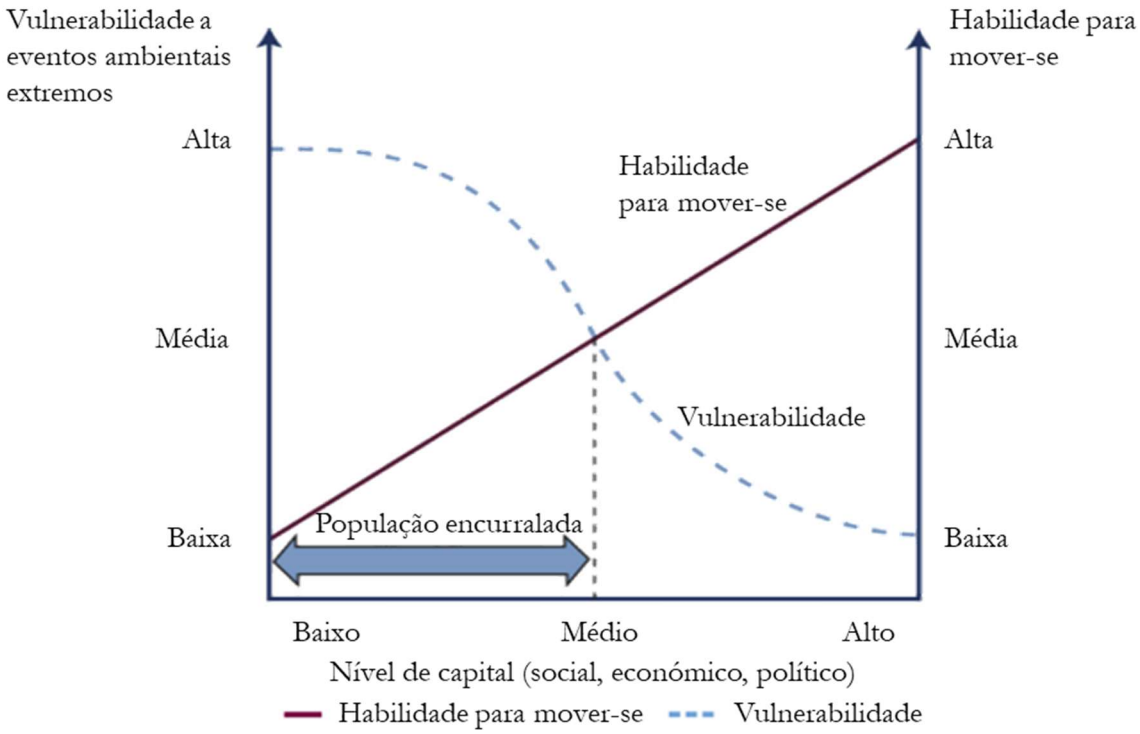
Apesar dos indivíduos de todas as classes sociais estarem suscetíveis aos efeitos de eventos climáticos extremos (Claro, 2012), segundo Mata-Lima et al. (2013), o impacto dos fenómenos naturais em regiões, social e financeiramente vulneráveis é significativamente maior, na comparação com países mais desenvolvidos. Na mesma esteira desta conclusão, de acordo com C. A. Nobre (2020), há uma relação inversa entre o tamanho e a ocorrência de fluxos migratórios e o nível de desenvolvimento do país afetado por estes desastres.

Ainda que o presente trabalho tenha como foco as migrações forçadas como mecanismo de adaptação às mudanças climáticas, dada a complexidade do tema, se faz necessária a exposição de outra resposta possível a eventos climáticos extremos por parte de um indivíduo ou grupo de pessoas: a imobilidade. (Black et al., 2013)

O baixo nível de capital social, económico e político, bem com a variabilidade do clima, criam uma armadilha, explicitada na figura (7) abaixo, em que o aumento do estresse socioambiental de pessoas e comunidades mais suscetíveis a estes eventos e que possuem, portanto, incentivos a migrar, não conseguem utilizar este mecanismo por se encontrarem em situação de pobreza. Ou seja, a população que não pode financiar o seu deslocamento para locais estranhos à sua origem, a fim de adaptar-se às mudanças climáticas, está encurralada em um cenário duplo de baixo nível económico e alta vulnerabilidade ambiental. (Black, Adger, et al., 2011; Black et al., 2013; Das & Hazra, 2020; Mastrorillo et al., 2016; Quiñones et al., 2021)

Figura 7

Armadilha socioeconómica ambiental



Fonte: Black, Adger, et al. (2011). Tradução própria.

Segundo Rigaud et al. (2018):

> As pessoas vulneráveis têm as oportunidades mais baixas de se adaptarem localmente ou de se afastarem do risco e, ao migrarem, com frequência o fazem como último recurso. Outros ainda mais vulneráveis, presos em áreas cada vez mais inviáveis, não estarão em condições de migrar. (p. 7)

Esta afirmação vai de encontro com o observado por Quiñones et al. (2021), de que famílias com menor poder aquisitivo, são também menos propensas a migrar, devido a situações de seca, corroborando a ideia de que, para além de fatores ambientais, os fatores económicos e sociais são igualmente relevantes para o deslocamento.

Quando decidem e conseguem migrar, seja para dentro ou fora dos limites do país de origem, estes refugiados climáticos são muitas vezes vítimas de repetidos e frequentes deslocamentos secundários, devido a maior sensibilidade a catástrofes ambientais (WMO, 2021), ou seja, é

possível que a ação de migrar não tenha fim em si mesma, dificultando, portanto, o desenvolvimento social e económico deste grupo já bastante vulnerável.

A exposição deste tipo de resposta adaptativa (imobilidade) é importante para explicar o motivo pelo qual, em alguns casos empiricamente observados, de acordo com Beine e Jeusette (2021) e Beine e Parsons (2017), há uma fraca, ou até mesmo negativa, relação entre eventos climáticos extremos e movimentos migratórios de pessoas atingidas por estes episódios, em países menos desenvolvidos.

Contudo, não há regras: segundo estimativas feitas por Thiede et al. (2016), há uma relação mais robusta entre a variabilidade climática e os fluxos migratórios interprovinciais, do que entre as mudanças no clima e a imobilidade da população, nos países sul-americanos estudados por estes autores. Já na Bolívia - exceção -, variações positivas na temperatura, atuariam de maneira negativa na propensão a migrar dos seus cidadãos.

A característica dos eventos ambientais extremos também importa. De acordo com Stojanov et al. (2021), pessoas que migram em função de episódios climáticos de início lento, como é o caso de secas e elevação do nível do mar, tendem a permanecer por mais tempo, ou de maneira definitiva, em situação de refúgio, quando comparadas com populações afetadas por eventos extremos de início rápido - furacões, por exemplo - que tendem a migrar temporariamente.

Segundo observado por Mastrorillo et al. (2016), períodos longos de estiagem, bem como anomalias na temperatura, resultaram em forte elevação no fluxo migratório, na região estudada por eles. No mesmo sentido, Black, Bennett, et al. (2011) argumentam que, na primeira década dos anos 2000, a seca que atingiu o Zimbábue contribui para o deslocamento de quase 2 milhões de pessoas em direção à África do Sul e, em Bangladesh, aproximadamente, 16% das famílias atingidas por processo de erosão da encosta (também um episódio de início lento), tiveram as áreas urbanas como destino.

Na Mongólia, a zona urbana também foi escolhida como destino por mais de 550 mil refugiados climáticos, nos últimos 20 anos. Na capital do país, Ulã Bator, que recebeu este grande influxo de migrantes, este número corresponde a um terço de sua população. (Schoening, 2020)

De acordo com Rigaud et al. (2018), a situação na América do Sul não é diferente: a força motriz dos fluxos migratórios são as mudanças climáticas e os seus efeitos têm sérios

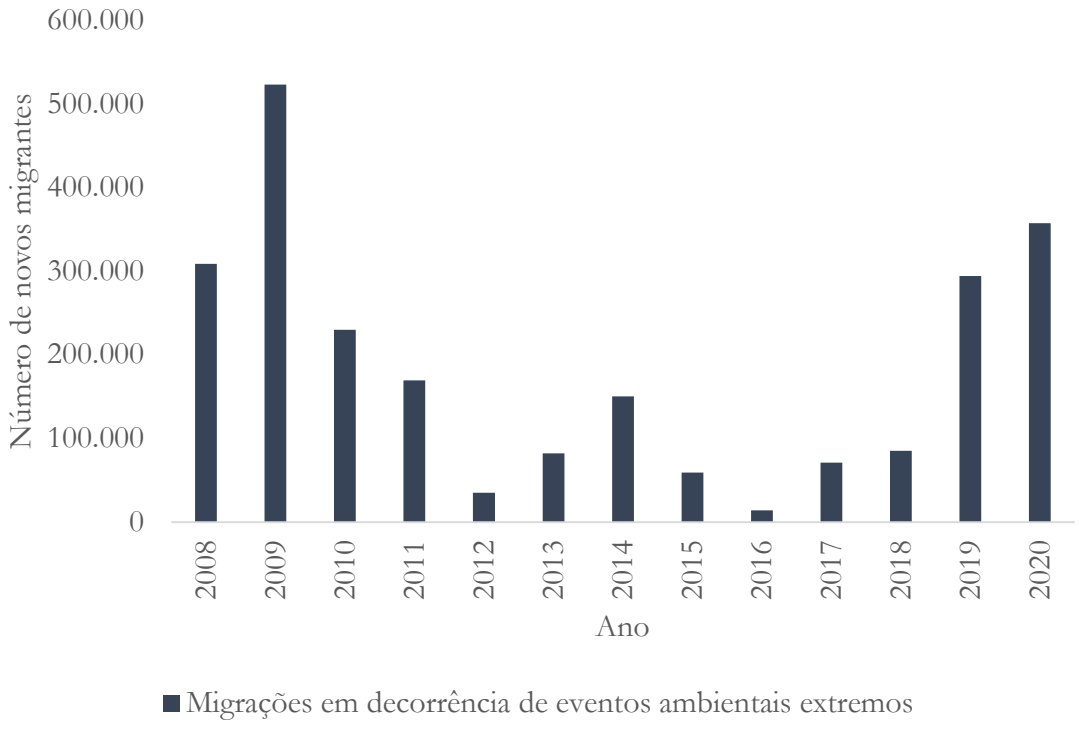
impactos para o desenvolvimento e planeamento regional. Também afirmam que o número de novos deslocamentos climáticos internos deve se expandir nas próximas décadas.

No Brasil, entre os anos de 2008 e 2020, os eventos naturais extremos foram responsáveis por, aproximadamente, 2,38 milhões de novas migrações internas, de acordo com IDMC (2021), sendo que os eventos climáticos contribuíram com 99,99% destes novos movimentos internos. Deste total, 2,03 milhões de pessoas, tiveram que deixar as suas casas em decorrência de inundações e 293 mil devido a tempestades. Já os episódios de seca, concentrados entre os anos de 2018 e 2020, foram responsáveis por quase 8 mil novos deslocamentos dentro do país.

O gráfico (13), abaixo, ilustra o movimento migratório interno no Brasil entre os anos de 2008 e 2020.

Gráfico 13

Migrações internas no Brasil (2008 - 2020)



Fonte: IDMC (2021). Elaboração própria.

Com o crescimento da área Amazónica degradada pela ação ilegal e deliberada de grupos que desmatam e ateiam fogo na floresta, há também o aumento da dificuldade e, no limite, o

esgotamento da promoção dos Rios Voadores, podendo implicar na ampliação da população - dependente do regime de chuvas e do abastecimento hídrico fornecido pelos rios terrestres da bacia do Rio da Prata (BRP) -, ameaçada pela vulnerabilidade ambiental.

Olhando especificamente para a região abrangida pela bacia do Rio Paraná (sub-bacia da BRP), este cenário de desequilíbrio acaba por contribuir para a instabilidade socioeconómica de uma população de quase 90 milhões de pessoas, em diversos graus, dependendo, como visto anteriormente, de múltiplos fatores (IBGE, 2017). O fator impulsionador, por de traz dos movimentos migratórios, aparentemente, por motivos económicos e sociais é, portanto, a variabilidade do clima.

Como visto até aqui, cada caso empiricamente observado demonstra uma relação única entre os movimentos migratórios e os eventos climáticos extremos. A correlação entre as variáveis pode ser positiva, negativa, forte ou fraca. Esta particularidade somada à insuficiência de dados mais sólidos e verossímeis, e de trabalhos na literatura acerca da dimensão e abrangência dos Rios Voadores Amazónicos, à característica da motivação de migrar - muitas vezes confundida com motivações económicas -, bem como à peculiaridade dos eventos de início lento (secas, neste caso), impedem o presente trabalho de mensurar o tamanho do fluxo migratório motivado, *ceteris paribus*, por uma exaustão do fenómeno dos RVA.

Contudo, é possível observar, com a ajuda dos trabalhos citados nesta secção, que há no Brasil, e no mundo, uma taxa crescente de migrações de cunho climático, seja em decorrência de eventos de início rápido ou de início lento. São relevantes para a ação de deslocar-se, fatores sociais, económicos e políticos, que ajudam a estimar a vulnerabilidade de grupos de pessoas suscetíveis a estes fenómenos, que podem ou não se refugiarem, como forma de adaptação. A consequência possível, porém, de um hipotético, mas provável, esgotamento dos Rios Voadores é a de que milhões de pessoas migrariam dentro dos limites do território nacional, e outras muitas não conseguiriam fazê-lo, por se encontrarem encurraladas em uma armadilha de vulnerabilidade múltipla - baixo nível socioeconómico e aguda vulnerabilidade ambiental.

5. Conclusão

A matriz energética da sociedade atual e passada, muito se assemelham: baseadas, principalmente, na queima de combustíveis fósseis (IEA, 2020c). O problema, contudo, está na quantidade de energia oferecida, que aumentou, entre 1971 e 2018, em cerca de 143%, para acompanhar o crescimento populacional e, portanto, na quantidade de GEE lançados na atmosfera - variação de, aproximadamente, 140% no mesmo período (IEA, 2020a) - elevando a temperatura global em 0,41 ºC em apenas 47 anos. (Jones et al., 2021)

Pela característica de ser uma floresta húmida, contudo, o aumento da temperatura média global observado, tem pouca influência nos episódios de incêndios na floresta Amazónica (Bocuhy, 2021). Os incêndios são, portanto, causados por uma soma de fatores em que a variabilidade climática - fator pouco relevante - torna a floresta mais vulnerável à ação antrópica (Carvalho & Nobre, 2020) de limpeza e preparação do solo - fator mais relevante - que, mais tarde, será transformado em pastos e áreas de plantio.

É, portanto, o desmatamento, aliado a incêndios florestais, para fins de produção de alimentos que acaba por perturbar a promoção do fenómeno dos Rios Voadores pela floresta Amazónica. Isso porque, quanto menos árvores, menor a quantidade de água lançada na atmosfera no processo de evapotranspiração e menor o fluxo deste rio atmosférico. (Brasil das Águas, s.d.; Makarieva & Gorshkov, 2007)

Como visto anteriormente, os RVA são responsáveis por até 25% da precipitação sobre a bacia do Rio da Prata (Zemp et al., 2014) a qual o Brasil detém a maior fatia, cerca de 46% da bacia em território brasileiro (Berbery & Barros, 2002), e a população banhada por suas águas, chega a quase 90 milhões de pessoas. (IBGE, 2017)

Caso o volume diário de água, advindo da floresta Amazónica, exportado pelos ventos seja descontinuado, em decorrência do desmatamento, a região da BRP pode experimentar períodos de seca bastante severos.

A seca que impacta na produção de alimentos, seja para a própria subsistência ou para a comercialização, e no abastecimento de água, também implica na geração de energia elétrica, que em períodos de estiagem mais severos e longos, fica mais cara para os consumidores finais, que também podem sofrer com faltas (apagões) e picos energéticos, bem como aumento dos preços de alimentos e falta de água.

Em resumo, esta complexa situação de vulnerabilidade múltipla, explicitada pela figura (8) abaixo, tem a mesma raiz: a variabilidade do clima, que somada a ação antrópica de desmatamento, acaba por dificultar a promoção dos RVA e a pluviosidade nas bacias dependentes destas águas, elevando o estresse socioeconómico e ambiental (que se autoalimentam) e, no limite, intensificam os fluxos migratórios por motivos climáticos nas regiões e classes sociais financeiramente mais frágeis.

Figura 8

Sumarização dos conceitos



Fonte: Berbery e Barros (2002); Brasil das Águas (s.d.); Claro (2012); INPE (2021); Jones et al. (2021); Makarieva e Gorshkov (2007); C. A. Nobre et al. (1991); Projeto MapBiomas Amazônia (2021); UNDRR (2020); Zemp et al. (2014). Elaboração própria.

Devido ao tamanho da população banhada pela BRP - ou bacia do Rio Paraná, neste caso - é possível imaginar, com a ajuda dos trabalhos citados anteriormente, a magnitude do impacto que um eventual esgotamento dos RVA teria sobre os fluxos migratórios intranacionais no Brasil. Contudo, a insuficiência de dados mais sólidos e verossímeis, de trabalhos na literatura acerca da dimensão e abrangência dos Rios Voadores Amazónicos, a característica da motivação de migrar - muitas vezes confundida com motivações económicas -, a peculiaridade dos eventos de início lento (secas, neste caso) e o curto período para a

realização desta dissertação de mestrado, impedem o presente trabalho de mensurar o tamanho do fluxo migratório motivado, *ceteris paribus*, por uma exaustão deste fenómeno.

Contudo, é possível observar que há no Brasil, e no mundo, uma taxa crescente de migrações de cunho climático, seja em decorrência de eventos de início rápido ou de início lento. São relevantes para a ação de deslocar-se, fatores sociais, económicos e políticos, que ajudam a estimar a vulnerabilidade de grupos de pessoas suscetíveis a estes fenómenos, que podem ou não se refugiar, como forma de adaptação. A consequência possível, porém, de um hipotético, mas provável, esgotamento dos Rios Voadores é a de que milhões de pessoas migrariam dentro dos limites do território nacional e outras muitas não conseguiriam fazê-lo, por se encontrarem encurraladas em uma armadilha de vulnerabilidade múltipla - baixo nível socioeconómico e aguda vulnerabilidade ambiental.

Um conjunto possível de respostas para cessar, ou pelo menos reduzir a frequência e intensidade de situações de vulnerabilidade climática que impulsionam pessoas e comunidades a migrar (e as encurralam), é, segundo Ramos e Ramos (2016), o desenvolvimento em três aspectos: sustentável, quando os recursos naturais são utilizados de maneira consciente, social e económico, dado que o impacto de eventos climáticos extremos é menor em sociedades social e economicamente resilientes.

As grandes contribuições desta dissertação de mestrado para a literatura, portanto, são a desmistificação de que a floresta Amazónica sofre com queimadas naturais e sazonais, a demonstração de que os efeitos das ações humanas colocam em risco a vida e a qualidade de vida dos seus pares, a colaboração no sentido de chamar a atenção sobre o problema crescente das imigrações (e imobilidades) forçadas por motivos climáticos, e como o meio ambiente pode afetar o desenvolvimento socioeconómico de comunidades de todo o planeta.

As bem-vindas e necessárias contribuições futuras e de continuidade deste trabalho, devem estimar o valor monetário dos serviços prestados pela pluviosidade advinda da floresta Amazónica à economia brasileira, a dimensão dos fluxos migratórios em decorrência do esgotamento dos RVA, bem como os prejuízos financeiros acerca de gastos com saneamento básico, urbanismo, segurança, saúde e educação públicas, por parte das cidades escolhidas como destino por estes migrantes climáticos, forçados a migrar, a fim de compará-los.

6. Referências bibliográficas

Alencar, A. (2019). *Queimadas na Amazônia em 2019 seguem o rastro do desmatamento/Interviewer: IPAM*. Brasília - DF.

American Museum of Natural History. (2016). Human Population Through Time. Disponível em https://www.amnh.org/explore/videos/humans/human-population-through-time

Assis, L. F. F. G., Ferreira, K. R., Vinhas, L., Maurano, L., Almeida, C., Carvalho, A., Rodrigues, J., Maciel, A., & Camargo, C. (2019). TerraBrasilis: A Spatial Data Analytics Infrastructure for Large-Scale Thematic Mapping. *ISPRS International Journal of Geo-Information, 8*(11), 513. doi:10.3390/ijgi8110513

Barreto, P. (2009). Rio-92: mundo desperta para o meio ambiente. *Desafios do desenvolvimento, Ed. 56,* 82-83.

Beine, M., & Jeusette, L. (2021). A meta-analysis of the literature on climate change and migration. *Journal of Demographic Economics, 87*(3), 293-344. doi:10.1017/dem.2019.22

Beine, M., & Parsons, C. R. (2017). Climatic Factors as Determinants of International Migration: Redux. *CESifo Economic Studies, 63*(4), 386-402. doi:10.1093/cesifo/ifx017 %J CESifo Economic Studies

Berbery, E. H., & Barros, V. R. (2002). The Hydrologic Cycle of the La Plata Basin in South America *Journal of Hydrometeorology, 3*(6), 630-645. doi:10.1175/1525-7541(2002)003<0630:Thcotl>2.0.Co;2

Black, R., Adger, N., Arnell, N., Dercon, S., Geddes, A., & Thomas, D. (2011). *Migration and global environmental change: future challenges and opportunities*. Disponível em London: https://environmentalmigration.iom.int/migration-and-global-environmental-change-future-challenges-and-opportunities

Black, R., Arnell, N. W., Adger, W. N., Thomas, D., & Geddes, A. (2013). Migration, immobility and displacement outcomes following extreme events. *Environmental Science & Policy, 27*, S32-S43. doi:https://doi.org/10.1016/j.envsci.2012.09.001

Black, R., Bennett, S. R. G., Thomas, S. M., & Beddington, J. R. (2011). Migration as adaptation. *Nature, 478*(7370), 447-449. doi:10.1038/478477a

Bocuhy, C. (2021). *Queimadas na Amazônia são objeto de criminalidade, diz presidente do Proam/Interviewer: R. Colombo*. CNN Novo Dia, CNN Brasil São Paulo.

Brasil das Águas. (s.d.). Fenômeno dos rios voadores. Disponível em http://riosvoadores.com.br/o-projeto/fenomeno-dos-rios-voadores/

Burck, J., Hagen, U., Bals, C., Höhne, N., Nascimento, L., Essop, T., Binz, S., Helling, V., & Lucas, B. (2020). *The Climate Change Performance Index 2021: Results*. Disponível em https://germanwatch.org/en/19552

Carvalho, B., & Nobre, C. A. (2020). We're Turning the Amazon Into a Savannah. *The New York Times,* p. 10. Disponível em https://www.nytimes.com/2020/10/02/opinion/amazon-rainforest-climate-change.html

Claro, C. d. A. B. (2012). *Refugiados ambientais: mudanças climáticas, migrações internacionais e governança global.* (Dissertação de Mestrado), Universidade de Brasília, Brasília - DF.

Dantas, C. (2020). Queimadas na Amazônia em 2020 passam número registrado em todo o ano de 2019. *G1*. Disponível em https://g1.globo.com/natureza/amazonia/noticia/2020/10/22/queimadas-na-amazonia-em-2020-passam-numero-de-todo-o-ano-de-2019.ghtml

Das, S., & Hazra, S. (2020). Trapped or resettled: coastal communities in the Sundarbans Delta, India. *Forced Migration Review*(64), 15-17.

Domingues, M. S., & Bermann, C. (2012). O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja *Ambiente & Sociedade, 15*, 1-22.

EPE. (2021). *Balanço Energético Nacional 2021: Ano base 2020*. Disponível em Rio de Janeiro: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021

Fang, J.-Q., & Liu, G. (1992). Relationship between climatic change and the nomadic southward migrations in eastern Asia during historical times. *Climatic Change, 22*(2), 151-168. doi:10.1007/BF00142964

Fisch, G., Marengo, J. A., & Nobre, C. A. (1996). Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. *Acta Amazônica, 28*, 101-126. doi:https://doi.org/10.1590/1809-43921998282126.

Fu, R., Yin, L., Li, W., Arias, P. A., Dickinson, R. E., Huang, L., Chakraborty, S., Fernandes, K., Liebmann, B., Fisher, R., & Myneni, R. B. (2013). Increased dry-season length over southern Amazonia in recent decades and its implication for future climate projection. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 110*(45), 18110–18115. doi:10.1073/pnas.1302584110

G1. (2020). Ministro do Meio Ambiente defende passar 'a boiada' e 'mudar' regras enquanto atenção da mídia está voltada para a Covid-19. *G1*. Disponível em https://g1.globo.com/politica/noticia/2020/05/22/ministro-do-meio-ambiente-defende-passar-a-boiada-e-mudar-regramento-e-simplificar-normas.ghtml

GIFEX. (2009). Physical and hydrographic map of Latin America. In.

Guha-Sapir, D., Below, R., & Hoyois, P. (s.d.). EM-dat: the OFDA/CRED International Disaster Database. Disponível 30 de Outubro de 2020, em Universite Catholique de Louvain www. emdat. be

IBGE. (2017). População. Disponível 02 de Setembro de 2021 https://cidades.ibge.gov.br/

IBGE. (2021). Bases Cartográficas Contínuas do Brasil. In B. C.-. PGI (Ed.). Distrito Federal.

IDMC. (2018). *No matter of choice: displacement ia a changing climate*. Disponível em Geneva: https://www.internal-displacement.org/research-areas/displacement-in-a-changing-climate

IDMC. (2020). *GRID - Global Report on Internal Displacement*. Disponível em Geneva: https://www.internal-displacement.org/global-report/grid2020/

IDMC. (2021). Global Internal Displacement Database. Disponível 06 de Setembro de 2021 https://www.internal-displacement.org/database/displacement-data

IEA. (2020a). CO2 Emissions from Fuel Combustion Highlights. Disponível 28 de Abril de 2021 https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/co2-emissions-from-fuel-combustion-highlights

IEA. (2020b). Global share of total energy supply by source, 2018. Disponível 28 de Abril de 2021 https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-share-of-total-energy-supply-by-source-2018

IEA. (2020c). World total energy supply by source, 1971-2018. Disponível 28 de Abril de 2021 https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/world-total-energy-supply-by-source-1971-2018

INPE. (2020). Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios Florestais. Disponível 22 de Dezembro de 2020 http://www.inpe.br/queimadas

INPE. (2021). Monitoramento dos Focos Ativos por Bioma. Disponível 08 de Julho de 2021 https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_estados/

Instituto Socioambiental. (2015). História das Conferências do Clima. *Widgets Socioambientais.* Disponível em https://widgets.socioambiental.org/pt-br/node/535

IOM. (Ed.) (2019). Glossary on Migration. Geneva.

Ionesco, D. (2019). Let's Talk About Climate Migrants, Not Climate Refugees. Disponível em United Nations Sustainable Development Goals website: https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2019/06/lets-talk-about-climate-migrants-not-climate-refugees/

Jones, P., Osborn, T., & Salmon, M. (2021). *Met Office Hadley Centre observations datasets.* Disponível em: https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut4/data/current/download.html

Lovejoy, T. E., & Nobre, C. (2018). Amazon Tipping Point. *Science Advances, 4*(2), 2340. doi:10.1126/sciadv.aat2340

Makarieva, A. M., & Gorshkov, V. G. (2007). Biotic pump of atmospheric moisture as driver of the hydrological cycle on land. *Hydrology and earth system sciences, 11*(2), 1013-1033.

Mastrorillo, M., Licker, R., Bohra-Mishra, P., Fagiolo, G., D. Estes, L., & Oppenheimer, M. (2016). The influence of climate variability on internal migration flows in South Africa. *Global Environmental Change, 39*, 155-169. doi:https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.04.014

Mata-Lima, H., Alvino-Borba, A., Pinheiro, A., Mata-Lima, A., & Almeida, J. A. (2013). Impactos dos desastres naturais nos sistemas ambiental e socioeconômico: o que faz a diferença? . *Ambiente & Sociedade, 16(3)*, 45-64. doi:10.1590/S1414-753X2013000300004

Mazoyer, M., & Roudart, L. (2008). *História das agriculturas no mundo: Do Neolítico à crise contemporânea.* Em UNESP (Ed.). Disponível em http://www.ufrgs.br/pgdr/publicacoes/producaotextual/lovois-de-andrade-miguel-1/mazoyer-m-roudart-l-historia-das-agriculturas-no-mundo-do-neolitico-a-crise-contemporanea-brasilia-nead-mda-sao-paulo-editora-unesp-2010-568-p-il

Moraes, O. L. L. d., Marengo, J. A., Seluchi, M., Cuartas, A., Cunha, A. P., Cunningham, C., Dolif, G., Broedel, E., & Deusdará-Leal, K. (2021). Situação atual e previsão hidrometeorológica para a bacia do rio Paraná [Press release]. Disponível em http://www2.cemaden.gov.br/wp-content/uploads/2021/06/NotaTecnica_BaciaParana_2021_Maio31.pdf

Nabenyo, E. (2020). Climate-induced involuntary migration: nomadic-pastoralists' search for elusive pastures in Kenya. *Forced Migration Review*(64), 10-12.

NOAA, N. O. a. A. A. (Producer). (2019, 16 de Julho de 2021). Fires in the Amazon Rainforest Seen by NOAA-20. Disponível em https://www.nesdis.noaa.gov/content/fires-amazon-rainforest-seen-noaa-20

Nobre, A. D. (2014). *O futuro climático da Amazônia: Relatório de Avaliação Científica*. Disponível em São José dos Campos, SP: http://www.ccst.inpe.br/o-futuro-climatico-da-amazonia-relatorio-de-avaliacao-cientifica-antonio-donato-nobre/

Nobre, C. A. (2020). *Já ouviu falar dos refugiados do clima?/Interviewer: J. Maes*. Café da Manhã, São Paulo.

Nobre, C. A., Sellers, P. J., & Shukla, J. (1991). Amazonian Deforestation and Regional Climate Change *Journal of Climate, 4*(10), 957-988. doi:10.1175/1520-0442(1991)004<0957:Adarcc>2.0.Co;2

Nordhaus, W. (2019). Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics American Economic Review. *American Economic Review, 109*(6), 1991-2014. doi:10.1257/aer.109.6.1991

Projeto MapBiomas Amazônia. (2021). Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso do Solo da Pan-Amazônia. Disponível 13 de Junho de 2021 https://plataforma.amazonia.mapbiomas.org/map#coverage

Quiñones, E. J., Liebenehm, S., & Sharma, R. (2021). Left home high and dry-reduced migration in response to repeated droughts in Thailand and Vietnam. *Population and Environment, 42*(4), 579-621. doi:10.1007/s11111-021-00374-w

Ramos, M. C. P., & Ramos, N. (2016). Migrações Ambientais: Desafios às Políticas Públicas, à Cidadania e ao Desenvolvimento. In M. M. Costa & M. C. Leal (Eds.), *Fundamentos constitucionais das políticas públicas nos direitos sociais* (1ª ed., pp. 51-74). Águas de São Pedro: Livronovo.

Rigaud, K. K., de Sherbinin, A., Jones, B., Bergmann, J., Clement, V., Ober, K., Schewe, J., Adamo, S., McCusker, B., Heuser, S., & Midgley, A. (2018). *Cenário: A Preparação para a Migração Climática Interna*. Disponível em Washington, DC: https://www.openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29461

Schoening, S. (2020). Lessons from internal climate migration in Mongolia. *Forced Migration Review*(64), 22-24.

Selby, J., Dahi, O. S., Fröhlich, C., & Hulme, M. (2017). Climate change and the Syrian civil war revisited. *Political Geography, 60*, 232-244. doi:https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2017.05.007

Silvério, D., Silva, S., Alencar, A., & Moutinho, P. (2019). Amazônia em chamas [Press release]. Disponível em https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2019/08/NT-Fogo-Amazo%CC%82nia-2019-1_2.pdf

Soares-Filho, B. S., Nepstad, D. C., Curran, L. M., Cerqueira, G. C., Garcia, R. A., Ramos, C. A., Voll, E., McDonald, A., Lefebvre, P., & Schlesinger, P. (2006). Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature, 440*(7083), 520-523. doi:10.1038/nature04389

Spracklen, D. V., Arnold, S. R., & Taylor, C. M. (2012). Observations of increased tropical rainfall preceded by air passage over forests. *Nature, 489*(7415), 282-285. doi:10.1038/nature11390

Stojanov, R., Rosengaertner, S., de Sherbinin, A., & Nawrotzki, R. (2021). Climate Mobility and Development Cooperation. *Population and Environment*. doi:10.1007/s11111-021-00387-5

Thiede, B., Gray, C., & Mueller, V. (2016). Climate variability and inter-provincial migration in South America, 1970–2011. *Global Environmental Change, 41*, 228-240. doi:https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.10.005

UNDP. (2020). *The next frontier - Human develoment and the Anthropocene*. Disponível em New York: http://hdr.undp.org/en/2020-report

UNDRR. (2020). *Human cost of disasters: An onverview of the last 20 years (2000-2019)*. Disponível em https://www.undrr.org/publication/human-cost-disasters-2000-2019

UNFCCC. (1997). *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. Paper presented at the Kyoto Climate Change Conference, Kyoto. https://unfccc.int/documents/2409

UNFCCC. (s.d.-a). Conference of the Parties (COP). Disponível em https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop?page=%2C%2C%2C2%2C%2C%2C%2C%2C%2C%2C%2C0%2C0

UNFCCC. (s.d.-b). Copenhagen Climate Change Conference. Disponível em https://unfccc.int/process-and-meetings/conferences/past-conferences/copenhagen-climate-change-conference-december-2009/copenhagen-climate-change-conference-december-2009

UNFCCC. (s.d.-c). Glasgow Climate Change Conference. Disponível em https://unfccc.int/process-and-meetings/conferences/glasgow-climate-change-conference

UNFCCC. (s.d.-d). History of the Convention. Disponível em https://unfccc.int/process/the-convention/history-of-the-convention#eq-2

UNFCCC. (s.d.-e). The Paris Agreement. Disponível em https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement

United Nations. (2015). *Paris Agreement*. Paper presented at the Paris Climate Change Conference, Paris. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

United Nations Convention relating to the Status of Refugees, Geneva, 2545 Estat. 137-221 (ONU 1951).

WMO. (2021). *State of the Global Climate 2020*. Disponível em Geneva: https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate

Worldometer. (s.d.). World Population. Disponível em https://www.worldometers.info/world-population/#pastfuture

Zemp, D. C., Schleussner, C. F., Barbosa, H. M. J., van der Ent, R. J., Donges, J. F., Heinke, J., Sampaio, G., & Rammig, A. (2014). On the importance of cascading moisture recycling in South America. *Atmos. Chem. Phys., 14*(23), 13337-13359. doi:10.5194/acp-14-13337-2014