



CARBON MINORS: UM NOVO CONCEITO NA GOVERNANÇA DO CLIMA

Guilherme Nascimento Gomes

Doutorando (CNPq) em Política Científica e Tecnológica, UNICAMP

guingomes@gmail.com

Rosana Icassatti Corazza

Departamento de Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências (IG), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), São Paulo, Brasil

rcorazza@unicamp.br

Resumo

O objetivo do artigo visa contribuir para o debate conceitual, metodológico e de apoio a políticas para a governança global/local do clima. A contribuição consiste de um aporte conceitual e metodológico, com base na literatura sobre vulnerabilidade e por meio de uma análise quantitativa que cruza indicadores selecionados de vulnerabilidade e de emissões acumuladas de gases de efeito estufa (GEE). Por meio dessa contribuição, foi possível identificar, preliminarmente, um conjunto de países que se propõe chamar originalmente de *carbon minors*, de maneira complementar ao conceito de *carbon majors*, proposto por Heede em 2014. O conceito proposto neste artigo se refere a países e parcelas de populações que poderão sofrer com os riscos climáticos, tanto por sua vulnerabilidade estrutural, quanto pela intensa vulnerabilidade conjuntural oriunda de escolhas de políticas econômicas feitas no passado. Especificamente, busca-se apresentar e analisar um índice de vulnerabilidade conjuntural por meio de uma análise fatorial com 20 variáveis *proxies* de vulnerabilidade às mudanças climáticas adotados por Brooks, Adger e Kelly em trabalho de 2005.

Palavras-chave: *carbon minors*; *carbon majors*; vulnerabilidade; mudanças climáticas; análise fatorial

Abstract

The paper aims at contributing to the conceptual, methodological and policy support debate for global/local climate governance. The contribution consists of a conceptual and methodological contribution, based on the literature on vulnerability and through a quantitative analysis that crosses selected indicators of vulnerability and indicators of accumulated emissions of greenhouse gases (GHG). Through this contribution, it was possible to identify, preliminarily, a set of countries that it is proposed to call originally carbon minors, in a complementary way to the concept of carbon majors, proposed by Heede in 2014. The concept proposed in this article refers to countries and plots of populations that may suffer from climatic risks, both due to their structural vulnerability and the intense conjunctural vulnerability arising from economic policy choices made in the past. Specifically, it seeks to present and analyze a cyclical vulnerability index by a factor analysis of 20 variables proxies of vulnerability to climate change adopted by Brooks, Adger and Kelly in a 2005 study.

Key words: *carbon minors*; *carbon majors*; vulnerability; climate change; factor analysis

JEL Codes: O13; Q54; Q58



1. Introdução

Passados 30 anos de negociações climáticas o que se observa é o aumento dos níveis de emissões dos gases de efeito estufa. De fato, os debates que tiveram início com a criação do IPCC em 1988, como uma colaboração das Nações Unidas e da Organização Meteorológica Mundial (OMM) para o meio ambiente, tinham o intuito de discutir primordialmente o avanço das transformações climáticas ocasionadas pela ação humana. Em 1992, no Rio de Janeiro, o encontro promoveu a proposta de uma *Convenção-Quadro para as Mudanças Climáticas* (UNFCCC) dando início às negociações climáticas que levaram à adoção multilateral de um Regime Climático, por ocasião da rodada de Kyoto, em 1997.

Esse regime propunha certa divisão de papéis, objetivos, metas e prazos, cujos termos de implementação demandaram um ciclo de mais de uma década de negociações. O regime de Kyoto teve como meta inicial a redução de 5% dos níveis de emissões globais com relação aos níveis das emissões de 1990, com o prazo inicial determinado até 2012, hoje chamado de primeiro período de vigência do Protocolo de Kyoto (PK).

Passados anos de negociações climáticas no bojo do regime climático de Kyoto, constata-se que as emissões de gases de efeito estufa (GEE) cresceram significativamente. Resultado, portanto, que vai à contramão das propostas discutidas pelas partes envolvidas. Nas negociações mais recentes entre as Partes (que é como são designados os países no âmbito dessas negociações), por ocasião do Acordo de Paris, em 2015, determinou-se dentre outras pontos, o limite de emissões ou um *quantum* de GEE limítrofes antes de atingir o aumento de 2º C da temperatura global. É a esse *quantum* especificamente que se refere o conceito do “orçamento de carbono”. De fato, o orçamento pode ser compreendido como um

recurso comum e objeto conflituoso subjacente às negociações climáticas.

O regime climático é um conceito associado às teorias de regime internacional cuja especificidade está voltada para as perturbações climáticas. Portanto, os regimes implicam estabelecer regras e normas a serem obedecidas pelas partes signatárias (os Estados nacionais) com base em atribuições de responsabilidades (Krasner, 1985). O regime climático rege as negociações climáticas internacionais, discutidas pelos Estados nacionais, sob os quais, em última instância, recaem responsabilidades. Dentre outras especificidades, o regime climático regido pelo PK foi erigido sobre dois princípios norteadores: 1) o Princípio das Responsabilidades Históricas (PRH) e 2) Princípios das responsabilidades Comuns, porém Diferenciadas (PRCD)¹.

No PK, assinado em 1997 e que entrou em vigor em 2005, metas obrigatórias foram atribuídas a um conjunto de países cujas contribuições históricas para o problema das mudanças climáticas podem ser compreendidas em função de suas emissões acumuladas ao longo da era industrial (a partir de 1850). A chamada “responsabilidade histórica” desses países estava refletida na arquitetura do PK, na forma do conhecido “Anexo I”². O Acordo de Paris, resultado da 21ª Conferência das Partes (COP 21), em 2015,

¹ Ver mais em Viola (2002), Bueno Rubial (2016), Souza e Corazza (2017).

² O Anexo I representa um grupo de países industrializados que eram membros da OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico) em 1992, além de países com economias em transição, incluindo a Federação Russa, os Estados Bálticos e Estados da Europa Central e Orientais, que tinham metas obrigatórias de mitigação dos GEE. Por outro lado, o grupo de países que não pertenciam eram países em desenvolvimento e que não tinham metas obrigatórias de redução, mas possuíam responsabilidades diferenciadas.



destinado a substituir o PK a partir de 2020, deixa para trás essa arquitetura e, com ela, essa atribuição específica de responsabilidade a esses países, grandes emissores de GEE: os “*carbon majors countries*”, como os designamos neste artigo. Nesse novo acordo, emerge um regime de metas voluntárias, apresentadas pelos Estados nacionais (as Partes) sob a forma de suas respectivas “Contribuições Nacionalmente Determinadas” (NDC na sigla em inglês para *Nationally Determined Contributions*). Desta sorte, o Acordo de Paris mostra-se mais vinculado ao PRCD do que ao PRH. Nesse último acordo, destaca-se uma estratégia *bottom up* – de baixo para cima: cada país apresenta suas “contribuições” para se restringir o aquecimento a 2° C, tentando-se ainda evitar o aquecimento do planeta para além dos 1,5° C, considerado o limite a partir do qual mudanças de natureza catastrófica ocorreriam, segundo os cenários projetados apresentados reiteradamente nos sucessivos Relatórios de Avaliação (AR) do IPCC. Esta nova abordagem é uma das características mais distintivas do acordo que sela o início de um “novo regime climático” (Bueno Rubial, 2016; Souza e Corazza, 2017).

Em outras palavras, a obrigatoriedade de redução das emissões por parte dos países

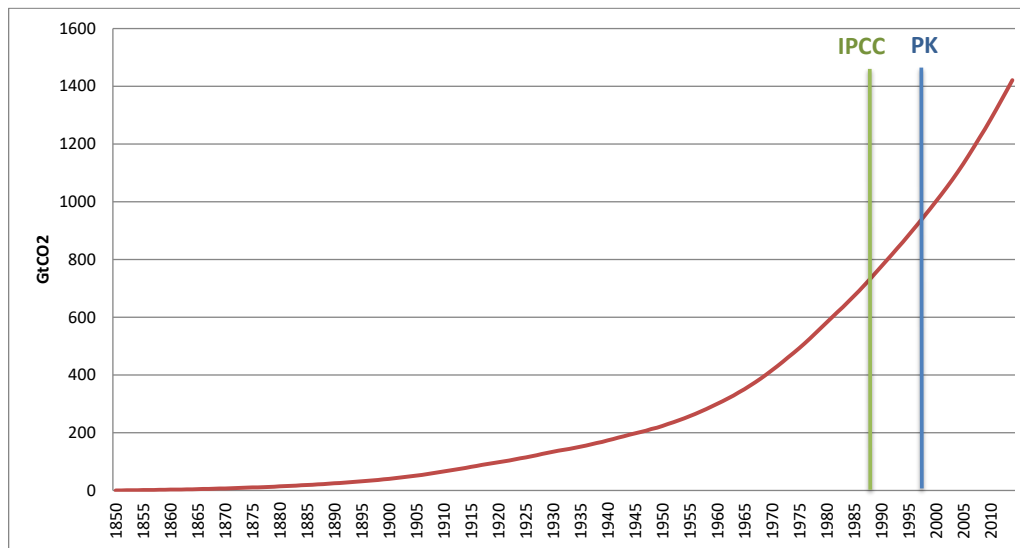
industrializados era a estratégia que caracterizava o PK; agora, os países elaboram suas propostas de redução de emissões de GEE e as apresentam nas negociações, esperando-se que a resultante, em termos da soma dessas contribuições, permita que a humanidade se mantenha dentro do Orçamento Global de Carbono.

Posto isso, é preciso observar que, ainda sob a vigência do PK, cujas Conferências se arrastaram por mais de duas décadas sem lograr amearhar o real comprometimento dos maiores emissores globais, como é o caso de maior destaque dos Estados Unidos, as emissões globais avançaram nemiamente, sem que a estratégia imposta – na forma de metas obrigatórias, associadas a prazos para seu cumprimento – aos Estados nacionais *carbon majors* surtisse efeitos significativos.

O gráfico 1 mostra as emissões acumuladas globais entre 1850 e 2014. Observa-se que desde a década de 1950 as emissões acumuladas globais cresceram de forma contínua e acelerada. Em 1997, ano de assinatura do PK, as emissões acumuladas somavam aproximadamente 928 GtCO₂, sendo que em 2014 esse número passou a ser de 1420 GtCO₂, um crescimento de 53%.



Gráfico 1 – Emissões globais acumuladas de CO₂ (1850-2014)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do CAIT.

Concentrando-se prioritariamente em sucessivas rodadas de tentativas de entendimento mútuo entre as Partes (sendo essas os representantes dos Estados nacionais), essa forma de negociação sobre a ação climática tem se revelado, portanto, ineficaz e suscitado observações críticas. Bulkeley (2012) mostra que é preciso olhar para a governança do clima para além dos atores governamentais. A autora lembra a importância da participação de atores não governamentais, como compactos de cidades, redes de empresas, coalizões, países que se articulam em vários níveis de governo, associações não governamentais, empresas e associações corporativas, associações científicas e de profissionais, *think tanks* e outros, que estão implicados e dão seguimento efetivo à governança do clima.

Observa-se que, no seio das negociações, um elemento crítico que diz respeito às formas pelas quais se discutem as maneiras de apropriação do orçamento de carbono. Esse orçamento está sendo depletado nas últimas décadas com uma velocidade surpreendente. De acordo com resultados publicados no

âmbito do AR5 pelo grupo de trabalho I (WGI) do IPCC, uma das estimativas é de que o *quantum* do orçamento de carbono seja o equivalente a 2.900 GtCO₂ acumulado. Uma vez excedido esse valor, corre-se o risco de aumentar a temperatura média do planeta para além dos 2° C (Rogelj, et al. 2016). De acordo com dados do CAIT, as emissões acumuladas até 2014 representavam quase 49% do orçamento de carbono total.

Dentro da governança do clima, as estratégias de atores empresariais e também governos têm implicações sobre o *quantum* desse orçamento, na medida em que se empenham em desenvolver e implementar tecnologias voltadas à ampliação dos sumidouros de carbono, como no caso das tecnologias de *carbon capture and storage*, como nos casos de projetos de reflorestamentos (REED+), entre outros. Também é notável a multiplicação de iniciativas – associadas a numerosos atores sociais – sobre formas de cálculo e de estimativas alternativas para aquilatar o valor desse orçamento. Essas são razões pelas quais é preciso reconhecer o orçamento global



de carbono como um conceito dinâmico, controverso, contestável e em disputa.

Reconhecendo essas dificuldades, a proposta do estudo que está na origem deste artigo está alinhada à identificação do orçamento de carbono como recurso sobre o qual se desdobram disputas e conflitos, em diversos níveis de tomada de decisão, a começar pela esfera da governança global do clima. São disputas e conflitos que têm a ver com as formas, a velocidade e os montantes pelos quais esse orçamento vem sendo apropriado. Observa-se que essa apropriação se dá de forma desigual por *carbon majors*, países e empresas, em detrimento de uma partilha mais equitativa, que permita a geração de riquezas, nacional e localmente, com a difusão dos benefícios do uso desse recurso para parcelas mais abrangentes da população.

Foi recentemente que emergiu uma literatura centrada nas responsabilidades de grandes corporações emissoras de gases do efeito estufa. Heede (2014) encontrou evidências de que cerca de dois terços das emissões globais são advindos de grandes corporações produtoras de combustíveis fósseis e cimento. De acordo com o autor, das emissões totais de CO₂ e metano entre o período de 1751 a 2010, aproximadamente 63% foram atribuídos a 90 entidades (83 dos maiores produtores mundiais de carvão, petróleo e gás natural e a sete dos maiores fabricantes de cimento), então denominadas de *carbon majors*.

O conceito de *carbon majors* foi proposto por Heede (2014) para designar corporações grandes poluidoras e detentoras de extraordinário valor mercadológico. *Majors*, como se sabe, é termo empregado usualmente para fazer referência a grandes *players* no mundo dos negócios. Neste artigo, utiliza-se *carbon majors* para designar grandes *players* no mundo dos negócios, mas também nas

negociações climáticas aqueles que se apropriaram historicamente do recurso de carbono, ou seja, ao lado das grandes corporações, também os países ou Estados nacionais. Trata-se, portanto, de uma designação que problematiza e amplia o conceito de Heede (2014): as grandes corporações, ainda que atuem na forma de redes transnacionais, ainda têm seus interesses, suas operações estratégicas – como *marketing* e finanças – senão mesmo seus *headquarters*, em seus países de origem. Essa noção ampliada é de interesse para a governança do clima, desde logo por essa relação nem sempre explícita sobre interesses comuns entre corporações e Estados nacionais, mas também pelo fato de agregar “atores” que se apropriam do orçamento de carbono, historicamente, com implicações lógicas para o acesso a esse recurso por parte de outros “atores” – sobretudo outros Estados nacionais. Isto é, essa apreciação ampliada sobre *carbon majors* tem valor lógico e metodológico, ademais, histórico e geopolítico, para a apresentação de outro termo, no contexto deste trabalho, no que tange a reflexões sobre a apropriação histórica desigual do orçamento global de carbono: o conceito de *carbon minors*, cuja proposta segue mais abaixo.

Há que se considerar que os efeitos previstos das mudanças climáticas representam impactos muito desiguais entre países de industrialização avançada e países menos desenvolvidos. Dentre esses impactos, são previstas perdas e danos devidos a efeitos de mudanças no clima que podem levar a secas, inundações, eventos climáticos extremos – inclusive com situações dramáticas para os pequenos países insulares – como a fome, o recrudescimento de conflitos, surtos de doenças transmitidas por insetos e micro-organismos e migrações em massa. Dentre



esses países, destacam-se aqueles que menos – ou nada – contribuíram historicamente para as emissões de GEE e que, por isso, propomos chamar de *carbon minors*. Países que pouco contribuíram para o problema, por razões que envolvem o baixo consumo de combustíveis fósseis e o não desenvolvimento de infraestruturas intensivas no consumo desses combustíveis, de concreto e de aço, entre outros associados. São países que ainda não puderam galgar níveis de desenvolvimento suficientes para oferecer às suas populações uma “justiça energética” e muitas vezes o acesso a condições materiais para uma vida digna e que, agora, correm o risco cada vez mais presente de sofrerem uma “injustiça climática” (Newell e Paterson, 2010).

Assim, o objetivo desse artigo é apresentar e introduzir a proposta de um novo conceito, complementar ao conceito de *carbon majors*: o conceito de *carbon minors*. Esse conceito remete a países ou a parcelas da população de países que não usufruíram dos benefícios gerados pela apropriação e uso do orçamento de carbono e agora são as principais vítimas, que serão objetiva, intensa e talvez irrevogavelmente afetadas pelas transformações climáticas que se darão, de modo desigual, em razão da depleção desse recurso. Propõe-se que os países – ou parcelas de populações, ou comunidades – *carbon minors* foram excluídos do usufruto do desenvolvimento possibilitado pela depleção desse recurso comum. Portanto, o conceito de *carbon minors* se refere a uma combinação de três elementos objetivos: sua ínfima contribuição histórica para o problema climático, mensurada em termos de suas emissões acumuladas relativas; de sua vulnerabilidade aos impactos oriundos das mudanças climáticas; e de seu baixo nível de desenvolvimento.

Esse artigo é apresentado em três seções, além dessa introdução e da conclusão. A seção seguinte apresenta o conceito de *carbon majors* e discute a apropriação desigual do recurso comum. A terceira seção traz uma breve revisão da literatura sobre vulnerabilidade, de modo a fundamentar o conceito proposto. Por fim, apresentam-se os resultados de uma análise de vulnerabilidade que permite embasar, teórica e empiricamente, o conceito de *carbon minors*.

2. Carbon majors: uma apropriação histórica desigual do orçamento de carbono

O conceito de *carbon majors* foi cunhado por Heede (2014). O conceito é originário do projeto pioneiro de estudo empreendido pelo autor, denominado “*Carbon Majors Project*”, que foi responsável por quantificar e traçar a origem corporativa de uma parcela substancial das emissões históricas globais de dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄) desde o período industrial³. Investigou-se em detalhe a origem antropogênica desses GEE para os maiores produtores de combustível fóssil e da indústria cimenteira mundial. Ou seja, foram investigadas e calculadas as emissões desses gases para as grandes multinacionais privadas e estatais produtoras de petróleo, gás e carvão mineral, e para as maiores cimenteiras.

O trabalho de Heede levou à identificação de 90 “*carbon majors*”, como as principais fontes industriais das emissões históricas desses gases desde 1850. Essa é uma informação que pode mudar completamente o panorama da governança global do clima, uma vez que muda

³ O projeto faz parte do *Climate Accountability Institute*, uma organização educacional e de pesquisa sem fins lucrativos, fundada em 2011 por Richard Heede, Naomi Oreskes e Greg Erwin.



o foco da responsabilidade pelas emissões históricas dos países (que estiveram agrupados no chamado Anexo I, que reunia, como apontado anteriormente, os países responsáveis pela maior parte dessas emissões historicamente acumuladas e a eles atribuía metas obrigatórias de redução de emissões sob a égide do PK). Atualmente, o *Center for Environmental Law* (CEL) mantém, com o apoio do *Greenpeace* e do *World Wildlife Fund*, uma campanha legal que questiona se os executivos das corporações podem ser responsáveis por suas “ações anticlimáticas”⁴.

Heede (2014), que apoia a iniciativa do CEL, examinou dados históricos sobre a produção de petróleo e de cimento, identificando as identidades societárias dos produtores – observando as mudanças na estrutura proprietária dos capitais. A partir dos dados de produção e de dados técnicos sobre a intensidade de emissões de CO₂, para as quais o autor empregou o banco de dados de emissões de CO₂ para produção de combustível fóssil, queima e produção de cimento, disponibilizado pelo *Centro de Informações e Análises de Dióxido de Carbono* (CDIAC, na sigla em inglês para *Carbon Dioxide Information Analysis Center*)⁵.

⁴ O *Center for Environmental Law*, entidade sem fins lucrativos e financiada por doações, com sedes em Washington e em Genebra, pesquisa e desenvolve formas inovativas de ação legal, por meio de programas, comunicação e *internships*, na defesa de direitos humanos em várias frentes (indústria extrativa, grandes projetos de infraestrutura, agronegócio, dentre outros) e, no caso específico das mudanças climáticas, tem trabalhado com parceiros ao redor do mundo para desenvolver estratégias legais para a responsabilização de corporações – e países – para promover a justiça diante das ameaças climáticas e acelerar a transição energética. Cf. <https://www.ciel.org/project-update/carbon-majors/>.

⁵ O sistema do CDIAC está disponível no sítio: <https://cdiac.ess-dive.lbl.gov/>. Observar que o sistema está em fase de mudança para outra plataforma, o *Environmental Systems Science Data Infrastructure for a*

Os resultados quantificados por Heede (2014) permitiram identificar que as emissões totais acumuladas no período de 1854 a 2010 chegaram a 914 gigatoneladas de dióxido de carbono equivalente (GtCO₂e), atribuídas aos produtores de combustíveis fósseis e cimento.

São 90 as entidades *carbon majors* globais, que respondem por 63% das emissões globais no período de 1850 a 2010. Dessas, 83 entidades (corporações ou Estados) são produtoras de petróleo, gás e carvão. As outras sete maiores entidades correspondem a cimenteiras. As entidades incluem: 50 entidades detidas por investidores, 31 estatais e nove Estados-membros, atuais e antigos.

Das emissões atribuídas às *carbon majors*, metade ocorreu a partir de 1986 (Heede, 2014). As evidências apontam para um acelerado aumento da produção de combustíveis fósseis na segunda metade da década de 1980, coincidentemente com a proliferação dos estudos e alertas científicos sobre as causas do problema das transformações climáticas globais e também com a aceleração de exploração mundial dos combustíveis fósseis.

Em que se pese a necessidade de aquilatar dificuldades como essas, é de interesse conhecer os resultados desse exercício pioneiro e inovador. As 30 maiores corporações selecionadas pelo critério de valor de emissões estão relacionadas na tabela 1, na qual é possível identificar a atividade principal de cada empresa, seu país de origem, suas emissões de CO₂, em GtCO₂e, e a participação percentual dessas emissões no total global. Essas entidades são responsáveis pela origem

Virtual Ecosystem (ESS-DIVE), acessível a partir do link: <https://ess-dive.lbl.gov/>. Esta é uma plataforma mantida pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos. Por enquanto, a plataforma do CDIAC ainda está acessível pelo sítio original, mas num futuro ainda não determinado, apenas estará acessível via ESS-DIVE.



de cerca de um terço (34,84%) das emissões globais desde a era industrial, principalmente

as empresas associadas ao paradigma fóssil-intensivo.

Tabela 1 – Top 30 Corporações carbon majors selecionadas, Emissões acumuladas, Participação das emissões globais e outras informações (1854-2010)

Empresa	Atividade Principal	Fundação	Privada ou Estatal	País de Origem	Emissões (GtCO ₂ e)	Participação Global de Emissões (%)
1 ChevronTexaco	Petróleo e Gás	1879	Privada	Estados Unidos	51,10	3,52
2 ExxonMobil	Petróleo e Gás	1999	Privada	Estados Unidos	46,67	3,21
3 Saudi Aramco	Petróleo e Gás	1933	Estatal	Arábia Saudita	46,03	3,17
4 BP	Petróleo e Gás	1909	Privada	Reino Unido	35,84	2,47
5 Gazprom	Petróleo e Gás	1989	Estatal, Mista	Rússia	32,14	2,22
6 Royal Dutch Shell	Petróleo e Gás	1907	Privada	Reino Unido, Holanda	30,75	2,12
7 National Iranian Oil	Petróleo e Gás	1951	Estatal	Irã	29,08	2,01
8 Pemex	Petróleo e Gás	1938	Estatal	México	20,03	1,38
9 British Coal Corporation	Carvão	1946	Estatal	Reino Unido	19,25	1,33
10 ConocoPhillips	Petróleo e Gás	2002	Privada	Estados Unidos	16,87	1,16
11 Petroleos de Venezuela	Petróleo e Gás	1976	Estatal	Venezuela	16,16	1,11
12 Coal India	Carvão	1973	Estatal	Índia	15,49	1,07
13 Peabody Energy	Carvão	1883	Privada	Estados Unidos	12,43	0,86
14 Total	Petróleo e Gás	1924	Privada	França	11,91	0,82
15 PetroChina	Petróleo e Gás	1999	Estatal, Mista	China	10,56	0,73
16 Kuwait Petroleum Corp.	Petróleo e Gás	1980	Estatal	Kuwait	10,50	0,72
17 Abu Dhabi NOC	Petróleo e Gás	1971	Estatal	Emirados Árabes	9,67	0,67
18 Sonatrach	Petróleo e Gás	1963	Estatal	Argélia	9,26	0,64
19 Consol Energy	Carvão	1860	Privada	Estados Unidos	9,10	0,63
20 BHP Billiton	Petróleo e Gás	2001	Privada	Austrália, Reino Unido	7,61	0,52
21 Anglo América	Carvão	1917	Privada	Reino Unido	7,24	0,5
22 Iraq National Oil Company	Petróleo e Gás	1966	Estatal	Iraque	7,14	0,49
23 RWE	Gás	1898	Privada	Alemanha	6,84	0,47
24 Pertamina	Petróleo e Gás	1957	Estatal	Indonésia	6,83	0,47
25 Libya National Oil Corp	Petróleo e Gás	1970	Estatal	Libia	6,69	0,46
26 Nigerian National Petroleum	Petróleo e Gás	1977	Estatal	Nigéria	6,54	0,45
27 Petrobrás	Petróleo e Gás	1953	Estatal, Mista	Brasil	5,99	0,41
28 ENI	Petróleo e Gás	1953	Privada	Itália	5,97	0,41
29 Rio Tinto	Carvão	1873	Privada	Reino Unido	5,96	0,41
30 Arch Coal	Carvão	1969	Privada	Estados Unidos	5,89	0,41
Top 30 Carbon Majors					505,54	34,84
Total 90 Carbon Majors					914,25	63,04

Fonte: Elaboração própria com base em Heede (2014).

Uma consideração pertinente, aqui, é que o desenvolvimento econômico dos países de industrialização adiantada se deu, nos moldes em que a história nos permite conhecer, graças à geração de riquezas apoiada fortemente na produção e, sobretudo no uso de combustíveis

fósseis. É nesta perspectiva que se cumpre evidenciar como se relacionam indicadores de desenvolvimento e de emissões. Partindo das emissões acumuladas de países, é possível ilustrar que a intensa geração de riquezas dos



países desenvolvidos se processou *pari-passu* com o aumento das emissões de GEE.

Há, portanto, uma relação evidente entre desenvolvimento dos países⁶ e o aumento das emissões de CO₂ acumuladas ao longo do período de 1850-2010. Deve-se lembrar que sob o escopo deste trabalho não se pretende, demonstrar uma relação causal entre os dados. Observa-se, a este respeito, que grande parte dos trabalhos do IPCC têm se voltado à revisão e consolidação do conhecimento científico, que aporta evidências sobre a origem antrópica dos GEE associadas à ampliação da escala de um modelo de desenvolvimento intensivo em combustíveis fósseis. Desta forma, essa relação deve nos alertar que as escolhas feitas em relação ao desenvolvimento têm implicações perniciosas para o futuro da civilização como a conhecemos.

O gráfico 2, apresenta o resultado do cruzamento entre dos dados das emissões acumuladas de CO₂ e o PIB *per capita* em paridade do poder de compra (mostrado no gráfico em escala logarítmica). Os Estados Unidos apresentam o maior PIB *per capita* e também é o maior emissor de CO₂ acumulado, representando 28,3% do total das emissões globais. A China, como mencionado, apresenta-se em seguida como a maior emissora global. Entretanto, o nível de desenvolvimento chinês se aproxima mais do nível de outros três países emergentes do grupo BRICS, especificamente, Brasil, Rússia e África do Sul. Brasil e México se destacam por apresentarem níveis de desenvolvimento e de emissões muito próximos. Por sua vez, a Índia

⁶ O indicador tradicional utilizado para mensurar o nível de desenvolvimento dos países é o PIB *per capita*. Nesse estudo, utilizou-se o PIB *per capita* em paridade do poder de compra dos EUA de 2011 para facilitar a comparação entre os países, na medida em que controla a variação cambial.

aparece isolada no gráfico com o menor valor para o PIB *per capita* dentre os países selecionados, mas se revela como a 8.^a economia que mais emitiu CO₂ acumulado no período⁷.

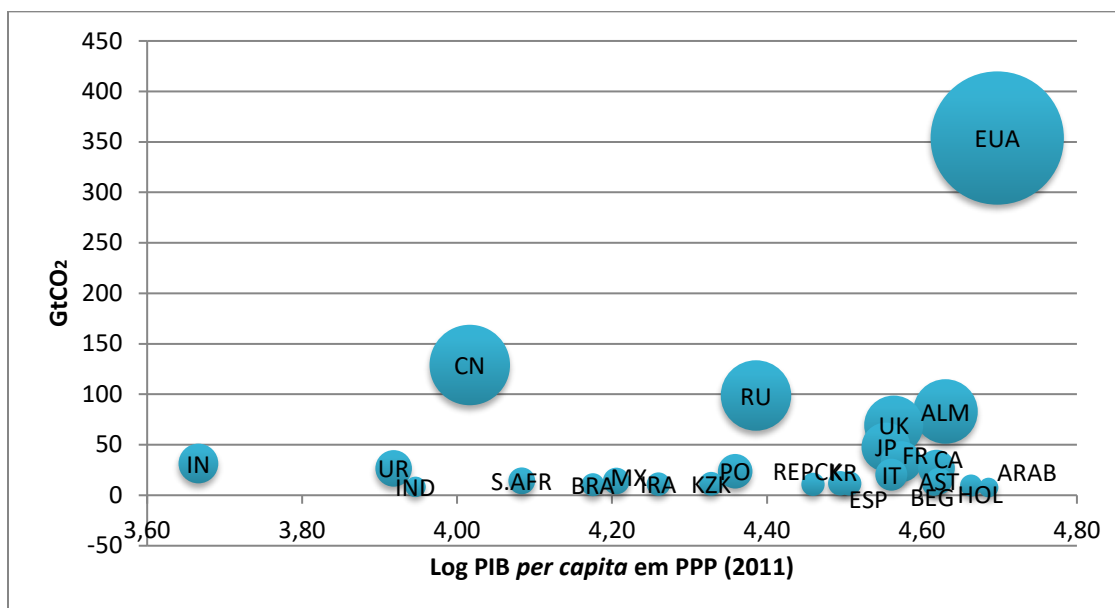
Posto isso, o que se observa é uma concentração das emissões de GEE em poucos países, principalmente os países de industrialização originária e mais recentemente os países de industrialização tardia (como a China, Índia, África do Sul e Brasil – BASIC). Alguns países contabilizam altos índices de emissão de CO₂ sem que haja uma contrapartida de geração de riqueza e desenvolvimento.

Observa-se que os frutos associados ao *quantum* de carbono emitido desde a era pré-industrial foram apropriados por poucos países. O orçamento global de carbono foi apropriado historicamente de forma profundamente desigual. Disso deveria recorrer, ética e logicamente, uma atribuição correspondente da responsabilidade pelas consequências da depleção desse recurso comum. Ou seja, a responsabilidade por boa parte do consumo do orçamento de carbono deveria ser atribuída aos poucos países e empresas responsáveis pelo intensivo e extensivo crescimento dos setores do petróleo, do gás, do carvão e do cimento.

⁷ O *ranking* das 10 maiores economias emissoras de CO₂ acumulados entre 1850-2010, com sua respectiva participação no total de emissão global são: 1^a – EUA (28,3%), 2^a – China (10,3%), 3^a – Rússia (7,9%), 4^a – Alemanha (6,6%), 5^a – Reino Unido (5,6%), 6^a – Japão (3,8%), 7^a – França (2,7%), 8^a – Índia (2,5%), 9^a – Canadá (2,2%) e 10^a – Ucrânia (2,1%). Os dados aqui apresentados são da pesquisa em andamento e advindos da base de dados do CAIT (WRI).



Gráfico 2 – 25 Top países *carbon majors*, Emissões acumuladas em GtCO₂ (1850-2010), PIP *per capita*, em PPP (logaritmo natural) (2011)



Notas: 1) Países: África do Sul (S.AFR), Alemanha (ALM), Arábia Saudita (ARAB), Austrália (AST), Bélgica (BEG), Brasil (BRA), Canadá (CA), Cazaquistão (KZK), China (CN), Coreia do Sul (KR), Espanha (ESP), EUA, França (FR), Holanda (HOL), Índia (IN), Indonésia (IND), Irã (IRA), Itália (IT), Japão (JP), México (MX), Polônia (PO), Reino Unido (UK), República Checa (REPKR), Rússia (RU), Ucrânia (UR); 2) o tamanho das bolhas está associado às emissões acumuladas no período.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do CAIT (WRI) e Banco Mundial.

Constata-se que as grandes empresas extensivas e intensivamente poluidoras, especialmente aquelas do ramo de petróleo e gás, têm se apropriado de parcela significativa do orçamento de carbono. A essas empresas *carbon majors*, são atribuídas aproximadamente 602 GtCO₂ das emissões acumuladas entre 1850-2010, segundo Heede (2014). Observa-se que a Chevron Texaco se apropriou de uma parcela superior ao Japão, por exemplo. As emissões atribuídas a quatro empresas privadas (*Chevron Texaco, ExxonMobil, British Petroleum e Shell*) somam aproximadamente 164 GtCO₂, quantidade

superior ao que a China emitiu no mesmo período.

Utilizando o modelo do orçamento de carbono como exercício, de acordo com o IPCC, cuja cota de carbono não deve exceder o montante de 2.900 GtCO₂, tem-se que as 81 empresas *carbon majors* se apropriaram, entre 1850-2010, de 20,8% da cota de carbono. Se as top quatro corporações privadas petrolíferas mais poluidoras (6,2%) fossem consideradas países, seria possível dizer que consumiram parcela similar a todo grupo BASIC (6,4%) (Tabela 2).



Tabela 2 – Apropriação do Orçamento Global de Carbono, agrupamento de países e corporações (1850-2010)

Agrupamento de Países ou Corporações	GtCO ₂	Participação do total	Número de Países ou Corporações	Orçamento de Carbono 2.900 GtCO ₂
Total Mundo	1.284,6	100,0%	-	44,3%
Anexo I	904,6	70,4%	39 países	31,2%
BASIC	185,2	14,4%	4 países	6,4%
AOSIS	4,9	0,4%	38 países	0,2%
Outros	153,8	12,0%	110 países	5,3%
<i>Oil Carbon Majors</i>	602,5	100,0%	81 corporações	20,8%
Top 4 privadas	179,6	29,8%	4 corporações	6,2%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do CAIT (WRI), Heede (2014) e IPCC (2014).

Quando analisados os países, observa-se que suas emissões foram responsáveis pelo consumo de 44,3% do orçamento, no período compreendido entre 1850 e 2010, sendo os EUA responsáveis por 12,2%, seguidos pela China (4,4%), Rússia (3,4%), Alemanha (2,9%) e Reino Unido (2,4%). Destaca-se que o grupo AOSIS, composto por 38 países, emitiram juntos 4,9 GtCO₂. Esse valor é ínfimo quando comparado a países industrializados e também às corporações. Entretanto, no âmbito da UNFCCC, esses países possuem responsabilidades de mitigação ao passo que as grandes corporações do petróleo e gás, assim como as cimenteiras e siderúrgicas e quaisquer outras mais, não participam das negociações. Pelo menos não diretamente, pois, como se sabe, exercem suas influências domesticamente, quando se trata de postergar ou obstar medidas de política nas casas legislativas de seus países de origem, em especial no caso dos EUA. Cabe ressaltar que esses países insulares são altamente vulneráveis estruturalmente e correm literalmente o risco de desaparecer, devido ao aumento dos níveis dos oceanos, ao passo que em pouco ou nada contribuíram para o

problema cujas consequências estão prestes a sofrer, ou já estão sofrendo.

Os dados apresentados nessa seção aportam evidências para a tese de que atores não governamentais devem assumir a parcela correspondente da responsabilidade na governança global do clima. De fato, as corporações não são atores presentes juridicamente nas arenas internacionais para a discussão política dos enfrentamentos das mudanças climáticas. A presença dessas empresas, por sua vez, se personifica por meio de *lobbys* e investimentos de *think tanks* negacionistas sobre efeitos das mudanças climáticas (Levy e Kolk, 2002; Levy e Egan, 2003; Oreskes e Conway, 2011). Nesse sentido, busca-se uma reflexão alicerçada nas evidências que países *carbon majors* possuem responsabilidades maiores nos regimes climáticos. Ao lado disso, o estudo das evidências aportadas permite fundamentar o pleito por uma maior participação/responsabilização dos atores corporativos na governança climática, uma vez que as empresas estão na origem de parte visivelmente relevante das emissões dos



poluentes que levam a um dos principais, talvez o maior, problema ambiental contemporâneo, as transformações climáticas.

Nas próximas seções procura-se apresentar a construção de um novo conceito, em diálogo, numa composição lógica e metodologicamente de caráter complementar àquele cunhado por Heede (2014), a partir de uma análise e aplicação de conceitos que envolvem a vulnerabilidade, os riscos e eventos climáticos. Os países, aqui denominados de *carbon minors*, além de não terem contribuído historicamente para o problema, sofrem com os riscos climáticos, e poderão ser as maiores vítimas de eventos climáticos extremos – inclusive com o desaparecimento de seus territórios. São países, ainda, que apresentam características econômicas e estruturais de vulnerabilidade, desse modo os *carbon minors* são países que, numa estrutura de governança climática global que se queira justa, devem ser titulares de mais direitos que responsabilidades, em que pesem sua ínfima contribuição para as emissões acumuladas, sua exclusão relativa dos frutos do padrão de desenvolvimento intensivo nessas emissões e sua vulnerabilidade às transformações climáticas que já se manifestam e que tenderão no futuro a recrudescer.

3. Vulnerabilidade, riscos climáticos emergentes e capacidade adaptativa

O conceito de vulnerabilidade climática, de acordo com o IPCC, é definido pela extensão em que as mudanças climáticas podem danificar ou prejudicar um sistema; depende não apenas da sensibilidade do sistema, mas também da sua capacidade de se adaptar às novas condições climáticas (IPCC, 2014). Kelly e Adger (2000) afirmam que a sensibilidade, nesse contexto, representa o grau em que um sistema responderá a uma mudança nas

condições climáticas. Nessa perspectiva, a definição de vulnerabilidade deve estar condicionada às estimativas das potenciais mudanças climáticas e respostas adaptativas.

Na 32.^a sessão do *Comitê das Nações Unidas para a Política de Desenvolvimento*, distinguem-se os conceitos de vulnerabilidade conjuntural e estrutural. A primeira se origina em políticas econômicas, isto é, escolhas feitas no passado, enquanto que a última, a vulnerabilidade estrutural, deriva de fatores que são relativamente impermeáveis às políticas nacionais. O conceito de vulnerabilidade estrutural inclui choques exógenos de natureza ecológica, como furacões, ciclones, terremotos e secas (Voccia, 2012).

A avaliação da vulnerabilidade é o ponto final de uma sequência de análises iniciadas com projeções de tendências futuras de emissões, passando pelo desenvolvimento de cenários climáticos, daí para estudos de impactos biofísicos e, então, a identificação de opções adaptativas. No estágio final, quaisquer consequências residuais definem níveis de vulnerabilidade; ou seja, o nível de vulnerabilidade é determinado pelas consequências adversas que permanecem após o processo de adaptação e, como tal, fornece um meio conveniente de resumir o impacto líquido do problema climático, um dos principais objetivos do processo do IPCC (Kelly e Adger, 2000).

Brooks (2003) afirma que os estudos sobre a vulnerabilidade dos sistemas humanos e naturais às transformações climáticas e de sua capacidade de adaptação aos riscos climáticos constituem um campo de pesquisa relativamente novo que abarca especialistas de uma ampla gama de campos, incluindo ciência climática, estudos de desenvolvimento, gestão de desastres, saúde, ciências sociais, desenvolvimento de políticas e economia.



A precisão que se espera do conceito ainda não foi atingida. Entretanto, a vulnerabilidade sempre se refere a um potencial de “perdas”, ou seja, o grau que sistema é passível de sofrer “danos” devido à exposição a um perigo, perturbação ou estresse. Os estudos sobre a vulnerabilidade têm considerado a preocupação com as perdas que acarretam diretamente sobre o bem-estar humano em termos de danos à propriedade, danos aos meios de subsistência, migração forçada, morbidade ou mortalidade, entre outros (Barnett, Lambert e Fry, 2008).

Os autores afirmam que a vulnerabilidade pode ser determinada exclusivamente por fatores integrados produzidos num sistema sócio-ecológico. Os locais vulneráveis podem estar sofrendo uma influência singular exógena como o caso do Timor Leste, por exemplo. O país passou por conflitos armados internos e apoiados pelo comércio de armas, entre 1975 e 1999, fatos que resultaram em extrema pobreza. Por conseguinte, essa pobreza torna os indivíduos mais vulneráveis à insegurança alimentar resultante de quaisquer mudanças nos mercados, instabilidade política e extremos climáticos, e suas respostas não resultam necessariamente de mudanças nos ecossistemas (elas se baseiam mais em capital social do que em capital natural) (Barnett, Lambert e Fry, 2008). Há que se considerar que:

não há um forte consenso sobre os melhores métodos para avaliar a vulnerabilidade, mas a maioria das avaliações envolve considerar uma ou mais exposições a riscos, suscetibilidade a danos, capacidade de recuperação e resultados líquidos (Barnett, Lambert e Fry, 2008: 103).

Ao lado disso, os autores advertem que a vulnerabilidade não está igualmente distribuída

por toda a população exposta ao risco. As sensibilidades aos danos, as capacidades para responder e os resultados da mudança ambiental são amplamente diferenciados de acordo com a classe, gênero, etnia e localização. Os autores também reconhecem que há vencedores e perdedores na mudança ambiental.

De acordo com Surminski e Eldridge (2015), o conceito de “perdas e danos” é relativamente novo no cenário político associado ao regime internacional de mudanças climáticas. O conceito foi desenvolvido no contexto das mudanças climáticas para o quadro de adaptação da UNFCCC, o qual ressalta a importância do fortalecimento da cooperação internacional para compreender e criar mecanismos de redução das perdas e danos associados aos efeitos adversos das alterações climáticas.

As questões subjacentes às perdas e danos podem surgir de um conjunto de impactos negativos que se refletem nas manifestações, históricas e presentes, das mudanças climáticas, ou seja, personificam-se desde eventos climáticos extremos até eventos que se iniciam lentamente. Além disso, “o conceito também inclui possíveis perdas e danos futuros, cuja previsão baseia-se em premissas de parâmetros como emissões, vulnerabilidade e as variáveis de exposição do sistema humano (ou natural) afetado” (UNFCCC, 2012: 5).

Os eventos associados a perdas e danos advindos das mudanças climáticas, e que afetam negativamente os sistemas humanos e naturais, incluem: “aumento do nível do mar, aumento das temperaturas, acidificação do oceano, retração glacial e impactos relacionados, salinização, degradação de terras e florestas, perda de biodiversidade e desertificação” (UNFCCC, 2013: 3).



Esses eventos estão de certa forma sob a responsabilidade dos países na forma de medidas de mitigação, adaptação e transferência tecnológica, acordadas nas negociações climáticas com o intuito de minimizar os impactos negativos oriundos das mudanças climáticas. Esses impactos sujeitam as populações mais suscetíveis, como já foi mencionado, a vulnerabilidades estruturais.

De acordo com Voccia (2012), o conceito de vulnerabilidade estrutural proposto pelas Nações Unidas socorre países que correm o risco de sumirem, devido a perdas e danos e aos riscos climáticos extremos, como a elevação do nível do mar com o consequente recuo da linha costeira. Os países mais vulneráveis estruturalmente segundo o IPCC são os pequenos países insulares, como os *Small Island Development States*, cuja Aliança para se posicionar diante da comunidade internacional ficou conhecida como AOSIS (*Alliance of Small Island States*).

Brooks, Adger e Kelly (2005) contribuem metodologicamente para os estudos sobre a vulnerabilidade às perturbações climáticas ao elencarem 46 variáveis *proxies* para a construção de um índice de vulnerabilidade, que denominam de “pequena lista inicial”⁸. Essas variáveis servem para identificar uma representação genérica da vulnerabilidade e podem apoiar a representação das seguintes dimensões: bem-estar econômico, desigualdade, saúde e estado nutricional, nível de educação, infraestrutura física, governança, fatores geográficos e demográficos, agricultura, ecossistemas e capacidade tecnológica. Os autores constroem as variáveis a partir de múltiplas fontes de dados, como o Banco Mundial, PNUD e bases de universidades. No exercício realizado pelos autores, foi calculada

a média para períodos de 10 anos para cada variável. Ademais, Brooks, Adger e Kelly (2005) reconhecem que a lista foi limitada, em sua natureza e extensão, pela disponibilidade de dados, tendo sido as variáveis usadas adquiridas de conjuntos de dados de domínio público.

4. Carbon minors: evidências empíricas iniciais sobre vulnerabilidade

Para identificar a vulnerabilidade dos países foi feito um exercício inicial, cuja apresentação integral não é pertinente ao escopo desse artigo. Para os fins propostos dentro deste escopo, é relevante saber que propõe-se um índice de vulnerabilidade para 179 países a partir da seleção de 20 variáveis *proxies* relacionadas às áreas de economia (riqueza nacional), educação (compromisso educacional), governança (conflitos), geografia e demografia (pressão por recursos), ecologia (estresse ambiental), agricultura (dependência da agricultura) (Brooks, Adger e Kelly, 2005). Além das variáveis descritas pelos autores, também foram incluídas, na análise, informações sobre o acesso a energia elétrica, importação de energia e depleção de energia, por sua relevância aos processos de desenvolvimento dos países. O índice proposto é uma das formas de mensurar a vulnerabilidade dos países às mudanças climáticas e está mais associado a uma vulnerabilidade conjuntural, segundo Voccia (2012). O quadro 1 descreve as variáveis utilizadas, o ano base e a fonte dos dados.

⁸ Para saber mais, veja o Brooks, Adger e Kelly (2005).



Quadro 1 – Variáveis para vulnerabilidade às mudanças climáticas

Variável	Descrição da Variável	Ano	Fonte
x1	Densidade da população (Pessoa por km ²)	2017	WB
x2	População refugiada por país ou território de origem	2017	WB
x3	Depleção dos Recursos Naturais (% PNB)	2016	WB
x4	Gastos com Educação (% PNB)	2016	WB
x5	Depleção de Energia (% PNB)	2016	WB
x6	Acesso a Eletricidade (% População)	2016	WB
x7	Acesso a Eletricidade, rural (% População rural)	2016	WB
x8	Acesso a Eletricidade, urbana (% População urbana)	2016	WB
x9	Importação de Energia Líquida (% uso)	2014	WB
x10	Emprego na Agricultura (% total)	2017	WB
x11	Valor Adicionado Agricultura (% PIB)	2017	WB
x12	População Rural (% total)	2017	WB
x13	PIB per capita, em PPP (valor constante 2011)	2017	WB
x14	PIB, em PPP (valor constante 2011)	2017	WB
x15	Índice de GINI	Média (2000-2016)	WB
x16	Pessoal ocupado em P&D (por milhão de pessoas)	Média (2010-2015)	WB
x17	Empregos vulneráveis, total (% do total)	2017	WB
x18	Escore de progresso de redução de risco de desastre (escala de 1-5; 5=	2011	WB
x19	Índice de Desenvolvimento Humano	2017	PNUD
x20	PIB per capita (valor constante 2010)	2017	WB

Notas: WB – Banco Mundial (World Bank); PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

Fonte: Elaboração própria.

Os dados utilizados são provenientes do Banco Mundial e PNUD, quando esses existiam. Limitou-se inicialmente a essas 20 variáveis devido à disponibilidade de dados encontrados. Entretanto, uma limitação da análise consistiu ainda em eliminar variáveis que possuem casos de observações omissas, com o critério para casos menores ou iguais a 100 observações, cujo processo permite evitar erros de mensuração. Nesse caso, as variáveis de “Pessoal Ocupado em P&D” (x16) e “Escore de progresso de redução de risco de desastre” (x18) são desconsideradas na análise. Assim, pretende-se aprimorar o índice, cotejando contribuições futuras de um maior banco de dados.

Assim sendo, o método empregado para este estudo foi a Análise Fatorial. A análise fatorial é uma técnica estatística multivariada de interdependência que tem a função de

sintetizar as relações observadas entre um conjunto de variáveis. A vantagem de utilizar tal técnica consiste na simplificação ou redução de um grande número de dados, por meio de fatores comuns, que representam as dimensões latentes do conjunto original de variáveis. Portanto, cada fator é uma combinação linear das variáveis originais (Hair et al., 2009; Fávero et al., 2009).

De acordo com Hair et al. (2009, p. 100) a técnica de análise fatorial é um meio adequado para conhecer a estrutura e as inter-relações (correlações) de variáveis além de poder analisar os padrões de relações complexas multidimensionais. Ou seja, é uma técnica de interdependência cuja finalidade é revelar a estrutura dependente entre as variáveis analisadas. Esse ferramental analítico permite “examinar os padrões e relações latentes para um grande número de variáveis e determinar



se a informação pode ser condensada ou resumida a um conjunto menor de fatores ou componentes”.

Análise fatorial é uma estratégia que permite a redução do número de variáveis sem que haja a perda das suas características iniciais. O método possibilita o agrupamento das variáveis em fatores de acordo com a sua similaridade de características. A partir dos *escores fatoriais*⁹ encontrados a partir do uso desse método, é possível hierarquizar os dados e ranquear as observações.

Fávero et al. (2009) afirmam que a análise fatorial resulta do trabalho seminal de Charles Spearman (1904), que estudava a correlação entre as notas de alunos obtidas em testes diversos. A hipótese de Spearman era que o desempenho dos alunos poderia estar correlacionado com a inteligência geral dos estudantes, uma medida não observada, ou latente.

É nesse sentido que esse estudo visa utilizar tal técnica para capturar uma medida não observada em relação à vulnerabilidade às mudanças climáticas. Estudos que investigam a vulnerabilidade constroem seus índices a partir de uma atribuição de pesos arbitrários para cada variável ou utilização de especialistas. Para contornar essa limitação metodológica e criar um índice mais preciso e simples, busca-se utilizar os escores fatoriais encontrados como os pesos na construção do índice, uma vez que os fatores são explicados por parcela das variâncias de cada variável.

Após a seleção e análise das variáveis, visto anteriormente, a modelagem para a construção do Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas (IVMC) pode ser descrita a seguir por meio de dois passos da análise fatorial, seguidos de mais dois passos para a construção do IVMC:

Passo 1 – é identificada a matriz de correlação de Spearman, que demonstrou valores significativos com cargas superiores a 0,50. Assim pode-se utilizar o método de extração dos fatores por componentes principais. Em seguida, é utilizado o método de rotação ortogonal VARIMAX.

Como resultado, com o modelo já rotacionado, obteve-se cinco fatores, que eram explicados por 79,82% da variância. O teste de adequação da amostra utilizado foi o Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que compara as correlações simples com as parciais. O valor obtido para o KMO foi de 0,7957¹⁰. Ainda, analisou-se o teste de esfericidade de Barlett, em que é testada a hipótese nula de que a matriz de correlações é uma matriz identidade com determinante igual a 1. Essa hipótese foi rejeitada, mostrando que as variáveis são correlacionadas validando a análise fatorial.

Optou-se por utilizar cargas fatoriais com valores acima de 0,50. De acordo com Hair et al. (2009, p. 120) as cargas fatoriais com valores de 0,30 ou 0,40 apesar de serem aceitáveis, os valores maiores ou iguais a 0,50 são geralmente considerados para uma significância prática. Ainda, o modelo revelou algumas variáveis com cargas fatoriais cruzadas, ou seja, dois fatores são altamente

⁹ Os Escores Fatoriais são medidas compostas criadas para cada observação de cada fator extraído na análise fatorial. Os pesos fatoriais são usados em conjunção com os valores da variável original para calcular o escore de cada observação. Os escores fatoriais são padronizados para que tenham uma média de zero e um desvio-padrão de um (Hair et al., 2009, p. 101).

¹⁰ De acordo com Fávero et al. (2009), a estatística KMO possui valores no intervalo entre 0 e 1. Quanto mais próximo de 1 mais adequada é a utilização da técnica. Valores para KMO são considerados: entre [1- 0,9] Muito boa; [0,8 – 0,9] Boa; [0,7 – 0,8] Média; [0,6 – 0,7] Razoável; [0,5 – 0,6] Má; para valores menores do que 0,5, a análise fatorial é considerada inaceitável.



explicativos. Assim, foram adotados alguns procedimentos para a correção da análise.

Passo 2 – Retiraram-se as variáveis que possuíam menores valores para cumunalidade, sendo a variável x6 (Acesso a Eletricidade - % População), cuja omissão seria suprida por outras duas variáveis (x7 e x8 – acesso a eletricidade da população rural e urbana respectivamente) e a variável x20 (PIB *per capita* - valor constante 2010), sendo suprida pela variável x13 (PIB *per capita*, em PPP - valor constante 2011).

Dessa forma, a tabela 3 mostra o resultado da análise fatorial com as cargas fatoriais rotacionadas por VARIMAX. Nesse modelo, todas as variáveis possuem valores das cargas acima de 0,50 e não possuem fatores cruzados. Os quatro fatores juntos são explicados por 73,53% da variância e o teste KMO foi de 0,7845, sendo portando uma amostra adequada para análise fatorial¹¹. Vale ressaltar que o efeito total é o que está sendo investigado, isto é, a soma dos quatro fatores encontrados.

Munidos das cargas fatoriais, os procedimentos para a construção do índice seguem:

Passo 3 – Normalizar todas as variáveis a fim de reduzi-las a um mesmo padrão. Para alcançar esse proposto, é subtraído de cada variável X_i pela média aritmética \bar{X} e dividindo-se pelo desvio padrão σ da amostra (Equação 1). Processo semelhante é feito em Rezende, Fernandes e Silva (2007).

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} \quad (1)$$

Passo 4 – Dotado com as variáveis normalizadas e com as cargas fatoriais que servirá como os pesos, o IVMC poderá ser

construído. O índice pode ser encontrado pelo somatório do produto entre a variável normalizada pelo escore fatorial de cada variável, em que b_i representa os escores fatoriais e Z_i as variáveis normalizadas, como na equação a seguir:

$$IVMC = \sum b_i \cdot Z_i \quad (2)$$

Os resultados encontrados para o IVMC dos 30 países mais vulneráveis, de acordo com os critérios estabelecidos por esse estudo, estão dispostos na tabela 4. Ainda, observa-se o índice de desenvolvimento humano (para o ano de 2017), hierarquizado em ordem crescente, o PIB *per capita* (para o ano de 2017) hierarquizado pelos menores indicadores, além de revelar as emissões acumulada dos países, no período entre 1850-2010.

Dentre os países analisados, o país mais vulnerável foi a África Central, que também possuía o menor PIB *per capita* e o segundo menor IDH. As emissões acumuladas central-africana representavam cerca de 0,0000278% das emissões do país maior emissor, os Estados Unidos (aproximadamente 353 GtCO₂). A soma das emissões dos 10 países mais vulneráveis representava 0,1287% das emissões estadunidenses. É um número ínfimo em relação aos *carbon majors*.

¹¹ Os resultados foram obtidos por meio do *software* Stata versão 12.



Tabela 1 – Resultados das cargas fatoriais rotacionadas por Varimax

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Comunalidade
x1 Densidade da população (Pessoa por km ²)			0,616		0,516
x2 População refugiada por país ou território de origem				0,587	0,587
x3 Depleção dos Recursos Naturais (% PNB)		-0,757			0,261
x4 Gastos com Educação (% PNB)				-0,640	0,336
x5 Depleção de Energia (% PNB)		-0,954			0,085
x7 Acesso a Eletricidade, rural (% População rural)	-0,816				0,204
x8 Acesso a Eletricidade, urbana (% População urbana)	-0,750				0,322
x9 Importação de Energia Líquida (% uso)		0,919			0,119
x10 Emprego na Agricultura (% total)	0,924				0,125
x11 Valor Adicionado Agricultura (% PIB)	0,910				0,167
x12 População Rural (% total)	0,813				0,269
x13 PIB per capita, em PPP (valor constante 2011)	-0,813				0,293
x14 PIB, em PPP (valor constante 2011)				0,714	0,444
x15 Índice de GINI			-0,830		0,267
x17 Empregos vulneráveis, total (% do total)	0,879				0,170
x19 Índice de Desenvolvimento Humano	-0,947				0,070

Nota: Cargas fatoriais menores do que 0,50 não foram impressas.

Fonte: elaboração própria com base nos resultados da pesquisa.

De fato, todos os países são responsáveis pelas transformações climáticas? Os dados apresentados pela tabela 4 mostram que os países não atingiram níveis desejáveis de desenvolvimento econômico, não contribuíram de forma considerável para o problema das mudanças climáticas e são apontados como os

países que mais sofrerão com os riscos e danos climáticos.

**Tabela 4 - Hierarquização dos *Tops 30* países mais vulneráveis (IVMC), IDH, PIB per capita, emissões acumuladas em MtCO₂**

País	Rank IDH	Rank PIB per capita (em PPP)	Rank IVMC-P	MtCO ₂ (1850-2010)
África Central	2 0.37	1 661.24	1 1.00	9.82
Chad	4 0.40	17 1,768.15	2 0.98	10.10
Serra Leoa	6 0.42	8 1,391.01	3 0.96	29.76
Niger	1 0.35	4 925.99	4 0.91	30.95
Burundi	5 0.42	2 668.48	5 0.89	8.17
Guine-Bissau	13 0.46	12 1,548.68	6 0.88	7.30
Tanzânia	36 0.54	30 2,683.30	7 0.87	131.00
Ethiopia	17 0.46	16 1,729.93	8 0.86	127.22
Malawi	19 0.48	5 1,095.04	9 0.86	37.77
Madagascar	29 0.52	9 1,416.44	10 0.85	63.46
Mali	8 0.43	21 2,016.22	11 0.84	24.55
Afeganistão	22 0.50	18 1,796.39	12 0.83	96.41
Sudão	23 0.50	49 4,466.51	13 0.83	271.14
Moçambique	10 0.44	6 1,136.39	14 0.83	115.28
Rwanda	32 0.52	19 1,857.41	15 0.82	19.51
Uganda	28 0.52	15 1,698.06	16 0.80	61.83
Burkina Faso	7 0.42	14 1,696.23	17 0.79	31.17
Myanmar	42 0.58	57 5,611.58	18 0.79	353.04
Somalia	- -	- -	19 0.78	26.65
Liberia	9 0.44	7 1,168.26	20 0.78	41.40
Benin	27 0.52	23 2,069.19	21 0.78	55.07
Índia	60 0.64	64 6,430.11	22 0.78	31,458.33
Nepal	41 0.57	27 2,456.33	23 0.77	66.16
Síria	35 0.54	- -	24 0.76	1,276.40
Guine	15 0.46	22 2,042.40	25 0.76	62.04
Haiti	21 0.50	13 1,653.17	26 0.75	51.44
Zimbabwe	34 0.54	25 2,212.10	27 0.74	663.29
Kenya	48 0.59	33 2,992.59	28 0.73	305.57
Congo, Dem. Rep.	14 0.46	3 808.13	29 0.72	106.38
Sudão do Sul	3 0.39	- -	30 0.72	-

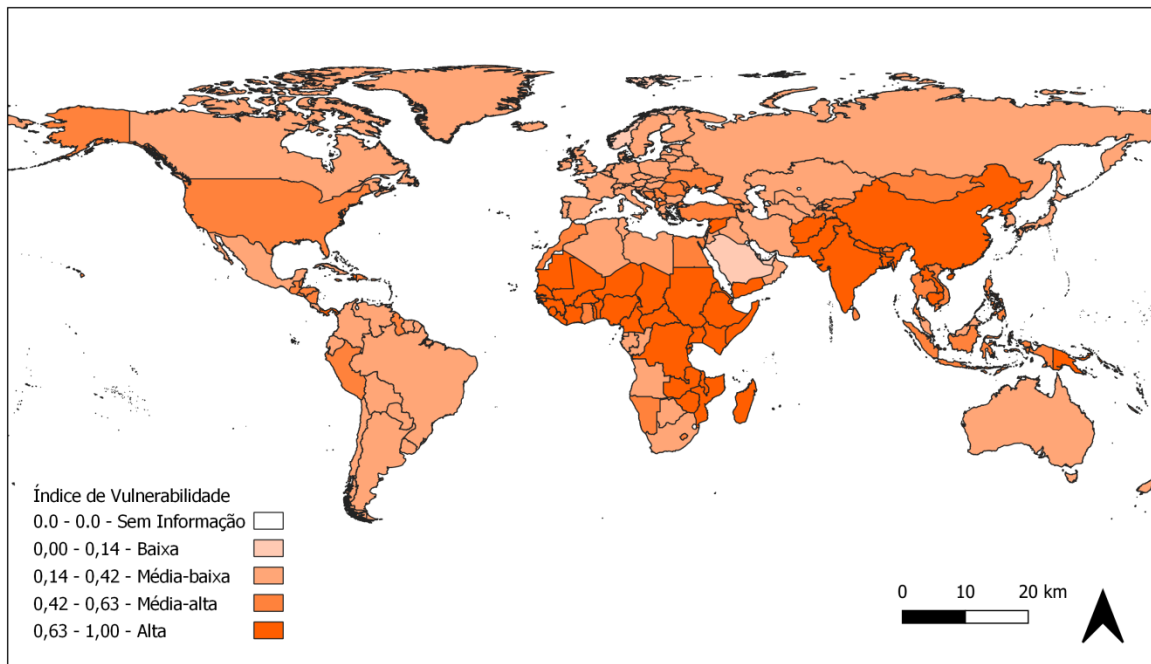
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa, dados do Banco Mundial, PNUD e CAIT (WRI).

Os resultados ainda foram plotados no mapa global e podem ser visualizados na figura 1. Observa-se que o grau de vulnerabilidade é maior no continente africano, sul e sudeste da Ásia e nas ilhas do pacífico sul. Vale ressaltar

que o IPCC mostra estudos que os pequenos estados insulares do pacífico são altamente propensos a sofrerem com eventos climáticos extremos, como no caso do aumento do nível dos oceanos.



Figura 1 – Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas (IVMC)



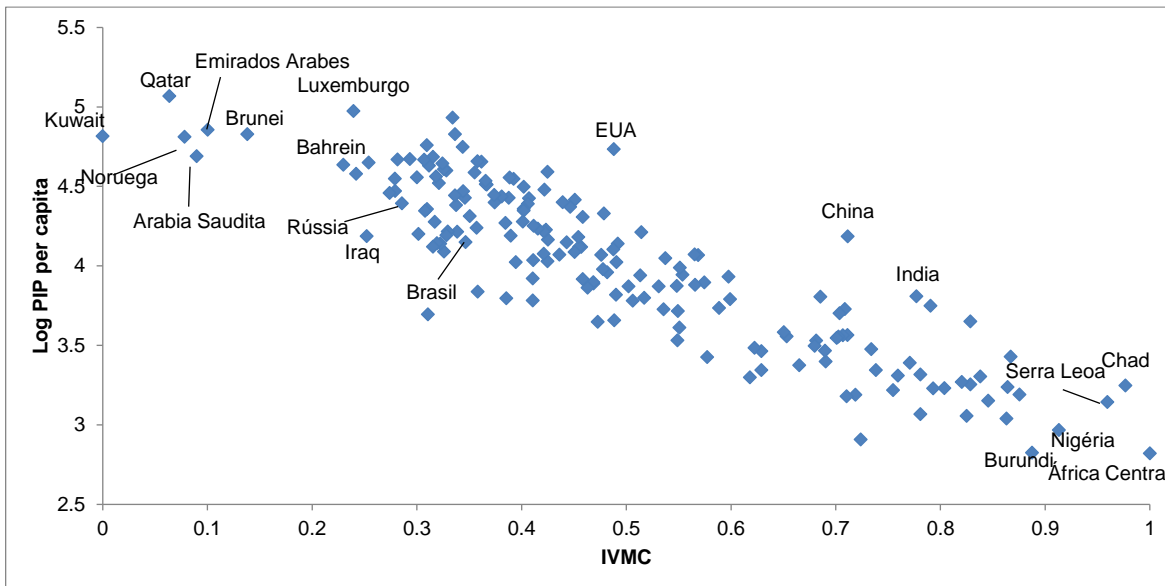
Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa. Software Qgis.

Analisado de outra maneira, o gráfico 3 apresenta o cruzamento dos dados (em dispersão) do IVMC com o PIB *per capita* (em escala logarítmica). É possível visualizar que os países que possuem menor vulnerabilidade

são países que possuem alto nível de renda *per capita* e não obstante são países produtores de petróleo (Emirados Árabes, Qatar, Kuwait, Arábia Saudita, Noruega, Iraque, Bahrein, Rússia, Brasil, EUA).



Gráfico 3 – Vulnerabilidade e Desenvolvimento, cruzamento de dados de IVMC versus log PIB per capita



Nota: *ranking* dos 179 países que possuíam dados para PIB e IVMC.

Fonte: Elaboração própria.

O que se observa é que os países mais vulneráveis, em sua maioria pertencem ao continente africano. A participação das emissões acumuladas no total global é desprezível quando comparado com o caso dos países *carbon majors*. Em síntese, pode-se afirmar que essa parcela de populações que não tiveram acesso ao desenvolvimento, não galgaram um nível desejável de desenvolvimento econômico, possuem um elevado nível de vulnerabilidade com alta sensibilidade a sofrerem os riscos climáticos.

Lembre-se que nem todos os países com elevado grau de vulnerabilidade são considerados *carbon minors*. Os critérios para incluir um país e/ou parcela de populações na categoria *carbon minor* são a baixa emissão acumulada (ou contribuição histórica para as

emissões no período de 1850-2010¹²) de GEE, o alto grau de vulnerabilidade às mudanças climáticas e baixo nível de desenvolvimento (Figura 2).

¹² Período escolhido de modo a poder incluir as responsabilidades das corporações na governança global do clima.



Figura 2 – Esquema de caracterização de um *carbon minor*



Fonte: Elaboração própria.

Por esses critérios, a Índia, por exemplo, a apesar de possuir um alto grau de vulnerabilidade (conjuntural e/ou estrutural) e não ter garantido um nível de desenvolvimento considerável, não pode considerado um *carbon minor*, uma vez que representa o 8.º maior emissor global no período. Entretanto, vale ressaltar que essa metodologia tem a abertura que permite estudos que se identifiquem parcelas de populações “*carbon minors*” dentro de países que não podem ser enquadrados integralmente nessa categoria. Estudos como esses, no entanto, não estão contemplados no escopo desse artigo e podem figurar como pontos em uma agenda de pesquisa sobre *carbon minors*.

Além disso, Voccia (2012) lembra que os pequenos Estados insulares em desenvolvimento, como a Guiné-Bissau (6.º mais vulnerável, dentre os países selecionados, tabela 4), sofrem de elevada vulnerabilidade estrutural, além da vulnerabilidade conjuntural para as mudanças climáticas.

Em síntese, há ainda que se considerar uma multiplicidade de fatores para a caracterização dos países denominados *carbon minors*: como a vulnerabilidade, os riscos climáticos, a segurança energética, níveis de desenvolvimento, desigualdade e capacidades tecnológicas. Assim, abre-se uma agenda de

pesquisa para o aprimoramento, refinamento e debate acadêmico qualificado sobre o conceito de países *carbon minors*, que está em construção, como também ampliar a própria discussão sobre vulnerabilidade e justiça climática na governança global.

5. Considerações Finais

Diante do conceito, ainda controverso e em disputa, de orçamento global de carbono, esse recurso comum global velozmente depletado e objeto de negociações climáticas que se desdobram por quase três décadas, esse artigo introduz um novo conceito no bojo da governança global do clima.

Parte-se da contextualização do debate, que identifica os países de industrialização originária e grandes corporações produtoras de combustíveis fósseis e de cimento como protagonistas na apropriação historicamente desigual desse recurso, com consequências para o desenvolvimento econômico dos países e para o crescimento e lucratividade das que empresas (respectivamente, países e corporações denominados *carbon majors*), propõe-se o conceito de *carbon minors*.

O conceito de *carbon minors* é apresentado lógica e metodologicamente de forma complementar ao conceito *carbon majors*, de Heede (2014). Propõe-se chamar de *carbon*



minors os países que não alcançaram nível de desenvolvimento e que de fato foram excluídos historicamente dos meios de apropriação desse recurso comum global. Por extensão, *carbon minors* é uma noção que pode contribuir para caracterizar os países e parcelas de populações não somente por meio das baixas emissões de GEE e do baixo nível de desenvolvimento, mas também pela consideração de outros fatores, como a vulnerabilidade e os riscos de eventos climáticos. Nesse sentido, os *carbon minors* são caracterizados por um conjunto de indicadores que levam em conta três aspectos: i) elevado grau de vulnerabilidade às mudanças climáticas, ii) baixo nível de desenvolvimento e iii) baixa emissões de GEE históricas (1850-2010).

O presente artigo integra reflexões que pretendem servir como uma contribuição ao debate e à reflexão acerca da [in]justiça climática no âmbito da governança global do clima.¹³ Países *carbon minors* constitui um conceito – e um método em desenvolvimento – que busca aportar evidências de que essas populações são titulares de direitos e que merecem tê-los reconhecidos e respeitados dentro dos acordos climáticos. De forma correspondente, é um conceito que pretende fortalecer o argumento de que os denominados *carbon majors* devem ter suas responsabilidades ampliadas na governança global do clima, seja na transferência de tecnologia, seja no financiamento de ações para mitigação, adaptação e compensação por perdas e danos sofridos por povos vulneráveis.

¹³ Esse é o tema de pesquisa da tese de doutorado, cujo título provisório é “*Carbon Majors versus Carbon Minors: uma abordagem de Economia Política Internacional para a governança do clima*”, que se encontra em desenvolvimento no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica, apoiado financeiramente pelo CNPq e com previsão para defesa em 2021.

O orçamento global de carbono é recurso do qual dependem Nações, Estados e corporações, sendo sua preservação um imperativo para garantir seu desenvolvimento. Constitui, há quase três décadas, objeto conflituoso das negociações internacionais para as mudanças sobre o clima. É, ainda, um “Comum” aos povos e populações, presentes e futuros e condição para sua – para nossa – permanência como civilização e, talvez, até como espécie.

As responsabilidades e metas de redução das emissões de GEE no regime climático têm ficado a cargo dos Estados, deixando de lado os atores corporativos. A apropriação do recurso, entretanto, se deu historicamente de forma desigual permitindo identificar nas origens do problema, atividades e decisões de grandes corporações, cujas emissões chegam a serem superiores às de países e de grupos de países. Nesse sentido, a governança global do clima para além dos Estados nacionais é um debate contemporâneo de grande relevância tanto em fóruns acadêmicos quanto em arenas de política e de políticas públicas.

Buscou-se ampliar o conceito de vulnerabilidade a fim de melhor caracterizar os países *carbon minors*. Além disso, buscou-se cotejar contribuições teóricas e metodológicas para formular um quadro analítico do conceito proposto. Cabe reconhecer que o esforço empreendido na pesquisa que deu origem a este artigo ainda possui dificuldades e limitações, como aquelas indicadas ao longo da apresentação da metodologia. É um esforço que integra uma agenda de pesquisa, ao lado de estudos como o de Heede (2014), que tem por ambição discutir responsabilidades e agência na governança do clima.



Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro por meio da concessão de bolsa de doutorado.

Referências

Barnett, J., Lambert, S. e I. Fry., 2008. The hazards of indicators: insights from the environmental vulnerability index. *Annals of the Association of American Geographers*, 98(1), 102-119.

Brooks, N., 2003. Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. *Tyndall Centre for Climate Change Research Working Paper*, 38(38), 1-16.

Rubial, B. e P. Mariádel., 2016. El Acuerdo de París: ¿ una nueva idea sobre La arquitectura climática internacional?. *Relaciones Internacionales*, 33, 75-95.

Bulkeley, H., Andonova, L., Bäckstrand, K., Betsill, M., Compagnon, D., Duffy, R., ... e T. Milledge., 2012. Governing climate change transnationally: assessing the evidence from a database of sixty initiatives. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 30(4), 591-612.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L., 2009. *Análise multivariada de dados*. Bookman Editora.

Heede, R., 2014. Tracing anthropogenic carbon dioxide and methane emissions to fossil fuel and cement producers, 1854–2010. *Climatic Change*, 122(1-2), 229-241.

IPCC, 2014. Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., ... e N. K. Dubash., (2014). *Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report*

of the Intergovernmental Panel on Climate Change (p. 151).

Kelly, P. M. e W. N. Adger., 2000. Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and Facilitating adaptation. *Climatic change*, 47(4), 325-352.

Krasner, S. D., 1985. *Structural conflict: The third world against global liberalism* (Vol. 12). Univ of California Press.

Levy, D. L. e D. Egan., 2003. A neo-Gramscian approach to corporate political strategy: conflict and accommodation in the climate change negotiations. *Journal of Management Studies*, 40(4), 803-829.

Levy, D. L. e A. Kolk., 2002. Strategic responses to global climate change: Conflicting pressures on multinationals in the oil industry. *Business and Politics*, 4(3), 275-300.

Oreskes, N. e E. M. Conway., 2011. *Merchants of doubt: How a handful of scientists obscured the truth on issues from tobacco smoke to global warming*. Bloomsbury Publishing USA.

Rogelj, J., Schaeffer, M., Friedlingstein, P., Gillett, N. P., Van Vuuren, D. P., Riahi, K., ... e R. Knutti., 2016. Differences between carbon budget estimates unravelled. *Nature Climate Change*, 6(3), 245-252.

Souza, M. C. O., e R. I. Corazza., 2017. Do Protocolo Kyoto ao Acordo de Paris: uma análise das mudanças no regime climático global a partir do estudo da evolução de perfis de emissões de gases de efeito estufa. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 42.

Viola, E., 2002. O regime internacional de mudança climática e o Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 17(50), 25-46.

Voccia, A., 2012. Climate change: what future for small, vulnerable states?. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 19(2), 101-115.