

BIOENERGIA COM CAPTURA E ARMAZENAMENTO DE CARBONO (BECCS): DESENVOLVIMENTO OU CRISE?

UM ESTUDO COMPARATIVO DOS CASOS DE BRASIL E ESTADOS UNIDOS (2007-2030)

Nilsen Maria Jorge

**Tese em Relações Internacionais
Especialidade Estudos Políticos de Área**

Nilsen Maria Jorge, Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono (BECCS): desenvolvimento ou crise? Um estudo comparativo dos casos de Brasil e Estados

Lisboa, janeiro 2026

**BIOENERGIA COM CAPTURA E ARMAZENAMENTO
DE CARBONO (BECCS): DESENVOLVIMENTO OU CRISE?
UM ESTUDO COMPARATIVO DOS CASOS DE BRASIL E ESTADOS UNIDOS
(2007-2030)**

Nilsen Maria Jorge

**Tese em Relações Internacionais
Especialidade Estudos Políticos de Área**

janeiro 2026

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Relações Internacionais, especialidade em Estudos Políticos de Área, realizada sob a orientação científica das Professoras Doutoradas Teresa Ferreira Rodrigues e Joana Castro Pereira.

*A todos aqueles que aceitaram voluntariamente
dar o seu testemunho para esta pesquisa.*

PREFÁCIO

Quando em 2019, decidi desafiar-me a obter o título de Doutor em Relações Internacionais, candidatei-me ao curso de doutoramento da FCSH da Universidade Nova de Lisboa. Naquele momento, não sabia o caminho que me esperava; não sabia como iria acabar, quando iria acabar e se iria acabar.

Passados seis anos, estou a chegar ao fim. Olho para trás e vejo o maravilhoso caminho que percorri! O quanto aprendi. O quanto enriqueci!

Pelo meio meteu-se a pandemia e as dificuldades relacionadas com a falta de retorno dos peritos às minhas solicitações de participação no Método Delphi e nos questionários. Por alguns momentos, pensei que ficaria por ali, mas dei a volta, virei a esquina e segui pelo atalho.

Neste momento, já avistando a luz ao fim do túnel, quero dirigir a minha palavra de agradecimento a algumas pessoas.

Em primeiro lugar quero agradecer a oportunidade que me foi oferecida pela Universidade Nova de Lisboa ao ingressar no curso de doutoramento em Relações Internacionais e a toda a equipa de Professores que fizeram parte da fase curricular e com quem tive o privilégio de me cruzar, mesmo que apenas uma vez. Faço questão de nomeá-los aqui; foram muito importantes para impulsionar este início: Professora Doutora Alexandra Magnólia Dias, Professor Doutor Nuno Teixeira, Professora Doutora Teresa Ferreira Rodrigues, Professor Doutor José Félix Ribeiro, Professora Doutora Joana Castro Pereira, Professora Doutora Madalena Meyer Resende e Professora Doutora Ana Santos Pinto.

Agradeço aos meus colegas de curso pela entajada e companheirismo. Apesar de tê-los encontrado poucas vezes, estiveram sempre lá.

Agradeço profundamente à Professora Doutora Merja de Mattos Parreira, cuja presença e orientação no Mestrado em Linguística marcaram e influenciaram a minha decisão e o rumo que tomei.

Agradeço, também a todos, os que de uma forma ou outra, mesmo sem o saber, colaboraram direta ou indiretamente para o enriquecimento dos meus conhecimentos. Agradeço, de todo o coração, as minhas orientadoras; as Professoras Doutoras Teresa Ferreira Rodrigues e Joana Castro Pereira por me proporcionarem as ferramentas que iluminaram o meu caminho. À Joana, um especial agradecimento por ter aceitado o cargo de minha tutora na fase final do primeiro ano de curso e de ser minha inspiração. E, principalmente, quero deixar aqui o meu mais profundo agradecimento, a todos os que aceitaram dar o seu testemunho, reportando a sua experiência e *expertise*, sem o que não seria possível concluir este trabalho.

MUITO OBRIGADO!

Nilsen jorge

[DECLARAÇÕES]

Declaro que esta tese é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia.

O(A) candidato(a),

Lisboa, de de

Declaro que esta tese se encontra em condições de ser apreciada pelo júri a designar.

O(A) orientador(a),

Lisboa, de de

Declaro que esta tese se encontra em condições de ser apreciada pelo júri a designar.

O(A) coorientador(a),

Assinado por: **Joana Marisa Castro Azevedo da Rocha Pereira**
Num. de Identificação: 13331805
Data: 2025.05.22+19:54:22+01'00'

Lisboa, de de

[DECLARAÇÕES]

Declaro que esta tese é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia.

O(A) candidato(a),

Lisboa, de de

Declaro que esta tese se encontra em condições de ser apreciada pelo júri a designar.

O(A) orientador(a),



Lisboa, 23 de maio de 2025

Declaro que esta tese se encontra em condições de ser apreciada pelo júri a designar.

O(A) coorientador(a),

Lisboa, de de

**BIOENERGIA COM CAPTURA E ARMAZENAMENTO DE CARBONO (BECCS):
DESENVOLVIMENTO OU CRISE?, UM ESTUDO COMPARATIVO DOS CASOS DE BRASIL E
ESTADOS UNIDOS (2007-2030)**

TESE DE DOUTORAMENTO

NILSEN MARIA JORGE

RESUMO

A condição de emergência planetária em que a Terra se encontra, característica do Antropoceno, urge a descarbonização do meio ambiente.

A tecnologia de Captura e Armazenamento de Carbono acoplada à bioenergia (BECCS) é apontada pelo Painel Intergovernamental para Alterações Climáticas (IPCC, sigla em inglês) como um dos métodos mais auspiciosos para alcançar emissões negativas. No entanto, a sua aplicação em larga escala suscita polêmicas de ordem social, ambiental e política.

O Brasil e os Estados Unidos são os maiores produtores de biocombustíveis do mundo, ambos apresentando condições favoráveis para a inserção do BECCS em seus territórios. Em março de 2007, esses países aprofundaram suas relações bilaterais em prol do meio ambiente, assinando um protocolo de cooperação na área dos biocombustíveis.

Num estudo comparativo dos casos de Brasil e Estados Unidos, tendo o foco em suas políticas domésticas e externas no que respeita à implementação desta tecnologia e ao clima, assim como suas relações; esta pesquisa propõe analisar a (in)sustentabilidade de BECCS acoplada aos biocombustíveis.

Através da Prospectiva e dos Métodos de Cenário, numa abordagem mista da escola francesa introduzida por Godet e de Juvenal, e do método lógico-intuitivo, de Schwartz, tomando como *corpus* as entrevistas a peritos do setor, são delineados quatro cenários que pretendem desenhar os possíveis caminhos futuros da implementação de BECCS no Brasil e nos Estados Unidos e estimar a possibilidade de um protocolo de cooperação entre eles, com perspectivas multilaterais para o desenvolvimento e a inserção de BECCS a nível global.

Por ser um tema contemporâneo das Relações Internacionais, que envolve a crise climática e a sustentabilidade, são aplicadas, como lente teórico-conceitual, o Antropoceno e a Teoria Verde.

PALAVRAS-CHAVE: Biocombustíveis, BECCS, Antropoceno, Teoria Verde, Alterações Climáticas, Sustentabilidade.

ABSTRACT

The condition of planetary emergency in which the Earth finds itself, characteristic of the Anthropocene, urges the need of decarbonization of the environment.

Bioenergy-coupled with Carbon Capture and Storage (BECCS) technology is touted by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) as one of the most promising methods for achieving negative emissions. However, its large-scale application raises social, environmental, and political controversies.

Brazil and the United States are the largest producers of biofuels in the world, both presenting favorable conditions for the deployment of BECCS in their territories. In March 2007, they deepened their bilateral relations in favor of the environment by signing a cooperation protocol in the area of biofuels.

In a comparative study of the cases of Brazil and the United States, focusing on their domestic and foreign policies regarding the implementation of this technology and on climate issues, as well as their bilateral relations, this research aims to analyze the (un)sustainability of BECCS coupled with biofuels.

Through Foresight and Scenario Methods, in a mixed approach of the French school introduced by Godet and de Juvenal, and the logic-intuitive method of Schwartz, taking as a corpus the interviews with experts in the sector, four scenarios are outlined that aim to design possible future pathways for the implementation of BECCS in Brazil and the United States and estimate the possibility of a cooperation protocol between them, with multilateral perspectives for the development and insertion of BECCS worldwide.

As it is a contemporary topic in International Relations, which involves the climate crisis and sustainability, the Anthropocene and Green Theory are applied as the theoretical-conceptual lens..

KEYWORDS: Biofuels, BECCS, Anthropocene, Green Theory, Climate Crisis, Sustainability

ÍNDICE

Prefácio	
Resumo	i
Abstract	ii
Índice	iii
Abreviações/Acrónimos	iv
Introdução	.1

PARTE I

O BRASIL E OS EUA: GRANDES POTÊNCIAS PARA IMPLANTAÇÃO DE BECCS	11
---	-----------

Capítulo 1- A Política Climática Internacional

1.a - O Regime Internacional do Clima	12
1.b – A Engenharia do Clima	22
1.c – BECCS – Bioenergia com Captura de Armazenamento de Carbono	29
1.d – BECCS no mundo	33
1.e – Os biocombustíveis	35
1.f – Os biocombustíveis no mundo	37
1.g -BECCS e Biocombustíveis no Brasil e nos EUA	41
1.h – Conclusão parcial	52

Capítulo 2 – Enquadramento Teórico – conceitual

2.a - Antropoceno nas Relações Internacionais	53
2.b – O Bom e o Mau Antropoceno	55
2.c – Características do Antropoceno	56
2.d. – A relação Homem/Natureza	59
2.e.- As origens do Antropoceno	61

2.f. – Antropoceno ou Capitaloceno?	64
2.g – A Teoria Verde	67
2.h – Sustentabilidade	69
2.i – Teorias de Implementação de Políticas Públicas.....	75
2.i – Conclusão Parcial	81

Capítulo 3. – Brasil e Estados Unidos da América. Estudo comparativo

3.a – Geografia Cultural – Brasil	84
3.b – Geografia Cultural – Estados Unidos da América	87
3.c- O Sistema Político do Brasil	92
3.d – O Sistema Político dos Estados Unidos da América	93
3.e- O Brasil e os EUA – Políticas domésticas e externas	96
3.g – Políticas domésticas climáticas do Brasil	96
3.h. -Políticas domésticas climáticas dos Estados Unidos da América	102
3.i.- Políticas externas climáticas do Brasil	111
3.j.- Políticas externas climáticas dos Estados Unidos da América	116
3.k – As relações Brasil e Estados Unidos no que respeita ao clima	118
Conclusão Parcial	125

PARTE II

METODOLOGIAS E ESTUDOS DE CASO127

Capítulo 4 – O Corpus

4.a – As Entrevistas	129
4.b – Análise de Conteúdo	132
4.c – Tabelas e Descrição dos Resultados	134
4.d – Análise Estrutural	148

Capítulo 5 – O Estudo do Futuro

5 a - A Prospetiva	158
5b – O Método de Cenários	159
5.c - O Estudo em análise	162
5.d – Os atores	167
5.e – O Futuro de BECCS no Brasil e nos Estados Unidos	168
5.f – Análise Interpretativa dos Cenários	182

Capítulo 6 – Análise Interpretativa

6.a – Políticas Publicas	187
6.b - Política Externa, Relações e Alianças	191
6.c - Sustentabilidade de BECCS e questões polêmicas	198
6.d – A Sociedade	205

CONSIDERAÇÕES FINAIS

209

BIBLIOGRAFIA

216

WEBLIOGRAFIA

240

Lista de Figuras

246

Lista de Tabelas

247

Lista de Quadros

248

Lista de Diagramas

249

Lista de Gráficos

250

APÊNDICES

Anexo I – – Entrevista - Guião e Convite

Anexo II – Entrevistados -Biografia e Instituições

Anexo III - Quadros temáticos

Anexo IV– Matriz de Análise Estrutural

ABREVIATURAS /ACRÓNIMOS

CO₂ – Dióxido de Carbono

SO₂ – Dióxido de Enxofre

N - Nitrogênio

P – Fósforo

ONU – Organização das Nações Unidas

PNUA – Programa das Nações Unidas para o Ambiente

OMM – Organização Meteorológica Mundial

IPCC - Painel Intergovernamental sobre a Mudança do Clima

UNFCCC - Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas

COP – Conferência das Partes

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

CE – Comércio de emissões

CBO – Congressional Budget Office

IAM – Modelo de Avaliação Integrada

MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

IC – Implementação Conjunta

GEE – Gases de efeito de estufa

NICs – Novos Países Industrializados

CND – Contribuições Nacionalmente Determinadas

NETs – Emissões negativas

RCEs - Reduções Certificadas de Emissão

CCS – Captura e Armazenamento de Carbono

BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento Económico e Social

DAC – Captura Direta do Ar

SRM – Gerenciamento de Radiação Solar

EOR – Recuperação de Petróleo

CDR – Remoção de Dióxido de Carbono

SAI - Injeção de Aerossol na Estratosfera

BECCS – Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono

BECCUS – Bioenergia com Captura, Armazenamento e Utilização de Carbono

CCUS – Captura, Armazenamento e Utilização de Carbono

IAM - Modelos de Avaliação Integrada

IRENA - Agência Internacional de Energia Renovável

EUA – Estados Unidos da América

USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

WASP - White Anglo Sáxon Protestant

AWC – Grupo de Trabalho do Antropoceno

DS – Desenvolvimento Sustentável

PPIP - Policy Program Implementation Process

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua

PIB – Produto Interno Bruto

WASP - White Anglo – Sáxon Protestant

PNMC - Política Nacional sobre Mudança Climática

PNPB - Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel

INDC - Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas

CMA – Comissão do Meio Ambiente

PPCDAm - Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento da Amazônia.

HVO – Diesel Verde

SPK – Biocombustível de aviação

MME – Ministério de Minas e Energia

CBIO – Crédito de Carbono

SAF – Combustível sustentável de aviação

SINARE - Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito de Estufa

MMA – Ministério do Meio Ambiente

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

EPA – Energy Policy Act

EISA - The Energy Indendependency and Security Act

RFS – Renewable Fuel Standart

LCFS - The California Low Carbon Fuel Standard

RPS - The Renewable Portfolio Standards

ACES - The American Clean Energy and Security Act

IRA – Inflation Reduction Act

BIL - Bipartisan Infraesturcture Law

USDOE – Departamento de Energia dos Estados Unidos

CIB – Conferência Internacional de Biocombustíveis

GBEP – Parceria Global de Bioenergia

FIB – Fórum Internacional de Biocombustíveis

CSLF - Carbon Sequestration Leadership Forum

GTMC – Grupo de trabalho sobe mudança do clima

IBAS – Aliança entre Índia, Brasil e Africa do Sul

G20 – Grupo composto por 19 países e a União Europeia

MERCOSUL – Mercado Comum do Sul

NAFTA – Tratado de livre comércio da América do Norte

NATO – Organização do Tratado do Atlântico Norte

ALCA – Área de livre comércio das Américas

E – Entrevistado

MRE – Ministério das Relações Exteriores

IPRI – Instituto Português de Relações Internacionais

UNESP. – Universidade Federal Paulista

NEPAM – Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

USP -Universidade de São Paulo

RCGI - Research Centre for Greenhouse Gas Innovation

FAPESP – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo

FS – Fuel Sustainability

EERC – Energy & Environmental Research Center

DEIA – Diversity, Equity, Inclusion and Accessibility.

DOE – Departamento de Energia dos Estados Unidos

IP – Investigador Principal

CC - Comitê científico

ACT – Análise de Conteúdo Temático

FA – Frequência absoluta

FR – Frequência relativa

GBN – Global Business Network

ANP – Agência Nacional de Petróleo e Biocombustíveis

OIT – Organização Internacional do Trabalho

ONG – Organização não governamental

DOL – Department of Licencing

SWOT – Strengths, Weaknesses, Oportunities and Threats

INTRODUÇÃO

Vimos ao terminal da Transpetro, aqui em Guarulhos, para celebrar uma parceria verdadeiramente estratégica entre Estados Unidos e Brasil. O Memorando de Entendimento sobre a Cooperação na Área de Biocombustíveis assinado hoje é, sem dúvida, a nossa resposta ao grande desafio energético do século 21[...] Estamos lançando uma parceria para o futuro, um empreendimento amplo e renovado que transcende o plano bilateral e cria oportunidades em escala mundial.

(Lula da Silva, 9 de março 2007; Declaração à imprensa do Presidente da República).

Brasil e EUA são os protagonistas do esforço mundial pela difusão dos biocombustíveis. Em março de 2007, George W. Bush e Lula da Silva assinaram um Memorando de Entendimento que, de acordo com a declaração do Presidente Lula da Silva, citada em epígrafe, prevê a cooperação e o desenvolvimento de biocombustíveis como matriz energética para o mundo. O Memorando prevê, além da cooperação bilateral, acordos multilaterais, a formação de alianças com países terceiros, os quais possam tornar-se utilizadores, assim como a transferência de tecnologia para outros países que também possam produzir biocombustíveis (Extra, 2007; Benevides, 2011). Este é o marco para a globalização dos biocombustíveis.

Os Biocombustíveis são considerados fontes de energia alternativas, por serem renováveis e apresentarem baixos índices de emissão de poluentes para a atmosfera. São estimados por alguns como uma das soluções para o problema do aquecimento global, da dependência dos combustíveis fósseis e da pobreza, fazendo parte, atualmente, das políticas verdes de vários países. Porém, sua produção e consumo são motivo de controvérsias: alguns países europeus e o Japão alegam que a produção de biocombustíveis pode gerar crises alimentares no mundo. É necessária a existência de grandes áreas de cultivo para a produção em massa de produtos agrícolas que gerem os biocombustíveis, o que pode provocar o desmatamento de grandes áreas florestais (também emissoras de CO₂), além de criar áreas de monoculturas destes produtos, em detrimento de outros, encarecendo a comercialização de produtos alimentares e comprometendo a biodiversidade (Smith, 2010, p. 59; IMVF, 2010; Gurgel, 2011, Adusumilli & Leidner, 2014).

Cientistas afirmam que, apesar de reter a emissão de CO₂ na atmosfera, os biocombustíveis são emissores de outros gases poluentes: dióxido de enxofre (SO₂), azoto (N) e fósforo (P), acarretando diversos efeitos negativos para o ambiente. Estes fatores trazem, além de problemas ambientais, problemas económicos e alimentares a nível mundial. Smith, no seu livro *Biofuel and the Globalization of Risk*, alerta para os riscos que a globalização do biocombustível pode acarretar, provocados pelo mau uso e apropriação indevida de terras, principalmente nos países mais pobres (Smith 2010): *Investment in biofuel is driving changes in land ownership and land use for large tracts in Africa (...); rich industrialized countries accessing natural resources in poorer, less developed countries* (Smith, 2010).

No que diz respeito aos estudos científicos sobre as alterações climáticas, constata-se que o aumento da temperatura da Terra é causado pela ação humana, e para isso contribuem as emissões de CO₂. De acordo com dados registados, a concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera tem aumentado significativamente desde 1750.

A frequente ocorrência de fenómenos naturais extremos¹ trouxe a consciencialização da sociedade e uma crescente preocupação da comunidade internacional com questões ambientais. O aquecimento global tornou-se tema em destaque nos meios científico, económico e sobretudo político (Marinho, 2015), surgindo na agenda da política internacional. Assim, em 1992, na Cimeira da Terra², governantes iniciaram as negociações para encontrar soluções para os problemas climáticos.

Em 1997, em Quioto (COP3), houve a primeira grande revisão do documento do Rio, com o Protocolo de Quioto aprovado por consenso entre os 150 governos. O

¹ Terremotos, vulcões, tsunamis, o degelo dos glaciares, as secas extremas, as chuvas ácidas.

² Cimeira da Terra foi a primeira conferência das Nações Unidas para o Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável, também conhecida como ECO-92. Estiveram presentes 117 chefes de Estado, e foi a maior reunião de líderes de sempre. A Cimeira da Terra significou o despertar definitivo das nações para as questões ambientais. As negociações consubstanciadas na RIO 92 deram origem ao Regime Internacional de Mudanças Climáticas, *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), “cujo objetivo é promover a ação conjunta dos Estados no enfrentamento do aquecimento global, através de medidas de mitigação e adaptação” (Siqueira, 2011, p.216). Ainda no âmbito da Cimeira da Terra, foi criado um outro regime internacional, a Conferência das Partes da Convenção (COP), para assegurar os objetivos da UNFCCC, iniciando-se, assim, as reuniões que se realizam uma vez por ano (Bassewitz, 2013, pp.103-106; Pereira, 2013, p.34).

documento inclui metas vinculativas de emissões de gases com efeito de estufa, instituindo três mecanismos com base no mercado, como o comércio de emissões (Rodrigues & Pires, 2010; Carvalho et al., 2015).

O Acordo de Paris³ define a meta de, preferencialmente, 1,5°C para o aumento máximo da temperatura global em relação aos níveis pré-industriais até meados do século XXI, sem o que drásticas consequências para a humanidade ocorrerão.

Deste modo, urge que todos os países apliquem políticas domésticas e ações estratégicas para a mitigação do aquecimento global, devendo as metas definidas nas contribuições nacionalmente determinadas (CND) ser alcançadas até o ano de 2030 (Carvalho et al., 2015). Contudo, a aplicação destas políticas é complexa:

(...) os problemas ambientais são tipicamente involuntários, difusos, transfronteiriços, operam em escalas longas, implicam um vasto leque de intervenientes e exigem uma negociação e cooperação meticolosas entre um vasto leque de partes interessadas (tradução minha a partir de Eckersley, 2007).

No entanto, mesmo que todas as ações sejam devidamente implementadas e todos os esforços bem-sucedidos; pelos registos do IPCC, já é inevitável o aumento da temperatura da Terra e os consequentes impactos ambientais. Por isso, para garantir a segurança ambiental⁴, além de estratégias de mitigação e adaptação, é urgente criar meios para a descarbonização do ambiente⁵.

Deste modo, o estado de emergência climática em que a Terra se encontra, uma característica da era do Antropoceno, urgem intervenções rápidas e eficientes. Para

³ Na COP21, em Paris, (2015) foi aprovado por consenso (após muito debate), no dia 12 de dezembro, um novo acordo global que busca combater os efeitos das mudanças climáticas, bem como reduzir as emissões de gases com efeito estufa.

⁴ Segurança climática ou ambiental refere-se a manter a estabilidade relativa do clima global (...) diminuindo significativamente o risco de aquecimento global através da sua mitigação e promovendo a adaptação da sociedade internacional e suas unidades nacionais a novas condições de um planeta mais quente e à ocorrência mais frequente e mais intensa de fenómenos climáticos extremos (Viola, 2009, p. 15 cit. por Pereira 2013).

⁵ Dentre as estratégias de remoção do carbono são apontadas: o reflorestamento, a restauração de ecossistema, e técnicas de geoengenharia como a Captura e Armazenamento do Carbono da atmosfera (CCS, sigla em inglês) e gerenciamento da radiação solar.

atingir as metas de mitigação das mudanças climáticas recomendadas pelo IPCC⁶, para além da redução das emissões de gases de efeito estufa, é necessária a sua remoção da atmosfera. Recentemente, novas tecnologias emergiram com este propósito, sendo apontada no meio científico, como uma das estratégias mais promissoras para obtenção de emissões negativas, o Sequestro e Armazenamento de Carbono da produção de Bioenergias (BECCS, sigla em inglês). Porém, no que respeita à sua implementação e utilização há muita controvérsia e incertezas (Ketzer et al., 2016, Muri, 2018); em grande escala, representa riscos físicos e ambientais a nível mundial. BECCS, que envolve duas componentes (bioenergia + CCS), apresenta além dos problemas da produção de biocombustíveis, questões polémicas relativas à tecnologia de Captura e Armazenamento de Carbono⁷ (CCS, sigla em inglês), tais como incertezas da tecnologia, aceitação da sociedade, custos de implementação, entre outros (Reynolds, 2018; Dooley et al., 2018, Royal Society, 2018).

Assente nestes factos, o objeto central deste estudo é a viabilidade da implementação da Tecnologia de Captura e Armazenamento de Carbono acoplada aos Biocombustíveis, visando à sua contribuição para a mitigação do aquecimento global e a potencialidade desta como matriz energética para o mundo, no conceito definido pela ONU (1989), *Our Common Future*⁸, ou seja, renovável e sustentável. Para tal, o foco da atenção recairá no potencial do Brasil e dos Estados Unidos, os maiores produtores de biocombustíveis do mundo, como principais atores para a implementação desta tecnologia.

⁶ *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) é uma organização científico-política criada em 1988 no âmbito das Nações Unidas (ONU), por iniciativa do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e da Organização Meteorológica Mundial (OMM). Tem como objetivo principal sintetizar e divulgar o conhecimento mais avançado sobre as mudanças climáticas que hoje afetam o mundo, especificamente, o aquecimento global, apontando as suas causas, efeitos e riscos para a humanidade e o meio ambiente, bem como sugerindo formas de combater esses problemas. O IPCC não produz pesquisa original, mas reúne e resume o conhecimento produzido por cientistas de alto nível independentes e ligados a organizações e governos (Wikipédia, acesso em 15/12/2019).

⁷ Este assunto será desenvolvido no Capítulo 1

⁸ O relatório das Nações Unidas de 1989, *“Our Common Future”* define o conceito de desenvolvimento sustentável como garantir as necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras, atendendo ao equilíbrio social e ecológico, assim como as necessidades dos mais pobres. Desta forma, o desenvolvimento sustentável envolve três componentes; crescimento económico, preservação do meio ambiente e o desenvolvimento social. Assim, o sistema energético deve ser renovável e sustentável (ONU 1989).

Neste contexto, coloca-se a seguinte questão:

É a tecnologia de Captura e Armazenamento de Carbono da produção de Bioenergia (biocombustíveis) uma solução sustentável para a mitigação das alterações climáticas?

Sabe-se que a sustentabilidade é a integração de três componentes: crescimento econômico, preservação do meio ambiente e desenvolvimento social. Portanto, *determinar a sustentabilidade de um sistema energético não é tarefa simples, depende não apenas do vetor energético em si, mas também, fundamentalmente do contexto da sua produção e utilização* (BNDES & CGEE, 2008).

Por sua vez, o papel do Estado é fundamental para estimular a produção e a comercialização dos bens de consumo. Logo, considerando que o Brasil e os Estados Unidos são os maiores produtores de biocombustíveis do mundo, e de acordo com a questão acima colocada, propõe-se analisar as políticas domésticas e externas de ambos num estudo comparativo-contrastivo, bem como as relações entre eles, no que respeita aos biocombustíveis, a tecnologia CCS e ao clima e dar respostas a esta e às outras questões que daí advém:

- Poderão Brasil e Estados Unidos ser uma referência mundial na implementação de BECCS?
- Que desafios estes dois países terão de enfrentar para a implantação desta tecnologia e qual a viabilidade da sua comercialização em ambos os territórios?
- Qual poderá ser a contribuição de BECCS como matriz energética para o mundo no conceito definido pela ONU no horizonte temporal até 2030?
- Será possível a criação de um acordo bilateral entre Brasil e Estados Unidos, com previsão multilateral que contribua para o desenvolvimento, difusão e a inserção de BECCS no mercado internacional?
- Com que países poderão Brasil e Estados Unidos estabelecer protocolos triangulares de cooperação para o desenvolvimento de BECCS?

Do que foi dito acima, três itens sintetizam as principais metas a atingir neste estudo:

- Determinar a sustentabilidade da tecnologia de Captura e Armazenamento de Carbono da produção de Bioenergia, tomando como referência o caso brasileiro e americano.
- Analisar as políticas domésticas e externas do Brasil e dos EUA em relação aos biocombustíveis, à tecnologia CCS e ao clima, através de um estudo comparativo, tomando como ponto de referência o ano de 2007.
- Identificar as possíveis formas de construções de alianças estratégicas bilaterais e multilaterais para o desenvolvimento e implementação do BECCS em escala global, por meio de um estudo prospetivo e a construção de cenários, com projeções até 2030.

Ao cumprir estas metas, pretende-se que este estudo venha a alcançar os seguintes objetivos, contribuindo, deste modo, para o desenvolvimento da disciplina:

- ✓ Realizar um estudo sociopolítico das tecnologias de Captura e Armazenamento de Carbono, conduzindo-as para o campo das Relações Internacionais.
- ✓ Trazer à tona as mais recentes abordagens da contemporaneidade nas Relações Internacionais, contribuindo para o desenvolvimento da disciplina.
- ✓ Contribuir para o descortinar de debates existentes relativos aos temas das alterações climáticas, com foco na tecnologia de Captura e Armazenamento de Carbono.
- ✓ Motivar a formulação de estratégias de políticas domésticas verdes, através da análise prospetiva e Métodos de Cenários, que contribuam para implementação de BECCS.

O método utilizado neste estudo é o misto, isto é, empírico e interpretativo, quantitativo e qualitativo. O método empírico baseia-se na corrente filosófica positivista. O positivismo defende que o conhecimento científico é o único conhecimento verdadeiro; este deve ser baseado em fatos observáveis e mensuráveis. Opostamente, o interpretativismo, que se baseia no pós-positivismo, corrente filosófica que rejeita as bases do positivismo, defende o conhecimento através da formulação de hipóteses, dando lugar a subjetividade e interpretação.

Desta forma, pelos dados empíricos obtidos nesta investigação, através de entrevistas, da bibliografia, da observação de fatos e da obtenção quantitativa e qualitativa de dados concretos e experimentais, foi feita a comparação dos dados, buscando diferentes perspectivas para proceder à sua análise e interpretação, o que culminou numa reflexão crítica sobre os factos observados.

Assim, primeiramente, numa fase exploratória, recorreu-se à revisão da literatura existente: um extenso levantamento da bibliografia e historiografia indexadas nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, e nos arquivos da Biblioteca da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa, livros de editoras reconhecidas, documentos oficiais, teses académicas de fontes fiáveis relacionadas com o tema em questão. Relatórios de instituições governamentais e das empresas do setor dos biocombustíveis do Brasil e dos Estados Unidos completaram a aquisição de dados essenciais para a base de dados desta pesquisa.

Foram tomados como Corpus desta investigação as entrevistas realizadas *online* a peritos do setor dos biocombustíveis e da energia do Brasil e dos Estados Unidos em diversas áreas. As áreas dos entrevistados são: académica, diplomática, empresarial, científica e de consultoria, formando, assim, um grupo heterogêneo de especialistas. Com esta fase concluída, foi possível delimitar o sistema, identificar os principais fatores impeditivos na implementação de BECCS, as tendências futuras e as variáveis-chave do sistema analisado, o que possibilitou criar o alicerce para um estudo prospetivo.

Por se enquadrar nos Estudos do Futuro, e para dar resposta às questões central e derivadas suscitadas nesta pesquisa, foi aplicada a Análise Prospetiva e o Método de Cenários, com recurso a ferramentas da corrente francesa introduzida por Michael Godet e Bertrand de Juvenal, e da anglo-saxónica de Schwartz (Saragosa et al., 2017, p.205).

Estando inserido na vertente de Estudos Políticos de Área, optou-se por uma perspectiva comparada⁹ das políticas externas e domésticas dos Estados Unidos e do

⁹ A Política Comparada envolve um estudo comparativo não só das disposições institucionais e mecanísticas do governo, mas também de uma análise empírica e científica de determinantes não institucionais e não políticas do comportamento político, como o padrão de cultura ou o ambiente

Brasil, numa tentativa teórica integrada¹⁰, entre o sistema externo (internacional) e o interno (nacional).

Finalmente, por se tratar de assuntos contemporâneos das Relações Internacionais e ligados às alterações climáticas, considerou-se como lente conceitual o Antropoceno que discute o impacto humano no planeta, e como linha teórica a Teoria Verde, que foca na sustentabilidade e na justiça ambiental; conceitos que serão desenvolvidos mais adiante, no capítulo 2.

O quadro 1, abaixo, ilustra a base teórica aplicada nesta investigação:

MÉTODO MISTO	EMPÍRICO E INTERPRETATIVO				
QUALITATIVO	Revisão da Literatura	Estudo Comparado	Lente teórico conceitual	Corpus	Metodologias
QUANTITATIVO	Bibliografia Historiografia Artigos Notícias Revistas científicas Teses acadêmicas (fontes credíveis) Relatórios	Brasil x EUA Geografia Cultural Política doméstica e externa Relações Internacionais	Antropoceno Teoria Verde	Entrevistas a peritos	Análise de Conteúdo (Bardin) Prospetiva Método dos Cenários. (Análise Estrutural, Godet e Lógico-intuitivo Schwartz)

Quadro 1 – quadro ilustrativo da base teórica da investigação.

Fonte: elaboração própria

socioeconómico no âmbito do qual os sistemas políticos operam. O estudo empírico de processos políticos, estruturas e funções forma o núcleo dos estudos de Política Comparada (Hudson, 2007).

¹⁰ O modelo de teoria integrada de Brecher, na Análise da Política Externa, apresenta o ambiente operacional composto por duas partes: a externa e a interna. No setor externo, as relações e as questões são de nível global, do subsistema baseado em questões geográficas e/ou bilaterais. O setor interno examina atributos do Estado, tais como a capacidade militar, a capacidade económica, a estrutura política, grupos de interesse e elites concorrentes (Hudson, 2007).

A tese é composta de duas partes que contém seis capítulos e subcapítulos, além da introdução e as considerações finais.

A primeira parte, intitulada **Brasil e EUA: Grandes potências para implantação de BECCS**, é constituída por três capítulos. No Capítulo 1 são explanados os grandes debates e questões que surgem na literatura relacionados com o Regime Internacional do Clima, a Geoengenharia, e os impactos antropogénicos ambientais. É descrito o funcionamento da Tecnologia de Captura e Armazenamento de Carbono e dos biocombustíveis, os debates e questões existentes com relação a estas tecnologias, conhecimento essencial para a compreensão deste estudo, e a sua posição no mundo, assim como o estado da aplicação destas tecnologias no Brasil e nos Estados Unidos, e o potencial dos dois países para a sua implementação em larga escala.

No capítulo 2, são desenvolvidos os conceitos pertinentes a este estudo: o Antropoceno e a Teoria Verde, a sustentabilidade e as teorias da implementação de políticas públicas.

O capítulo 3 é dedicado ao estudo comparativo de Brasil e dos Estados Unidos, focando nas diferenças e semelhanças entre estes dois países. Assim, apresenta-se a Geografia Cultural de ambos os países, o sistema político e as políticas internas e externas em relação aos biocombustíveis, à tecnologia CCS e ao clima, bem como a relação entre eles. O foco temporal compreende o ano de 2007 (governos de Lula da Silva e George W. Bush) até ao momento de término desta redação.

A segunda parte é destinada às metodologias aplicadas e aos estudos de caso. Desta forma é feita a descrição do *corpus*, das abordagens à técnica de Análise de Conteúdo de Bardin, e aos métodos de Prospetiva e de construção de cenários, que integram a Matriz Estrutural de Godet e o método lógico-intuitivo de Schwartz. Essa combinação alia rigor analítico à liberdade interpretativa, permitindo a elaboração de futuros alternativos de forma sistematizada e criativa. São apresentados os resultados dos dados obtidos, a análise e a respetiva interpretação, a fim de dar respostas às perguntas central e derivadas do objeto de estudos, numa projeção futura até 2030.

Por fim, nas considerações finais, é apresentada uma síntese dos resultados da análise e dos aspetos mais revelantes observados, culminando numa reflexão crítica, na expectativa de abrir caminhos para novos debates e investigações.

Para finalizar esta introdução, enfatiza-se a relevância e o contributo deste estudo para as Relações Internacionais:

As técnicas de Captura e Armazenamento de Carbono, que surgem nos relatórios do IPCC como uma tecnologia eficiente para a obtenção de emissões negativas, constituem um assunto recente, desenvolvido sobretudo na última década. Verifica-se pelo levantamento bibliográfico realizado, que há estudos de índole tecnológica nessa matéria, porém; o tema carece de abordagens sociopolíticas (Linnér & Wibeck, 2015). Sobre este tópico, muitas questões ainda continuam sem resposta. Assim, a análise crítica da viabilidade de BECCS, proposta neste estudo, insere esta tecnologia no debate sobre governança climática global e transição energética pós-2030.

Por sua vez, o conceito do Antropoceno e a Teoria Verde, tomados como pilar no desenvolvimento deste estudo, são as mais recentes abordagens da contemporaneidade nas Relações Internacionais, encontrando-se, podemos assim dizer, em fase embrionária.

A análise prospetiva exploratória e a construção de cenários aqui empregues, numa abordagem híbrida e inovadora, oferecem ferramentas robustas para interpretar dados e projetar futuros possíveis, permitindo a elaboração de estratégias de ação para alcançar futuros desejáveis.

Ao atingir os objetivos acima citados, esta investigação virá, assim, contribuir para o descortinar de debates existentes, motivar a formulação de estratégias de políticas verdes, e fundir num só estudo, tecnologia, ciência, filosofia e política, colaborando para o enriquecimento e a evolução das Relações Internacionais.

Pretende-se, ainda, com esta investigação, incitar novos debates e abrir caminhos para novas investigações, provocando a realização de workshops e conferências e, quem sabe, a edição de um livro.

PARTE I

O BRASIL E OS EUA: GRANDES POTÊNCIAS PARA IMPLANTAÇÃO DE BECCS

Nesta primeira parte da dissertação, dividida em três capítulos, encontra-se a redação relativa ao estudo bibliográfico exaustivo realizado sobre os principais tópicos que enquadram esta investigação.

Assim, tratando-se de um estudo comparativo entre duas grandes potências na implementação da tecnologia de Captura e Armazenamento de Carbono acoplada à bioenergia, tecnologia que integra as técnicas de engenharia do clima com o propósito de mitigar o aquecimento global, é extremamente importante introduzir, neste estudo, os debates existentes na literatura sobre o Regime Internacional do Clima, as questões relativas às tecnologias de geoengenharia, o funcionamento e emprego de BECCS, as vantagens e desvantagens dos biocombustíveis e trazer à tona as questões polêmicas que envolvem a aplicação destas tecnologias.

Tratando-se de um tema global, o estado da arte relativo a BECCS e aos biocombustíveis no mundo é tão importante quanto os estudos existentes sobre o Brasil e os Estados Unidos. Por se tratar da implementação desta tecnologia é crucial compreender os contextos geográficos e socioeconômicos dos países em que se inserem; assim, a Historiografia e a Geografia Cultural destes países, bem como os regimes políticos e as políticas domésticas e externas relativas ao clima serão apresentadas.

Sendo BECCS uma tecnologia promovida como resposta aos efeitos antropogênicos que causaram a entrada do planeta num estado ameaçado, fragilizado e entrelaçado, é relevante uma abordagem ao conceito do Antropoceno e da Teoria Verde, assim como os conceitos intrínsecos ao objeto central deste estudo: a sustentabilidade e a implementação de políticas públicas.

Logo, estes serão os tópicos abordados nos capítulos que compõem esta primeira parte.

CAPÍTULO I - A Política Climática Internacional

Neste primeiro capítulo é apresentada uma revisão da literatura aos principais elementos que estruturam este estudo. Assim, abordam-se o Regime Internacional do Clima e a engenharia do clima, destacando os debates e as questões existentes sobre as suas aplicações. Descreve-se o funcionamento das tecnologias BECCS, CCS e os biocombustíveis, as suas vantagens e desvantagens e as questões suscitadas pelas suas utilizações. Retrata-se, ainda, o ponto da situação destas tecnologias no mundo, bem como o seu desenvolvimento no Brasil e nos Estados Unidos.

1.a - O Regime Internacional do Clima

Estudos científicos constataam que o aumento da temperatura da Terra é causado pela ação humana¹¹ e que para isso, contribuem principalmente, entre outros gases poluentes, as emissões de CO₂ (Godoi & Matai, 2021, p.1429; Regufe et al., 2021, p.1). De acordo com dados registados, a concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera tem vindo a aumentar significativamente, desde a Revolução Industrial (1750). As primeiras teorias sobre a mudança climática¹² surgiram em 1896¹³, mas

¹¹ Desde o seu surgimento, a política internacional de alterações climáticas e a respetiva legislação ficaram firmemente enraizada no sistema das Nações Unidas (ONU). Entre meados e até o final da década de 1980, pela primeira vez, a investigação conseguiu demonstrar que o aquecimento global antropogénico estava realmente a acontecer. Neste contexto, o Programa das Nações Unidas para o Ambiente (PNUA) e a Organização Meteorológica Mundial (OMM) criaram o Painel Intergovernamental sobre a Mudança do Clima (IPCC, sigla em inglês) em 1988 para reunir as provas científicas do aquecimento global induzido pelo homem. O primeiro Relatório de Avaliação do IPCC, publicado em 1990, apresentou evidência científica de que o aquecimento global era uma realidade, desencadeando preocupação em todo o mundo (von Bassewitz, 2013, p.102).

¹² Por alterações climáticas entende-se qualquer mudança no clima ao longo do tempo, seja devido à variabilidade natural, seja como resultado da atividade humana. No entanto, a definição de alterações climáticas utilizada na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (UNFCCC, sigla em inglês) é mais restrita, uma vez que inclui apenas as que são imputáveis, direta ou indiretamente à atividade humana (von Bassewitz, 2013, p.102).

¹³ O matemático francês Joseph Fourier identificou o fenómeno do aquecimento global no início do século XIX, mas a teoria foi desenvolvida pelo químico sueco Arrhenius por volta de 1896. Arrhenius calculou que uma duplicação da concentração de CO₂ poderia originar um aumento de cerca de 5 °C na temperatura média global. Foi só quando Stephen Schneider publicou “*Global Warming*” em 1989 que a teoria começou a receber ampla atenção, reforçada pelo trabalho de Keeling na medição das concentrações globais de CO₂. Além disso, técnicas de visualização da camada de CO₂ foram desenvolvidas, aumentando a atenção às alterações climáticas (Lane, 2018, p.741, tradução minha).

apenas quase cem anos depois, emerge na agenda das políticas internacionais e governantes iniciaram as negociações para encontrar soluções aos problemas climáticos (Pereira, 2013, pp. 31-32).

Três principais eventos globais impulsionaram a evolução das negociações sobre as alterações climáticas: a Conferência de Estocolmo (1972), a Cimeira da Terra (1992) e a Conferência Rio+20, em 2012 (Martine & Alves, 2019, p.7). A Conferência de Estocolmo lançou o alerta, pela primeira vez ao mundo, sobre a importância das questões ambientais. A Conferência Rio+20 (Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável) tentou revitalizar os objetivos da Cimeira da Terra (sustentabilidade e a erradicação da pobreza) através da abordagem da “economia verde”¹⁴. No entanto, esta tentativa fracassou; estando o sistema internacional dominado pelas forças conservadoras¹⁵, a relutância dos principais intervenientes em aceitar limites à soberania nacional¹⁶ sobrepos-se aos objetivos de governação global (Viola & Franchini, 2012, p. 3; Martine & Alves, 2019, pp.7, 11).

¹⁴ O conceito de **economia verde** foi desenvolvido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) em 2008 e refere-se ao conjunto de ações que visam promover uma economia de crescimento pleno, baseada no bem-estar social e esteja centrada na redução dos riscos ambientais e na conservação do meio natural. Assim, a economia verde busca conciliar a produção de baixo carbono, o uso eficiente e sustentável dos recursos naturais e a inclusão social (Diniz & Bermann, 2012, p.324; *O que é Economia Verde?* - Radar Rio+20, [acesso em 15/11/2022]).

¹⁵ Viola et al. classificam as atitudes dos Estados na arena internacional face a crise climática de “conservadoras” e “reformistas”. Forças conservadoras refletem a incapacidade de lidar com os problemas de interdependência, adotando uma postura soberanista, e resistindo a qualquer alteração na sua conduta externa. Forças reformistas são aquelas mais atentas a crise climática e abertas a assumir atitudes pós-soberanistas em resposta a esta. Assim, de acordo com os compromissos climáticos, os Estados são classificados em “conservadores”, “conservadores moderados” e “reformistas” (Viola et al., 2012, p.13).

¹⁶ O termo “soberania”, em Krasner (2009), é aplicado de quatro maneiras distintas: soberania internacional, soberania de Vestfália, soberania interna e soberania de interdependência. A soberania internacional refere-se às práticas associadas ao reconhecimento mútuo, geralmente entre entidades territoriais que possuem independência jurídica formal. A soberania de Vestfália diz respeito à exclusão de atores externos de um determinado território. A soberania interna refere-se à organização formal da autoridade política no Estado e à capacidade das autoridades públicas de exercer controlo efetivo sobre as fronteiras da sua própria ordem política. Já a soberania de interdependência diz respeito à capacidade das autoridades públicas de regular o fluxo de informações, ideias, bens, pessoas ou capitais através das fronteiras do Estado (Krasner, 2009).

O estudo de Oliveira (2013) considera que, de acordo com Jean Bodin (1530–1596), soberania refere-se à entidade que não conhece superior na ordem externa nem igual na ordem interna. Nas palavras do pensador renascentista, “a soberania é o poder absoluto e perpétuo de um Estado-nação”. No âmbito da governança do clima, para que haja cooperação internacional, os Estados devem ampliar a perspetiva adotada pelo conceito realista de soberania nacional, valorizando o interesse mundial (Pereira, 2013, pp. 18–19).

Sobre a Rio+20, acrescenta Pereira (2013, p. 45) o seu ineficaz desfecho:

*... a conferência não foi capaz de (a) avançar na criação de um mecanismo de governação ambiental global, (b) de definir, consistentemente, o conceito de economia verde, (c) debater seriamente as problemáticas associadas aos “global commons”*¹⁷(Pereira, 2013).

Porém, na opinião da autora, houve aspetos positivos nesta conferência, como o comprometimento de atores não governamentais com a sustentabilidade e a criação do Fórum das Grandes Cidades, no qual 56 das principais cidades do mundo se reuniram para assumir importantes acordos de redução de emissões (Pereira, 2013, p.45).

No que diz respeito a sustentabilidade (objetivo da Conferência Rio+20), Martine e Alves (2019) afirmam que os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)¹⁸ são inoperantes, pois projetam mudanças radicais sem considerar as limitações fundamentais e não demonstram meios para alcançar estas mudanças; tais como a erradicação da pobreza ou a violação das fronteiras planetárias.¹⁹ Na opinião destes autores, o mais grave é a proposta de um crescimento económico global sustentável:

¹⁷ Por Bens Públicos Globais (*global commons*) entende-se *as áreas ou recursos terrestres que se encontrem fora da jurisdição de qualquer Estado*. Os Bens Públicos Globais são quatro: Os oceanos, a atmosfera, a Antártida e o Espaço Sideral (Campos, 2021, p.97). Assim; *a utilização da atmosfera e a consequente obtenção de benefícios, como qualquer outro bem público global, não exclui a possibilidade de um outro Estado usufruir das mesmas vantagens. A problemática da gestão da atmosfera é outra questão que dificulta as negociações internacionais* (Pereira, 2013, p. 41).

¹⁸ Os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), aprovados pelos líderes mundiais reunidos na Assembleia-Geral da ONU em 25 de setembro de 2015, resultam do trabalho conjunto de governos e cidadãos de todo o mundo para criar um modelo global de governança destinado a erradicar a pobreza, proteger o ambiente e promover a prosperidade e o bem-estar de todos até 2030. Para consulta dos ODS: *Os 17 ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*, Comissão Nacional da UNESCO (mne.gov.pt).

¹⁹ A ciência identifica nove fronteiras planetárias: mudança climática, acidificação dos oceanos, camada de ozono, ciclos biogeoquímicos do azoto e do fósforo, uso da água doce, alterações no uso do solo, perda de biodiversidade, poluição química e concentração de aerossóis na atmosfera. Atravessar os limites dessas fronteiras implica entrar numa zona de risco, marcada pela possível interrupção do normal funcionamento do sistema ambiental terrestre. As interações entre estes pontos-limite podem desencadear efeitos em cascata capazes de transformar a Terra numa verdadeira estufa (Viola & Franchini, 2012, p. 2; Kim, 2022, p. 412).

Quatro dessas nove fronteiras planetárias já foram ultrapassadas: mudança climática, taxa de perda de biodiversidade, ciclos do azoto e do fósforo, e acidificação dos oceanos (Folke et al., 2021, p. 844; Burke et al., 2016).

Economic growth will be “sustained and sustainable” which is both a contradiction in terms and an unattainable objective. Not only does it ignore the limits to growth that ecological economists have long established, but also the very cause of unsustainability. (Martine & Alves, 2019, p.8)

Duras críticas às estruturas globais ressaltando a sua ineficácia em enfrentar a crise planetária climática são uma constante na literatura; as várias tentativas de acordos multilaterais que vem se realizando desde a primeira conferência sobre o ambiente e alterações climáticas, em 1992 (Cimeira da Terra), com o objetivo de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, principalmente dióxido de carbono (CO₂), de modo a estabilizar a concentração de gases poluentes na atmosfera e mitigar os problemas climáticos a nível global, têm-se revelado infrutíferas (von Bassewitz, 2013, pp.106-156; Haibach & Schneider, 2013, p.358; Viola & Franchini, 2012, pp.3, 9-12; Hochstetler, 2012, p.53 ; Dalby, 2013, pp..45,46; Pereira, 2013, pp. 17-19, 43-45; Jordan et al., 2013, p. 753; Keohane, 2014; p.21; Burke et al., 2016, pp.3-4; Martine & Alves, 2019, 7-11, 16; Luomi, 2020, P. 9; MacLaren & Corry, 2021, p. 31). Haibach e Schneider, assim, contestam:

While the international climate debate has, for years, centred on implementing plans and concluding adequate agreements to take into account the interests of all countries – with rather disappointing outcomes – it is high time to rethink this approach (Haibach & Schneider, 2013).

Em 1997, na COP3, deu-se um passo importante nas negociações do clima: com o Protocolo de Quioto²⁰, os países desenvolvidos comprometeram-se a reduzir as suas

²⁰ Em 1997, em Quioto (COP3), ocorreu a primeira grande revisão do documento do Rio, com o Protocolo de Quioto a ser aprovado por consenso entre 150 governos. O documento estabeleceu metas vinculativas de redução das emissões de gases com efeito de estufa e instituiu três mecanismos de flexibilização baseados no mercado: (1) Comércio de Emissões (CE), (2) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e (3) Implementação Conjunta (IC). No entanto, o protocolo só viria a ser implementado após um período de dois anos, conforme aprovado na COP4, em Buenos Aires (Rodrigues & Pires, 2010, p. 407).

Tal como a UNFCCC, o Protocolo de Quioto impõe um encargo mais pesado às nações desenvolvidas, em conformidade com o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas. Este grupo de países deve, em primeiro lugar, adotar medidas internas para enfrentar as alterações climáticas, embora o Protocolo de Quioto lhes conceda um certo grau de flexibilidade no cumprimento dos seus compromissos em matéria de emissões (Ruppel, 2013, p. 51).

emissões de gases de efeito estufa, enquanto se espera que os países em desenvolvimento realizassem as suas ações de mitigação de forma voluntária. Contudo, este tratado só entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005 (Rodrigues & Pires, 2010, pp. 406,407; von Bassewitz, 2013, p.106; Ruppel, 2013, p.50; Pereira, 2013, p.37; Martine & Alves; 2019, p.7). Ainda assim, o protocolo apresenta várias lacunas, o que acarreta a fraca participação dos Estados; ou seja, o número de países dispostos a tomar medidas com objetivos de mitigação obrigatórios, é muito pequeno²¹(von Bassewitz, 2013, pp.109-110).

Foi somente na COP21 que se conseguiu alcançar qualquer ação significativa para a crise climática; chegou-se a um consenso teórico sobre pontos essenciais. O principal resultado foi o Acordo de Paris²². Este tratado, o mais importante até à data, define a meta de limitar o aumento da temperatura global, preferencialmente, a 1,5 °C em relação aos níveis pré-industriais até meados do século XXI, não devendo ultrapassar os 2 °C para evitar uma catástrofe mundial. Todavia, devido à flexibilidade permitida nos compromissos, os países não estão a cumprir as metas de mitigação assumidas no Acordo de Paris e mesmo que o fizessem, o conjunto das emissões de gases com efeito

²¹ O maior emissor de gases com efeito de estufa (GEE) do mundo à época, os Estados Unidos, nunca ratificou o Protocolo de Quioto. O Canadá abandonou o acordo em dezembro de 2011. Além disso, o maior crescimento das emissões de GEE tem origem em seis países recentemente industrializados (NICs): Brasil, China, Índia e África do Sul, bem como Indonésia e México. Estes seis países ratificaram Quioto na qualidade de países em desenvolvimento, pelo que as suas contribuições de mitigação são voluntárias. Mais relevante ainda é o facto de que o maior emissor de GEE da atualidade, a China, permanece sem restrições quanto à sua produção de emissões, o que implica que, num futuro próximo, cerca de metade das emissões mundiais poderá ser gerada num país sem metas vinculativas de mitigação (von Basewitz, 2013, p. 109, tradução minha).

²² Em 12 de dezembro de 2015, os 196 membros da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (UNFCCC) adotaram por consenso, em Paris, um novo tratado internacional sobre o clima. Resultado de quatro anos de intensas negociações, este tratado estabelece um quadro jurídico para a ação da comunidade internacional contra as alterações climáticas para além de 2020. O acordo representa um avanço significativo na governação climática.

Primeiro tratado multilateral adotado sobre o problema do efeito de estufa desde o Protocolo de Quioto, em 1997, o Acordo de Paris amplia a cooperação das Nações Unidas desenvolvida desde 1992 no âmbito do regime climático instituído pela UNFCCC e inaugura uma nova fase da sua evolução. Na história do regime climático, a adoção do Acordo de Paris constitui um marco decisivo, após 18 anos de negociações sobre o futuro deste sistema convencional, e assinala o culminar de um longo processo de reconfiguração das regras multilaterais (de Lassus St-Geniès, 2015, p. 28, tradução minha).

Os objetivos definidos na COP21 são: travar o aumento das emissões de CO₂ entre 2018 e 2020; reduzir as emissões de CO₂ em 30–40% até 2030; e alcançar a descarbonização completa entre 2070 e 2075 (Lane, 2018, p. 740).

estufa elevaria a temperatura média da Terra a 3°C ou mais, até o final do século (Martine & Alves, 2019, pp. 9-10).

O aquecimento global é um fenómeno extremamente complexo, considerado por muitos autores como o maior desafio do século XXI (Lane, 2018, p.741; Ying, 2017, p.1; Pereira, 2016, p.1; Keohane, 2014; p.19; Franchini et al., 2020, p. 83). Face ao desalinho existente na governação global das alterações climáticas, o projeto da UNFCCC tem-se revelado ineficaz; de acordo com Martine e Alves:

Follow-up activities to the Paris COP, including COP24 in 2018, have further highlighted the enormous discrepancy between goals and national commitments. First, the decarbonisation targets proposed by individual country are not being met, while economic growth and throughput activity continue to prevail in development strategies (Martine & Alves, 2019, p.10).

Embora as COP's anuais, que reúnem todos os Estados, possam ser consideradas uma evolução positiva, os resultados destas reuniões têm sido relativamente dececionantes. Encontrar um consenso global revela-se praticamente impossível, com os interesses políticos e económicos dos países a interferirem na procura de uma solução adequada (Haibach & Schneider, 2013, p.358). A própria estrutura metodológica da UNFCCC assim o permite; travar o aquecimento global pela cooperação internacional através do princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas²³, gera constantes conflitos entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento (Pereira, 2013, pp. 33-34; Luomi, 2020, p.3).

Uma questão que tem surgido a este respeito é se a desigualdade entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento é suficiente para justificar a clivagem Norte/Sul²⁴ na governação ambiental global. Os países do Sul têm tomado as

²³ A Convenção dividiu os países em dois anexos: o Anexo I (nações desenvolvidas, com metas vinculativas e obrigações em matéria de financiamento, mitigação, entre outras) e o Não-Anexo I (nações em desenvolvimento, com obrigações reduzidas). Além disso, estabeleceu o “princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas” (Rodrigues & Pires, 2010). Este princípio visa atribuir responsabilidades distintas aos vários países, de acordo com o respetivo grau de contribuição para as alterações climáticas (Pereira, 2013, p. 33).

²⁴ A descolonização, ocorrida entre as décadas de 1950 e 1970, trouxe à existência numerosos novos Estados. Os países em desenvolvimento passaram então a ser rotulados como “Sul” ou “Terceiro Mundo”,

negociações internacionais como estratégias para o seu desenvolvimento nacional, e com base neste fundamento têm atuado nas negociações ambientais internacionais (Hochstetler, 2012, p.53).

Porém, alguns países do Sul tiveram entretanto, desenvolvimentos notavelmente ascendentes; A China destaca-se, tornando-se uma das maiores economias do mundo. Outros países emergentes tiveram taxas de crescimento económico rápido e um aumento de importância internacional (Brasil, Índia e África do Sul). Estes países são, atualmente, grandes emissores de gases com efeito de estufa e permanecem abrangidos pelo “princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas” (Hochstetler, 2012, pp.56-57). Assim:

Two themes run across global climate change governance: different interpretations of how to differentiate between countries’ responsibilities for emissions reductions and the quest for universal participation (Luomi, 2020, p.2).

Com as ferramentas introduzidas pelo Acordo de Paris, primeiro acordo multilateral sobre alterações climáticas que estabelece obrigações juridicamente vinculativas para as reduções de emissões em todos os países, tornou-se possível adaptar este conceito a um acordo aplicável á ambos os anexos (países desenvolvidos e em desenvolvimento). Porém, o sucesso do Acordo de Paris depende das Contribuições Nacionalmente Determinadas (CND) e do seu cumprimento pelos países mais poluidores (EUA, China, Japão) (Luomi, 2020, pp.7-9).

Deste modo, urge que todos os países apliquem políticas domésticas e ações estratégicas com o objetivo de atingir as metas definidas nas Contribuições Nacionalmente Determinadas, em prol da mitigação do aquecimento global (Artigo 4, ponto 2, Acordo de Paris, UN, 2015). Contudo, a aplicação destas políticas não é simples; envolve um vasto leque de intervenientes e partes interessadas.

em oposição ao “Norte” desenvolvido. Estes países têm procurado manter solidariedades recíprocas nas negociações internacionais (Hochstetler, 2012, p. 54).

Assim, as Contribuições Nacionalmente Determinadas ficaram aquém dos ambiciosos alvos do Acordo de Paris e, atualmente, para evitar o aumento da temperatura global exige a obtenção de emissões negativas (NETs sigla em inglês); removendo mais dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera do que os emitidos (Fuss et al. 2020, p.145).

É neste ponto que se encontra um enigma: a sociedade e a economia mundial dependem dos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás) (Pereira, 2013, p. 73; Lövbrand et al., 2020, p.4). Basicamente, cerca de 90% de todo o consumo de energia provém de fontes não renováveis, e está intimamente ligado às emissões de CO₂ (Lane, 2018, p. 742). O apelo da COP21 à descarbonização envolve uma redução acentuada do uso dos combustíveis fósseis até 2030, o que exige uma transição para uma economia de baixo carbono acelerada em todo o mundo, o que pode pôr em causa a segurança energética²⁵ dos Estados. As projeções para a procura do aumento da energia no século XXI são enormes; com o aumento populacional, observa-se que o consumo de energia deve ser o dobro até 2050 (Lane, 2018, p.742). Por outro lado, o crescimento económico e a capacidade energética caminham lado a lado, e face à enorme dependência dos combustíveis fósseis, a questão da demanda de energia mundial torna-se um entrave ao cumprimento dos objetivos da UNFCCC; a descarbonização global com a cooperação dos Estados, garantindo ao mesmo tempo o desenvolvimento económico no quadro político e económico vigente (Lane, 2018, p.747; Salla et al., 2010, p.1; Dalby, 2020, p.148).

Desta forma, vários autores apontam um único caminho para solucionar os problemas das alterações climáticas: mudança. O aquecimento global e os seus impactos, que envolvem “bens públicos globais”, não conhecem fronteiras e exigem respostas cooperativas (Viola & Franchini, 2012, pp.2-3; Franchini et al., 2017; Luomi, 2020; Dalby, 2013, p.42). Os pressupostos realistas de segurança e soberania estão

²⁵ Dada a atual fase de transição energética para fontes renováveis, o conceito de segurança energética revela-se particularmente complexo. Neste contexto, entende-se por segurança energética a «disponibilidade de energia para servir uma determinada procura, num determinado espaço de tempo, forma e local». No que respeita à segurança energética, a sociedade espera dos poderes públicos ações que assegurem eficiência e eficácia no fornecimento de energia, garantindo que este seja exequível e acessível a todos, a um preço e em quantidades compatíveis com a economia do país em cada momento histórico (ENSE-EPE).

obsoletos e não conseguem lidar com as consequências das alterações climáticas²⁶ (Dalby, 2013, p.46).

É urgente a construção de uma diferente política: iniciar um processo de inovação global que vise reformar os modelos económicos atuais e alcançar novas soluções tecnológicas e sociais (Dalby, 2013, p.46, Martine & Alves, 2019, p.16; Luomi, 2020, p.10).

Pelo que foi exposto acima, verifica-se, assim, a inoperância do Regime Internacional do Clima e as principais causas apontadas são: a própria estrutura metodológica da UNFCCC; o desfasamento e conflitos causados pelo “princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas”; a divisão Norte/Sul; as lacunas existentes no Protocolo de Quioto; a conceção dos instrumentos de participação universal; a hegemonia conservadora dos intervenientes e os interesses económicos dos Estados; a problemática da gestão da atmosfera, e, ainda o próprio sistema político vigente, assente na ideologia do capitalismo e do consumismo.

Perante este cenário e segundo os registos do IPCC, já é inevitável o aumento da temperatura da Terra e os consequentes impactos ambientais. Assim, para além de estratégias de mitigação e adaptação, é iminente criar meios para a descarbonização do ambiente. Recentemente, várias técnicas de geoengenharia²⁷ tem surgido com este propósito (Ying, 2017, p.2; Ormond, 2020, p.138; Chailleux & Sartre, 2021, p.13; Dalby,

²⁶ As consequências do aumento da temperatura média global da Terra são drásticas: a subida dos níveis médios dos oceanos, que têm aumentado a um ritmo duas vezes superior ao de há 150 anos (cerca de 2 mm por ano), o derretimento do gelo polar ártico, o recuo acelerado da cobertura de gelo da Gronelândia, bem como o aumento da frequência e intensidade de vários desastres naturais, tais como ciclones e tempestades tropicais, chuvas ácidas, terremotos, erupções vulcânicas, tsunamis, furacões, secas e ondas de calor. Estes fenómenos, por sua vez, acarretarão graves consequências económicas e sociais para regiões inteiras, afetando a produção agrícola, a produtividade do trabalho, a saúde pública, os fluxos migratórios e, ainda, potenciando conflitos e instabilidade política, sobretudo nas regiões mais vulneráveis (D’Angeli et al., 2022)

²⁷ A geoengenharia — ou engenharia do clima — refere-se à intervenção deliberada e em grande escala no sistema climático da Terra, geralmente com o objetivo de mitigar os efeitos adversos do aquecimento global. Trata-se de um termo abrangente que engloba medidas enquadradas sobretudo em duas categorias: remoção de gases com efeito de estufa e gestão da radiação solar. Estas abordagens incluem uma vasta gama de métodos potenciais, como a fertilização oceânica, a captura direta de CO₂ do ar, a instalação de espelhos espaciais, a injeção de aerossóis de enxofre na estratosfera e o aumento da refletividade das nuvens (Linnér & Wibeck, 2015, p. 255).

2015, p.192; Horton & Reynolds, 2016, p.439). Este será o assunto do próximo subcapítulo.

Para exemplificar o que foi dito acima, apresenta-se a seguir um gráfico ilustrativo do percentual das emissões de GEE, por ordem decrescente, dos maiores poluidores atualmente:

Evidenciam-se, no gráfico apresentado abaixo, os maiores emissores de GEE do mundo. A China destaca-se ocupando um quarto do círculo do gráfico no entanto, este país integra o Não-anexo I, ou seja, figura como um país em desenvolvimento e de acordo com “o princípio de responsabilidades comuns, porém diferenciadas”, estipulado pelo Regime Internacional do Clima, as suas contribuições para a mitigação do clima são voluntárias. O mesmo ocorre com a Índia (3º maior emissor mundial de GEE), e com o Brasil, que figura como o sexto emissor de gases de efeito estufa a nível mundial.

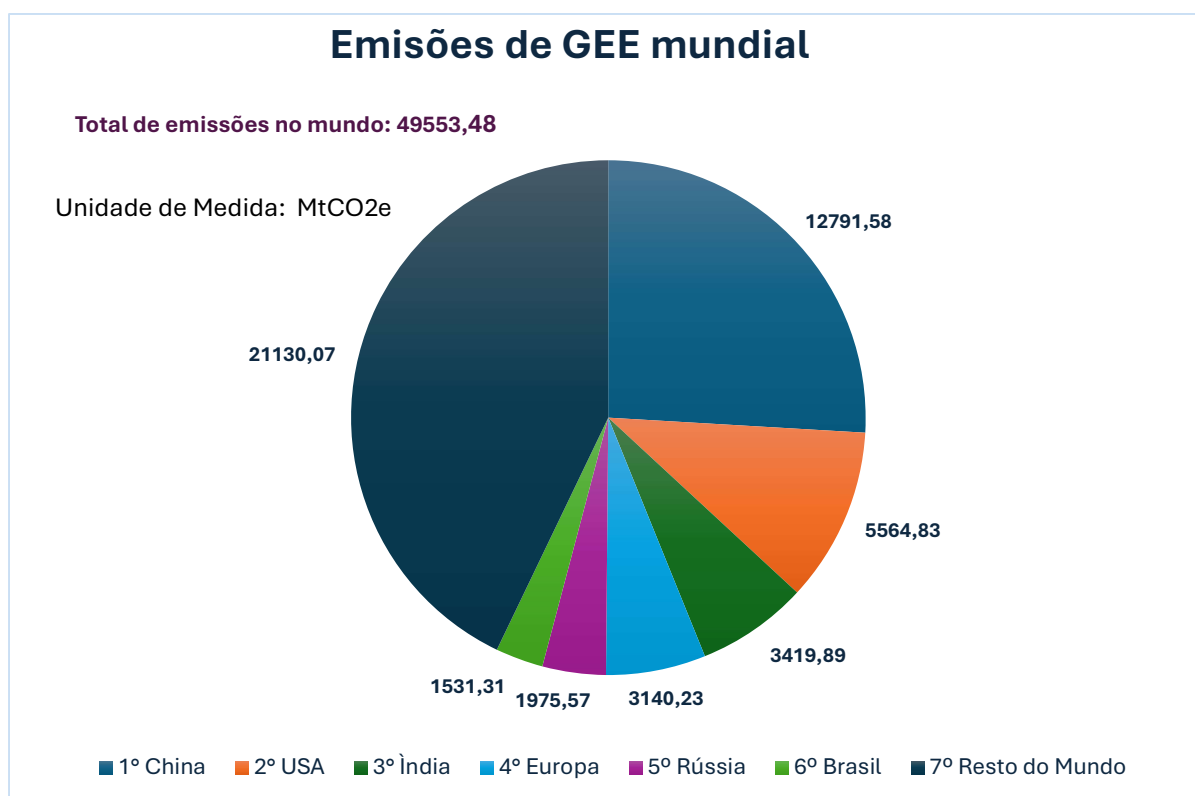


Gráfico 1 – Emissões mundiais de GEE em 2021. *Elaboração da autora.*
Fonte: Climate Wacht Data; *Climate Data for Action* | *Climate Watch* | *Emissions and Policies*

1.b - A Engenharia do Clima

A geoengenharia ou engenharia climática abrange um conjunto diversificado de práticas científicas, mas principalmente duas categorias distintas: a remoção de gases de efeito estufa²⁸ e o gerenciamento de radiação solar²⁹. Dada a diversidade de técnicas envolvidas, o conceito de *geoengenharia* é motivo de discussão entre a comunidade científica (Corry & Kornbech, 2021, p. 95; McLaren & Corry, 2021, pp.20, 21; Pereira, 2016, p. 2; Linnér & Wibeck, 2015, p.255; Yusoff, 2013, p.2801; Ying, 2017, p.2; Möller, 2020, p.3; Carvalho & Riquito, 2022, p.903).

Há quem defenda que a Remoção de Dióxido de Carbono (CDR, sigla em Inglês) não deve ser incluída no conjunto das tecnologias de geoengenharia, dado que algumas destas técnicas também desempenharem um papel em mitigação (práticas agrícolas sustentáveis, reflorestação e outras intervenções afins) (Pereira, 2016, p.3; Dalby, 2015, p.195; Ying, 2017, p.3; McLaren & Corry, 2021, p.29). Além disso, as definições de mitigação, adaptação, e técnicas de redução de carbono confundem-se, e dificulta a delimitação conceptual da engenharia climática e os estudos e debates nesta matéria (Ying, 2017, p.7; Moriarty & Honnery, 2013, p.13; Dalby, 2015, p.193; Möller, 2020, p. 18, Pereira, 2016, pp. 3,8).

A primeira negociação internacional sobre a geoengenharia realizou-se em Nairobi, em 2019 no âmbito da Assembleia das Nações Unidas para o Ambiente. Contudo, as negociações não foram bem-sucedidas, tendo começado logo com uma série de divergências entre os países participantes. Questões de ordem técnica, incertezas das tecnologias, a problematização das relações de poder, que atribui a

²⁸ Dentre as estratégias de remoção do carbono são apontados o florestamento, o reflorestamento, a restauração do ecossistema, a fertilização oceânica, a construção com biomassa, a carbonação mineral e técnicas de geoengenharia, como a Captura e Armazenamento de Carbono da atmosfera (CCS, sigla em inglês) e a Captura Direta de Ar (DAC) (The Royal Society, 2018; Pereira, 2016, p. 6).

²⁹ O gerenciamento da radiação solar (SRM, sigla em inglês) engloba tecnologias potenciais para refletir parte da luz solar e o calor de volta ao espaço, a fim de contrariar os efeitos de aquecimento resultantes do aumento das emissões de GEE. A SRM inclui o aumento do efeito albedo da Terra (isto é, a refletividade superficial), iluminando ambientes construídos (por exemplo, pintando telhados brancos), a reprodução e plantação de culturas de alta refletividade, a colocação de material refletor nos desertos e o aumento do brilho das nuvens marinhas. Os efeitos das erupções vulcânicas podem ser imitados pela injeção de partículas de aerossóis, tais como sulfatos, na estratosfera inferior. Mais longe, no espaço, foram sugeridos deflectores para impedir que alguma energia solar chegue à Terra (Moriarty & Honnery, 2013, p. 11; Linnér & Wibeck, 2015, p. 258).

geoengenharia um potencial fator de agravamento, as desigualdades entre o eixo Norte/Sul e a justiça climática foram motivos de entrave e discussão; repetindo-se, assim, as dificuldades internacionais habituais das Conferências das Partes (Corry & Kornbech, 2021, p.104).

Embora possam ser consideradas como uma possível estratégia a figurar do portfólio político das alterações climáticas, e constar do quinto relatório de avaliação do IPCC (AR5) como uma opção preferencial para atingir as metas de mitigação do aquecimento global (IPCC, 2014) há grandes incertezas e controvérsias em torno destas tecnologias (Bierman et al., 2021, p.2; Möller, 2020, p.1; Ying, 2017, p.3; Pereira, 2016, p.1; Linnér & Wibeck, 2015, p.256; Kravitz et al., 2014, p.1). Dado que a maioria de seus estudos é realizada de forma hipotética ou através de modelos, desconhece-se as verdadeiras consequências e o seu grau de eficiência para alcançar os seus propósitos, quando aplicadas em larga escala (MacLaren & Corry, 2021, pp.22,30.; Kravitz et al., 2014, p.2; Yusoff, 2013, p.2804; Horton & Reynolds, 2016, p.448). De facto, pela necessidade de maturidade tecnológica e a escassez de experimentos reais, uma questão central que tem surgido é:

[...] whether geoengineering itself might in fact constitute the “dangerous anthropogenic interference with the climate system” that the UNFCCC was established to prevent (Dalby, 2015, p.193).

Além disso, a incerteza científica que acompanha estas tecnologias, bem como a falta de credibilidade e maturidade técnica, económica e ambiental dificulta aos decisores políticos a determinar se a geoengenharia é de facto uma questão que merece atenção política (Fuss et al., 2020, p.148; Chailleux & Sartre, 2021, p.23; Parson & Reynolds, 2021, p.1; Möller, 2020, pp. 8, 14).

Möller (2020) aponta dois graves problemas que envolvem estas tecnologias e que dificultam o seu avanço aplicação: para além de problemas de definição, a ausência de uma instituição adequada para a sua governança é outra questão de grande relevância.

No que respeita a definição, ambas as categorias podem ser confundidas com práticas já previamente utilizadas para fins não climáticos, dado que partilham mecanismo semelhantes (Möller 2020, p.13). No caso específico da Remoção e Armazenamento de Carbono (CCS, sigla em Inglês), o descrédito passa por distinguir técnicas já utilizadas anteriormente como forma de estimulação de petróleo daquelas concebidas como tecnologias de geoengenharia para fins climáticos (Pereira, 2016, p.8).

Ou seja, de forma mais clara: inicialmente (1970), esta tecnologia então utilizada para a estimulação do petróleo (EOR, sigla em Inglês)³⁰, passou, após uma fase de experimentação e subsequente abandono, a ressurgir a partir de 2009, e sobretudo após o Acordo de Paris, como uma potencial solução para enfrentar a mudança do clima. Assim, a sua utilidade e viabilidade como instrumento de mitigação das alterações climáticas, ainda devem ser devidamente comprovadas, a ponto de permitir aos governantes assumirem a dimensão política necessária para justificar o empenho no desenvolvimento da tecnologia, da aplicação de leis publicas e a promoção de debates sociais que conduzam à sua eventual aceitação (Chailleux & Sartre, 2021, p.14; Haszeldine et al., 2018, pp.9-10). Sendo a primeira forma de utilização de CDR uma prática insustentável, levanta problemas de ordem ética e ambiental, que recaem nas discussões atuais acerca da aplicação destas técnicas para fins climáticos. Estas questões cruzam-se com debates mais amplos sobre estratégias de desenvolvimento, economia global e sobre a própria sustentabilidade (Dalby, 2015, p. 195; Möller, 2020, p. 12).

Kreuter & Lederer, (2021) chamam a atenção para os eventuais conflitos geopolíticos que as tecnologias de Remoção e Armazenamento de Carbono (CCS, sigla em inglês) podem causar devido a necessidade de grandes extensões de terra e enorme quantidade matéria-prima (biomassa) que a sua aplicação em larga escala exige (BECCS), bem como a necessidade de locais apropriados para o armazenamento geológico de CO₂, tanto para BECCS como para DACS (Kreuter & Lederer, 2021, p.6).

³⁰ *Enhanced Oil Recovery* (EOR) é a recuperação reforçada do petróleo. É a primeira técnica de CCS utilizada e consiste na prática da extração de petróleo de um poço que já passou pelas fases primárias e secundárias da recuperação do petróleo; injetando um gás na caverna, aumenta a pressão subterrânea e melhora a produção de hidrocarbonetos. Esta técnica já é utilizada há muitos anos nos EUA (Chailleux & de Sartre, 2021, p. 14).

Já o Gerenciamento da Radiação Solar (SRM, sigla em inglês) descreve um conjunto de tecnologias hipotéticas para reduzir a entrada da luz solar na Terra e implicam uma abrupta e deliberada mudança do clima que pode ter consequências negativas para a saúde pública e ecossistemas, o que levanta questões éticas (Morrow et al., 2013, p.146). De relativamente baixo custo económico comparado com outros métodos de redução de carbono, tecnicamente acessível e de rápido efeito, a geoengenharia solar, particularmente a Injeção de Aerossol na Estratosfera (SAI, sigla em inglês), tem sido considerada pela comunidade internacional como uma potencial ferramenta para mitigar o aquecimento global a meio prazo (Jebari et al., 2021, p.2; Morrow et al., 2013, p.146; Ying, 2017, p.2; Stephens & Surprise, 2019, p.1; Bierman et al. 2021, p.2; Moriarty & Honnery, 2013, p. 11; Keohane, 2014, p.25; Collomb et al., 2019).

No entanto, esta tecnologia é incompleta; apesar de reduzir a temperatura, não reduz as concentrações de carbono atmosférico e oceânico e apresenta várias incertezas quanto aos custos, os benefícios e os riscos associados à sua implantação (Heutel et al., 2015, pp.2,6; Stephens & Surprise, 2019, p.1; Surprise, 2020, pp.214,215). Pelo seu carácter de alto risco e envolver um “bem comum global”, os seus experimentos, se repentinamente interrompidos, podem provocar uma rápida subida da temperatura global, podem causar graves danos geopolíticos e desastres irreversíveis, tais como a destruição da camada de ozono pela injeção de ácido sulfúrico na estratosfera e a acidificação dos oceanos, sendo, por isso, uma ameaça para a segurança internacional (Ying, 2017, p. 3; Dalby, 2015, p. 197; Moriarty & Honnery, 2013, p. 13; Morrow et al., 2013, pp. 160, 161; Parson & Reynolds, 2021, p.1; Corry & Kornbech, 2021, p. 99; Nicholson et al., 2018).

Por tudo isto, alguns autores afirmam ser necessário estabelecer acordos multilaterais sob um controlo político justo e eficaz para a implantação destas tecnologias, o que é impossível no atual sistema político internacional (Bierman et al., 2021, p. 3; Parson & Reynolds, 2021, pp. 2, 3; Morrow et al., 2013, p. 165).

Em outras palavras: a implantação da geoengenharia solar à escala planetária exige organizações internacionais inteiramente novas, com meios convincentes de

controle democrático e poderes de execução sem precedentes, para evitar questões de dominação por parte de um(s) determinado(s) Estado(s) e para não correr o risco de cair na dependência das empresas (Bierman et al., 2021, p. 4; Surprise, 2020, p. 215; MacLaren & Corry, 2021, p. 23; Parson & Reynolds, 2021, p. 6).

Por outro lado, com um baixo potencial para a eficácia e de alto risco para a saúde e para o ambiente, desconhecendo-se as verdadeiras consequências e as contrapartidas da sua utilização, a geoengenharia é vista como uma distração ou desvio para prevenir a transição da utilização de combustíveis fósseis para energias renováveis, podendo representar uma ameaça para a reputação dos países (Möller, 2020, p.9; Jebari et al., 2021, p.2; Moriarty & Honnery, 2013, p. 13, Maclaren & Corry, 2021, p. 21; Carvalho & Riquito, 2022, pp.906, 911; Horton & Reynolds, 2016, p. 442). Poderosos interesses da indústria, principalmente do setor da energia, há muito que investem no atraso de políticas climáticas rigorosas, procurando alternativas como a Remoção e Sequestro de Carbono (Bierman et al., 2021, p. 4).

As experiências com as tecnologias de geoengenharia são alvo de muita contestação; primeiramente pelo comprometimento com as sociedades, mas, sobretudo, com relação à questão monetária destas experiências; constata-se que pequenos grupos de especialistas estão envolvidos na avaliação de propostas de engenharia climática e na receção de financiamento de fundações privadas interessadas na patenteabilidade destas e, desta forma, estão a estimular o financiamento público pelo uso de dinheiro privado (Yusoff, 2013, p. 2803). Especificamente, no caso das investigações de Engenharia Solar, é argumentado por alguns autores que uma elite de bilionários do hemisfério Norte, está envolvida no seu financiamento, e adota abordagens e lógicas militarizadas, servindo apenas para reforçar os sistemas existentes que concentram riqueza e poder e perpetuam as desigualdades e injustiças a nível global (Stephens & Surprise, 2019, pp. 2, 3; Surprise, 2020, p.216; Yusoff, 2013, p. 2804; Carvalho & Riquito, 2022, p. 912;).

Recentemente, surgiu uma discussão sobre o envolvimento de militares nas experiências e no desenvolvimento de SAI; embora o envolvimento militar deva ser restringido, os militares têm conhecimentos tecnológicos e logísticos necessários para

estas investigações e, assim sendo, são indispensáveis para estas pesquisas. Além de que, não existem atualmente mecanismos práticos de governação para impedir que os militares estejam envolvidos na investigação e implantação desta tecnologia (Stephens & Surprise, 2019, p.4; Surprise, 2020, p. 217). Segundo Surprise:

Solar Geoengineering is immanent to the structures of global capitalist geopolitics and intimately bound up with questions of world hegemony, control of energy, financial flows, and military-imperial dominance (Surprise, 2020).

Há conflitos de interesse significativos que sugerem que esta não é uma governação dos programas da ciência do governo, mas sim a mesma abordagem empresarial de costume para expandir e gerar novas economias no mercado (Yusoff, 2013, p. 2804; Dalby, 2015, p.192).

Como exemplo, pode-se citar a técnica de criação de gado denominada *low carbon cow*. De uma combinação de bioengenharia, aplicações tecnológicas e gestão de práticas resultam alterações diárias na forma como os animais são criados, tratados e ingeridos e, por sua vez, como isso afeta os alimentos que são para consumo humano, gerando, assim, um animal que é mais desejável do ponto de vista das alterações climáticas (Ormond, 2020, pp.135-153). Neste caso específico, são produtores globais de laticínios e carne que aplicam soluções de geoengenharia através das suas próprias cadeias de abastecimento. Isto revela o perigo da dependência da engenharia climática liderada pelas empresas que atuam com fins lucrativos. Nas palavras de Ormond:

Here the unspoken paradox remains that human consumption behaviours, patterns and levels as well as market structures are the dominating drivers causing the degradation of our earth's systems (Ormond, 2020).

O autor chama a atenção para o paradoxo gerado pela função alimentícia dos animais: contribuem para a expansão da indústria capitalista, enquanto atuam como salvadores climáticos.

Assim, estas tecnologias estão relacionadas com padrões de exploração, corrupção e conflitos de poder e podem ser entendidas como uma tentativa de controlar

o sistema terrestre, como uma imposição de poder suscetível de sustentar o extrativismo fóssil, ao invés de combater o aquecimento global (MacLaren & Corry, 2021, p. 29; Carvalho & Riquito, 2022, pp. 904, 913).

Há muita polémica sobre a aplicação da geoengenharia, que levanta sérias preocupações; vista como uma forma antidemocrática, aumenta as desigualdades sociais e a fragmentação do eixo Norte/Sul, causa problemas de cariz ético e moral, favorece a expansão do capitalismo, do extrativismo e da dominação de fronteiras globais, tais como a estratosfera, os oceanos e o espaço (Carvalho & Riquito, 2022, pp. 904, 916).

A inadequação das instituições internacionais para a governação das tecnologias de engenharia climática é outra questão de debate político (Kravitz et al., 2014, p.6; Dalby, 2015, p.192; Möller, 2020, p.2; Horton & Reynolds, 2016, p. 446; Bierman et al; 2021; Parson & Reynolds, 2021, p.6): não há uma moratória sobre qualquer tipo de implantação e experimentos destas tecnologias, sendo importante, para uma governança³¹ adequada, o método de implantação, a escala, o seu impacto e sobretudo a jurisdição que proteja a população local, que conceda a devida autorização internacional, evite o unilateralismo, impeça o envolvimento militar e autoritário e freie a corrida lucrativa através dos respetivos créditos de carbono (Möller, 2020, pp. 7, 20; Dalby, 2015; Surprise, 2020, p.229; Stephens & Surprise, 2019, p.4).

Por todas estas questões, muitos estudiosos pedem o adiamento, a suspensão ou até mesmo a proibição de experiências de campo de engenharia climática, antes que certos acordos sobre a governança sejam alcançados (Ying, 2017, p. 11).

Um grupo de investigadores do programa da Universidade de Oxford em geoengenharia elaborou cinco princípios básicos que servem de guia internacionalmente: (1) a geoengenharia deve ser regularizada como um bem público; (2) é imprescindível a participação pública na tomada de decisões em geoengenharia; (3) deve haver divulgação das investigações em geoengenharia e transparência dos seus

³¹ Governança é um conceito amplo que não se limita a meios legais. É um processo multinível, multimodo e dinâmico. Em se tratando da geoengenharia, envolve a governança internacional e a implementação interna através de várias medidas políticas. Formas específicas de governação internacional incluem memorandos bilaterais, bem como acordos globais (Ying, 2017, p. 9) (tradução minha).

resultados; (4) há necessidade de avaliação independente dos seus impactos e, (5) há necessidade de uma forte estrutura de governança antes de iniciar a implantação (Dalby, 2015, pp. 196, 197; Ying, 2017, pp. 9, 10).

Deste modo, é necessário haver uma base científica mais sólida, mais debate político nesta matéria, maior envolvimento da sociedade e uma aliança mais ampla entre a comunidade científica, política e industrial, a fim de ultrapassar as barreiras sociais e as incertezas de governação (Chailleux & Satre, 2021, p. 23; Fuss et al., 2020, p. 145; Carvalho & Riquito, 2022, p. 917; Pereira, 2016, p. 2).

Dentre as técnicas da engenharia do clima, a implementação da tecnologia de produção de Bioenergias com Captura e Armazenamento de Carbono (BECCS)³² é apontada pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007) como uma das estratégias mais promissoras e bem-sucedidas para a descarbonização do meio ambiente (Muri, 2018, p. 1; Fridahl & Lehtveer, 2018, p. 155).

1.c - Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono (BECCS)

One of the most promising options for achieving negative emissions is the production of electricity or fuels using biomass coupled with carbon capture and storage (BECCS).

(Johnson et al., 2014, p. 6771).

³² Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono (BECCS, sigla em inglês) é uma tecnologia de mitigação de CO₂ que combina aplicações de bioenergia com captura e armazenamento de carbono (CCS, sigla em inglês). Esta técnica consiste na captura de CO₂ diretamente da bioenergia e no seu armazenamento no mar, em grandes profundidades, ou abaixo da superfície da terra, em reservas geológicas, após a sua conversão em estado crítico. Estas reservas, que devem situar-se, pelo menos, a 1200 metros abaixo do solo, podem ser reservatórios esgotados de petróleo ou gás natural, camadas de carvão, aquíferos salinos profundos ou cavernas de sal. O CO₂ sequestrado é transportado para o local da injeção através de tubagens subterrâneas, camiões ou navios. Este conceito não está consistentemente definido e pode incluir uma variedade de tecnologias industriais e energéticas com diferentes quantidades de emissões de CO₂, tais como a combustão de biomassa (dedicada ou *co-firing*) para a produção de energia, a conversão de biomassa em combustíveis líquidos e gasosos, biorrefinarias e a produção de pasta e papel. Existem também conceitos de utilização de CO₂ para o BECCS (BECCUS ou Bio-CCUS), nos quais o CO₂ é temporariamente fixado em produtos, tais como combustíveis, materiais de construção, produtos químicos, plásticos, entre outros. O conceito de BECCS depende do pressuposto de que a biomassa extrai CO₂ da atmosfera à medida que cresce e de que, se capturado e armazenado após a conversão, resulta numa remoção líquida de CO₂ da atmosfera. As tecnologias que permitem esta remoção líquida são referidas como tecnologias de emissões negativas (NETs) e incluem a fertilização dos oceanos, a carbonação mineral, a florestação, a captura direta de ar (DAC) e o BECCS (Bui et al., 2018).

Considerado no mundo científico um dos mais auspiciosos métodos para alcançar emissões negativas de carbono, constando de vários cenários dos Modelos de Avaliação Integrada (IAM, sigla em inglês) usados pela comunidade internacional das alterações climáticas e incluído no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)³³ pelo UNFCCC (COP 16), BECCS apresenta muitas incertezas e limitações para ser exequível; desconhece-se o tempo real em que o CO₂ pode ficar armazenado e, em caso de vazamento, quais são as verdadeiras consequências (Ricci & Selosse, 2012; Muratori et al., 2016, p.1; Mander et al., 2017, p. 2038; Pour et al., 2017, p. 6045; Doodly et al., 2018, pp. 1, 2; Muri, 2018, p. 2; Consoli, 2019, p.3; Bellamy et al, 2021; Garcia-Freites et al., 2021, p. 152; Burns, 2017, p. 1, Regufe et al., 2021, p.14; Corry & Kornbech, 2021, p. 97, 98; Fajardy et al., 2021).

Vários estudos apresentam os altos riscos, em muitos aspetos, que, em grande escala, esta tecnologia pode causar, estando estes também assinalados pelo próprio IPCC em seu relatório de 2019 (Creutzig et al., 2021, p. 510; IPCC, 2019). Deste modo, a sua implementação enfrenta desafios sociais e políticos (Gough & Upham, 2011; Reynolds, 2018, p. 2; Dooley et al., 2018, p. 7; The Royal Society, 2018; Regufe et al., 2021, p. 14; The Royal Society, 2009; MCTIC, 2018; Fridahl & Lehtveer, 2018; Buck, 2018; RCGI, 2019).

Inúmeras são as questões apontadas como impeditivas da implantação e comercialização de BECCS, as quais são aqui enumeradas:

1) a necessidade de grandes áreas de monoculturas, podendo gerar crises alimentares no mundo; 2) o uso indevido de terras, causando modificação das paisagens e destruindo florestas; 3) a exigência de abundante irrigação de água; 4) o uso de fertilizantes e pesticidas, causando danos à saúde; 5) o comprometimento da biodiversidade; 6) o risco de incentivar o uso de combustíveis fósseis; 7) a probabilidade

³³ O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) é um mecanismo criado pelo Protocolo de Quioto que admite a participação voluntária de países em desenvolvimento nos compromissos quantificados de redução e limitação da emissão de gases com efeito de estufa (GEE) definidos neste protocolo. O MDL consiste no desenvolvimento de projetos que reduzam a emissão de gases com efeito de estufa. Os projetos no âmbito do MDL são implementados em países menos desenvolvidos e em desenvolvimento, os quais podem vender as reduções de emissão de GEE, denominadas Reduções Certificadas de Emissão (RCEs), aos países desenvolvidos, auxiliando-os, assim, a cumprir as suas metas e compromissos de redução de GEE assumidos junto do Protocolo de Quioto (MCTIC, 2018).

de aumento de sismos; 8) a necessidade de conhecimentos profundos da tecnologia aplicada; 9) a necessidade de constante monitorização; 10) a probabilidade de vazamentos inesperados, podendo causar danos ambientais e riscos de vida; 11) a necessidade de pesquisa; 12) a resistência da sociedade; 13) a falta de incentivos políticos; e 14) a dependência dos preços e do mercado do carbono (The Royal Society, 2009; Gough & Upham, 2011; Vergragt et al., 2011; Moreira et al., 2016; Mander et al., 2017; Baik et al., 2017; Pour et al., 2017; Burns, 2017; MCTIC, 2018; Fridahl & Lehtveer, 2018; Buck, 2018; Bui et al., 2018; Yamagata et al., 2018; Doodly et al., 2018; Mulligan et al., 2018; RCGI, 2019; Muri, 2018; Consoli, 2019; Carminati et al., 2019; Bellamy et al., 2021; Sanchez et al., 2021; Creutzig et al., 2021; Shahbaz et al., 2021; Chailleux & Sartre, 2021; García-Freites et al., 2021; Kreuter & Lederer, 2021; Wähling et al., 2023, pp. 1–3; Machado et al., 2021, p. 1; Coninck et al., 2006).

Já existe alguma discussão na literatura acerca da adequação de políticas públicas e, a nível internacional, da implantação desta tecnologia:

Wähling et al. (2023) enfatizam que a falta de políticas de incentivo é uma das principais barreiras para a implementação de BECCS. Relativamente aos incentivos políticos a nível doméstico, são apontados, como os mais discutidos mundialmente, os seguintes instrumentos: subsídios, sob diversas formas; integração num sistema de limitação e comércio de emissões; imposto sobre o carbono combinado com um regime de reembolso; obrigação de quotas; e leilão invertido³⁴ (Wähling et al., 2023, p. 2). Para os autores, uma profunda reforma política é necessária para o sucesso de BECCS, quer redesenhando a política climática atual, quer definindo novos instrumentos políticos (Wähling et al., 2023, p. 2).

Por sua vez, Bellamy et al. (2021) apresentam um estudo das preferências políticas, a nível nacional e internacional, para a Inglaterra e a Suécia especificamente, e concluem que a implantação da tecnologia BECCS deve ser analisada conforme os contextos geográficos e socioeconómicos em que se insere (Bellamy et al., pp. 47–55). Ambos os estudos enfatizam a necessidade de desenvolver novos incentivos e de

³⁴ Para mais detalhes sobre estas políticas ver Wähling, LS. et al., (2023), <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103215>.

proceder a reformas dos instrumentos políticos existentes, sendo a preferência das partes interessadas e dos peritos o emprego de uma combinação de políticas e abordagens de incentivo (políticas mistas), para que não se dependa da fixação do preço do carbono, tendo em conta a regulamentação devida para o uso da terra e da água e a sustentabilidade da biomassa (Bellamy et al., 2021; Wähling et al., 2023).

Outro fator apontado na literatura como limitativo de BECCS é o fornecimento de biomassa; para cumprir os objetivos climáticos de emissões negativas apontados nos Modelos de Avaliação Integrada (IAMs, sigla em inglês), é exigida uma área equivalente a duas vezes o tamanho da Índia para o aprovisionamento da matéria-prima vegetal (Consoli, 2019, p. 11).

Corry & Kornbech (2021) afirmam que a implantação em larga escala de BECCS pode causar imensa coerção sobre o uso da terra, a água e outros recursos, o que interagiria com a política económica internacional. Esta situação pode alterar os padrões internacionais de desenvolvimento, levando ao surgimento de estratégias em relação aos países ricos em recursos. Um exemplo é o caso do Brasil, que tem pressionado a União Europeia a aumentar os requisitos de biocombustíveis nas suas energias renováveis, a fim de obter receitas das exportações, apesar das possíveis consequências negativas a nível interno para a biodiversidade, os direitos humanos e as zonas rurais (Corry & Kornbech, 2021, p. 105).

Alguns estudos abordam a sustentabilidade de BECCS sob diversos aspetos. Através de ensaios de cenários, constata-se que, até 2100, serão necessários 3,3 Gt de emissões negativas por ano para se atingirem as metas anunciadas pelo IPCC (Consoli, 2019, p. 9; Shahbaz et al., 2021; Pour et al., 2017, p. 6045). Outros comprovam a falta de realidade apresentada nestes cenários e a insustentabilidade deste método; se implantado em larga escala pelo mundo, BECCS apresenta níveis de risco elevados para a biosfera e a estratosfera (Creutzig et al., 2021, pp. 512–514; Doodley et al., 2018, p. 1; Muri, 2018, p. 8; Pour et al., 2017, p. 6054; Vaughan & Gough, 2016). Yamagata et al. (2018) afirmam que:

...without a careful consideration of the land use for bioenergy crop production, a large-scale implementation of BECCS could negatively impact food, water and

ecosystem services that are supporting fundamental human sustainability (Yamagata, 2018).

BECCS pode ter diferentes variações, dependendo do tipo de biomassa³⁵, assim como do tipo e do método de processamento utilizados na conversão de biomassa. Desta forma, os seus benefícios e efeitos secundários variam muito (Mulligan et al., 2018, p. 4; Mander et al., 2017, p. 6041; Consoli, 2019, p. 4; Pour et al., 2017, p. 6047; Ketzer et al., 2016, IPCC, p. 5).

Dentre estes, BECCS acoplado aos biocombustíveis³⁶ é apontado na literatura como o mais eficiente e acessível para implementação em larga escala (Moreira et al., 2016, p. 2; Consoli, 2019, p. 7). A captura de CO₂ é feita durante a fermentação da biomassa, podendo, assim, obter emissões negativas de CO₂ enquanto se produz energia renovável (Metz et al., 2005; Ketzer et al., 2016; IPCC, 2007, pp. 9–10; Consoli, 2019, p. 7; Hausfather, 2018, p. 1; The Royal Society, 2018; Moreira et al., 2016, p. 5).

1.d - BECCS no mundo

O desenvolvimento de BECCS no mundo tem sido lento, de acordo com os dados do Global CCS Institute (2019). Atualmente, há apenas três instalações de BECCS em funcionamento (IEA, 2024), sendo a única instalação em larga escala situada em Illinois, EUA, propriedade da Archer Daniels Midland. Esta unidade produz etanol de milho, gerando CO₂ como parte do processo de fermentação. O CO₂ é depositado num local de armazenamento geológico apropriado nas profundezas da instalação. Outras duas

³⁵ Existem diversos tipos de biomassa que podem ser convertidos em bioenergia (resíduos florestais, vegetais, resíduos agrícolas, resíduos urbanos e industriais, algas). Em geral, quatro tipos principais de processos podem ser utilizados na conversão da biomassa (mecânico/físico, químico, termoquímico e bioquímico) e, dentro de cada um, existe uma variedade de métodos e técnicas com resultados distintos, dependendo da matéria-prima e do produto final pretendido (Pascoli et al., 2022, p. 13).

³⁶ Os biocombustíveis são fontes de energia consideradas alternativas, por serem de caráter renovável e apresentarem baixos níveis de emissão de poluentes para a atmosfera. São produzidos a partir de vegetais (cana-de-açúcar, milho, soja, mamona, mandioca, beterraba e algas) e de resíduos domésticos e industriais, sendo utilizados principalmente no setor dos transportes, puros ou misturados com gasolina. Classificam-se em biocombustíveis de primeira, segunda e terceira geração, embora a produção destes dois últimos seja mais exigente em termos tecnológicos. Os mais utilizados atualmente são os de primeira geração: etanol, biogás e biodiesel (Benevides, 2011; BNDES, 2008).

instalações, menores, foram recentemente iniciadas: a Red Trail Energy e a Blue Flint Ethanol, em 2022 e 2023, respetivamente, ambas no Dakota do Norte, Estados Unidos. As demais instalações de CCS são pequenas, sendo o CO₂ utilizado para a Recuperação de Petróleo (EOR): Kansas Arkalon (USA), Husky Energy CO₂ (Canada) e Farnsworth (USA), e White Energy projects in Texas. Existem outros projetos em planeamento, Mendota Project (Califórnia), Bonanza CCS (USA), no Japão (Mikawa Post Combustion Capture), em Inglaterra (Drax power station), na Noruega (The Klemetsrud Plant), Holanda (ARV Duiven) e no Brasil (FS) (Consoli, 2019, p.5; Regufe et al., 2021, p.15; Buck, 2019, pp. 124,125; Hossain et al., 2023, p. 13).

A projeção da IEA, relacionada com os novos projetos de BECCS em fase inicial pelo mundo, sugere que, até 2030, haverá uma expansão de 40 milhões de toneladas de CO₂ capturadas anualmente. No entanto, é relevante mencionar que atualmente existem dezenas de instalações de CCUS em operação, com o objetivo de diminuir as emissões de dióxido de carbono de grandes empresas que utilizam combustíveis fósseis (gás, carvão e petróleo), estando a maioria concentrada nos Estados Unidos. A mesma agência estima que a capacidade global de captura poderá chegar a 430 MtCO₂/ano no mesmo período, impulsionada por projetos do setor fóssil. As cinco maiores unidades são as seguintes: Planta Century, com capacidade de 8,4 Mt por ano; Planta de Processamento de Gás Shute Creek, com 7 Mt de capacidade; Planta de Combustíveis Sintéticos de Great Plains (3 Mt); Planta de Captura de Carbono Petra Nova (1,6 Mt); e Captura e Armazenamento de Carbono da Barragem Boundary (1 Mt). Dentre estas, apenas uma se situa no Canadá, sendo as demais nos Estados Unidos (Além da Energia, 2021).

A seguir apresenta-se uma ilustração que exemplifica o funcionamento de BECCS:

O desenho abaixo ilustra o funcionamento de BECCS: a biomassa (cana-de-açúcar, milho, soja, bagaço, resíduos florestais, entre outros) é transportada para as unidades, onde, após sofrer um processo de conversão (fermentação), o CO₂ capturado é transportado no seu estado crítico (liquefeito) para o local de armazenamento, que pode situar-se debaixo da terra ou no fundo do mar, a uma profundidade mínima de 1200 metros. Além de evitar a emissão de CO₂ para a atmosfera, este sistema produz energia, que é aproveitada para consumo. O carbono

não capturado retorna às fontes num processo de fotossíntese. Portanto, a tecnologia BECCS envolve várias etapas; o cultivo da biomassa, o transporte da biomassa, o processo de conversão, a captura de CO₂, o transporte de CO₂ e finalmente a injeção de CO₂ no local de armazenamento.

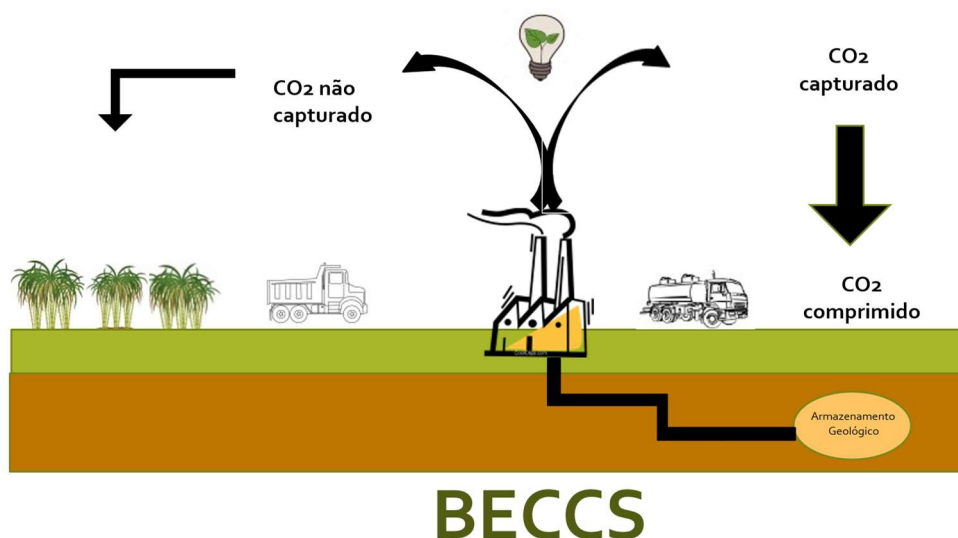


Figura 1 – Desenho ilustrativo do funcionamento da tecnologia BECCS.

Fonte: laboração própria.

1.e - Os Biocombustíveis

A produção e utilização dos biocombustíveis é motivo de controvérsia entre políticos e cientistas e, apesar de apresentarem aspectos positivos para a mitigação do clima, apresentam também aspectos negativos (Smith, 2010, p. 41; Hausfather, 2018).

Alguns países europeus e o Japão alegam que a produção de biocombustíveis pode gerar crises alimentares no mundo. É necessária a existência de grandes áreas de cultivo para a produção em massa de produtos agrícolas que geram os biocombustíveis, o que pode provocar o desmatamento de grandes áreas florestais (também emissores de CO₂), além de criar áreas de monocultura destes produtos, em detrimento de outros, encarecendo a comercialização de produtos alimentares (IMVF, 2010; Gurgel, 2011, p. 183; Adusumilli & Leidner, 2014, p. 64; Tomei & Helliwell, 2016, p. 1).

Cientistas afirmam que, apesar de reterem a emissão de CO₂ na atmosfera, os biocombustíveis são emissores de outros gases poluentes (dióxido de enxofre (SO₂), nitrogénio (N) e fósforo (P)), acarretando diversos efeitos negativos para o ambiente (Smith, 2010, p. 46). Estes fatores acarretam, além de problemas ambientais, problemas económicos e alimentares a nível mundial.

Smith (2010) alerta para os riscos que a globalização do biocombustível pode acarretar, provocados pelo mau uso e apropriação indevida de terras, principalmente nos países mais pobres; terras em África são indevidamente apropriadas para a produção de etanol e exploração de biogás (Smith, 2010, pp. 86–87; Reis, 2019). Para o autor, o investimento no desenvolvimento dos biocombustíveis traduz-se na realização de objetivos políticos em torno de interesses económicos e geopolíticos, sob a aparente preocupação ambiental: *A focus on renewable energy for environmental and development reasons is laudable but are other geopolitical considerations behind a push for biofuels* (Smith, 2010).

Três grandes questões polémicas giram em torno dos biocombustíveis:

- (1) o debate da produção de alimento versus biocombustível (Capitani, 2018, p. 142; Tomei & Helliwell, 2016, p. 1);
- (2) a questão do trabalho escravo, tais como a falta de higiene, o excesso de horas de trabalho e a falta de segurança;
- (3) a questão do mau uso da terra e da sua apropriação indevida para a produção de biocombustível, por parte dos países desenvolvidos, empresas e ONG, causando alterações irreversíveis na natureza e danos ambientais (Smith, 2010, pp. 98–99; Palmer, 2013, p. 338).

O quadro, abaixo, compara os aspetos positivos e negativos dos biocombustíveis:

BIOCOMBUSTÍVEIS	
ASPETOS POSITIVOS	ASPETOS NEGATIVOS
➤ Menor índice de poluição. ➤ Geração de emprego e renda no campo. ➤ Menor investimento financeiro em pesquisas. ➤ Redução do lixo no planeta. ➤ Diminuição da dependência dos combustíveis fósseis. ➤ Manuseio e armazenamento mais seguros que os combustíveis fósseis.	➤ Consome grande quantidade de energia. ➤ Questão do trabalho escravo. ➤ Aumento do consumo de água (para irrigação das culturas). ➤ Redução da biodiversidade. ➤ Devastação de áreas florestais. ➤ Redução da produção de alimento contribuindo para aumento da fome no mundo e o encarecimento dos alimentos. ➤ Contaminação de lençóis freáticos por nitritos e nitratos, provenientes de fertilizantes. ➤ Liberação de grandes quantidades de gases nitrogenados, que causam danos ao ambiente e a saúde.

Quadro 2 – Comparação dos aspectos positivos e negativos dos biocombustíveis.

Fonte: elaboração própria.

Apesar dos fatores polêmicos, a indústria dos biocombustíveis espalhou-se pelo mundo (Capitani, 2018, p. 142).

1.f - Os Biocombustíveis no Mundo

Constata-se que o Brasil e os Estados Unidos são os maiores produtores de biocombustíveis do mundo (Salla et al., 2010, p. 2; Capitani, 2018, p. 142; Sajid et al., 2021, p. 1; Smith, 2010, pp. 21-26); em 2017, concentraram 85% da produção mundial de etanol (EPE, 2018). Ambos são particularmente promissores para o desenvolvimento e execução de BECCS; possuem uma elevada produtividade de biomassa e detêm, igualmente, uma indústria de bioenergia bem-sucedida (Sajid et al., 2021, p. 1; Galindo et al., 2021; Rather et al., 2021; Hausfather, 2018, p. 1; Capitani, 2018, p. 143; Moreira et al., 2016, p. 4; Pollack et al., 2011).

No Brasil, a indústria da cana-de-açúcar é a principal fonte de produção de bioetanol. A queima da biomassa (bagaço de cana e outros resíduos), gera eletricidade. Existem aquíferos salinos e reservas de petróleo extintas que servem de reservatório

para o armazenamento de carbono (Moreira et al., 2016, pp. 9-10; BNDES, 2008). Além disso,

o Brasil apresenta uma situação globalmente favorável com relação ao potencial para armazenamento geológico de CO₂. O país apresenta uma grande área recoberta por bacias sedimentares, tanto em território continental quanto na área oceânica (Ketzer et al., 2016, p. 39).

No caso americano, o biocombustível é produzido majoritariamente a partir do milho (etanol) e da soja (biodiesel), apresentando, de acordo com Hausfather (2018), um bom nível de mapeamento para armazenamento geológico.

A Agência Internacional de Energia (IEA, sigla em inglês) registou, em 2022, uma produção mundial de 175 mil milhões de litros de biocombustíveis (etanol e biodiesel), liderada pelos Estados Unidos, com 72 mil milhões de litros, seguindo-se o Brasil, com 35 mil milhões de litros (International Energy Agency).

Constata-se, porém, que, com a globalização dos biocombustíveis, muitos grupos de interesse e novos atores surgiram nesta indústria, ao mesmo tempo que outros Estados emergiram. Assim, além do Brasil e dos Estados Unidos, a União Europeia, duas potências emergentes, a China e a Índia, e ainda alguns países africanos também passam a figurar como atores relevantes (Smith, 2010, pp. 74–75). Além dos Estados, um vasto leque de grupos de interesse está envolvido neste fenómeno: empresas de energia a nível global, organizações não governamentais de desenvolvimento e ambiente (ONG), associações ambientalistas, companhias multinacionais, empresas estatais, fabricantes de automóveis, empresas de aviação, entidades bancárias, latifundiários e agricultores. Portanto, são muitos os grupos de interesse que se ocupam em formular políticas, estratégias e perspectivas de produção e comercialização dos biocombustíveis, gerando diferentes opiniões, controvérsias e conflitos acerca desta matéria.

Apesar do rápido crescimento inicial, a internacionalização dos biocombustíveis não atingiu os níveis esperados. O mercado de biocombustíveis no mundo sofreu uma queda entre 2014 e 2017, voltando a subir em 2018. Isto deve-se aos vários fatores polémicos já citados que giram à volta desta indústria, além da descida do preço do

petróleo. No caso do Brasil, em particular, a descoberta de poços de pré-sal influenciou a queda da indústria dos biocombustíveis.

Porém, a viabilização comercial do etanol celulósico (2.^a e 3.^a gerações) poderá representar uma solução para garantir a sustentabilidade do setor de biocombustíveis a longo prazo e superar os impasses em torno das questões ambientais e de segurança alimentar, o que favorecerá a sua internacionalização (BNDES, 2017).

A seguir, apresenta-se o quadro 3, que ilustra a hierarquia dos atores e grupos de interesse envolvidos na indústria dos biocombustíveis e, mais abaixo, a figura 2, que mostra a sua distribuição no mundo.

GRUPOS DE INTERESSE E ATORES						
BRASIL			ESTADOS UNIDOS			
CHINA		UNIÃO EUROPEIA			ÍNDIA	
ARGENTINA	COLÔMBIA	ANGOLA	INDONÉSIA	MALÁSIA	TANZÂNIA	MOÇAMBIQUE
Multinacionais Syngenta Monsanto Dupont Dow Bayer BASF		ONG's Greenpeace World Wild Life Fund ABC	Empresas Odebrecht, Damer, ÚNICA, Apex Brasil Archer Daniels	Usinas Grupo Toledo Penedo Usina Vale ADM POET	Cias Petrolíferas Estatais Shell Petrobrás Sonangol BP	Associações ambientalistas Amigos da Terra CAN
Empresas de aviação		Latifundiários	Agricultores	Bancos	Fabricas de veículos	

Quadro 3 – Hierarquia de Grupos de interesse e atores na indústria dos biocombustíveis

Fonte: elaboração própria

Atualmente, 65 países possuem mandatos ou metas de biocombustíveis em vigor, ou em consideração, como se pode verificar na figura apresentada abaixo.

No mapa apresentado, pode ver-se, a verde-claro, os países que possuem mandatos em biocombustíveis. Verifica-se que quase todos os países da Europa e das Américas possuem mandatos; na União Europeia somam-se 27 países e, no continente americano, são 14 países. Doze situam-se na Ásia-Pacífico, onze em África e no Oceano

Índico, e quatro são países terceiros da Europa. Os principais mandatos de mistura de biocombustíveis que impulsionam a procura global são os estabelecidos na UE, EUA, Índia e Brasil (Lane, 2022).

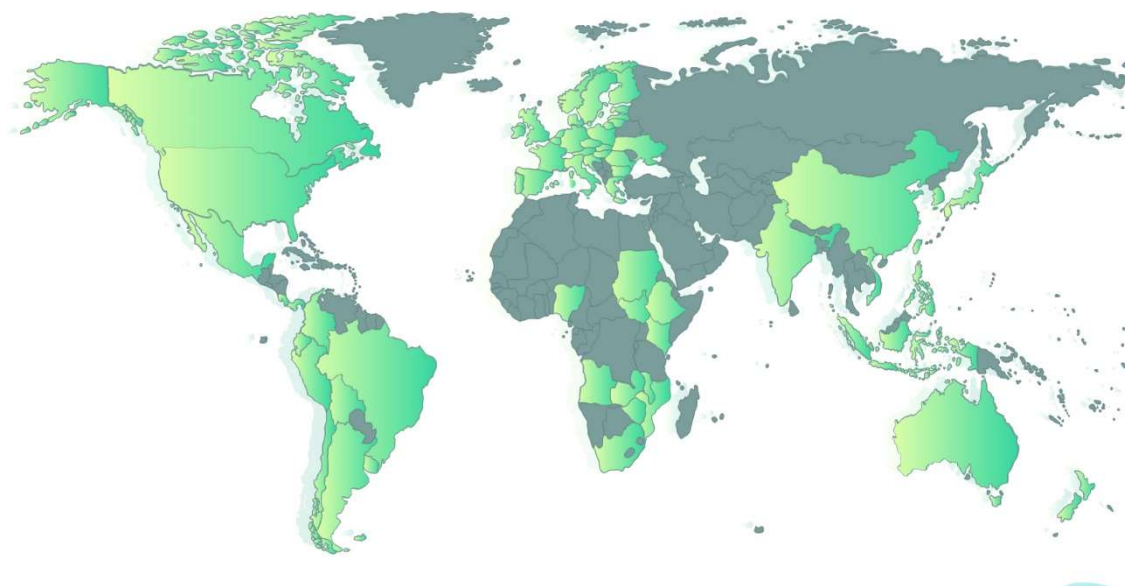


Figura 2 – Mapa da ocupação dos biocombustíveis no mundo Fonte: *Biofuel Digest*, disponível em: <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2022/01/03/>, [acesso em: 24/09/2023].

O Brasil tem protocolos assinados com 78 países, visando a cooperação e a comercialização de biocombustíveis, entre eles países da África e da Ásia, a citar alguns: Angola, Moçambique, Gana, Zimbabué, Japão, China e Índia. Juntos, Brasil e EUA assinaram Memorandos de Entendimento triangulares com África, América Central, Caraíbas e a União Europeia (Schlesinger, 2012, pp. 11–12).

Porém, estudos relatam que a contribuição dos biocombustíveis como matriz energética para o mundo é pequena; equivale apenas a 2% da procura mundial de petróleo e, provavelmente, não será superior a 1% das necessidades energéticas globais até à década de 2030 (BNDES, 2017; JOE, 2010).

Relativamente aos debates e às questões apresentadas sobre a produção de biocombustíveis, alguns estudos recentes realizados no Brasil e nos EUA demonstram a sua evolução; porém, no que diz respeito ao potencial de BECCS nestes países, há pouco desenvolvimento na literatura.

1.g - BECCS e Biocombustíveis no Brasil e nos EUA

Após os choques do preço do petróleo na década de 1970, iniciaram-se os interesses e os incentivos financeiros aos biocombustíveis. Nos EUA, os incentivos tiveram início durante a Administração Carter, com a *Energy Tax Law* (1978). O Brasil adota medidas de incentivo ao etanol e ao uso de biomassa para geração de energia desde 1970, com o Programa Proálcool (Dornelles, 2010; MMR, 2011; Smith, 2010, pp. 22, 24)³⁷. Pode-se dizer que a primeira intervenção do Brasil na produção e uso de biocombustíveis data de 1940, com experimentos envolvendo óleos vegetais líquidos, tais como sementes de rícino, algodão e cacau (Smith, 2010, p. 21).

A tecnologia CCS já era utilizada anteriormente nestes países para a recuperação de poços extintos de petróleo (EOR, sigla em inglês). Atualmente, existem 15 instalações que operam CCS nos EUA (CBO, 2023), sendo que, historicamente, grande parte do CO₂ capturado no país tem sido utilizada para EOR.

Assim, no que diz respeito à evolução destas tecnologias nestes países, há que destacar o seguinte:

O estudo de Lee et al. (2021) constata que a produção de etanol de milho quadruplicou nos Estados Unidos, no período de 2005 a 2019, e que as plantações de milho continuam a crescer. Com a aplicação das novas tecnologias, reduziram-se as emissões de gases com efeito de estufa, tanto no que diz respeito às plantações como às operações das biorefinarias. Desta forma, o rendimento do etanol aumentou 6,5%, tendo sido amenizada, também, a questão do uso das terras; estas tornam-se mais produtivas e menos extensivas. O etanol produzido é introduzido nos transportes para reduzir o uso de combustíveis derivados do petróleo e, no período de 15 anos, este setor

³⁷ As políticas domésticas e externas de ambos os países nesta matéria, serão desenvolvidas no capítulo 3.

conseguiu reduzir as emissões de GEE em 544 Mt nos EUA. Nas biorefinarias de etanol, após o processo de fermentação, o CO₂ em estado liquefeito é capturado e sequestrado, e o gás natural fóssil pode ser substituído por gás natural renovável ou pela gasificação da biomassa. Assim, estes autores afirmam que os biocombustíveis podem desempenhar um papel importante na descarbonização da economia americana.

Contrariamente, o artigo de Brandão (2022) revela que, considerando a pegada de carbono associada à meta anual de 15 mil milhões de galões de etanol de milho, incluindo as emissões relacionadas com a expansão e intensificação das terras agrícolas, bem como com o equilíbrio dos vários mercados (alimentos, vegetais, óleo e exportação), o uso do milho para a produção de etanol como substituto da gasolina nos transportes é ineficaz para mitigar as alterações climáticas. Ao longo de 20 anos (1999 a 2018), o uso de etanol de milho aumentou 118 Mt por ano e a produção de 45,1 Mt de etanol de milho substituiu 28 Mt de gasolina, evitando 85,2 Mt de CO₂.

Já Salla et al. (2010) questionam a sustentabilidade da produção de biocombustíveis a partir do milho como matéria-prima. Apesar de o balanço energético ser positivo, mesmo com a aplicação de técnicas inovadoras de produção, é necessária uma avaliação a nível ambiental e económico.

No que diz respeito ao debate sobre a produção de alimento versus biocombustível, Capitani (2018) foca o seu estudo no impacto do preço do etanol da cana-de-açúcar nas culturas e produtos alimentares no mercado do Brasil. Sendo o maior produtor e exportador de cana-de-açúcar e o segundo maior produtor de etanol do mundo, este estudo de caso reflete o potencial efeito que a produção de biocombustíveis pode ter nos alimentos nos países em desenvolvimento e declara que os preços das mercadorias agrícolas não parecem ser afetados pela produção de biocombustíveis.

Para aumentar a produção de etanol, duas inovações são introduzidas no Brasil: 1) a “cana-energia”³⁸, nova variedade de cana desenvolvida que pode potencialmente triplicar a produtividade da biomassa por hectare e reduzir os custos de produção; 2) a

³⁸A cana-energia é uma variedade de cana-de-açúcar de elevada produção de biomassa, processada sobretudo através da trituração e aproveitamento do seu bagaço fibroso para gerar eletricidade, calor e biocombustíveis..

instalação de tecnologias para o desenvolvimento de biocombustíveis de segunda geração (E2G), estando atualmente em fase de consolidação. A consolidação destas tecnologias permite a utilização de todos os tecidos vegetais, aumentando a produtividade do etanol por hectare e permitindo que todos os países do mundo possam produzir etanol proveniente de resíduos de culturas ou de culturas energéticas especializadas (Grassi & Pereira, 2018).

Machado et al. (2021) apresentam um estudo que visa compreender quais as medidas necessárias para a implantação da tecnologia de Captura e Armazenamento de Carbono, em larga escala, para fins de obtenção de emissões negativas no Brasil. Embora esta tecnologia, no Brasil, atualmente, seja utilizada apenas para EOR (sigla em inglês), o país oferece excelentes condições para BECCS, devido à existência de plantas de etanol próximas de locais de armazenamento e à possibilidade de conversão de etanol de cana-de-açúcar em vetores de energia com emissões negativas. No entanto, os autores apontam três principais entraves para a implementação desta tecnologia no Brasil: 1) a falta de regulamentação e de leis para a sua implantação; 2) a falta de incentivos políticos e de financiamentos; e 3) a ausência de uma política que integre a criação de mercados de carbono. Estes fatores impedem que esta tecnologia seja uma realidade num futuro próximo no Brasil (Machado et al., 2021, p. 6).

Por sua vez, o artigo de Daniela Costa e Susana Borschiver (2023) afirma que, devido à inexistência de regulamentação no setor e à ausência de linhas de financiamento, investimentos públicos ou subsídios fiscais, ainda não existe um estudo que apresente um mapeamento preciso relativo às áreas de armazenamento e aos seus potenciais no Brasil. Porém, face à sua condição geológica estável, possuindo bacias sedimentares que são áreas altamente propensas ao armazenamento de CO₂³⁹ (CCS Brasil, 2023, p. 21), estima-se⁴⁰ que o Brasil tem potencial teórico para armazenar 2 035 mil milhões de toneladas de CO₂, em campos de óleo e gás, reservas de carvão mineral e aquíferos salinos.

^{39 39} Destacam-se como principais as áreas de interesse para CCS no Brasil as bacias sedimentares de Santos-Campos, Potiguar, Recôncavo, Amazonas-Solimões e Paraná (CCS- Brasil, 2023, p.21)

⁴⁰ Estimativa não comprovada dada pelo Atlas CCS a cerca de 10 anos.

Uma análise comparativa do desenvolvimento dos biocombustíveis no Brasil e nos EUA é feita por Sajid et al. (2021). O histórico papel dos governos e das instituições americanas e brasileiras no século XIX e no início do século XX tem sido vital e fundamental para o desenvolvimento sustentável dos combustíveis de energia renovável:

The U.S. and Brazil have made significant contributions to reduce GHG emissions by using biofuels on a large scale. It is anticipated that other countries will also implement similar regulations and gain numerous positive environmental and socio-economic consequences (Sajid et al., 2021).

Segundo este estudo, a indústria dos biocombustíveis gerou milhares de postos de trabalho e contribuiu para o crescimento e a estabilidade econômica destes países. A IRENA (Agência Internacional de Energia Renovável) reportou, em 2015, que cerca de 7,7 milhões de pessoas estavam associadas ao emprego na indústria de energias renováveis. No entanto, o aumento de terras utilizadas para o cultivo da biomassa gera a polémica “alimento versus biocombustível”. Em 2018, os Estados Unidos produziram o dobro do volume de biocombustíveis gerado no Brasil, sendo o Brasil um dos principais importadores de etanol americano (Sajid et al., 2021, p. 14).

No que respeita à implementação da tecnologia BECCS nos EUA, constata-se que a bacia de Illinois, a região do Golfo e o Dakota do Norte ocidental têm o maior potencial a curto prazo, devido à disponibilidade de biomassa (produção agrícola de culturas) e ao armazenamento geológico na região (Baik et al., 2017; Hausfather, 2018, p. 3).

Existe uma fábrica-piloto de BECCS, o primeiro e único grande projeto em larga escala do mundo, situada em Decatur, Illinois, gerida pela multinacional Archer Daniels Midland (ADM). O Midwest Geological Sequestration Consortium injeta o CO₂ libertado e capturado por esta biorefinaria de etanol, resultante da fermentação do milho, na camada de arenito que se encontra por baixo da cidade (Mount Simon Sandstone), a uma profundidade de cerca de 2 145 metros. A injeção iniciou-se em 2011 e, após três anos, a uma taxa de 1 000 toneladas/dia, atingiu uma massa de quase um milhão de toneladas de CO₂. Está prevista a extensão deste projeto, com o objetivo de aumentar a taxa de injeção de CO₂ até 1 Mt de CO₂/ano (Berger et al., 2018, p. 2; Pour et al., 2017,

p. 6045; Hausfather, 2018, p. 4; Consoli, 2019; Shahbaz et al., 2021; Hossain et al., 2023, p. 5). O local de injeção, um reservatório salino, tem condições específicas: é altamente poroso e permeável, foi alvo de uma intensa investigação em vários aspetos antes de iniciar a injeção e está sob constante monitorização e controlo, sendo um caso de sucesso (Bauer et al., 2016; Locke et al., 2017; Greenberg et al., 2017; Williams-Stroud et al., 2022).

O estudo de Berger et al. (2018) comprova, através da modelação e de uma pequena amostra de experimento real, que a maior parte da mineralogia deste arenito permanece inerte e que não há consequências no local durante os primeiros 100 anos de armazenamento (Berger et al., 2018, p. 9).

Cerca de 37% de toda a biomassa disponível é encontrada no centro-oeste da região de Corn Belt, onde cerca de 89% corresponde a resíduo agrícola. Porém, nesta região, encontram-se algumas limitações de armazenamento: a distância entre o local de armazenamento e as biorefinarias exigiria redes adicionais de gasodutos de CO₂ e resultaria num acréscimo de custos. A maioria dos locais onde se concentra a produção de biomassa não tem boa capacidade de armazenamento de CO₂ (Johnson et al., 2014, p. 6777). As culturas energéticas concentram-se nas Planícies do Sul. A biomassa lenhosa concentra-se nas regiões Sudeste, Pacífico Oeste e Apalaches (Hausfather, 2018, p. 4).

Johnson et al. (2014) avançam que os biocombustíveis acoplados a CCS nos Estados Unidos poderão alcançar um máximo de 560 Mt de CO₂ por ano de emissões negativas, até 2050, se 5,4 EJ de biocombustíveis por ano forem produzidos. No entanto, para tal, é necessário que o imposto sobre o carbono seja definido e que todas as biorefinarias produzam biodiesel em vez de etanol. A produção de biodiesel é preferível à produção de etanol devido à maior quantidade de CO₂ de alta pureza que pode ser capturado, reduzindo custos e aumentando o potencial de mitigação (Johnson et al., 2014, p. 6790).

O sequestro de carbono de baixo custo e a sua comercialização para as 216 biorrefinarias existentes nos Estados Unidos são avaliados por Sanchez et al. (2021). Os autores afirmam que, em grande escala, as biorrefinarias de etanol de milho com CCS podem contribuir com aproximadamente 1,5 mil milhões de galões por ano de etanol

para o mercado da Califórnia até 2030, fornecendo 7–8 Mt de CO₂ por ano. Apesar de se qualificarem como uma das formas de produção com mais baixas emissões de carbono à base de cultura de milho nos Estados Unidos, em larga escala estão sujeitas a impactos prejudiciais para o ambiente e para a saúde.

Recentemente, a indústria de etanol tem assistido ao aparecimento de empresas como a Summit Carbon Solutions, cujo projeto visa utilizar gasodutos de CO₂ partilhados para transportar e armazenar permanentemente CO₂ proveniente de mais de 57 plantas de etanol de cinco estados do Centro-Oeste americano (Minnesota, Nebraska, Dakota do Sul, Iowa e Dakota do Norte), em armazenamento geológico profundo situado no Dakota do Norte (Summit Carbon Solutions).

O estudo de Moreira et al. (2016) revela que BECCS acoplado à produção de etanol à base de cana-de-açúcar, onde o CO₂ é ventilado por fermentação, gera eletricidade e pode remover CO₂ da atmosfera. A tecnologia poderia reduzir entre 0,5 e 1 ppm/ano de CO₂, correspondendo a 8–16 Gt de carbono por ano, se sistemas semelhantes ao brasileiro fossem replicados globalmente. Estes valores representam um limite teórico global, dependente de pressupostos altamente idealizados. Para ser viável, a tecnologia requer, entre outros fatores, incentivos fiscais para a sua implantação (Moreira et al., 2016).

Uma discussão surgida em torno deste tema é a instabilidade do preço do carbono e os custos bastante elevados da implantação e produção de BECCS, sobretudo se a etapa do transporte for realizada através de gasodutos construídos para o efeito. Além disso, a aplicação desta tecnologia como sistema de mitigação das alterações climáticas só será viável em grande escala, a médio e longo prazo, dadas as exigências económicas e de infraestruturas envolvidas (Restrepo-Valencia & Walter, 2019).

Relativamente aos custos dos meios de transporte para levar o CO₂ em estado crítico do local de produção (uma fábrica de cana-de-açúcar no Brasil, acoplada ao sistema BECCS) até ao local de armazenamento, a utilização de um gasoduto existente de EOR (sigla em inglês para *Enhanced Oil Recovery*) pode atingir impressionantes emissões negativas de carbono (Carminati et al., 2019), sendo que a receita incremental

da produção de petróleo coloca a EOR como uma primeira opção para armazenamento geológico de carbono, além de reduzir os custos de produção (Tagomori et al., 2018).

Esta é uma das questões levantadas em torno de BECCS por algumas organizações não governamentais, que acusam a utilização desta tecnologia de se desviar do objetivo climático a que se propõe, causando descrédito na sua aplicação perante a sociedade (Greenpeace, 2007).

Sobre este tema polêmico, afirmam Godoi e Matai (2021) que o sequestro geológico de CO₂ pela técnica de EOR (sigla em inglês) traz muitos benefícios: produz uma vasta redução de emissões de CO₂ para a atmosfera e gera uma grande quantidade de barris adicionais de petróleo, sendo este o método mais importante e utilizado no mundo, atingindo, em 2018, cerca de 88% do total de carbono geologicamente armazenado. Desta forma, este método liga o sistema de energia petrolífera (do qual o mundo é dependente) às técnicas de Captura e Sequestro de Carbono (CCS, sigla em inglês), tendo uma relevante contribuição para a mitigação das alterações climáticas (Godoi & Matai, 2021, p. 1440).

Para Pollack et al. (2011), o atual sistema político favorece a indústria do petróleo, incentivando as reativações de poços extintos através de CCS. Para os autores, é urgente uma alteração das políticas de incentivo ao Sequestro e Armazenamento de Carbono nos Estados Unidos.

Alguns estudos apresentam o mapeamento das destilarias no Brasil; Tagomori et al. (2018) afirmam que a questão sazonal da produção de etanol e a dispersão de destilarias de pequena escala existentes coloca desafios para a implantação de uma rede viável de transporte por gasodutos de CO₂. Silva et al. (2017) introduzem conceitos alternativos para solucionar o transporte de CO₂, tais como o desenvolvimento de vários meios intermodais. Por exemplo, o percurso do carbono até ao local de armazenamento poderia envolver caminhões, oleodutos e navios.

Sobre a potencialidade do Brasil relativa à implementação da tecnologia BECCS, o artigo de Silveira et al. (2023, pp. 11–15) apresenta uma avaliação ampla e metódica da literatura existente. Os autores concluem que os principais entraves para o sucesso de projetos BECCS no Brasil são a inexistência de uma regulamentação eficiente que

melhore as receitas destes projetos quando independentes de EOR (sigla em inglês) e as questões económicas relativas aos custos de transporte. Por outro lado, são necessários mais estudos no que respeita ao problema da competição alimentar e ao uso da terra, às barreiras regulatórias, aos transportes, à questão da sazonalidade, à capacidade dos reservatórios e aos riscos de restrição hídrica.

O Brasil tem 476 usinas de etanol e açúcar, e a sua produção está concentrada na Região Centro-Sul do país (São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná e Santa Catarina), sendo São Paulo o Estado que apresenta melhor potencial para BECCS, com 46% das instalações (Ketzer et al., 2016, p. 75). Estas usinas situam-se nas proximidades das maiores refinarias de petróleo do país e de centrais elétricas alimentadas a gás, bem como perto de importantes campos de petróleo e gás, adequados para armazenamento de carbono e recuperação de petróleo (EOR) (Tagomori et al., 2017).

De acordo com Ketzer et al. (2016):

Atualmente, o CO₂ é utilizado em escala comercial pela indústria de óleo e gás para a recuperação avançada de petróleo (EOR), e o país já tem um projeto de CCS integrado de larga escala nos campos de petróleo do Pré-Sal (Ketzer et al., 2016, p.79).

A Petrobras tem um projeto iniciado em 2008 que se refere às etapas de utilização e armazenamento de CO₂ (CCUS e EOR, siglas em inglês). As atividades de injeção de CO₂ são realizadas nos campos do pré-sal. De acordo com o primeiro relatório da CCS-Brasil:

O projeto começou como um piloto, no campo de Tupi, e se estendeu aos campos de Mero e Búzios, acumulando atualmente 40,8 milhões de toneladas de CO₂ injetados. Só em 2022, foram 10,6 milhões de toneladas de CO₂ injetados e a expectativa é chegar a 80 milhões de toneladas de CO₂ até 2025 (CCS - Brasil, 2023, p 30).

Um outro projeto de injeção de CO₂ desta empresa petrolífera está em fase de estudos. A Petrobras vê a tecnologia CCS como um novo negócio e, com este projeto, pretende capturar e injetar 100 mil toneladas de carbono por ano num aquífero

hipersalino offshore do Rio de Janeiro, criando assim as bases para a regulamentação nacional desta atividade (EPBR, 2023)

Recentemente surgiu uma fábrica que produz etanol à base de milho: a FS (Fueling Sustainability), em Lucas do Rio Verde, Mato Grosso, a primeira e única no Brasil. Esta usina tem como metas alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e pretende, até 2030, no que respeita às reduções de carbono, evitar a emissão de 31,7 milhões de toneladas de CO₂ para a atmosfera e alcançar emissões negativas de carbono com a implementação de um sistema BECCS (FS – Fueling Sustainability).

Com base nos dados fornecidos por esta unidade, o estudo de Gurgel et al. (2023) avalia o sistema que gera alimento e energia aplicado nesta instalação. Trata-se da produção de etanol de milho de dupla cultura⁴¹; usando uma nova combinação de modelos ambientais e socioeconômicos e a apresentação de cenários, os investigadores verificam que este sistema fornece energia renovável e acessível (5 mil milhões de litros de etanol, 600 MWh de energia elétrica) e alimentação animal (4 mil toneladas de grãos secos destilados), reduz as emissões de gases com efeito de estufa (de 9,3 milhões para 13,2 milhões de toneladas de CO₂) e diminui o problema do mau uso da terra. Este sistema notável e emergente tem como características principais a integração do fornecimento de matérias-primas e a utilização de biomassa sustentável para a produção de energia. A bioenergia acoplada à tecnologia CCS torna os benefícios ainda mais relevantes face à remoção de CO₂ da atmosfera.

O estudo revela que esta estratégia traz resultados positivos para vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (SDGs, sigla em inglês): nomeadamente, contribui para a redução da pobreza, da fome e da desigualdade de rendimento regional, sem prejuízo para outras regiões. Os resultados da análise socioeconómica e os da análise ambiental também têm um impacto positivo relevante. Para os autores, este é o estudo de um sistema alimentar e energético baseado na biomassa que apresenta, até ao momento, o maior alcance em sustentabilidade, constituindo um exemplo para o mundo. No

⁴¹ Trata-se da produção de duas culturas em terrenos que anteriormente produziam apenas uma cultura. No caso específico abordado, a produção do etanol é feita de uma segunda safra de milho em terras que antes produziam apenas soja no Brasil (região Centro-Oeste, estado de Mato Grosso) (Gurgel et al., 2023).

entanto, devem considerar-se as características específicas da região (Centro-Oeste brasileiro) para a aplicação deste sistema (Gurgel et al., 2023).

De acordo com dados estatísticos da UNEM (União Nacional do Etanol de Milho), o etanol de milho ganha cada vez mais espaço como fonte sustentável na matriz energética do Brasil. Atualmente, o etanol de milho já representa mais de 20% da produção nacional do biocombustível; existem 18 unidades em operação e a previsão é triplicar a produção de etanol de milho nos próximos 10 anos, esperando-se que, até 2030, esta possa atingir 10 mil milhões de litros (UNEM, 2024).

A seguir apresentam-se os mapas de ocupação de destilarias e de produção de etanol no Brasil e nos Estados Unidos:

O mapa abaixo (Figura 3) mostra a produção de milho e de etanol nos Estados Unidos. Os pontos a vermelho indicam as unidades ativas que produzem etanol. A verde, estão representadas as plantações de milho. A região do Corn Belt contém cerca de 37% de toda a biomassa disponível nos EUA.

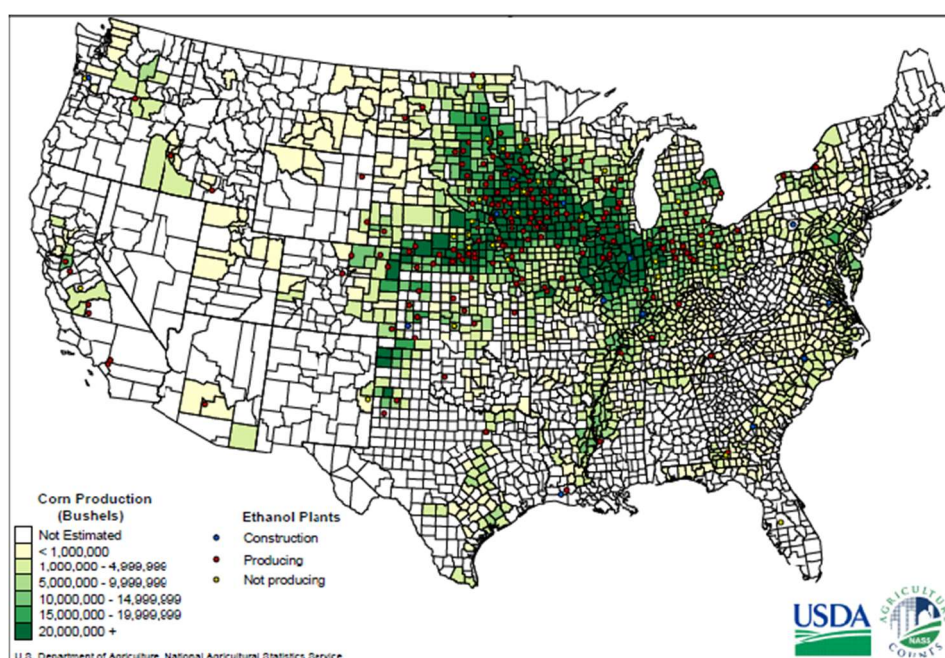


Figura 3 – Ocupação de usinas e produção de etanol a partir do milho nos Estados Unidos *Fonte: USDA*

Na Figura 4, assinalam-se as ocorrências das destilarias e da produção de etanol no Brasil. Neste mapa pode observar-se, a amarelo, as plantações que produzem etanol à base de cana-de-açúcar e/ou açúcar. Nos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná e Santa Catarina concentra-se esta produção. Assinaladas a rosa observam-se as bacias sedimentares que propiciam o armazenamento de gás carbônico liquefeito.



Figura 4 – Ocorrências de destilarias e produção de etanol no Brasil.
Fonte: Atlas Brasileiro de Captura e Armazenamento geológico de CO₂.

Conclusão Parcial

O Regime Internacional do Clima, criado para solucionar o problema das alterações climáticas, apresenta muitas deficiências no seu funcionamento. As reuniões realizadas anualmente entre os países-membros (COP), destinadas a debater possíveis soluções e acordos entre as partes, têm sido infrutíferas. O maior acordo alcançado na história do regime climático é o Acordo de Paris, adotado na COP 21, em 2015, porém apresenta algumas lacunas. A divisão em anexos, países desenvolvidos e emergentes, tem sido uma das principais causas impeditivas de obter um consenso entre os Estados-membros.

Muitas tecnologias têm surgido ultimamente com o propósito de capturar CO₂ da atmosfera, uma condição essencial para a mitigação das alterações climáticas; no entanto, vários debates e questões de âmbito ambiental e social recaem sobre estas tecnologias.

No contexto deste estudo, os biocombustíveis oferecem uma alternativa energética mais limpa e economicamente viável e integram as políticas públicas de muitos países. Liderados pelo Brasil e pelos Estados Unidos na sua produção e utilização, com o objetivo de os transformar numa *commodity* mundial a fim de implementar uma matriz energética sustentável e uma economia de baixo carbono, contribuem para a despoluição do ambiente (Pereira, 2013, p. 99).

BECCS é uma técnica cientificamente considerada eficiente para a remoção e armazenamento de carbono da atmosfera. A sua implementação urgente é necessária para solucionar os problemas das alterações climáticas. Ambas são técnicas antrópicas, altamente manipuladoras do uso da terra e da natureza, criadas com o intuito de mitigar os efeitos negativos antropogénicos no ambiente.

Porém, muitas incertezas e questões polémicas vêm à tona e podem causar outros danos ecossistémicos. Brasil e Estados Unidos são especialmente promissores para a implantação de BECCS. O estudo comparativo dos casos destes países evidencia contrastes nas matrizes energéticas e nas políticas climáticas, com uma forte dimensão regional, sendo crucial para a avaliação da implantação de BECCS à escala mundial.

CAPÍTULO 2 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO – CONCEITUAL

Este capítulo é dedicado a apresentar os conceitos teóricos pertinentes para esta investigação e o seu enquadramento no tema em estudo. Assim, serão abordados o Antropoceno e a Teoria Verde, a Sustentabilidade e as principais abordagens sobre a implementação de políticas públicas.

2.a.- O Antropoceno nas RI

O estudo do Antropoceno, pode-se assim dizer, ainda se encontra em estado embrionário nas Relações Internacionais (Pereira, 2017, 2021, p. 21; Harrington, 2016; Bezci, 2021; Hofeler et al., 2022; Lövbrand et al., 2020).

Malhi (2017) afirma que os artigos científicos apresentam diversas perspetivas sobre o Antropoceno e tiveram a sua ascensão exponencial a partir de 2011, com a publicação de uma edição temática de *Philosophical Transactions of the Royal Society*. O autor refere duas narrativas opostas, caracterizadas por um discurso pós-humanista⁴²: 1) a eco-catastrófica⁴³, que exhibe uma visão pessimista do Antropoceno, e 2) a visão otimista, qualificada como eco-modernista⁴⁴, onde a humanidade é o gestor do planeta (Malhi, 2017, pp. 25.4–25.20).

No que respeita às Relações Internacionais, vem-se notando um crescendo nas publicações que abordam o Antropoceno a partir de 2016. Dos estudos encontrados, os autores expõem, de modo geral, a incerteza do porvir, a fragilidade e a instabilidade do mundo, e evidenciam a interligação e dependência dos Estados e sociedades, a interdependência entre os humanos e a natureza e a interdependência do próprio

⁴² O discurso pós-humanista caracteriza-se pelas suposições sobre o surgimento de um novo protótipo humano e inaugura um período de reflexão sobre as promessas e os usos da tecnologia. Coloca em evidência o limiar de um novo salto evolutivo tecnológico, que dá origem a diversos cenários de futuro, oscilando entre o medo e o receio, por um lado, e motivos de esperança e otimismo, por outro.

⁴³ A narrativa *eco-catastrófica* é encontrada nas obras de Hamilton e nos resumos e revisões sobre estas obras (Malhi, 2017).

⁴⁴ Incorporada no conceito do *eco-modernismo*, esta visão, promovida pelo Instituto Breakthrough da Califórnia, teve a sua raiz no movimento *The Whole Earth*, em 1960, de onde extraiu a ideia principal; a noção de que o Planeta é um sistema integrado e há esperança na tecnologia (Rothe & Benner, 2021).

sistema terrestre em si. Ressaltam a necessidade de alterar os conceitos tradicionais e de reestruturar a teoria. Mencionam a importância da interdisciplinaridade da disciplina, que deve ser analisada e entendida como um todo (Biermann, 2014; Harrington, 2016; Pereira, 2017; Simangan, 2020; Burles, 2021; Bezci, 2021; Hardt, 2021).

Lövbrand et al. (2020) delineiam três tipos de narrativas mais frequentes: 1) o mundo ameaçado, 2) o mundo entrelaçado e 3) o mundo extrativista.

No mundo ameaçado, os Humanos são os agentes do planeta, são os transformadores do mundo e estão em rivalidade com as forças da Natureza. Todo o sistema de suporte de vida está em perigo e o futuro incerto aponta para a extinção em massa. Aqui, o conceito tradicional de segurança deixa de fazer sentido e ganha outra dimensão: de uma questão linear, ou seja, territorial, passa a ser um problema volumétrico, tridimensional, global. Já não faz sentido falar de um inimigo externo. O inimigo está dentro de nós. O perigo está nos nossos próprios atos. Há que lutar contra as nossas atitudes e comportamentos, em vez de lutar contra o outro (Dalby, 2021)

No mundo entrelaçado, a distinção entre Natureza e Humanos deixa de existir. Ambos estão intimamente interligados. O mundo é concebido como um todo, um sistema integrado. Existe uma nova realidade: a “natureza social”.

O mundo extrativista toma uma direção neomarxista⁴⁵, e o centro é o sistema capitalista global. Aqui, o capitalismo fóssil é o verdadeiro perigo para a Humanidade. Há uma incredulidade nos avanços tecnológicos e na geoengenharia como soluções para a crise ecológica (Lövbrand et al., 2020).

Temas como governação, segurança e ambiente são debatidos por alguns autores; entre eles constam Biermann (2014), Franchini et al. (2017), Lövbrand et al. (2020), Holley et al. (2018), Pareja-Alcaraz (2021), Rothe et al. (2021), van Munster & Sylvest (2021), Fagan (2017) e Andrade Júnior & Brandão (2021).

⁴⁵ O Neomarxismo floresceu durante a década de 1970, na Grã-Bretanha. Teóricos colocam grande ênfase nos meios de comunicação na sociedade. Isto significa que as práticas de comunicação são um resultado da tensão entre a criatividade do indivíduo e os constrangimentos sociais. Assim, só quando os indivíduos devem ser livres para expressar-se com clareza e razão vai a libertação ocorrer. O Neomarxismo surge em oposição ao Marxismo, nascida na escola de Frankfurt, esta filosofia considera que as pessoas e a sociedade são oprimidas por aqueles que controlam a cultura (Indrajit).

2.b - O Bom e Mau Antropoceno

A narrativa eco-catastrofista assinala uma perigosa e instável trajetória futura da Terra, expondo o Antropoceno como a época em que as aspirações da modernidade, de crescimento sem limites e de progresso infinito, atingiram as fronteiras de um planeta finito, enfatizando o Antropoceno como uma época de crise e rutura do sistema terrestre. Os eco-catastrofistas defendem o retorno à natureza e a um estilo de vida mais simples, sem opulências, apenas com o necessário para uma vivência de bem-estar. Opõem-se ao desenvolvimento desmesurado e à perspectiva otimista, invalidando qualquer solução tecnológica para reverter a atual crise planetária. Com uma visão pessimista e de desalento, anteveem um desfecho trágico para a vida na Terra: a sexta extinção em massa. Neste discurso, a Natureza deixa de ser uma mãe benigna e passiva, que tudo oferece para o progresso dos seus filhos, para passar a ser uma entidade imprevisível e hostil que precisa de ser tratada com medo e inquietação (Malhi, 2017; Bonneuil, 2015; Semal, 2015).

A narrativa eco-modernista perspetiva que os seres humanos, de predadores inconscientes, passem a ser os gestores do Planeta. Com uma conceção positiva, a humanidade deve dirigir e corrigir o impacto causado na natureza através da gestão planetária. Os eco-modernistas veem a nova época como uma oportunidade de pôr em prática as habilidades humanas para transformar e controlar o mundo (Steffen et al., 2011). Esta visão tem como base a noção de que o Planeta funciona como um todo, isto é, a Terra é um sistema integrado ameaçado pelas atividades humanas e as ferramentas tecnológicas e o progresso científico podem trazer uma grande transformação do atual estado crítico da Terra (Rothe & Benner, 2021).

Para os eco-modernistas, o facto de a humanidade se tornar um ator geológico representa uma oportunidade em vez de uma ameaça. Nesta linha de pensamento, a natureza selvagem não existe e tudo é construção humana. O eco-modernismo propõe um leque de soluções de alta tecnologia para enfrentar o desafio do Antropoceno, tais como a energia nuclear, organismos geneticamente modificados, intensificação da produção agrícola e a geoengenharia. Acredita-se que, através da tecnologia é possível criar um Planeta melhor para todos; humanos e não humanos (Bonneuil, 2015; Malhi,

2017; Rothe et al., 2021; Rothe & Benner, 2021; Hamilton, 2015; Steffen & Morgan, 2021).

Retomando a introdução deste trabalho, nota-se que o discurso de Lula da Silva no ato de assinatura do Memorando de Entendimento na área dos biocombustíveis é um exemplo da narrativa eco-modernista:

No momento, em que somos chamados a agir com urgência para enfrentar o aquecimento global, tudo que fizermos para reduzir as emissões de gases poluentes será um ganho (...). Afinal de contas, (...), nós poluímos tanto o Planeta durante o século 20, e temos agora que dar a nossa contribuição para despoluí-lo no século 21. Afinal de contas, somos responsáveis (...).

(Lula da Silva, 9 de março 2007).

Neste discurso, é notável a tomada de consciência do ser humano em ser o agente causador dos danos ao meio ambiente e, ao mesmo tempo, a obrigação e o crescente sentimento otimista de corrigir o mal feito através das novas tecnologias.

Por este prisma, cita Hamilton: *On one side are those who plan to force Gaia into total submission, on the other are those who believe attempting to do so is ultimate folly* (Hamilton, 2015).

2.c - Características do Antropoceno

O conceito do Antropoceno é abordado por muitas disciplinas e interpretado através de diversas perspectivas (Malhi, 2017, p. 25.2; Moore, 2016, p. 80; Höfele et al., 2022, p. 130).

O termo surgiu no ramo das Ciências Naturais para caracterizar a época geológica marcada pelas transformações na biosfera, causadas pelo impacto das atividades dos seres humanos. Essas marcas humanas no sistema da Terra provocaram a emergência climática atualmente vivida (Zottola & Majo, 2022, p. 453-457; Lövbrand et al., 2020, p. 1). No entanto, esta época, é também, assinalada pelo bombardeamento tecnológico com o intuito de corrigir os danos causados. O Homem é, assim, visto como a grande

força geradora do Planeta, e o conceito do Antropoceno é definido como o domínio humano sobre a Terra (Malhi, 2017, p.25.2; Steffen et al., 2011).

Esta condição humana de força destruidora e, ao mesmo tempo de construtor e gestor do planeta inspira dois sentimentos distintos: a depreciação da espécie humana, e o orgulho e a oportunidade; ou seja: *Anthropocene is therefore both a celebration of anthropocentrism and the jittery rejection of human exceptionalism* (Zottola & Majo, 2022, p. 454).

Do ponto de vista da Ciência do Sistema da Terra, o Antropoceno trouxe a noção de que a Terra é um sistema integrado e reforça a interdependência dos Estados, das sociedades e das gerações. Caracterizado por um mundo fortemente interligado, operando rapidamente e em várias dimensões (Folke et al., 2021, p. 837), um acontecimento local pode ter uma repercussão global (Biermann, 2014). Desta forma, os problemas ambientais transcendem o espaço e o tempo (Franchini et al., 2017).

A Geologia preocupa-se com a oficialização do Antropoceno⁴⁶; com a detecção da existência de uma marca estratigráfica⁴⁷ que sinalize o início do Antropoceno e é aqui que começa o debate sobre a justificação do termo e da data do início do Antropoceno⁴⁸ (Malhi, 2017, p. 25-29).

⁴⁶ Apesar do conceito de o Antropoceno constar de vários textos académicos, em várias disciplinas, o termo ainda não foi oficializado. Constituído por vários cientistas (químicos, geólogos, ecologistas), o Grupo de Trabalho do Antropoceno (AWG, sigla em inglês), criado em 2009, produziu várias publicações científicas interdisciplinares com o objetivo de criar um argumento convincente para o Antropoceno como uma época geológica legítima. No entanto, a Comissão Internacional de Estratigrafia não o reconheceu formalmente como uma época geológica (Zottola & de Majo, 2022, p.454). Um dos principais desafios na adoção formal do Antropoceno como termo científico é cumprir os critérios estratigráficos para uma nova época geológica (Malhi, 2017, p. 25-29).

⁴⁷ Estratigrafia é o ramo da geologia que estuda os estratos ou camadas das rochas no tempo e no espaço, estudando os seus atributos físicos e buscando determinar os processos e eventos que as formaram. Basicamente, segue o princípio da sobreposição das camadas. Supõe-se que, se houver uma grande diferença nas propriedades de diferentes estratos rochosos, a probabilidade de o estado do sistema terrestre mudar é alta. Há vários tipos de estratigrafia, de acordo com as diferentes abordagens aplicadas (De Estratigrafia, I. A. T. I – Definição, p. 1; Höfele et al., 2022, p. 130).

⁴⁸ A data do início do Antropoceno é motivo de discussão entre os estudiosos; alguns propõem que seja anterior à Grande Aceleração (1950), com uma antecedência de até vários milhares de anos, tendo como argumento a percepção da influência negativa do ser humano na natureza ou a detecção de algum efeito sentido na transformação ambiental global. Outros argumentam que a data do início do Antropoceno deve situar-se na iminência de uma rutura do sistema global da Terra (Malhi, 2017, p. 25.12). Há os que defendem que a era do Antropoceno ainda não começou.

O ponto de vista ambientalista enfatiza as alterações das paisagens naturais causadas pela atividade humana: florestas são transformadas em centros urbanos, terras são indevidamente apropriadas para fins agrícolas de grande extensão e comercialização, exterminando espécies e comprometendo a biodiversidade (Malhi, 2017, p. 25.7).

Mas o Antropoceno é um conceito que remete também para a política. O pensamento e as práticas políticas estão a ser moldadas pelo Antropoceno. Face ao mundo de riscos globalizados e incertezas do porvir que descreve, invoca-se uma reflexão sobre a política global (Moore, 2016); a segurança e o ambiente não podem ser interpretados nem operados de forma tradicional (Lövbrand et al., 2020, p. 1). O Antropoceno questiona como a política responde às ameaças planetárias (Pasha, 2020). O pensamento verde, que teve impulso com a Revolução Industrial (Moore, 2016), traz o aparecimento de novos partidos políticos com o objetivo de implementar políticas públicas verdes para dar resposta às condições climatológicas que caracterizam o Antropoceno e o advento de uma nova teoria: a Teoria Verde, que desafia os conceitos tradicionais das Relações Internacionais (Pereira, 2021, p. 21).

Culturalmente, o Antropoceno tornou-se um ícone, aparecendo em obras de arte, movimentos culturais e em debates como uma provocação ideológica, evocando uma nova ontologia do ser humano. Surge nos média e na comunicação social como um termo *chique*, discutido por personalidades intelectuais (Head, 2016; Moore, 2016, p. 80); sendo, por isso, alvo de crítica pelos cientistas (Malhi, 2017).

Em termos filosóficos, o Antropoceno despoletou uma ponderação a respeito da existência do ser humano no mundo e o repensar da relação da Humanidade com o mundo natural (Pasha, 2020).

Desta forma, o conceito do Antropoceno é multifacetado e transdisciplinar e caracteriza-se por: 1) interdisciplinaridade e transdisciplinaridade; 2) emergência planetária; 3) sentimentos antagónicos; 4) dicotomia do ser humano versus Natureza; 5) mundo interligado; 6) avanços tecnológicos; 7) inspiração para a evolução da Política e das Relações Internacionais; 8) ecocentrismo; e 9) domínio do Planeta pelo ser humano.

Os principais debates acerca do Antropoceno recaem sobre o seu reconhecimento oficial e sobre a determinação do seu início.

2.d - A Relação Homem–Natureza

A Revolução Industrial foi o marco para a separação do ser humano da Natureza (Mariano et al., 2011; Silva & Santos, 2017; Moore, 2016; Burke et al., 2016; Oliveira, 2011, p. 4; Lövbrand et al., 2020, p. 4).

A invenção da máquina a vapor, o progresso tecnológico, o rápido crescimento urbano e populacional, o mercantilismo e o consequente desenvolvimento do capitalismo afastam o papel da natureza como fonte de subsistência e essencial para a sobrevivência humana, para a tornar num objeto a ser dominado e explorado pelo homem (Mariano et al., 2011, p. 159; Oliveira, 2011, p. 6). Apesar de esta relação remontar ao aparecimento do *Homo sapiens*, é a partir daí que se torna mais distante, concretizando-se nas dicotomias homem/natureza e sociedade/meio rural (Yayli, 2015, p. 179)

Os centros urbanos, onde há acesso aos avanços tecnológicos, à informação e ao conhecimento literário e científico, e onde a cultura acontece, são sinónimos de progresso e de evolução. Contrariamente, o campo, o meio rural, remete para o primitivismo e torna-se um lugar de repouso e paz. A vida na natureza é considerada uma forma primária de existência. A índole sedentária e a tendência para a ganância da espécie humana empurram-na para a cidade (Silva & Santos, 2017; Yayli, 2015, p. 180).

Assim, o homem citadino cria um sentimento de superioridade em relação às restantes espécies e rompe com o natural que há em si; considerando-se civilizados, fazem parte da sociedade, enquanto os povos indígenas e os camponeses são vistos como seres inferiores e primitivos e como parte da Natureza (Moore, 2016, pp. 79, 87). Desta forma, o ser humano afasta-se cada vez mais da sua natureza: o ser animal (Oliveira, 2011, p. 2).

Assim, o homem citadino cria um sentimento de superioridade em relação às restantes espécies e rompe com o natural que há em si; considerando-se civilizados, fazem parte da sociedade, enquanto os povos indígenas e os camponeses são vistos

como seres inferiores e primitivos e como parte da Natureza (Moore, 2016, pp. 79, 87). Desta forma, o ser humano afasta-se cada vez mais da sua natureza: o ser animal (Oliveira, 2011, p. 2).

Esta distinção entre ser humano e Natureza encontra-se na filosofia cartesiana⁴⁹ (século XVII): corpo e mente, matéria e espírito são essências diferentes e podem existir separadamente. A matéria ocupa espaço e age instintivamente. O espírito é o raciocínio, o pensamento, e não ocupa espaço. Para Descartes, o ser humano é o único ser do Universo que possui matéria e espírito. Tudo o que existe na Natureza é apenas matéria. Corpo e mente, embora possam agir um sobre o outro, dentro de certos limites, causando transformações, estão interligados (Yayli, 2015; Levy, 2010, pp. 102, 107). Assim: *a Natureza existe no Homem como o Homem na Natureza* (Oliveira, 2011, p. 1).

A visão filosófica cartesiana sobre a Natureza é revelada no imperialismo, onde grande parte dos seres humanos é inferiorizada, explorada, dominada e mesmo exterminada (povos indígenas, escravos africanos, grande parte das mulheres) por uma minoria burguesa, sendo considerados, na perspectiva de Marx, como Natureza (Moore, 2016, pp. 88, 110).

Na concepção das crenças religiosas, a Natureza exterior é envolta em mistério e magia. É interpretada com um teor universal, como algo sagrado, criado por um “Deus”. Este conceito de uma Natureza mística e sagrada é quebrado pela evolução da Ciência e passa a ser algo tangível e automatizado, passível de ser dominado (Yayli, 2015, p. 181; Oliveira, 2011, p. 2)

Além disso, a visão antropocêntrica do mundo, existente em muitas religiões, coloca o homem no centro do Universo. Desvalorizando as outras espécies, o ser humano toma a posição de ser mais importante. Os outros seres que coabitam o Planeta e os recursos naturais encontrados existem apenas para o servir. O desenvolvimento das ciências e das tecnologias coloca os seres humanos numa posição superior às outras

⁴⁹ A Teoria Cartesiana foi criada por René Descartes, filósofo, matemático e físico francês do século XVII (1596–1650). Apesar de conhecido pela sua famosa frase “Penso, logo existo”, a sua principal contribuição para a história da filosofia foi a construção de teorias que se relacionassem com as novas ciências que surgiam nessa época. No racionalismo de Descartes, o conhecimento é constituído pela dúvida, pela experimentação e pela formulação de leis. Este pensamento influenciou a constituição dos preceitos racionalistas do Iluminismo (Clarke, 2006; Llinás, 2017).

espécies e, por isso, consideram-se no direito de dominar e controlar todo o ambiente (Yayli, 2015, p. 182).

No entanto, humanos e Natureza são existencialmente indissociáveis; estão entrelaçados através de escalas temporais e espaciais (Reyers et al., 2018, p. 270).

No Antropoceno, a Humanidade depende da Natureza para a sua permanência na Terra; a destruição do ecossistema compromete a sua existência. Natureza e sociedade estão tão interligadas, dependentes uma da outra, que surge uma nova realidade, um novo conceito; a Natureza Urbana (Lövbrand et al., 2020; Burke et al., 2016; Moore, 2016).

2.e – As Origens do Antropoceno

Desde a Revolução Industrial, a marca dos seres humanos na Natureza vem-se agravando, mas, a partir de meados do século passado, com a Grande Aceleração⁵⁰, tem-se observado uma transformação sem precedentes. Pode-se dizer que entrámos na época do Antropoceno, assim designada por Paul Crutzen⁵¹: a época em que os humanos modificam a Natureza da Terra, onde as atividades humanas deixam um grande impacto no meio ambiente (Malhi, 2017, p. 25.2; Vilches et al., 2008, p. 2).

Os impactos antropogénicos são muitos, mas o mais drástico é o aquecimento global. A contribuição negativa da espécie humana para o ecossistema da Terra vem ocorrendo desde tempos remotos, causada pelo seu comportamento egoísta. A esta atitude egoísta, acrescida do aumento populacional e da consequente utilização dos

⁵⁰ O ano de 1950 é marcado pelo início da rápida e profunda transformação da relação humana com o mundo natural na história da Humanidade (a Grande Aceleração). Este período coincide com a independência dos países colonizados pelos Impérios Europeus e com a sua consequente modernização e avanços tecnológicos. Nesse período, muitos mais materiais novos, desde minerais a plásticos, poluentes orgânicos persistentes e compostos inorgânicos, apareceram

⁵¹ Paul Crutzen, cientista holandês que recebeu o Premio Nobel da Química em 1995 e introduziu o conceito de Antropoceno, em fevereiro de 2000 no encontro de IGBP (*International Geosphere-Biosphere Programme*) Scientific Committee in Cuernavaca, Mexico. O uso do termo Antropoceno começou em 2000 com o artigo de Crutzen & Stoermer na *Newsletter Global Change*, simplesmente intitulada "O Antropoceno". Isto foi seguido em 2002 por Crutzen com a peça sobre a Natureza "*Geology of Mankind*", que ganhou muito mais circulação e atenção (Malhi, 2017; Steffen & Morgan, 2021).

recursos disponíveis sem a preocupação com o seu possível esgotamento, se deve o atual estado de emergência planetária⁵² (Vilches et al., 2008).

A primeira evidência da modificação humana no ambiente remonta à descoberta do fogo pelo *Homo erectus*, há um milhão de anos, e à mudança dos nossos antepassados para uma alimentação à base de carne e alimentos cozinhados. Outra interferência é o provável papel humano na extinção da maioria dos grandes mamíferos terrestres do Planeta, que acompanhou a expansão do *Homo sapiens* para fora de África e as modificações nos ecossistemas locais através da manipulação do fogo e da caça (Moore, 2016). Além disso, o início da agricultura e a mineração em larga escala marcam a influência humana sobre a Natureza, com o aumento das emissões de CO₂ e o uso indevido de terras (Steffen et al., 2011). A agricultura foi um evento global, com diversas origens independentes em África, Eurásia, Américas e Nova Guiné, e a sua propagação e intensidade ao longo dos 10.000 anos seguintes deram origem à formação e ao desenvolvimento de civilizações urbanas, sociedades humanas organizadas e grandes impérios que contribuíram significativamente para a emissão de gases poluentes (Heyd, 2022; Malhi, 2017).

A invasão europeia e a colonização das Américas, no século XVI, assinalam a ligação cultural entre Eurásia-África e as Américas e o consequente início de uma economia globalizada. A colonização das Américas é muito importante para a história do Antropoceno, pois causou implicações climáticas globais: a deslocação de povos africanos e a exploração e extinção dos povos indígenas provocaram um colapso das populações das Américas através de doenças, conflitos e escravidão. Da mesma forma, as plantações de várias mercadorias para exportação, tais como algodão, tabaco, açúcar, café, chá e cana-de-açúcar, alteraram o uso do solo e as paisagens naturais das terras colonizadas. Este movimento deu origem à expansão do capitalismo industrial, também

⁵² A emergência planetária significa que tanto o risco como a urgência da situação são agudos. Alguns limites planetários já foram atingidos, como temperaturas recorde na atmosfera e nos oceanos. O aquecimento global, a subida do nível do mar, a acidificação dos oceanos, a extinção de espécies, a transformação do solo e das fontes de água doce, a desflorestação, a desertificação, a defaunação em massa e a incidência de fenómenos climáticos extremos, tais como terremotos, secas, tempestades e furacões, são cada vez mais danosos para a civilização e para os demais seres da vida natural, e provocam a deslocação de povos inteiros, sendo esta uma das principais consequências das alterações climáticas, o que traz graves problemas, desordem e conflitos internos nos Estados (Hamilton et al., 2015; Gemenne, 2015).

uma força causal essencial da viragem geológica (Bonneuil, 2015; Harrington, 2016; Malhi, 2017; Dalby, 2021; van Munster, 2021; Villegas, 2021).

A corrida às armas nucleares durante a Guerra Fria (1939-1945) e a militarização do Planeta são acontecimentos de grande importância para a aproximação do Antropoceno (van Munster, 2021). Conforme van Munster argumenta:

[...] modern war is not just a socio-political but also a deeply environmental or ecological phenomenon. The development of nuclear weapons arguably embodies this development most strongly (van Munster, 2021).

Os ataques com armas nucleares não visam atingir diretamente o inimigo; o seu principal alvo é o ambiente (o ar e a biosfera) do inimigo. O bombardeamento de Hiroshima⁵³ e o uso americano de desfolhantes para destruir as florestas vietnamitas são exemplos desta guerra ambiental.

Para além disso, o impacto ambiental causado pelos militares não se limita ao campo de batalha; as infraestruturas militares são reconhecidas como principais fontes de contaminação e poluição. Os testes nucleares dependem de uma série de outras práticas industriais altamente contaminantes, como a extração de urânio, o processamento de plutónio e os testes de mísseis, que transformaram grande parte do globo em zonas de resíduos ambientais que irradiam o ambiente, afetam a saúde e causam destruição ecológica. Os efeitos colaterais das bombas atômicas perduram por muitos anos e afetam populações de todo o Mundo. Uma reavaliação dos debates sobre a extinção no contexto das armas nucleares trouxe uma nova consciência planetária e uma visão ecológica global formuladas em torno da sobrevivência da espécie humana (van Munster, 2021).

⁵³ Os bombardeamentos atômicos das cidades de Hiroshima e Nagasaki foram dois ataques realizados pelos Estados Unidos contra o Império do Japão durante os estágios finais da Segunda Guerra Mundial, em agosto de 1945. Foi o primeiro e único momento na história em que armas nucleares foram usadas em guerra e contra alvos civis. Quatro meses após os ataques atômicos, os efeitos agudos das explosões mataram entre 90 mil e 166 mil pessoas em Hiroshima e entre 60 mil e 80 mil seres humanos em Nagasaki; cerca de metade das mortes em cada cidade ocorreu no primeiro dia e nos meses seguintes.

Analisando a trajetória da Humanidade acima descrita, questiona-se quem são os verdadeiros culpados pela poluição do Planeta, quem são os responsáveis pela entrada da Terra no Antropoceno. A quem, ou a que circunstâncias, se deve responsabilizar pela atual crise climática?

2.f. - Antropoceno ou Capitaloceno?

A história da civilização, descrita anteriormente, tem sido largamente a história do imperialismo, de subjugação e exploração de outrem, que alcançou a sua forma mais subtil e completa com o capitalismo global (Gare, 2021).

Observa-se que a Humanidade, no seu todo, contém vários subconjuntos: raça, género, etnia, religião, classe social, entre outros. Mas contém principalmente dois grandes subconjuntos: os poderosos e os frágeis, os fortes e os vulneráveis, ou ainda os dominadores e os dominados, os países ricos e os pobres. Assim, a luta pelo poder, a ambição e a ganância de acumular riqueza, os poderosos Estados a dominarem os fracos da economia mundial e a exploração da natureza como instrumento da economia, em suma, o capitalismo⁵⁴ é o culpado do problema ecológico.

Neste contexto, é importante salientar a relevância das obras de Marx para a crise ambiental (Gare, 2021; Villegas, 2021; Moore, 2017). Para Marx, a causa da degradação ambiental é o capitalismo. Sob o seu ponto de vista, o capitalismo tende a minar todo o ecossistema; isto é, no sistema capitalista, a exploração do trabalho humano e o esgotamento dos recursos naturais geram a consequente poluição global, que degrada as condições de desenvolvimento humano e coloca o ecossistema em risco. Assim, o desenvolvimento do capitalismo deve-se à exclusão de vários subconjuntos de humanos do conjunto Humanidade: povos indígenas, escravos africanos e grande parte das mulheres eram considerados e tratados como sub-humanos, ou seja, como parte da Natureza.

⁵⁴ O capitalismo, na sua descrição mais simples, é um sistema económico em que predomina a propriedade privada e a busca constante pelo lucro e pela acumulação de capital, que se manifesta na forma de bens e dinheiro.

A finalidade do sistema capitalista é a acumulação de riqueza e a obtenção do poder, alcançados através da exploração da natureza e da desvalorização do trabalho humano. O capitalismo é o resultado da apropriação do trabalho escravo de milhões de pessoas durante séculos e da posse indevida de terras (Moore, 2016; Villegas, 2021), ao que Moore (2016) denomina “Natureza Barata” (Cheap Nature). A Natureza Barata está no centro da combinação audaciosa e peculiar do capitalismo, do domínio do produtivismo e do extermínio (Moore, 2017). O capitalismo, na teoria de Marx, é um sistema ecologicamente e socialmente irracional, e o desenvolvimento económico afeta, transforma e danifica a natureza (Economakis & Papalexiou, 2016). O capitalismo gera desigualdades sociais, conflitos e guerras, ficando o poder na posse de uma minoria através da exploração da maioria. Assim o expressa Gare (2021):

(...), with capitalism, something new has emerged, a socio-economic form that, like a cancerous tumor, has to expand to a faster and faster rate, both extensively and intensively, creating a highly complex global order characterized by intensified conflict over resources (Gare, 2021).

Comparado a um cancro, o capitalismo faz a economia global crescer desordenadamente, incentivando a excessiva exploração dos recursos naturais de maneira insustentável, de modo que o ecossistema global falha cada vez mais em se renovar até à sua destruição total.

A Revolução Industrial, com a invenção da máquina a vapor e o uso do carvão, é o ponto de viragem para o uso de combustíveis fósseis, o que transformou as condições das civilizações capitalistas (Moore, 2018); a sociedade moderna e a economia mundial dependem dos combustíveis fósseis. Nas palavras de Moore (2016): *fossil fuels are the spark that ignite capital, increase and trigger modern economic dynamism and growth* (Moore, 2016).

Este sistema capitalista, alcunhado de capitalismo carbonífero, é protegido pelos poderosos da economia e pela elite política. A partir daí, segue-se a destruição da natureza numa escala planetária (Moore, 2016; Löwbrand et al., 2020).

Desta forma, uma vez que a acumulação de capital é a força motriz que move o ser humano e a causa do atual estado crítico da Terra, alguns autores defendem que a denominação apropriada para a nova Era é Capitaloceno, a idade do capital, em que o centro é o capitalismo global, em vez de Antropoceno, a época em que o homem é o destruidor e o salvador do planeta (Lövbrand et al., 2020; Gare, 2021; Moore, 2016; Villegas, 2021).

Neste seguimento, conclui-se que a Grande Aceleração marca o início do Antropoceno, mas é a acumulação de capital, ou seja, o produto de dois séculos de desenvolvimento capitalista, que impulsionou a Grande Aceleração⁵⁵. Seguindo este raciocínio, o fim do Holoceno é causado pela lógica da acumulação de capital, e os verdadeiros responsáveis são os que lucram com esta lógica (Villegas, 2021).

Capitaloceno ou Antropoceno, o certo é que, devido à emergência planetária antropogénica alcançada, somos chamados a agir com urgência para enfrentar o aquecimento global (Lula da Silva, 2007). Nesta afirmação, nota-se o chamamento da Mãe Terra para a necessidade de uma ação urgente, a fim de evitar uma catástrofe ecológica. As opiniões divergentes narradas no início do capítulo, o Mau e o Bom Antropoceno, isto é, a visão pessimista (eco-catastrofista) e a otimista (eco-modernista), não oferecem uma solução política. É necessário refletir sobre a relação homem/natureza e compreender que os recursos naturais disponíveis às populações para o seu bem-estar e vivências não são infinitos e, portanto, é necessário agir de forma sustentável. É preciso uma mudança comportamental, uma mudança cultural profunda das sociedades, um processo lento e árduo que exige persistência ao longo dos tempos (Fuss et al., 2020). Para isso, é imprescindível a reação e ação dos responsáveis políticos, além de uma educação cívica, aplicando estratégias e medidas públicas de modo a gerar sustentabilidade (Vilches et al., 2008).

No entanto, para aplicar estratégias capazes de gerar sustentabilidade, é indispensável haver mudanças radicais no sistema social e político atual. A ordem

⁵⁵ Baseado na história da civilização, outros termos alternativos ao Antropoceno/Capitaloceno têm surgido; por exemplo, quanto à duração, *Pyroceno*; ou, quanto às formas de produção da modernidade, *Plantationoceno*; ainda outros para abstrações violentas criadas pelo desenvolvimento colonial do século passado: *Growthocene*, *Econoceno* (Moore, 2018, p. 5).

mundial, como é atualmente constituída, é baseada no capitalismo, industrialismo e consumismo. Os Estados, assentes nos princípios da democracia liberal, permitem a formação de uma sociedade desequilibrada e individualista, incentivando o consumismo e o crescimento ilimitado num mundo finito. Da mesma forma, o comportamento do Estado, como ator único e racional, regido por uma economia internacional livre, é dirigido pelo interesse de acumular poder para maximizar os seus lucros relativos (Barry, 2012; Pardo, 2017; Gemenne, 2015).

Desta forma, com o pensamento na problemática da relação do ser humano com a natureza, surge a Teoria Verde nas Relações Internacionais⁵⁶.

2.g - A Teoria Verde

A Teoria Verde, baseada na descentralização, no ecocentrismo e nos limites ao crescimento, enfrenta o liberalismo e o socialismo, desenvolve novos conceitos, tais como a democracia ambiental e a justiça ambiental, e desafia os tradicionais conceitos realistas⁵⁷ de Segurança, Estado, Nação, Soberania, Desenvolvimento e Economia (Ari, 2019; Eckersley, 2007; Eckersley, 2017).

Desta forma, com uma abordagem mais ecológica em relação ao desenvolvimento económico, os Verdes sugerem o estabelecimento de um novo Estado guiado pelos princípios de uma democracia verde; uma democracia de raiz popular, baseada na participação ativa dos cidadãos. Para tal, é necessária uma mudança nos valores humanos, é necessário limitar as proporções do crescimento e a liberdade de consumo, e é inevitável a transição para uma economia de baixo carbono, para criar uma sociedade sustentável e garantir a segurança (Barry, 2014, p. 12; Steffen et al.,

⁵⁶ Apesar de os movimentos sociais em prol do ambiente emergirem na década de 60, foi apenas em 1980 que a Teoria Social e a Política Verde surgiram para dar voz aos temas destes novos movimentos sociais (ambiente, paz, antinuclear, mulheres), que proporcionaram o surgimento de Partidos Políticos Verdes.

⁵⁷ A perspetiva realista nas Relações Internacionais centra o Estado como ator único e racional, circundado por uma estrutura de permanente conflito e um sistema anárquico. Por sistema anárquico entende-se a inexistência de uma entidade central com capacidade de decisão. E.H. Carr (1939), fundador da Teoria Realista nas RI, defende que a política e o poder são indissociáveis; ou seja, o poder é um componente necessário de todo o sistema político. O comportamento de um Estado é dirigido pelo interesse de acumular poder para maximizar os seus lucros relativos (Pardo, 2017). Hans J. Morgenthau, em seu livro *Politics among Nations: the struggle for power and peace*, prescreve o princípio da sobrevivência nacional; os Estados lutam pelo interesse nacional ligado aos três elementos centrais do Estado, território, população e governo (Morgenthau, 1967).

2018). A filosofia da Teoria Verde chama o ser humano à responsabilidade e, assente nos seus princípios, o indivíduo tem a obrigação de proteger o mundo, por ser a espécie mais evoluída e para corrigir o mal causado. Assim, o individualismo deve ser substituído pelo contexto comunitário, onde a comunidade e as formas comunais de organização económica, cultural e política devem prevalecer, e o Estado deve agir localmente para solucionar um problema global (Dyer, 2018; Barry, 2014, p. 5).

A Teoria Verde surge em 1992, tendo contribuído para a sua afirmação nas Relações Internacionais o crescimento da importância do aquecimento global na cena internacional. É um subcampo das RI que se ocupa da cooperação internacional do ambiente. O seu principal objetivo é identificar as causas da não sustentabilidade, para as reduzir ou para articular uma futura possível sustentabilidade (Barry, 2014; Eckersley, 2007, p. 250; Ari, 2019).

Desde a sua emergência, as vozes verdes têm contribuído para o debate global sobre as alterações climáticas, trazendo à tona áreas negligenciadas, tais como o domínio da natureza, o descuido das necessidades das gerações futuras e a discrepância dos riscos ecológicos entre diferentes classes sociais, Estados e regiões (Eckersley, 2007).

Influenciada pela teoria marxista, a Teoria Verde teve a sua primeira geração de teóricos na Escola Crítica de Frankfurt,⁵⁸ e o seu foco foi a reflexão crítica da problematização do domínio da natureza e da sua relação com os seres humanos. A segunda vaga da Teoria Verde, já na década de 1990, preocupou-se mais em explorar as condições que pudessem melhorar a consciência e o comportamento dos cidadãos, das sociedades e dos Estados face a estas problemáticas. Num mundo de desigualdades sociais e crises ecológicas, a Teoria Verde centra a atenção na reinterpretação de alguns conceitos-chaves das teorias políticas e no debate existente entre esta e outras filosofias

⁵⁸ A Escola de Frankfurt, surgida em 1930, foi uma escola de análise e pensamento filosófico e sociológico que surgiu na Universidade de Frankfurt. Tinha como objetivo estabelecer um novo parâmetro de análise social com base numa releitura do marxismo. A teoria estabelecida pelos intelectuais da Escola de Frankfurt é chamada de teoria crítica: faz uma crítica social do desenvolvimento intelectual da sociedade, que incide sobre as teorias iluministas, e propõe uma leitura crítica do marxismo, com novas propostas, sem perder de vista os principais ideais da esquerda (Escola de Frankfurt: contexto, objetivos, autores - Mundo Educação (uol.com.br, acesso em: 14/10/2022). .

do pensamento político, tais como o liberalismo, o socialismo, o feminismo e a teoria crítica (Eckersley, 2007; Barry & Smith, 2008; Barry, 2014, p.4).

A Teoria Verde nas Relações Internacionais transcende a estrutura tradicional do Estado como centro e oferece uma nova visão analítica e normativa da mudança climática global. Com um discurso transdisciplinar, onde predomina o desenvolvimento sustentável e a modernização ecológica, a última vaga dos Verdes, tomando como centro a vulnerabilidade da humanidade e dos seus modos de vida, delineia a construção de uma sociedade mais justa, sustentável e pacífica. Na sua abordagem, apontam as estruturas atuais como as principais razões dos problemas ambientais e a comunidade internacional como o ator com maior responsabilidade nestes problemas (Eckersley, 2017; Barry, 2014, pp. 4, 16).

Tendo a responsabilidade ecológica, a justiça social, a não violência e o caminho para a democracia verde como pilares, esta doutrina visa reduzir os riscos ecológicos e ampliar o alcance da sustentabilidade, identificando as causas da insustentabilidade e propondo ações para as minimizar (Eckersley, 2017; Barry, 2014, p. 6). Por sua vez, o alcance da sustentabilidade depende de um compromisso positivo com a ideia de um Estado Verde e exige valores e práticas de administração da terra, respeitosa e consciente, para governar as relações homem/natureza (Barry & Smith, 2008).

Para os Verdes, o ser humano deve tomar uma atitude perante a Natureza, como que fazendo parte dela, integrado na biodiversidade, cuidando e preservando os recursos que ela oferece, e não a atitude de uma espécie superior, dominadora e predadora (Eckersley, 2017; Barry, 2014, p. 2).

Para Vilches et al., (2008), é urgente uma mudança de mentalidades e comportamentos das sociedades, que se dividem entre ambientalistas e céticos. Só assim, o Antropoceno passará de um período de degradação causada pelo ser humano, para se tornar uma nova Era, na qual serão estabelecidas as bases para um futuro mais sustentável (Vilches et al., 2008).

2.h - Sustentabilidade

Sustainability is [...] a moral concept because it explicitly refers to our relationship to future and present generations, and indirectly to our interaction with the nonhuman world. (Barry, 2012, pp. 3, 4)..

Para Barry, o conceito de sustentabilidade é mais do que apenas uma questão de implementar políticas e práticas sociais para mitigar os danos ecológicos e preservar o ambiente; é mais do que procurar um acordo entre a natureza e a constante busca do crescimento económico; é mais do que um compromisso entre gerações (Mitlin, 1992, p. 113). A sustentabilidade é uma questão política, é um conceito indeterminado e discursivo que implica a preservação de normas e instituições democráticas e, sobretudo, é uma questão moral (Barry, 2012, p. 4).

O relatório das Nações Unidas de 1987, *Our Common Future* define o conceito de desenvolvimento sustentável como *garantir as necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras, atendendo ao equilíbrio social e ecológico, assim como as necessidades dos mais pobres* (ONU, 1987).

Este conceito, originariamente simples, desenvolveu-se e, após a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, a sustentabilidade passou a ter uma estrutura tripartida. Assim, desenvolvimento sustentável é a inserção de três componentes: crescimento económico, proteção do meio ambiente e desenvolvimento social (BNDES, 2008, pp. 179–180; Borsdorf & Araya Rosas, 2014, pp. 10–11). Desta forma, o desenvolvimento sustentável deve atenuar as desigualdades sociais e os danos ambientais, mantendo uma economia sólida (Harris, 2000, p. 19).

Porém, estes três elementos que constituem a sustentabilidade, por serem mais abrangentes, introduzem muitas complicações à definição inicial; para se atingir o desenvolvimento sustentável, há que cumprir os requisitos de sustentabilidade dos três aspetos, económico, ambiental e social, num compromisso entre gerações. Cada um deles possui características próprias e diferentes elementos a considerar, sendo que a sustentabilidade de um pode interferir negativamente noutro ou em dois aspetos (Harris, 2000, pp. 5–6).

Na análise de Harris (2000), para que um sistema seja economicamente sustentável deve ser capaz de produzir bens e serviços de forma contínua, de modo a manter estáveis os níveis de dívida pública e externa e evitar prejudicar a agricultura ou a produção industrial. A sustentabilidade ambiental deve preservar os recursos naturais, proteger a biodiversidade e os ecossistemas e manter a estabilidade atmosférica. Por sua vez, uma sociedade sustentável deve alcançar equidade distributiva, possuir uma adequada prestação de serviços sociais (saúde e educação), implementar a igualdade de gênero e raça e assegurar a participação e responsabilidade políticas dos seus cidadãos (Harris, 2000).

Por uma questão de ilustração e de melhor compreensão do que foi dito, apresenta-se abaixo um diagrama onde as três componentes básicas do desenvolvimento sustentável interagem.

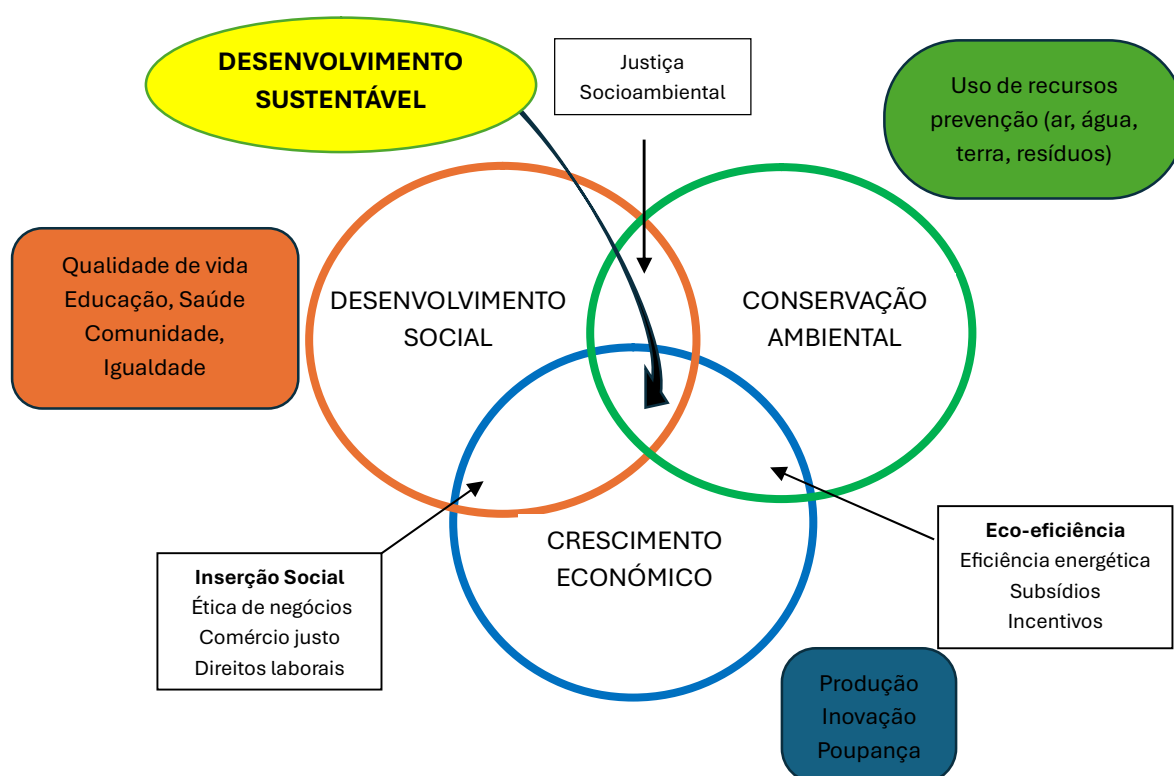


Diagrama 1 – Ilustração das componentes de (DS).
 Fonte: elaboração própria, adaptado de Borsdorf y Araya Rosas, (2014).

Além disso, a definição de desenvolvimento sustentável (DS) envolve duas particularidades: o que deve ser sustentado e quais as condições necessárias para a sua sustentabilidade, e o que tem de ser desenvolvido e os seus principais objetivos (Mitlin, 1992, p. 112).

Por exemplo: sustentar o sistema de suporte de vida, sustentar a natureza, sustentar a comunidade. Por sua vez, o desenvolvimento pode ser das pessoas, da economia ou da sociedade (Parris & Kates, 2003). Este leque de possibilidades de combinações cria ambiguidades e desentendimentos. Da mesma forma, um elemento a desenvolver pode pertencer a uma condição de sustentabilidade: a igualdade social, o cumprimento das necessidades básicas de saúde e educação e a participação democrática dos cidadãos são elementos cruciais do desenvolvimento social e estão também relacionados com a sustentabilidade ambiental. Desta forma, o conceito de desenvolvimento sustentável é motivo de discordâncias entre os autores.

Duas abordagens distintas e incompatíveis estão na base destas divergências: o padrão neoclássico e o ecológico. A abordagem neoclássica, baseada no liberalismo⁵⁹, tem como dogma o livre mercado e não põe em causa o crescimento económico ilimitado, nem o consumo e uso excessivo dos recursos naturais, desde que se assegure um ambiente com qualidade e livre de poluição. A abordagem ecológica, pelo contrário, procura colocar limites ao crescimento, considerando os valores comunitários e a igualdade social (Borsdorf & Araya Rosas, 2014, p. 11; Harris, 2000, p. 20).

Outra questão que suscita polémica entre os autores é a relação entre o crescimento económico e o alcance do desenvolvimento sustentável: os autores com foco no eixo Norte argumentam que ambos são incompatíveis e que o crescimento económico leva à degradação ambiental; os que se relacionam com o eixo Sul afirmam

⁵⁹ O liberalismo pode ser definido como um conjunto de princípios e teorias políticas que apresenta, como ponto principal, a defesa da liberdade política e económica. Um dos princípios básicos do liberalismo é a liberdade económica (livre mercado). Adam Smith (século XVIII) deu força ao liberalismo económico. A sua principal teoria baseava-se na ideia de que deveria haver total liberdade económica para que a iniciativa privada pudesse desenvolver-se, sem a intervenção do Estado. A livre concorrência entre os empresários regularia o mercado, provocando a queda de preços e as inovações tecnológicas necessárias para melhorar a qualidade dos produtos e aumentar o ritmo de produção. Esta filosofia evoluiu, nos anos de 1970, para o neoliberalismo, que corresponde à aplicação dos princípios liberais numa realidade económica pautada pela globalização e por novos paradigmas do capitalismo (Sua pesquisa: Liberalismo [acesso em: 06/01/2020]).

que é necessário haver crescimento económico para criar as bases que permitem alcançar o desenvolvimento sustentável (Mitlin, 1992, p. 118; Sneddon et al., 2006, p. 254).

A sustentabilidade pode ser verificada através de diferentes indicadores⁶⁰ nas distintas dimensões, indo para além dos seus três pilares: a dimensão económica, a social, a ambiental, a cultural, a política, e a institucional que, por sua vez, possuem vários critérios (Harris, 2000, p.7; Alves & Lima, 2007, p.244; Rabelo, 2016, p. 285; Júnior, 2012, p.90). Desta forma, caracterizar e medir a sustentabilidade envolve definir e quantificar o que está a ser desenvolvido, e o que está a ser sustentado e por quanto tempo (Parris & Kates, 2003; Rabelo, 2012, p. 285).

Por todos estes motivos, determinar a insustentabilidade pode ser mais fácil do que identificar a sustentabilidade de um sistema (BNDES, 2008, p.179). No que respeita à produção de bens e serviços, a conservação dos recursos naturais é essencial para uma produção económica sustentável e para a equidade intergeracional (Harris, 2000, p. 19).

Na opinião de Borsdorf e Araya Rosas, o conceito de sustentabilidade está a ser vulgarizado, sendo usado indiscriminadamente, e corre o perigo de se tornar num cliché, num termo banal, perdendo o seu verdadeiro sentido (Borsdorf & Araya Rosas, 2014, p. 10; Júnior, 2012, p. 87).

Para alguns autores, a combinação destas duas palavras — “desenvolvimento” e “sustentável” — resulta num conceito absurdo, impossível; a ideia de progresso, evolução e crescimento a que nos remete o primeiro termo é incompatível com a noção de conservar, sustentar e cuidar que nos transmite o segundo. Transpondo o significado destas palavras para a realidade atual do sistema político e económico, conclui-se que o capitalismo, como sistema económico global, e o desenvolvimento sustentável, tal como

⁶⁰ Os indicadores de sustentabilidade são, nas palavras de Rabelo (2012, p. 278), ferramentas utilizadas para mensurar o nível de sustentabilidade que estamos a construir e, dentre eles, os diversos limites para se alcançar o desenvolvimento sustentável. Os indicadores de sustentabilidade variam segundo o escopo (social, ambiental, económico, institucional) e a esfera (local, regional, global) (Rabelo, 2012, p. 285). Pode-se citar como exemplo os indicadores de uma empresa que está a medir a sustentabilidade da produção do seu produto; da mesma forma, as distintas áreas e setores, tais como a agricultura, a energia, a indústria e as tecnologias de recursos renováveis, apresentam diferentes indicadores. Porém, em cada grande área, a verdadeira sustentabilidade significa uma grande mudança das técnicas existentes e da organização da produção (Harris, 2000, p. 7).

proposto pela ONU e tomado como paradigma alternativo de desenvolvimento, são inconciliáveis (Borsdorf & Araya Rosas, 2014, pp. 10–11; Júnior, 2012, p. 85).

Por estes motivos, o alcance do desenvolvimento sustentável é complexo, sendo interpretado por diversas perspectivas; envolve questões de cariz ético, religioso e moral⁶¹ e exige mudanças políticas, sociais, económicas, institucionais e tecnológicas (Mitlin, 1992; Júnior, 2012, p. 96; Sneddon et al., 2006, p. 254; Hussaini, 2021, p. 2).

No entanto, outros autores reinterpretam o significado das palavras que compõem este conceito:

Desenvolvimento passa a incorporar a possibilidade de redução das desigualdades socioeconômicas e a promoção do bem-estar social coletivo, por meio da gestão racional do meio ambiente. Enquanto, a sustentabilidade pode ser entendida como a capacidade de qualquer processo do sistema manter-se indefinidamente (Rabelo, 2012, p.279).

Retornando à citação de Barry referida no início deste capítulo, verifica-se que a sustentabilidade é um conceito impreciso para operar como um objetivo social e, portanto, deve ser discutido e interpretado (Barry, 2012, p. 3; Sneddon et al., 2006, p. 254). E, uma vez que se torna um princípio social e envolve a economia e o ambiente, uma vez que modifica a relação do ser humano com a natureza, deve ser tratado democraticamente (Barry, 2012, p. 9); deve haver debate e participação pública, deve haver um forte foco no multilateralismo, na cooperação e no diálogo (Mitlin, 1992, p. 113; Alves & Lima, 2007, p. 248).

Portanto, uma governação democrática, a satisfação das necessidades básicas do ser humano, a justiça social e a conservação do meio ambiente são parte essencial de uma síntese do novo desenvolvimento (Sneddon et al., 2006, p. 263).

⁶¹ O alcance da sustentabilidade está associado aos princípios da moralidade, pois exige mudanças no comportamento humano individual, em sociedade e com o meio ambiente. Comportamentos estes que são geralmente guiados por normas e valores sociais, que, por sua vez, estão ligados a práticas religiosas e às estruturas de poder social (Hussaini, 2021, p. 2). Um dos parâmetros essenciais para se atingir o desenvolvimento sustentável é o controlo da natalidade, questão que é contrariada pelas crenças religiosas (Sneddon et al., 2006).

Apesar de, para muitos, o desenvolvimento sustentável ser um conceito utópico, para Rabelo *a busca pelo desenvolvimento sustentável é árdua, requer novas quebras de paradigmas, [...], mas não é mais visto como impossível* (Rabelo, 2012, p. 293).

Pela definição do conceito de sustentabilidade apresentada acima, conclui-se que, devido à sua complexidade:

Determinar a sustentabilidade de um sistema energético, não é tarefa simples, depende não apenas do vetor energético em si, mas também, fundamentalmente, do contexto da sua produção e utilização (BNDES, 2008).

Por sua vez, o papel do Estado é fundamental para estimular a produção e a comercialização dos bens de consumo. Atendendo aos objetivos deste estudo, que se prende com a (in)sustentabilidade da tecnologia BECCS e toma como referência os casos de Brasil e dos Estados Unidos, num estudo comparativo das suas políticas domésticas e externas, é pertinente introduzir, neste ponto, as Teorias de Implementação de Políticas Públicas.

2.i - Teorias de implementação de políticas públicas

A implementação é um dos elementos mais complexos, mas também mais decisivos do processo de políticas públicas, [...]. (Mota, 2020).

Segundo Mota, a Implementação é uma fase de grande importância no processo de Políticas Públicas; *é aí que as políticas encontram a realidade e produzem (idealmente) os resultados e impactos necessários para resolver, mitigar ou prevenir os problemas ou questões que motivaram a sua formulação* (Mota, 2020, p.1).

Apesar da sua importância, o estudo da implementação de políticas públicas não tem merecido a devida atenção. Considerada a fase de simples execução técnica de decisões já formuladas pelos decisores políticos, não despertava o devido interesse por parte dos académicos (Lotta, 2019, p. 14). Porém, alguns estudos de implementação revelaram a sua complexidade. A implementação é complexa, pois, no percurso para o alcance dos objetivos, depara-se com muitas variáveis, que vão desde os processos de formulação e desenho das políticas até à interação entre atores, implementadores e

beneficiários. Para além destes fatores, acrescem os diferentes contextos, objetivos e a temporalidade (Mota, 2020, p. 9).

Os estudos sobre a implementação de políticas públicas iniciaram-se na década de 70 e abrangem uma diversidade de abordagens e perspetivas relativas ao tema, sendo também analisados por um grande leque de disciplinas afins, tais como a administração pública, as políticas públicas, a gestão social, a ciência política, entre outras, além de existirem diversos níveis de análise (organizacional, comportamental, procedimental e padrões de poder) (Ollaik & Medeiros, 2011; Mubarak et al., 2020; Alexander, 1985; Mota, 2020; Lotta, 2019; Sousa et al., 2022).

Mota (2020) distingue três gerações de estudiosos da implementação de políticas: a primeira geração caracteriza-se por um sentimento pessimista quanto ao sucesso da implementação, devido à sua complexidade, por estudos de caso exploratórios e pela ausência de concretização de matrizes generalizáveis; a segunda, pelo debate entre as metodologias top-down e bottom-up e pelo desenho de estruturas de análise; e a terceira geração, pelo surgimento de estudos contingenciais, propostas de análise e o conseqüente abandono da ideia da existência de uma teoria geral para a implementação (Mota, 2020, pp. 3–8; deLeon & deLeon, 2002, pp. 469–471).

Pode-se citar, como exemplo desta terceira geração, Ernest R. Alexander (1985), que afirma não ser possível uma teoria geral da implementação, dada a imensidade de contextos, atores e objetivos existentes (Alexander, 1985, p. 410).

Alexander (1985) propõe um modelo de análise do processo de implementação de políticas que, segundo o autor, é passível de desencadear teorias de implementação contingenciais: o *Policy Program Implementation Process* (PPIP). Neste modelo, a implementação de políticas é o culminar de um processo que se inicia com o reconhecimento de um problema ou questão, delineando objetivos a atingir; segue-se, então, o desenvolvimento da política, considerando a legislação e os regulamentos em vigor (programação), e, finalmente, a implementação (Alexander, 1985). Nesta perspetiva, a implementação é vista como uma fase interativa entre muitos atores, sendo passível de ajustes e alterações, e não como algo imutável, analisada apenas como

uma aplicação de políticas formuladas e dos seus impactos causados (Alexander, 1985, p. 412; Lotta, 2019, p. 19).

Dentre as várias abordagens e perspectivas surgidas do estudo da implementação de políticas públicas, duas metodologias principais dominam a literatura: a *top-down* (introduzida por Lipsky, em 1975) e a *bottom-up* (Ollaik & Medeiros, 2011, p.1947; deLeon & deLeon, 2002, p. 476; Sabatier, 1986).

Sabatier (1986) analisa estas duas abordagens em profundidade e enfatiza os estudos de Daniel Mazmanian e Paul Sabatier na perspectiva top-down, e de Benny Hjern para a geração de estudos bottom-up. A abordagem top-down, conforme o nome indica (de cima para baixo), ou descendente, apresenta uma análise hierarquizada, isto é, do cargo mais alto (políticos) ao mais baixo (povo). Tem como referência os objetivos previamente propostos pelos decisores políticos. Enfatiza o controlo e o comando, sendo o foco o cumprimento legítimo da decisão, com uma lógica prescritiva e normativa (Lotta, 2019, p. 15; Mota, 2020, p. 4; deLeon & deLeon, 2002, p. 477).

Contrariamente a esta primeira, na perspectiva *bottom-up* (de baixo para cima), ou ascendente, a implementação é vista como uma fase de um processo e tem o foco no que acontece no momento da implementação. Tem como ponto de partida a interação entre os funcionários de serviço público (burocratas de nível de rua⁶²) e a população (Lotta, 2019, p. 15). Este método de análise defende também a importância dos contextos onde ocorrem as políticas, os vários atores envolvidos e as redes locais constituídas por estes, tendo uma abordagem mais democrática (Mota, 2020, p. 5; deLeon & deLeon, 2022, p. 477; Sabatier, 1986, pp. 22-32).

A abordagem de *cima para baixo* é útil nos casos em que existe um programa público na área política em consideração ou onde a análise se centra na eficácia de um programa, ou ainda em contextos mais autoritários. Por outro lado, em domínios políticos que envolvam uma multiplicidade de intervenientes públicos e privados, a abordagem de baixo para cima é mais adequada (Sabatier, 1986, p. 36).

⁶² Conceito introduzido por Michael Lipsky (1980), no seu livro *Street-Level Bureaucracy: The Dilemmas of the Individual in Public Service*, para designar os funcionários que trabalham diretamente na interação com os utilizadores na provisão de serviços públicos em condições de escassez de recursos.

Exemplificando o que foi dito acima, pode-se considerar o caso da globalização dos biocombustíveis. Além dos Estados, um grande leque de grupos de interesse está envolvido neste fenómeno: empresas de energia a nível global, organizações não governamentais de desenvolvimento e ambiente (ONGs), associações ambientalistas, companhias multinacionais, empresas estatais, fábricas de automóveis, empresas de aviação, entidades bancárias, latifundiários e agricultores (representados pelos seus sindicatos). Portanto, são muitos os grupos de interesse que se ocupam em formular políticas, estratégias, perspectivas e valores acerca do assunto, gerando diferentes opiniões e controvérsias.

Neste contexto, a perspectiva *bottom-up* é a mais adequada, constituindo um processo de reajuste e adaptação durante o processo de implementação.

Resultante do desenvolvimento dos estudos da implementação de políticas públicas, que sofreu altos e baixos (deLeon & deLeon, 2002, p.467), atualmente, existem três tipos de estudos de análises da Implementação: 1) Estudos Convencionais, 2) Novos Estudos de implementação, 3) Estudos de Implementação Avançados.

Os dois primeiros utilizam uma abordagem *top-down*, a metodologia de caso único e qualitativa, tendo o segundo uma abordagem multinível, em concordância com a estrutura governamental contemporânea europeia. Os Estudos Avançados apresentam já metodologias mais sofisticadas e subdividem-se em abordagens *top-down* e *bottom-up*, de acordo com o objetivo e o foco da análise (Mota, 2020, p. 12).

Devido à complexidade dos atuais sistemas político-administrativos que são compostos por diversos níveis e diferentes camadas⁶³, e pelo envolvimento de vários atores⁶⁴ nos processos decisórios das políticas, que podem ser externos às organizações governamentais; Lotta (2019) qualifica o processo da implementação de políticas, como altamente interativo. E, *para analisar implementação, portanto, é necessário entender*

⁶³ Lotta (2019) define um sistema com diversas camadas (multi-layer) como os sistemas federativos em que não há hierarquia entre os membros do governo e em que os processos decisórios envolvem várias categorias com mandato de decisão. Assim, as decisões podem ser refeitas e alteradas com mandato legal para tal (Lotta, 2019, p. 18).

⁶⁴ Os atores envolvidos nos processos decisórios podem ser, além do Estado, os governos regionais ou locais, atores não estatais como as agências públicas, como as organizações do setor privado e da sociedade civil (Mota, 2020).

quem são esses atores, como eles interagem e agem sobre a implementação (Lotta, 2019, p. 19).

Mubarok et al. (2020) apresentam um modelo de análise triangular, formulado por Walt e Gilson em 1994. Com base na combinação dos principais fundamentos dos modelos teóricos de implementação de Edwards III (1980), Grindle (1980) e Mazmanian e Sabatier (1983), estes autores formalizam uma teoria de análise da Implementação de políticas que enfatiza quatro principais aspetos: 1) conteúdo, 2) contexto, 3) processo e 4) atores.

No triângulo desenhado, abaixo, verifica-se que os **ATORES**, que são as partes envolvidas numa política, ou seja, grupos de interesse ou afetados pela implementação da política, indivíduos ou organizações que influenciam ou são influenciados por uma política, decisores políticos ou o Estado agem e interagem entre si de acordo com o **CONTEÚDO** da política e com o **PROCESSO** em que a política se desenvolve num determinado **CONTEXTO**.

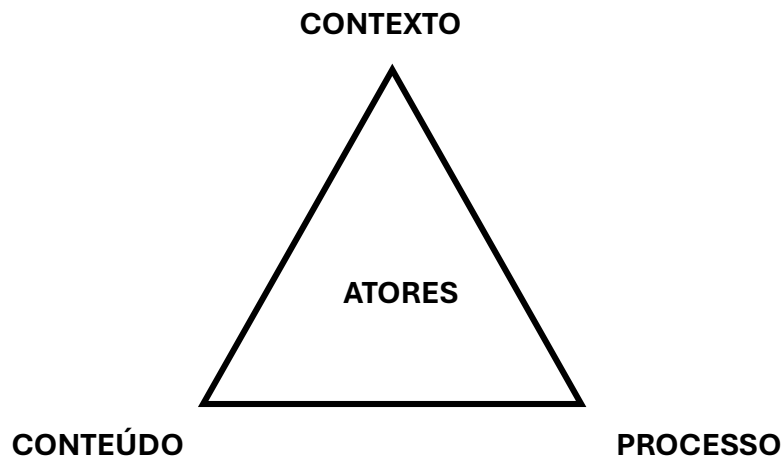


Figura 5 – Modelo triangular de análise da implementação de políticas públicas
Fonte: Mubarok et al. (2020)

A componente Conteúdo da política engloba os seguintes aspetos: 1) interesses afetados; 2) tipo de benefícios; 3) perspetivas de mudança; 4) local de tomada de decisão; 5) programação da implementação; 6) recursos comprometidos. O Processo inclui: 1) derivados da política; 2) programas de ação planeados e financiados; 3)

estrutura burocrática; 4) comunicação. Por sua vez, no Contexto da política é considerado todo o ambiente em que a política se insere: o poder, o interesse e a estratégia do(s) ator(es) envolvido(s), as características das Instituição e do Regime, a conformidade e a capacidade de resposta dos intervenientes (Mubarok et al., 2020, p. 38).

A partir daí, e retomando o pressuposto de Alexander (1985), no PPIP (*Policy Process Implementation Program*), de que o processo de implementação de políticas inicia com um estímulo (problema ou questão), pode-se desenhar o seguinte quadro teórico de análise da implementação de políticas públicas, representado no diagrama (2) a seguir.



Diagrama 2 – Diagrama teórico do modelo de Análise Triangular da Implementação de Políticas Públicas.
Fonte: Mubarok et al. (2020)

Nesta análise é feita uma comparação entre a expectativa relativa à aplicação da política e a realidade após a sua implementação, nos parâmetros CONTEÚDO e PROCESSO. Na REALIZAÇÃO da política, os resultados alcançados são comparados com os objetivos previamente delineados.

Este modelo de análise é considerado pelos estudiosos, de grande utilidade, pois pode ser aplicado em análises prospectiva ou retrospectiva em qualquer país e para qualquer política (Mubarok et al., 2020, p.36).

Conclusão Parcial

O estudo do Antropoceno nas Relações Internacionais ainda está pouco desenvolvido. Duas narrativas opostas estão em evidência; a eco-catástófica (visão pessimista) e a eco-modernista (visão otimista). Mhali descreve três tipos de discurso mais frequentes: 1) o mundo ameaçado, 2) o mundo entrelaçado e 3) o mundo extrativista.

O Antropoceno é abordado por diversas disciplinas e perspectivas, no entanto; dois grandes debates recaem sobre este conceito: 1) não é oficialmente reconhecido como uma nova época geológica pela Comissão Internacional de Estratigrafia, e 2) a determinação do seu início é motivo de discussão entre os estudiosos.

Outra divergência que emerge entre os estudiosos é a correta denominação da nova época; vários nomes têm surgido, mas sobretudo a discussão recai sobre Antropoceno (o ser humano no centro) ou Capitaloceno (a era do capital).

Caracterizado por uma emergência planetária, o Antropoceno questiona a forma como a política responde a estas ameaças e desafia os conceitos tradicionais da Política e das Relações Internacionais. Com o chamamento para a necessidade de uma reflexão acerca da problemática da relação homem/natureza no Antropoceno, surge, então, a Teoria Verde.

A Teoria Verde teve influência do Marxismo e tendo a responsabilidade ecológica, a justiça social, a não violência e o caminho para a democracia verde como pilares, esta doutrina visa reduzir os riscos ecológicos e ampliar o alcance da sustentabilidade, identificando as causas da insustentabilidade e propondo ações para as minimizar.

No entanto, o conceito de sustentabilidade é complexo. Pode ser interpretado a partir de diferentes perspectivas; para alguns, o alcance da sustentabilidade é uma utopia; para outros autores, a combinação das palavras “desenvolvimento” e “sustentável” resulta num conceito absurdo. Duas abordagens distintas e incompatíveis estão na base das divergências: o padrão neoclássico e o ecológico. O Desenvolvimento Sustentável, tal como proposto pela ONU, e o sistema político e económico vigente são inconciliáveis. A sustentabilidade pode ser medida por diferentes indicadores. Para Barry (2012), a sustentabilidade é uma questão política; é um conceito indeterminado e discursivo que implica a preservação de normas e instituições democráticas e, sobretudo, é uma questão moral.

Segundo Mota (2020), a implementação é uma fase de grande importância no processo de políticas públicas e, também, de grande complexidade. Porém, não tem merecido a devida atenção por parte dos estudiosos. Entre as várias abordagens e perspectivas surgidas, duas metodologias principais dominam a literatura: *top-down* (introduzida por Lipsky, em 1975) e *bottom-up* (Ollaik e Medeiros, 2011, p. 1947; deLeon & deLeon, 2002, p. 476; Sabatier, 1986).

Atualmente, existem três tipos de estudos de análises de implementação: 1) Estudos Convencionais, 2) Novos Estudos de implementação, 3) Estudos de Implementação Avançados.

O modelo de análise triangular apresentado por Mubarak (2020) enfatiza quatro principais aspetos: 1) conteúdo, 2) contexto, 3) processo e 4) atores. Os atores são aqueles que influenciam ou são influenciados pelas outras três componentes. Este modelo de análise é considerado universal pelos estudiosos.

CAPÍTULO 3 – BRASIL E ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

ESTUDO COMPARATIVO

Brasil e Estados Unidos da América, duas grandes democracias do continente americano (hemisfério Sul e hemisfério Norte, respetivamente), têm em comum alguns aspetos culturais e características sociais, porém apresentam muitas divergências. Face ao objetivo desta investigação, que é um estudo prospetivo da implementação de BECCS nestes países, é importante traçar um histórico da formação sociocultural de ambos e delinear as características políticas, económicas e geográficas.

No seguimento da trilogia temporal em que a Humanidade se insere, é importante, conforme dita a célebre frase de Heródoto (século V a.C.)⁶⁵, conhecer o passado e analisar o presente para delinear o futuro.

Perante o tema deste estudo, que envolve a potencialidade de ambos os países na implementação da tecnologia BECCS (sigla em inglês), a formação geológica assume um papel essencial, assim como uma comparação das suas políticas internas e externas.

Por outro lado, para um estudo comparado das suas políticas domésticas e externas, é também pertinente conhecer as suas características sociais e, para se compreender as políticas dos Estados, é importante entender o processo de construção da identidade nacional e as suas tradições culturais.

Assim, neste capítulo, que é dedicado ao estudo comparativo entre estes países, apresentam-se a Geografia Cultural de ambos, o sistema político e as políticas domésticas e externas em relação aos biocombustíveis, à tecnologia CCS e ao clima e, a relação entre eles. O foco temporal compreende o ano de 2007 (governos de Lula da Silva e George W. Bush) até ao momento de término desta redação.

⁶⁵ Heródoto foi um historiador e geógrafo grego do século V antes de Cristo. Heródoto disse: é preciso "pensar o **passado** para compreender o **presente** e idealizar o **futuro**".

3.a - Geografia Cultural – Brasil

O Brasil, ou seja, a República Federativa do Brasil (denominação oficial), é o terceiro país em extensão territorial do continente americano, ficando atrás apenas, dos Estados Unidos e do Canadá, e o quinto maior do mundo. O seu território, que se estende por uma área de 8.514.977 km², ocupa metade da América do Sul, fazendo fronteira com vários países e limitado a Leste pelo Oceano Atlântico nos seus dez quilómetros de costa. Com uma área florestal de 488.066.946 hectares (IBGE, 2023), seu território é constituído por seis grandes biomas; a Floresta Amazónica, o Cerrado, a Mata Atlântica, o Pantanal, a Caatinga e o Pampa (Pereira, 2013, p. 104), possuindo a maior rede fluvial do mundo e apresentando 12 regiões hidrográficas (planaltos, planícies e depressões).

O território brasileiro possui 31 bacias sedimentares que incluem depósitos significativos de óleo, gás e carvão, cobrindo uma área de aproximadamente 6,4 milhões de km², 75% da qual está localizada em terra. Rochas ígneas e metamórficas antigas, formadas há mais de 590 milhões de anos atrás formam um complexo que serve de alicerce a toda a plataforma, assegurando a estabilidade da crosta terrestre, principalmente da parte que pertence ao Brasil (Ketzer et al., 2016, p. 58). O clima, quente e húmido, é dividido em Tropical, Subtropical, Semiárido e Equatorial (Marques, 2023).

A sua população originária da miscigenação de brancos (portugueses), pretos (africanos) e ameríndios (nativos indígenas), soma 203.062.512 habitantes (IBGE, censo 2022), sendo constituída por 42,8% de brancos, 10,6% de pretos, 45,3% de pardos (cruzamento de preto e outra etnia), 0,42% de indígenas e 1,1% de amarelos (japoneses, chineses e coreanos). É o segundo país do continente americano em população.

Uma das principais características da população brasileira são os quilombolas: grupo de pessoas originárias dos escravos negros e afrodescendentes fugitivos dos engenhos⁶⁶, que vivem em comunidades. Segundo o IBGE, em 2019 existiam 5.972

⁶⁶ Durante o período de colonização portuguesa no Brasil (1500-1822) pela necessidade de mão de obra forte para os engenhos (uma vez que os nativos indígenas não eram muito resistentes) deu-se, durante três séculos, o tráfico de escravos oriundos da África. Cerca de três milhões de africanos, vindos de várias

localidades quilombolas no Brasil, estando estas maioritariamente concentradas no Nordeste, embora um pouco espalhadas por todo o território brasileiro (IBGE, 2023). Estas comunidades vivem marginalizadas da sociedade, subsistem da agricultura e conservam o legado da cultura africana dos seus antepassados.

A sociedade brasileira é marcada por uma profunda diferença social, com uma divisão de classes hierarquizada, envolvendo desde os miseravelmente pobres até aos milionários.

Segundo Anny Malagolini (2022), uma pesquisa realizada pela Fundação Getúlio Vargas aponta que quase dez milhões de brasileiros passaram a viver em situação de pobreza de 2019 a 2021, o que corresponde a cerca de 29,6% da população total do país. Esta pobreza é assinalada pela existência de bairros de lata⁶⁷ próximos de edifícios de luxo nas grandes cidades. Com a industrialização, a população rural deslocou-se para os centros urbanos, criando uma grande população urbana pobre, em desemprego e sem acesso aos serviços públicos básicos. A fome, a violência e o racismo prevalecem na sociedade brasileira (Carvalho, 2007, p. 30).

No que respeita à religião, o Catolicismo Romano é a principal⁶⁸, sendo praticado por cerca de 74% da população brasileira, seguida pelo Protestantismo (15,4%). Há também seguidores do Candomblé ou Macumba; religião mística originária da África.

O sistema educacional público é ineficiente; há falta de escolas públicas e professores⁶⁹. Embora o governo tenha agora inovado o programa educacional para

regiões e tradições culturais, foram transportados para o Brasil até 1822. Devido à escassez de mulheres brancas, os colonos miscigenavam-se com mulheres indígenas e africanas (Carvalho, 2007, p.20).

⁶⁷Favela ou bairro de lata é um assentamento urbano informal densamente povoado caracterizado por moradias precárias e miséria. Carece de serviços básicos, como saneamento, abastecimento de água potável, eletricidade, policiamento, corpo de bombeiros, além da falta de infraestrutura em geral e de regularização fundiária, entre outros problemas. As residências desse tipo de assentamento urbano variam de barracos mal construídos até edifícios deteriorados (Wikipédia, a enciclopédia livre, [acesso em:08/08/23]. No Brasil, as pessoas que vivem em favelas são geralmente provenientes das regiões mais pobres, como o Nordeste e Centro-oeste brasileiro, onde devido a altas temperaturas dão-se as secas, o que provoca uma grande afluência de pessoas para as grandes cidades no litoral (Chaunu, 1969).

⁶⁸ A colonização portuguesa no Brasil era justificada pela difusão da fé católica. Ficava a cargo dos jesuítas a catequização dos índios. Estado e Igreja, em concordância, impuseram o catolicismo à população nativa e aos escravos africanos (Carvalho, 2007, p.23).

⁶⁹ O sistema educacional público herdou do período colonial a falta de interesse pela educação das classes inferiores; fruto da escravidão, do patriarcalismo e do obscurantismo, a alfabetização não era importante no período colonial. O ensino ficava a cargo dos jesuítas e poucas escolas havia. O monopólio da Igreja Católica dificultou a educação popular, ficando esta apenas para a elite (Carvalho, 2007, p.24).

combater a iliteracia e o analfabetismo⁷⁰ esteja em decréscimo, 5.6% da população não sabe ler nem escrever a língua oficial, o Português (IBGE, Censo 2022).

Economicamente, o Brasil é um país em desenvolvimento. Face à sua situação social e económica, até recentemente era classificado, internacionalmente, como um país do terceiro mundo, subdesenvolvido. Devido ao seu rápido crescimento industrial e económico, ultimamente é conhecido como um país emergente ou em desenvolvimento (Almeida, 2004).

A seguir, apresenta-se o mapa físico do Brasil:



Figura 6 – Mapa físico e político do Brasil, com relevo, divisões estaduais e principais cidades.

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2024).

⁷⁰ A taxa de analfabetismo é o percentual de pessoas analfabetas de 15 anos ou mais em relação ao total de pessoas do mesmo grupo etário. É divulgada pelo suplemento de Educação da PNAD Contínua-Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNADC).

3.b - Geografia Cultural – Estados Unidos da América

Os Estados Unidos da América são um agigantado país, não só pela sua extensão territorial, como pelo seu poder económico e militar a nível mundial. Estão situados no centro da parte norte do continente americano e seu território abrange 9.372.614 km², que vai desde o Alasca até à extremidade nordeste do Havai, no Oceano Pacífico. Ocupa a quarta posição, em extensão territorial do mundo, ficando atrás da Rússia, do Canadá e da China. São compostos por cinquenta Estados, um Distrito Federal e vários territórios, e é o terceiro do mundo em população. Este imenso território, constituído por uma área florestal de 226 milhões de hectares, foi adquirido, ao longo de sua trajetória histórica, através de várias estratégias de expansão⁷¹.

Caracterizado por grandes florestas temperadas na costa leste e noroeste, pantanais na Flórida, planícies e o sistema fluvial do Mississippi/Missouri na região central, as Montanhas Rochosas, desertos e zonas costeiras a oeste das Montanhas Rochosas, o país possui um clima muito variado, que vai do Subtropical ao Polar. Dois terços do território americano apresentam, na sua profundidade, formações salinas que são favoráveis ao sequestro de carbono (Hossain et al.2023, p. 5).

Em termos económicos, os Estados Unidos detêm metade da riqueza do mundo e são o líder da economia mundial. Atualmente, possuem um produto interno bruto nominal (PIB) estimado em mais de US\$ 25,46 biliões em 2022. (Data for Brazil, United States | Data World Bank.org).

⁷¹ Várias foram as estratégias de expansão utilizadas pelos EUA: negócios, ofertas, tratados comerciais e conquistas. Após adquirir a independência, a sua expansão foi primeiramente dirigida à conquista do território selvagem, para o Oeste, lutando contra as tribos dos nativos indígenas (os tradicionais cowboys). Segue-se a expansão para a esfera internacional: a participação americana na independência de Cuba, a guerra com a Espanha (*Spanish–American War*, em 1898), preservando a sua área de influência. Dois elementos da sua política externa, neste período, foram os alicerces para a expansão norte-americana: a *Open Door Policy* (conquista pacífica do mercado internacional) e a Construção do Império (Jorge, 2007, pp. 39–40). Motivados pelo ideal herdado pelos ingleses protestantes para ali refugiados, de que Deus estava do lado da América e que os norte-americanos eram um povo eleito por Deus, com um destino a cumprir (*Manifest Destiny*), as conquistas territoriais eram justificadas: como um dever da nação estadunidense de expandir seus valores [...], de acordo com uma retórica de destino, fé, escolha e crença (Galdioli,2008, p 52).

A população americana é caracterizada pela imigração; foi constituída, ao longo de sua história⁷², por povos de todos os cantos do mundo. Apesar de a maioria dos imigrantes vir da Europa, há também pessoas da América Latina, África, Ásia, Austrália e Canadá. Porém, no período colonial, predominaram os britânicos; estes eram, na maioria, fugitivos religiosos protestantes perseguidos no seu país (*Pilgrim Fathers*)⁷³ e presidiários. Popularmente conhecida como a terra das oportunidades (*American Dream*)⁷⁴, muitos imigrantes ilegais⁷⁵ são atraídos pelo desejo de sucesso e pela busca de uma vida melhor (Pires, 1996).

Assim, esta diversidade de culturas funde-se numa identidade única, dando origem à sociedade americana. O racismo, embora atenuado, continua a prevalecer, e os brancos (WASP)⁷⁶ têm o domínio sobre as outras cinco minorias étnicas (negros, hispânicos, asiáticos, esquimós). A desigualdade social é outra forte característica da sociedade americana, existindo atualmente 19 milhões de pessoas que vivem em extrema pobreza (Relatório Mundial, 2022).

Perante a realidade da assimilação do modo de vida americano, e por influência do protestantismo⁷⁷ desenvolveu-se um sistema educacional público, o qual foi muito bem-sucedido (Galdioli, 2008, p. 41). Resultante deste sucesso, atualmente, a taxa de

⁷² A colonização inglesa do território norte-americano, durante dois séculos (1579 a 1776), deu origem à formação das treze colónias que viriam a constituir os Estados Unidos da América. À parte do povo inglês, houve a migração de negros pelo tráfico de escravos oriundos de África. Em 1780, havia 575.425 escravos negros que foram levados para os Estados Unidos (Galdioli, 2008, pp. 42–43). Porém, outros povos europeus disputaram o território americano anteriormente: os espanhóis (Cristóvão Colombo) foram os primeiros a chegar e ocupar a América (1492). No século XVI, os franceses ocuparam o norte do continente americano, seguindo-se a ocupação dos holandeses e dos suecos (Bosch, 2005, pp. 1–7; Pires, 1996; Schoel, 1968; Chaunu, 1969, pp. 143–144).

⁷³ Os chamados *Pilgrims* (os peregrinos), ou puritanos, constituíram comunidades com governo próprio e foram os que mais influenciaram a formação da cultura americana, implementando os conceitos de *American Dream* (Sonho Americano) e *Manifest Destiny* (Destino Manifesto), que caracterizam a sociedade americana (Galdioli, 2008, p. 50; Wasserman & Fullmer, 2023).

⁷⁴ *American Dream*: o sonho americano é baseado no ideal de liberdade, igualdade para todos e na perseguição da felicidade, assim como no acesso e no direito à cultura para todos. Foi expresso por Thomas Jefferson na Declaração da Independência. Atualmente, vê-se este ideal bem enraizado na cultura norte-americana: nos museus, na música, na dança e no cinema americano. Este ideal tornou-se a causa da humanidade (Pires, 1996; Bosch, 2005, p. 24).

⁷⁵ Estes imigrantes são maioritariamente do México e, por vezes, são alcunhados de *chicanos* ou *wetbacks*, formando uma comunidade marginalizada da sociedade americana..

⁷⁶ WASP – White Anglo – Saxon Protestant.

⁷⁷ O protestantismo valorizava a alfabetização para a livre interpretação da Bíblia. A educação superior recebia atenção especial, pois um grupo que se acreditava eleito por Deus deveria ser educado como tal (Galdioli, 2008, p. 41).

analfabetismo é de apenas 1% da população (fonte: CIA World Factbook, [acesso em 20/08/2023]).

No que respeita à religião, os EUA são caracterizados pelo pluralismo religioso. Estabelecido pela Constituição, não há uma religião oficial estatal; cada cidadão tem a liberdade de escolha, entre as várias religiões existentes. Contudo, as predominantes são a protestante com 46,5% de religiosos e a católica que envolve 20,8% da população.

Apresenta-se, abaixo para efeitos ilustrativos, o mapa físico dos Estados Unidos:



Figura 7: Mapa físico e político dos Estados Unidos, com relevo, rede de transportes e principais cidades.

Fonte: Central Intelligence Agency – The World Factbook (2024).

Nos mapas físicos dos Estados Unidos (Fig. 7) e do Brasil (Fig. 6) apresentados acima, pode-se observar as características geográficas de cada território, com os relevos (cor castanha), as áreas fluviais (azul) e as áreas de vegetação (verde). Pode-se ver também, nestes mapas, a divisão territorial dos países; seus Estados, as principais

idades e capitais. Os Estados Unidos possuem uma área florestal de 226 milhões de hectares e Brasil 488.066.946 hectares.

A continuação, apresenta-se uma tabela comparativa dos aspetos socioeconómicos de Brasil e dos Estados Unidos, bem como um mapa do continente americano que complementa o que foi dito acima:

Observa-se, na Tabela 1, que os Estados Unidos superam o Brasil em extensão territorial, população e produto interno bruto (PIB). Apesar da sua riqueza, a população em situação de miséria nos EUA tem vindo a aumentar, apresentando, atualmente, um número superior ao do Brasil. Por sua vez, o Brasil supera os Estados Unidos no que respeita à taxa de desemprego, ao crescimento económico, à taxa de analfabetismo, à mortalidade infantil, ao crescimento populacional e à área florestal.

A religião predominante no Brasil é a católica, sendo a religião oficial do país, e nos EUA, é a protestante, não existindo, pela sua Constituição, uma religião oficial.

Item	Brasil	USA	OBS
Área territorial	8.514.977 km ²	9.372.614 km ²	
Área Florestal	488.066.946ha.	226.000.000ha.	
População	215.313,498	333.287.56	
Densidade Demográfica	24,88 hab./km ² .	35,63 hab./km ² .	
Crescimento populacional	0,5%	0,4%	taxa anual
Mortalidade infantil	14%	6%	> 5 anos/ 1000
Analfabetismo	5.6%	1%	
BIP	US\$ 1,92 biliões	US\$ 25,46 biliões	
Crescimento económico	2,9%	2.1%	
Desemprego	9,5%	3,6%	
População na miséria	13 milhões 5,8%	19 milhões 0,2%	vivência com menos de 1,90 dólares (1,61 euros) por dia
Religião predominante	Católica 74%	Protestante 46,5%	

Tabela 1 – Tabela comparativa dos aspetos socioeconómicos do Brasil e Estados Unidos.
 Fonte: elaboração própria a partir de dados do IBGE, ONU, World Bank [acesso em 28/08/2023].

Para finalizar esta secção do capítulo 3, apresenta-se abaixo o mapa do continente americano, onde se pode notar a imensa extensão territorial dos Estados Unidos e do Brasil, assinalados a cor-de-rosa. O Brasil ocupa metade da América do Sul.



Figura 8 – Mapa político do continente americano. Fonte: Multimapas

3.c - O sistema político do Brasil

O Brasil é uma República Federativa Presidencialista,⁷⁸ com um regime político democrático⁷⁹. O seu território é composto por vinte e seis estados e um distrito federal. A primeira Constituição republicana, datada de 1889⁸⁰, seguiu o modelo americano e vigorou até 1930 (Primeira República), década em que, devido às várias mudanças na sociedade brasileira, entrou em vigor uma nova Constituição⁸¹ (Oliveira, 2013, p. 208).

O sistema legal brasileiro segue o modelo greco-romano, apresentando um regime pluralista⁸². É constituído pela associação de três entidades políticas autónomas: o Estado, os Municípios e o Distrito Federal (governo nacional), abrangendo três Poderes Constitucionais: o Executivo, o Legislativo e o Judiciário (Carvalho, 2007, pp. 25, 28).

O Poder Executivo, cujo chefe é o Presidente da República, detém a primazia; é o centro do sistema, sendo, segundo Amorim Neto: (...) *o mais influente órgão do Estado na vida política nacional*.

O Presidente da República possui amplos privilégios constitucionais no que respeita à direção da administração pública e ao processo legislativo. O presidente

⁷⁸ As características de um sistema presidencialista são; 1) um Presidente, que é chefe do governo, 2) o Presidente é eleito pelo povo em eleição popular, 3) o seu mandato é fixado e tem a duração de quatro anos, e 4) a equipa do governo, o Ministério, é designada pelo Presidente (Cintra, 2007, p. 37).

⁷⁹ As características de um regime político democrático são; 1) participação ativa da população nas tomadas de decisões públicas, 2) realização periódica de eleições (voto secreto e livre), e 3) estabelecimento de uma Constituição da qual se desprendem as leis. Em suma, *a verdadeira democracia permite aos cidadãos se expressarem livremente* (Equipe editorial de Conceito (4 de janeiro de 2016). *Regime democrático - O que é, conceito e definição*. Disponível em: <https://conceito.de/regime-democratico>). [acesso em 20 de janeiro de 2020].

⁸⁰ Após a declaração da independência do Império de Portugal (7 de setembro de 1822), o regime que vigorou no Brasil foi a Monarquia. D. Pedro I, filho de D. João VI, rei de Portugal, foi proclamado Imperador do Brasil. A 15 de novembro de 1889, houve o golpe republicano militar liderado pelo general Deodoro da Fonseca e foi decretada a República (República dos Estados Unidos do Brasil). Em 1930, com o golpe militar, subiu à Presidência, Getúlio Vargas e dá-se início a um novo regime político no Brasil, o Estado Novo, sendo promulgada uma nova Constituição. O período entre 1964 e 1985, é marcado pela ditadura militar na história política do Brasil (Carvalho, 2007, pp. 25-28). Após a queda do regime militar (1985) inicia-se a Nova República.

⁸¹ Vários fatores externos marcam grandes mudanças sociais e políticas no Brasil na década de 1930: a I Guerra Mundial (1914-1918), a Revolução Comunista (1917), a tomada do poder pelos nazistas na Alemanha (1930) e, principalmente, a grande crise de 1929, que causou a queda da bolsa de valores de Nova York, prejudicando a exportação de café e consequentemente a economia nacional (Carvalho, 2007, p. 27).

⁸² Como um regime pluralista, o Congresso é composto por quinze partidos políticos, dentre os quais, quatro se destacam: O Partido dos Trabalhadores (PT), Partido da Social Democracia Brasileira (PSDB), Partido do Movimento Democrático Brasileiro (PMDB) Partido da Frente Liberal (PFL).

brasileiro tem o direito de propor projetos de lei e emendas constitucionais; possui iniciativa legislativa exclusiva no que respeita à administração pública e ao orçamento; possui a atribuição de vetar, parcial ou totalmente, as leis aprovadas pelo Legislativo; tem o poder de editar medidas provisórias e tem o poder de nomear e demitir livremente os ministros de estado (Neto, 2007, pp. 131, 137, Cintra, 2007, p.39). De acordo com Amorim Neto:

O chefe do Executivo brasileiro é um dos mais fortes do mundo em termos de prerrogativas legislativas. O presidente brasileiro também comanda um vasto império administrativo, incluindo não apenas os ministérios, mas também o Banco Central, o Banco do Brasil, o BNDES (o maior banco de investimento público do mundo), a Petrobras (a maior empresa nacional) e várias outras agências estatais (Neto, 2007, p. 140).

O Poder Legislativo, que abriga o Congresso, é composto pela Câmara dos Deputados e pelo Senado Federal. Ambos os organismos possuem poderes semelhantes e são responsáveis pela aprovação de projetos de leis conjuntamente, decidindo também sobre acordos e tratados internacionais (Estevo, 2021, p. 106).

O Ministério no Brasil tem duas dimensões fundamentais: a partidária e a regional. Assim, o Ministério é formado por vários partidos políticos, o que lhe confere uma característica fragmentada e de heterogeneidade ideológica, e por representantes políticos dos diversos Estados brasileiros. Geralmente, são os oito maiores Estados do Brasil que dominam os lugares no Ministério. São eles: Bahia, Ceará, Minas Gerais, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo (Neto, 2007, pp. 132, 137).

Devido ao pluralismo partidário existente no Brasil, o sistema político é caracterizado pela coalizão; para que o Presidente possa governar de forma eficiente, com o apoio do Congresso, sem que haja entraves ou rejeições aos seus projetos de lei, ele procura formar alianças e coligações dentro do Legislativo (Abranches, 2018, citado por Estevo, 2021, p. 108).

3.d - O sistema político dos Estados Unidos da América

O sistema político dos Estados Unidos da América é fundado com base na Constituição de 1787⁸³ e serviu de exemplo para outros países (Poole, 2008, p.11).

Como uma República Federativa Presidencialista, o poder do Governo é distribuído entre os governos federal e estadual. O governo federal é dividido em três principais poderes: o Executivo, o Legislativo e o Judicial, e cada Estado tem a sua autonomia política. Por sua vez, o Executivo é composto por onze departamentos que estão sob o comando presidencial. Entre estes, existe o Departamento de Estado (*Department of State*) que representa o Presidente nos assuntos externos. O Poder Legislativo é exercido pelo Congresso, que, por sua vez, é composto pelo Senado e pela Câmara dos Representantes (*House of Representatives*). Estes dois órgãos legislativos têm poderes uniformes; para que a maioria das leis seja aprovada, é necessário que ambas as câmaras votem a favor. Um Presidente e oito juízes constituem o Supremo Tribunal, que comanda o Poder Judicial.

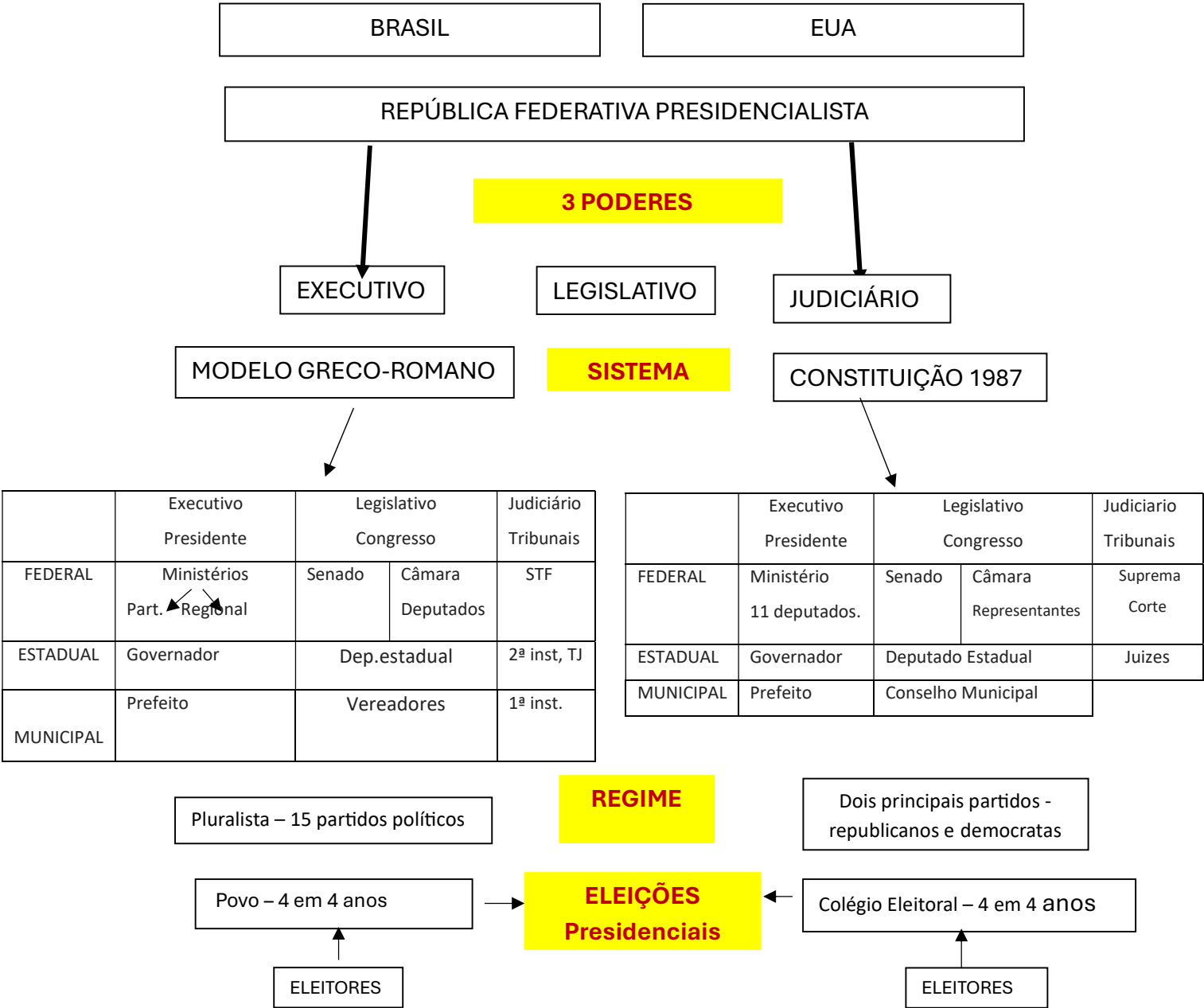
O mais alto representante do Executivo é o Presidente e, sendo um regime democrático, é eleito pelo povo, com um período de vigência de quatro anos. As eleições presidenciais são realizadas através do sistema do Colégio Eleitoral. O candidato que obtiver a maioria dos votos no Colégio Eleitoral é o vencedor, mesmo que ele tenha menos votos no geral do que o outro candidato. O Colégio Eleitoral é composto por membros de cada Estado, e o número de membros é proporcional à população do Estado. Cada Estado é representado por dois senadores, independentemente da sua população.

O Presidente tem o poder de sugerir leis ao Congresso e também pode vetar as leis aprovadas por este. Em todos os Estados, as eleições caracterizam-se pelos votos uninominais, isto é, o eleitor vota em apenas um candidato, seguindo o sistema de uma

⁸³ A Constituição estadunidense foi editada a 17 de setembro de 1787 (uma década depois da Declaração da Independência da Grã-Bretanha), na convenção de Filadélfia, após quatro meses de discussão entre os 55 representantes dos treze Estados que constituíam a União, presidida por George Washington. Inicialmente, era dividida em sete artigos, e cada um, por sua vez, subdividido em muitas secções. A criação da Constituição dos EUA foi um acontecimento histórico importante; além de implementar o regime federal republicano, que diferia completamente da monarquia que governava na Europa, também resolveu o complicado problema da repartição de poderes entre o governo central e os Estados. A Constituição conferiu a possibilidade de adicionar emendas, de acordo com a necessidade de ajustar as leis que eram aprovadas e promulgadas pelo Congresso. Após a publicação da Constituição, algumas controvérsias tiveram lugar e causaram a formação de dois grupos que estão na base dos dois atuais partidos políticos: os federalistas e os antifederalistas (Poole, 2008, p. 11; Galdioli, 2008, p. 49).

única rodada. Isso favorece a formação de um sistema bipartidário e a consequente polarização do sistema (Poole, 2008).

Atualmente, desde a criação da Constituição, está estabelecida a coexistência de dois principais partidos políticos: o Partido Republicano e o Partido Democrático (Wasserman & Fullmer, 2023, pp. 22-23).



Quadro 4 – O regime político do Brasil e dos Estados Unidos.

Fonte: elaboração própria.

O Quadro 4, acima, sintetiza o regime político do Brasil e dos Estados Unidos: ambos são Repúblicas Federativas Presidencialistas. A principal diferença está na Constituição; o Brasil segue o modelo greco-romano e os EUA a Constituição de 1787; além disso, as eleições presidenciais americanas são decididas pelo sistema do Colégio Eleitoral, o que não sucede no Brasil.

3.e – O Brasil e os EUA – Políticas domésticas e externas

Conforme dito no capítulo anterior, Brasil e Estados Unidos são os maiores produtores de biocombustíveis do mundo, apresentando ambos condições favoráveis para a inserção do BECCS em seus territórios. O papel do Estado é fundamental para estimular a produção e a comercialização de bens e serviços. Por outro lado, o problema das alterações climáticas está intrinsecamente ligado ao desenvolvimento económico, e à segurança humana, áreas de extrema importância para as políticas domésticas de um Estado.

Considerando que a política doméstica e as relações internacionais estão sempre entrelaçadas, isto é, são indissociáveis uma da outra, podendo a primeira influenciar a segunda e vice-versa (Putnam, 2010, p.147), e toda a ação externa de um Estado tem como principal objetivo a defesa dos seus interesses internos (Krasner, 2009), as tomadas de decisão dos governos no que diz respeito às políticas climáticas domésticas influenciam a sua posição internacional, bem como as suas relações com outros países, da mesma forma que os acordos alcançados na política internacional climática influenciam nas políticas internas de cada país.

Assim sendo, para a análise proposta neste estudo, é necessário comparar as políticas domésticas e externas do Brasil e dos EUA em relação aos biocombustíveis e ao clima, bem como a relação entre ambos.

Na secção a seguir serão apresentadas as suas políticas domésticas e externas em relação aos biocombustíveis, à tecnologia CCS e ao ambiente.

3.f - Políticas domésticas climáticas Brasil (biocombustíveis, CCS, BECCS)

O principal instrumento da política climática no Brasil é a Política Nacional sobre Mudança Climática (PNMC), lei criada pelo Presidente Lula da Silva em 2009 (Franchini et al., 2020, p.87). O PNMC propõe um grande leque de linhas de ações, sem, contudo, estabelecer um ordenamento (Pereira 2013, p. 108). Dentre estas ações, constam políticas de incentivo a fontes de energia renováveis e pouco intensivo em carbono (Oliveira, 2010); porém, não faz qualquer referência à Captura e Armazenamento de Carbono (Ketzer & Machado., 2016, p. 79).

O Brasil adota medidas de incentivo ao etanol e ao uso de biomassa para geração de energia desde 1975 (Programa Pro-álcool),⁸⁴ sendo intensificadas a partir de 2007. Em 2003, o governo aumenta a percentagem obrigatória de etanol na gasolina para transportes com a medida E25 (mistura de 25% de etanol e 75% de gasolina). Em 2004, é introduzido o Programa Nacional de Produção e uso de Biodiesel (PNPB) e em 2010, foram criadas medidas de incentivo ao biodiesel⁸⁵, impondo a mistura obrigatória de biodiesel nos combustíveis fósseis (Dornelles, 2010). A percentagem de mistura de biodiesel foi aumentada em 2018, para 10% com a criação da medida B10 (Sajid et al., 2021, pp 5-8).

Após o Protocolo de Kyoto, o Brasil apresenta as Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas (INDC, sigla em inglês), em que estabelece metas de redução de gases com efeito de estufa, através da tributação do carbono, de políticas públicas para o transporte sustentável e do reforço do incentivo aos biocombustíveis, pretendendo reduzir as emissões em 37% abaixo do nível de 2005 até 2025, podendo tal redução alcançar 43% até 2030. Importante incentivo para o aumento da produção e do comércio de etanol no Brasil foi o lançamento, em 2003, de automóveis equipados com motores *flex fuel* no mercado brasileiro. A tecnologia *flex fuel* permite que os veículos sejam movidos a gasolina, a álcool ou a ambos, ao mesmo tempo, o que constitui uma importante contribuição para a redução das emissões de CO₂ (Pereira, 2013, p. 90).

⁸⁴ O Programa Pro-álcool providenciava recursos e incentivos financeiros para a produção de etanol de cana-de-açúcar (Sajid et al., 2021, p.5)

⁸⁵ O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) visa implantar um programa sustentável, promovendo inclusão social; garantir preços competitivos, qualidade e suprimento; e produzir biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas em diversas regiões (Sallet & Alvim, 2011).

Na COP26 (2021, em Glasgow), a meta do INDC do Brasil foi atualizada: de 30% para 50% de redução das emissões até 2030, em substituição ao compromisso voluntário anterior de 43% (Pereira et al., 2022, p. 71). Adicionou-se, também, o objetivo de alcançar a neutralidade climática até 2060 (Silveira et al., 2023, p. 1). Pretende-se ainda aumentar a participação de biocombustíveis no sistema energético brasileiro para aproximadamente 18% até 2030; expandir o consumo de biocombustíveis, aumentar a oferta de etanol, acrescentar a fração de biocombustíveis avançados (segunda geração) e adicionar a parcela de biodiesel na mistura de diesel (Reis, 2011; UNFCCC).

Apesar de constarem do Plano Nacional de Mudanças Climáticas referências à importância da tecnologia de Captura e Armazenamento de Carbono como opção de mitigação, inexistem, até à data, no Brasil, leis regulatórias e políticas de apoio ao desenvolvimento e à implantação de CCS (sigla em inglês) (Ketzer & Machado, 2016, p. 79; Silveira et al., 2023, p. 15). No entanto, lançado em 31 de maio de 2022 pelo senador Jean Paul Prates (PT/RN) e aprovado pela Comissão do Meio Ambiente (CMA) do Senado Federal, em setembro de 2023, o Projeto de Lei n.º 1425/2022 propõe um marco regulatório para CCS no Brasil como atividade de interesse público, como forma de redução das emissões de gases com efeito de estufa, visando à transição para uma economia de baixo carbono (CCS Brasil, 2023, p. 26; Senado, 2022).

O Programa Combustível do Futuro, lançado em 2021 pelo governo federal e que já aprovado pelo Senado, em 13/11/2024, propõe a regulamentação desta atividade, entre outras medidas para o aumento do uso de combustíveis sustentáveis e de baixa intensidade de carbono. Este programa pretende elevar o limite legal, dos atuais 27,5% para 30%, da mistura do etanol à gasolina e a redução obrigatória, e de 10%, das emissões de CO₂ para o setor aéreo entre 2027 e 2037, com o uso progressivo do SAF (combustível sustentável de aviação). Além disso, o projeto propõe avanços no diesel verde e na captura de carbono e regulamenta o mercado de carbono no Brasil (CCS-Brasil, 2023, p. 26; MME, 2024; Junqueira & Rittner, 2023).

Um marco importante alcançado no governo de Lula (2004) para o ambientalismo brasileiro foi o êxito do Plano de Ação para Prevenção e Controle do

Desmatamento da Amazônia⁸⁶ (PPCDAm), dando origem a uma significativa redução das emissões de carbono (Franchini et al., 2020, p. 87).

Recentemente, com o objetivo de atingir as metas propostas no INDC, o Ministério de Minas e Energia lançou o Programa RenovaBio (Política Nacional de Biocombustíveis). Este programa, que já está a funcionar na sua plenitude, é uma política de Estado que objetiva traçar uma estratégia conjunta para reconhecer o papel engenhoso de todos os tipos de biocombustíveis na matriz energética brasileira, tanto para a segurança energética quanto para mitigação de emissões de gases de efeito de estufa (MME, 2020; Renovabio.org., 2018; Grassi & Pereira, 2018). Inovador, este programa não propõe a criação de imposto sobre carbono, subsídios, crédito presumido ou mandatos de adição de biocombustíveis a combustíveis fósseis:

O RenovaBio não traz incentivos fiscais e subsídios, ou a redução da arrecadação fiscal – ou seja, o custo para o governo é zero. Ele apenas obriga distribuidoras a cumprir uma meta de redução da intensidade de carbono contida nos combustíveis distribuídos nacionalmente e valoriza os biocombustíveis mais limpos, que serão transacionados no mercado como um prêmio”

(Bernardo Silva, 2017).

Todavia, apesar de inovadora, esta política apresenta algumas lacunas; na opinião de Martinelli et al. (2022), o RenovaBio incentiva o comércio e a economia dos biocombustíveis, perspetivando a questão climática, mas não visa solucionar as questões de insustentabilidade que derivam desta tecnologia, tais como o mau uso da terra, a pobreza, a poluição da água e a questão do trabalho escravo (Martinelli et al., 2022).

Algumas questões relativas às taxas e aos aspetos legais do RenovaBio ainda não estão bem definidas, e apesar de ser a única política de precificação do carbono

⁸⁶ O maior problema climático do Brasil é a elevada taxa de emissões de gás carbónico proveniente do desmatamento ilegal da Floresta Amazónica e do Cerrado. Entre 1980 e 2005, esta taxa variava entre 34% e 80% das emissões no Brasil. Entre 2000 e 2005, as emissões *per capita* na Amazônia ultrapassaram as 60 toneladas, facto este que projetou uma imagem negativa do Brasil na cena internacional, de negligência climática. Com o sucesso do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento da Amazônia, houve um período de quase dez anos de declínio, porém; este volta a subir em 2013 (Franchini & Viola, 2019, p. 14).

implementada no Brasil, o uso de CBIO⁸⁷ no mercado internacional não é simples, devido às diferenças de tratamento do etanol hidratado, do etanol anidro e do biodiesel, que possuem mandatos próprios (Grangeia et al., 2022, p.7).

Para Barbosa et al. (2022), um dos principais desafios desta política é a precificação dos combustíveis no Brasil, que está sob controlo do governo. Porém, a perda do seu potencial ou dos seus benefícios constituiria uma desvantagem considerável para o sector sucroenergético brasileiro (Barbosa et al., 2022, p.10).

Também foi lançada pelo governo federal em 19 de maio de 2022, a lei do Mercado de Carbono Voluntário (decreto nº 11.075/2022). Este decreto dispõe sobre as diretrizes para elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas, institui o SINARE (Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito de Estufa) e traz a possibilidade de criação do mercado de gás metano. Porém, não fixa prazos para o início do SINARE nem para a elaboração dos planos setoriais (CCS-Brasil, p. 28).

De acordo com o relatório do BNDES (2017), o Brasil tem um dos maiores e de maior sucesso programas de biocombustíveis, incluindo a geração de eletricidade a partir da biomassa, fazendo jus à sua classificação como uma economia de baixo carbono (BNDES, 2017).

No entanto, para Franchini e Viola (2019), esta classificação do Brasil não corresponde à realidade; apesar de o Brasil ter tido alguns avanços na hidroeletricidade e nos biocombustíveis e de apresentar uma matriz energética em que prevalecem as fontes renováveis (cerca de 47,30% em produtos da cana-de-açúcar, energia hidráulica e biomassa, em 2005) (Reis, 2011, p. 43; Pereira, 2013, p. 78), as energias renováveis sofreram uma quebra, devido ao aumento das energias fósseis, a partir de 2008, e o Brasil nunca conseguiu conquistar o mercado global das tecnologias de baixo carbono.

Mesmo na área dos biocombustíveis, o objetivo brasileiro não foi alcançado, isto é, transformá-lo numa *commodity* mundial (Franchini & Viola, 2019, p. 14).

⁸⁷ CBIO - crédito de redução de carbono. Uma tonelada de carbono (CO₂) não emitido corresponde a um CBIO.

A administração de Dilma Rousseff (2011-2014) teve como prioridade o crescimento económico, em prol do desenvolvimento. Assim, as questões de foro ambiental foram negligenciadas e a indústria petrolífera estimulada e financiada. Como consequência desta atitude política, o desmatamento da Amazônia aumentou e a redução de emissões sofreu um retrocesso. O seu sucessor, Michel Temer (2016-2018), manteve a linha conservadora de Dilma, permanecendo a crise climática em segundo plano (Franchini et al., 2020, p.91).

A política climática nacional, que já vinha em declínio, sofreu, na governação de Bolsonaro (2018-2022), um enorme retrocesso. Caracterizada pelo conservadorismo, perspetivando o retorno aos valores tradicionais, sua administração manifesta-se em ações como a eliminação da Secretaria de Mudanças Climáticas dentro do MME e a eliminação do orçamento para as alterações climáticas ao longo da gestão do ano de 2019 (Lima & Albuquerque, 2019, p.15). Os recursos orçamentários destinados ao controlo do desmatamento ilegal foram reduzidos quase na totalidade, enquanto a proteção do bioma foi degradada por meio de regulamentos e decretos ministeriais, como a transferência do serviço florestal do MMA (Ministério do Meio Ambiente) para o Ministério da Agricultura, e a perda de autonomia do IBAMA⁸⁸ assim como a diminuição do número de multas por desmatamento ilegal (Franchini et al., 2020, p. 94; Pereira et al., 2022, p. 48).

Novamente eleito e empossado em janeiro de 2023, Luiz Inácio Lula da Silva, no seu terceiro mandato, recupera as suas políticas sociais e ambientais que haviam sido implementadas nos seus anteriores mandatos. Na área do ambiente, Lula retoma o programa de apoio às medidas de proteção da Amazônia, financiado com recursos estrangeiros que somaram 5,4 mil milhões de reais, e tenta recompor o sistema de gestão ambiental federal e a sua articulação com os estados no que se refere à fiscalização, ao controlo e ao planeamento de estratégias (Exame, 2023).

⁸⁸ O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) é uma autarquia federal dotada de personalidade jurídica de direito público, autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente (MMA). Em 22 de fevereiro de 1989, foi promulgada a Lei n.º 7.735, que criou o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, integrando a gestão ambiental no país (IBAMA, www.gov.br).

A seguir, pode-se visualizar um gráfico ilustrativo da matriz energética brasileira:

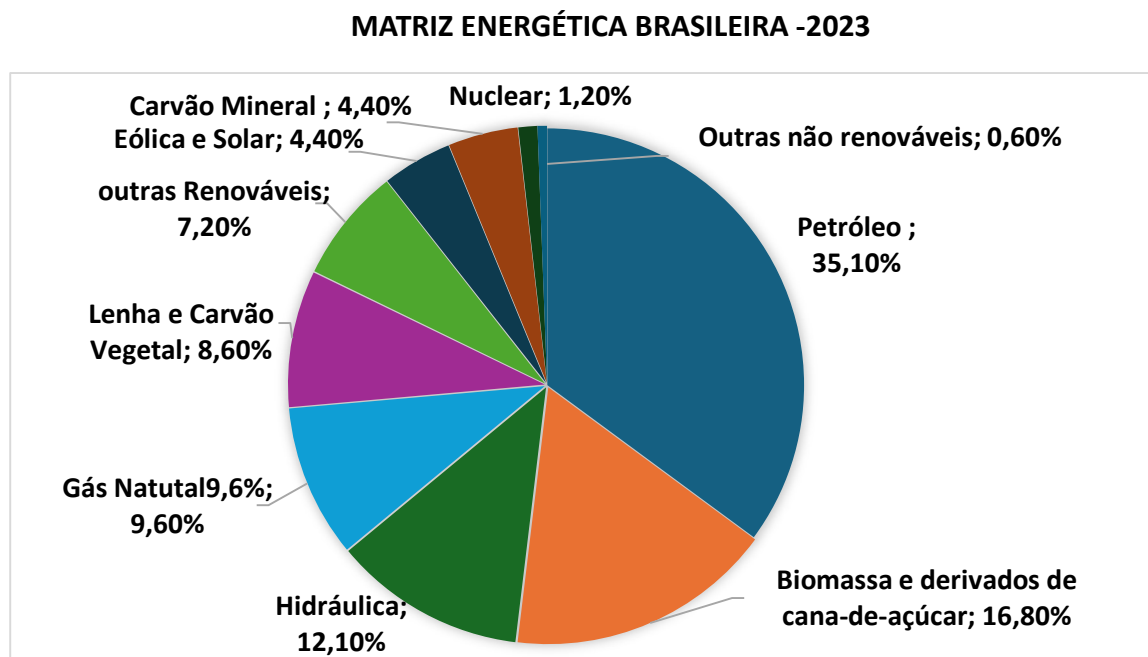


Gráfico 2 – Matriz Energética Brasileira em 2023. *Fonte: elaboração própria*
Dados: Empresa de Pesquisa Energética (EPE),

Verifica-se, no gráfico acima, que as energias provenientes de fontes renováveis ocupam quase metade da Matriz Energética Brasileira, somando 49,1%, distribuídas entre etanol, hidráulica, eólica e solar, lenha e carvão vegetal e outras renováveis (biomassa, biodiesel, biogás), sendo a mais utilizada entre as renováveis, os derivados de cana-de-açúcar (etanol) (EPE, BEN, 2023).

3.h – Políticas domésticas climáticas dos Estados Unidos da América (biocombustíveis, CCS, BECCS, clima)

Os EUA, no seu primeiro INDC apresentado, estabeleceram a meta de reduzir as emissões de gases de efeito de estufa em 26% a 28% abaixo dos níveis de 2005 até 2025. Leis públicas, regulamentos e outras medidas mandatárias vão ao encontro deste

propósito; *The Farm Bill* (2002, 2007)⁸⁹, o *Biomass Crop Assistance Program*⁹⁰ criado através de o *Food, Conservation, and Energy Act* (2008) (uma extensão da lei anterior), o *Biomass Research and development Act* (2000), o *Clean Air Act*⁹¹, o *Energy Policy Act*⁹² (EPA)(2005) e o *Energy Independence and Security Act*⁹³ (EISA) (2007), e o mandato *Renewable Fuel Standard* (RFS)⁹⁴, criado sob os regulamentos destas leis (UFCCC; Greenfacts, 2018; Pascoli, 2022, p. 17).

⁸⁹ *The Farm Bill* incluiu várias disposições para promover o desenvolvimento de biorefinarias, fornecer incentivos aos produtores de matérias-primas e realizar programas de educação para agricultores, autoridades locais e sociedade civil, promovendo os benefícios da produção e utilização de biocombustíveis. *The Farm Bill* de 2007 reduziu o crédito tributário para etanol à base de milho de 51 para 45 centavos de dólar por galão e introduziu um crédito tributário de US\$ 1,01 por galão para etanol à base de celulose (Greenfacts, 2008).

⁹⁰ Este programa destina-se a prestar assistência financeira à agricultura e aos proprietários de terras florestais a fim de, incentivar a produção de matéria-prima de biomassa para fins de bioenergia. Esses incentivos são instrumentos importantes para superar os desafios associados à escassez de biomassa (Pascoli et al., 2022, p. 17).

⁹¹ O *Clean Air Act* é uma política de controle da qualidade do ar para contribuir com o aumento do consumo de etanol nos Estados Unidos. Essa lei foi criada na administração de Richard Nixon, em 1970, com o nome de o *Clean Air and Water Act* com o intuito de mitigar a poluição ambiental, e tornou-se a peça central da ação climática dos EUA, com uma contribuição significativa para a redução de emissões (Kimble, 2020, p. 3).

⁹² O *Energy Policy Act* (EPA) trata da produção de energia nos Estados Unidos, incluindo: (1) eficiência energética; (2) energia renovável; (3) petróleo e gás; (4) carvão; (5) energia tribal; (6) questões nucleares e segurança; (7) veículos e combustíveis, incluindo etanol; (8) hidrogênio; (9) eletricidade; (10) incentivos fiscais à energia; (11) energia hidrelétrica e geotérmica; e (12) tecnologia de mudança climática. Por exemplo, a lei fornece garantias de empréstimos para entidades que desenvolvem ou usam tecnologias inovadoras que evitem a superprodução de gases de efeito de estufa, concede incentivos fiscais e subsídios para energia nuclear, solar, eólica e outras fontes de energia. Outra disposição da lei aumenta a quantidade de biocombustível que deve ser misturada à gasolina vendida nos Estados Unidos (<https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-energy-policy-act>).

⁹³ O *Energy Independence and Security Act* estabeleceu metas quantitativas ambiciosas, estipulando um volume para 2008 de 9 bilhões de galões de combustíveis renováveis e um aumento gradual para 36 bilhões de galões até 2022. Desses, 21 bilhões de galões devem ser cobertos por biocombustíveis avançados (dos quais 16 bilhões de biocombustíveis celulósicos e 5 bilhões de biocombustíveis avançados não diferenciados). A lei ntroduziu créditos e subsídios para produção de biocombustíveis avançados, com pelo menos uma redução de 80% nas emissões de gases de efeito de estufa e para a instalação de infraestrutura de reabastecimento de etanol-85. (<https://www.greenfacts.org/en/biofuels/figtableboxes/biofuel-policies-usa.htm>).

⁹⁴ Além de determinar o volume anual de biocombustíveis utilizado no setor de transportes, o RFS especifica que todos os combustíveis renováveis devem também ter um ciclo de vida de emissões de GEE de nível igual ou inferior a uma linha de base estabelecida pela EPA. O RFS também expandiu o mercado de biocombustíveis por meio da criação de um número de identificação renovável nacional (RIN). Os RIN desempenham um papel importante na subvenção dos biocombustíveis e no aumento do custo da gasolina e do diesel (Pascoli et al., 2022, p. 17).

A EISA impulsionou a produção de biocombustíveis e estabeleceu o RFS com metas ambiciosas aos produtores: o aumento gradual para 36 bilhões de galões até 2022 (EPA, 2007).

Muitas dessas leis promovem a bioenergia e os biocombustíveis para o setor de transportes.

Existem programas de financiamento do governo para o desenvolvimento e implantação de CCS nos Estados Unidos e companhias que capturam e armazenam carbono são elegíveis para a seção de crédito federal, 45Q, que lhes concede um incentivo e reduz as receitas federais (CBO, 2023). Esse crédito fiscal é superior para projetos de Captura e Sequestro de Carbono armazenado geologicamente do que para EOR, é avaliado em 85 dólares a t/CO₂ por sequestro de carbono e disponível durante doze anos a partir do início do projeto. Embora, considerado um dos maiores incentivos para futuras implantações de BECCS (Hossain et al., 2023, p. 12), a taxa de crédito do 45Q além de abranger todo o tipo de tecnologia de CCS, não é suficiente para viabilizar uma implantação de BECCS, sendo necessário acrescentar outros financiamentos e subsídios a este, como, por exemplo, um crédito de emissões negativas entre 30 e 40 dólares a t/CO₂ (Mersch et al., 2024, p. 24).

Importantes também, na produção de bioenergias são as seguintes leis em vigor: o *California Low Carbon Fuel Standard* (LCFS)⁹⁵ e o *Renewable Portfolio Standards* (RPS), que incentiva o uso de recursos renováveis, tais como solar, eólica e biomassa para a produção de eletricidade. O *BioPreferred National Program* é a política pública mais eficiente no que respeita à comercialização de produtos derivados de biomassa. Criado pela legislação *The Farm Bill* de 2002 e ampliada sob o Projeto de Lei Agrícola de 2014, exerce um papel fundamental na comercialização de bioprodutos, permitindo que as empresas se candidatem à certificação de base biológica (Pascoli et al., 2022, p.18).

⁹⁵. O LCFS foi criado por meio do Projeto de Lei da 32ª Assembleia do Estado para reduzir as emissões de GEE e incentivar o desenvolvimento da tecnologia dos biocombustíveis. Dada a magnitude do consumo de combustível do Estado da Califórnia (mais de 11% de todo o país), o LCFS do estado proporciona uma política bioeconômica exemplar, tendo incentivado o surgimento de outras leis semelhantes fora da Califórnia (Pascoli et al., 2022 p. 17).

Na verdade, os incentivos financeiros aos biocombustíveis nos EUA começaram durante a Administração Carter, após os choques do preço do petróleo, com a *Energy Tax Law* (1978). A lei previa uma isenção de impostos especiais de consumo para misturas de álcool combustível equivalente a 100% do imposto sobre a gasolina. O governo de Richard Nixon promulgou a Lei Nacional de Política Ambiental (*The National Environment Policy Act*), em 1º de janeiro de 1970 e criou a Agência de Proteção Ambiental no final do mesmo ano (Kimble, 2020, p.3).

Na Administração Bush, embora a proteção ambiental estivesse associada a perdas econômicas em vez de ganhos energéticos, foi criada a *American Job Creation Act Low* (2004). Essa lei introduziu um crédito tributário de 51 centavos de dólar por galão de etanol para produtores e revendedores e foi estendida pela *Energy Policy Act* de 2005 até 2010, incluindo o biodiesel e introduzindo metas quantitativas para combustíveis renováveis. Bush introduziu ainda duas iniciativas em matéria de alterações climáticas: a *US Climate Change Research Initiative* destinada ao estudo de áreas incertas e à identificação de áreas prioritárias para os investimentos e a *Climate Change Technology Initiative*, com o fim de promover a investigação aplicada em universidades e laboratórios nacionais, tendo em vista o avanço tecnológico na monitorização das emissões de gases com efeito de estufa (Badruzzaman et al., 2022, p. 14).

Barack Obama fez das alterações climáticas um tópico de prioridade; deu continuidade ao apoio ao desenvolvimento da indústria doméstica de biocombustíveis e ampliou os programas de fomento à produção e distribuição de etanol, em particular, o etanol celulósico (MRE, 2011). Novas iniciativas legislativas tiveram lugar: assinou a legislação denominada *Clean Power Plan*⁹⁶ no combate ao aquecimento global, o *American Clean Energy and Security Act (ACES)* (uma proposta para limitar as emissões de vários gases de efeito estufa) e estabeleceu novas designações burocráticas para

⁹⁶ *Clean Power Plan* foi uma política do governo Obama destinada a combater as mudanças climáticas antropogénicas (aquecimento global), que foi proposta pela primeira vez pela Agência de Proteção Ambiental. A administração Obama projetou o plano para reduzir o dióxido de carbono emitido pelos geradores de energia nas centrais elétricas (<https://archive.epa.gov/epa/cleanpowerplan/>). O objetivo do plano era reduzir as emissões das centrais elétricas existentes em 32% em relação a 2005, até 2030. Os requisitos desse plano nunca entraram em vigor legalmente, apesar do fato de que pelo menos vinte e dois estados aderiram às políticas que cumpriram o cronograma de metas do *Clean Power Plan* (Byrne et al., 2022, p. 5).

questões climáticas, incluindo *The White House Office of Global Energy and Climate Change* e *The State Department Special Envoy* (Badruzzaman et al., 2022, p. 15).

Porém, na governação Trump houve retrocessos nas políticas ambientais. Com uma visão energética conservadora, Trump levantou as restrições ambientais domésticas impostas por Obama, promovendo a produção de reservas de energias americanas geradoras de emprego, tais como xisto, petróleo, gás natural e carvão, e reverteu mais de noventa leis ambientais, com graves consequências para o aquecimento global e as alterações climáticas; entre elas constam o cancelamento do *Clean Power Plan* e o levantamento das restrições ao uso de combustíveis fósseis para o transporte (Gulyev, 2020, p. 3; Byrne et al. , 2022, p. 5).

A administração Biden (Partido Democrata), que tomou posse em janeiro de 2021, estabeleceu uma nova meta a alcançar nas Contribuições Nacionalmente Determinadas (INDC, sigla em inglês): reduzir as emissões em 50-52% em relação aos níveis de 2005 até 2030, e anunciou a sua intenção de revigorar as políticas climáticas. Os primeiros planos incluem uma economia de energia 100% limpa, com o objetivo de atingir zero emissões até 2050, investimentos em infraestruturas, produtos e serviços de energia limpa e pesquisa e desenvolvimento em áreas como a biotecnologia e biocombustíveis (Pascoli et al., 2022, p. 16).

Em 2022, Biden conseguiu sancionar a lei *Inflation Reduction Act* (IRA)⁹⁷ e divulgou um Plano de Ação atualizado para redução de emissões de metano (Dan Lashof, 2024). Também criada no governo de Biden foi a *Bipartisan Infrastructure Law* (BIL)⁹⁸; um fundo destinado a criação de empregos.

⁹⁷ A Lei de Redução da Inflação (IRA, sigla em inglês) de 2022 representa o maior investimento em ação climática da história dos EUA; tem como metas reduzir os custos de energia dos americanos, criar bons empregos e transformar os esforços dos EUA para enfrentar a crise climática. Inclui quase US\$ 370 bilhões em investimentos em comunidades desfavorecidas, priorizando projetos que reaproveitam a infraestrutura de combustíveis fósseis aposentada e empregam trabalhadores deslocados, colocando os EUA em um caminho para uma transição justa, equitativa e econômica de energia limpa (Webb, R. et al., 2024; *The Inflation Reduction Act, in Short* (wri.org)).

⁹⁸ O Plano de Empregos de US\$ 2,3 2,3 bilhões (que, combinado com o Plano das Famílias Americanas, totalizou US\$ 4 bilhões em gastos com infraestrutura), apresentado por Joe Biden como "um esforço transformador para reformar a economia do país" O plano detalhado visava criar milhões de empregos, reforçar os sindicatos, expandir as proteções trabalhistas e enfrentar as mudanças climáticas.

Para além das várias políticas de incentivo direcionadas a BECCS, o Departamento de Energia americano (USDOE, sigla em inglês) tem financiamentos destinados a projetos, pesquisas e desenvolvimento para as tecnologias de CDR; em 2022 doou US\$ 63,5 milhões, US\$ 66,2 milhões em 2023, US\$ 69,5 milhões em 2024 e US\$ 72,9 milhões para 2025 (Hossain et al., 2023, p. 12; Damiani et al., (2012).

Em janeiro deste ano (2025) Donald Trump volta a alcançar a presidência americana. Neste início de mandato, Trump revisa e altera as políticas implementadas por Joe Biden. Na área do ambiente, as alterações foram muitas e pode enumerar-se: 1) retira imediatamente os Estados Unidos do acordo de Paris e todos os compromissos com a crise climática, 2) termina com o objetivo de atingir 50% de carros elétricos na frota dos Estados Unidos até 2030, 3) reforça extração de petróleo e gás natural no Alasca, em áreas que estavam protegidas, 4) cancela as regulações sobre poluição emitida pelos escapes de carros e carrinhas e as regras de eficiência energética para máquinas de lavar loiça, chuveiros e fogões a gás, 5) suspende o arrendamento de território marítimo federal para produção de energia eólica 'offshore' 6) Elimina todos os programas de justiça ambiental (Gandra, 2025). Muitas outras leis foram alteradas, numa atitude conservadora ao extremo, destacando a sua postura negacionista a respeito do aquecimento global e seu total desprezo pelos problemas climáticos, beneficiando a exploração dos combustíveis fósseis.

Não menos importante para o sucesso de uma economia de baixo carbono é a educação; a educação e a informação pública em geral da sociedade e dos decisores políticos. Assim, os EUA também oferecem uma política de educação coerente, forte e estruturada que inicia na pré-primária às universidades e programas de pós-graduação, tanto no contexto formal (oficial), como informal (público em geral) por todo o país, abrangendo tópicos que incluem a produção de biocombustíveis e bioquímicos, produção e logística de matéria-prima de biomassa sintética, biológica, biorrefinarias integradas e outros (Pascoli et al., 2022, pp. 19-21).

No que respeita à matriz energética americana, verifica-se, como figura no gráfico abaixo, que a participação de fontes de energia renovável é muito pequena, não atingindo os 10% em 2024: apenas 9,2% são de energias renováveis (biomassa, eólica, solar, geotérmica e hidroelétrica). Entre estas, a biomassa que inclui o etanol de milho,

é a mais utilizada. As fontes de energia fóssil (carvão, petróleo e gás natural) ocupam 82% da matriz energética e a energia nuclear 8,7%.

MATRIZ ENERGÉTICA AMERICANA – 2024

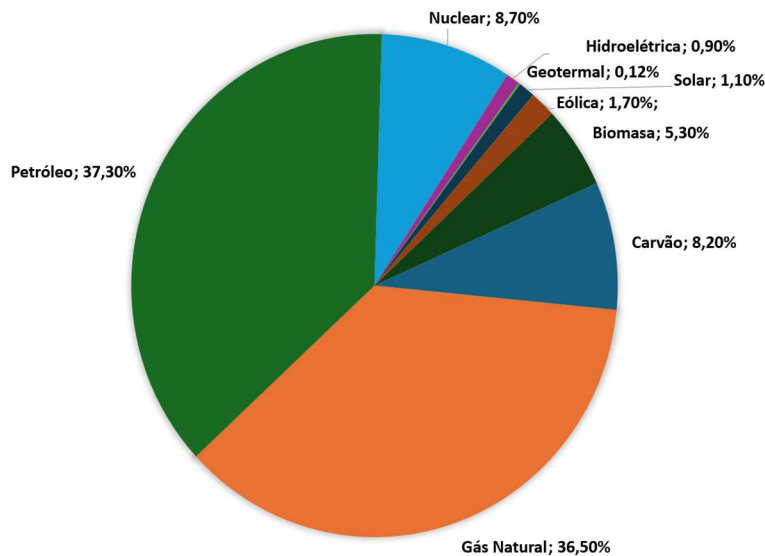


Gráfico 3 - Matriz Energética Americana em 2024. *Fonte: elaboração própria.*
Dados:: US Energy Information Administration / Monthly Energy Review October 2024

Em suma, as estratégias de incentivo do governo americano relativas à redução de emissões envolvem barreiras tarifárias, créditos fiscais, incentivos estaduais, programas de pesquisa e legislação ambiental, assim como programas e políticas públicas destinada à produção e comercialização de produtos derivados da biomassa a níveis estadual, regional e nacional, detendo também uma forte componente educativa.

Em modo de comparação, apresenta-se abaixo um gráfico demonstrando as matrizes energética e elétrica do Brasil e dos Estados Unidos, onde é bem visível a diferença na quantidade de energias renováveis que compõem ambas as matrizes. Logo a seguir, exibe-se uma figura que demarca a linha temporal das políticas domésticas relativas aos biocombustíveis implementadas por esses países, para uma melhor visualização comparativa destas políticas.

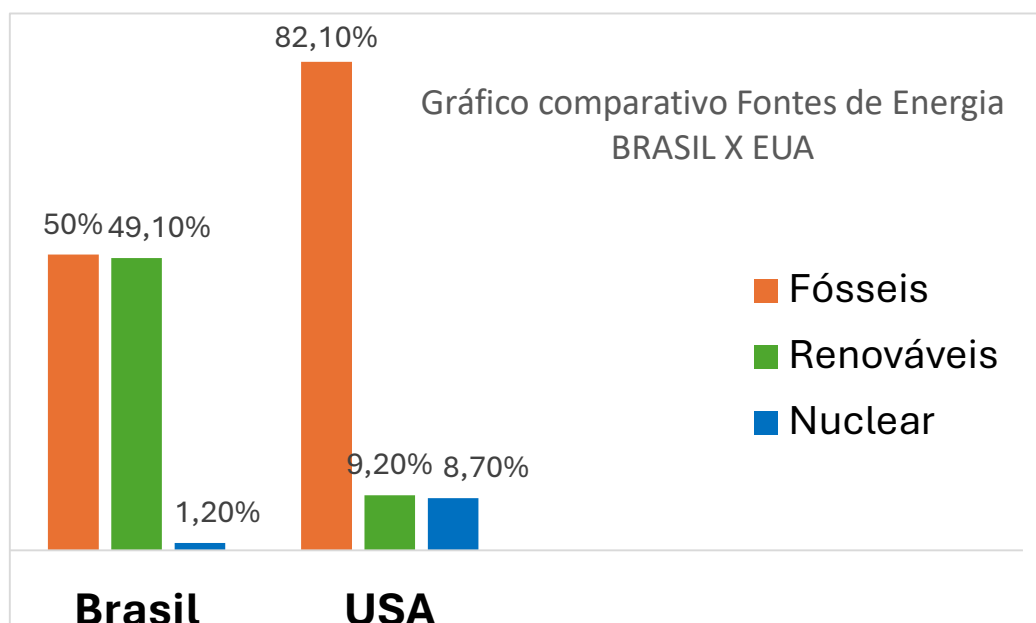


Gráfico 4 - Comparação das Matrizes energéticas de Brasil e EUA.
Fonte: elaboração própria. Dados: BEN, IBGE

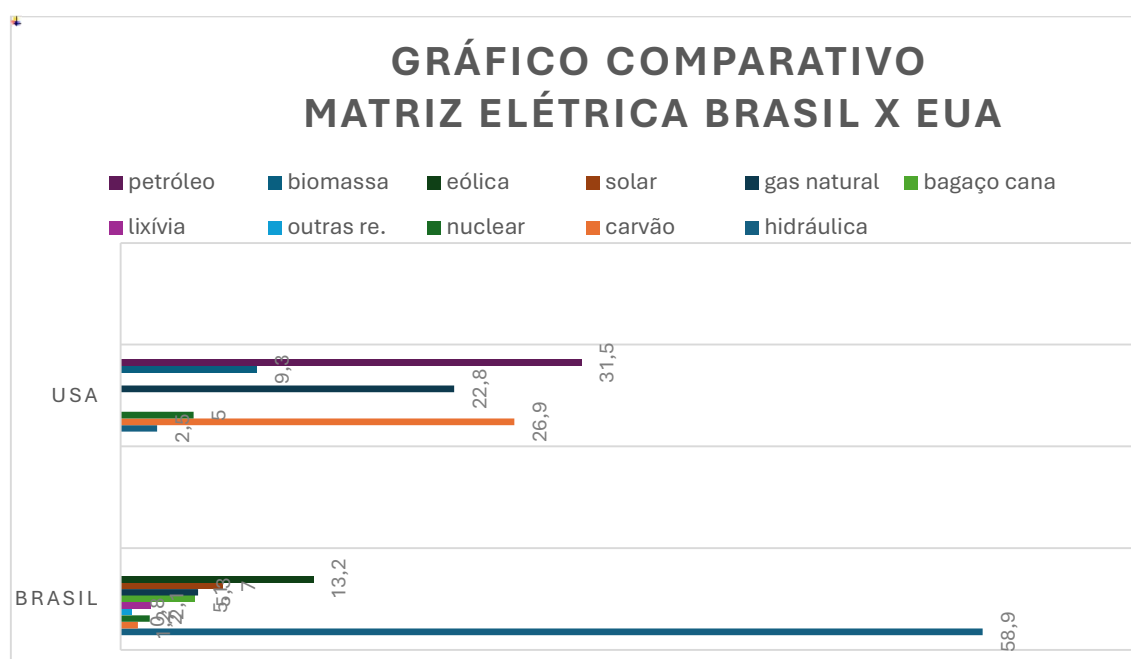


Gráfico 5 – Comparação das matrizes elétricas de Brasil e Estados Unidos.
Fonte: elaboração própria. Dados: BEN, IBGE.

No gráfico acima, pode-se ver nitidamente que a matriz elétrica brasileira não utiliza petróleo, sendo maioritariamente composta por fontes renováveis, destacando-se a hidráulica. Contrariamente, nos Estados Unidos, mais de 80% da matriz elétrica é proveniente de fontes fósseis (carvão, gás natural e petróleo).

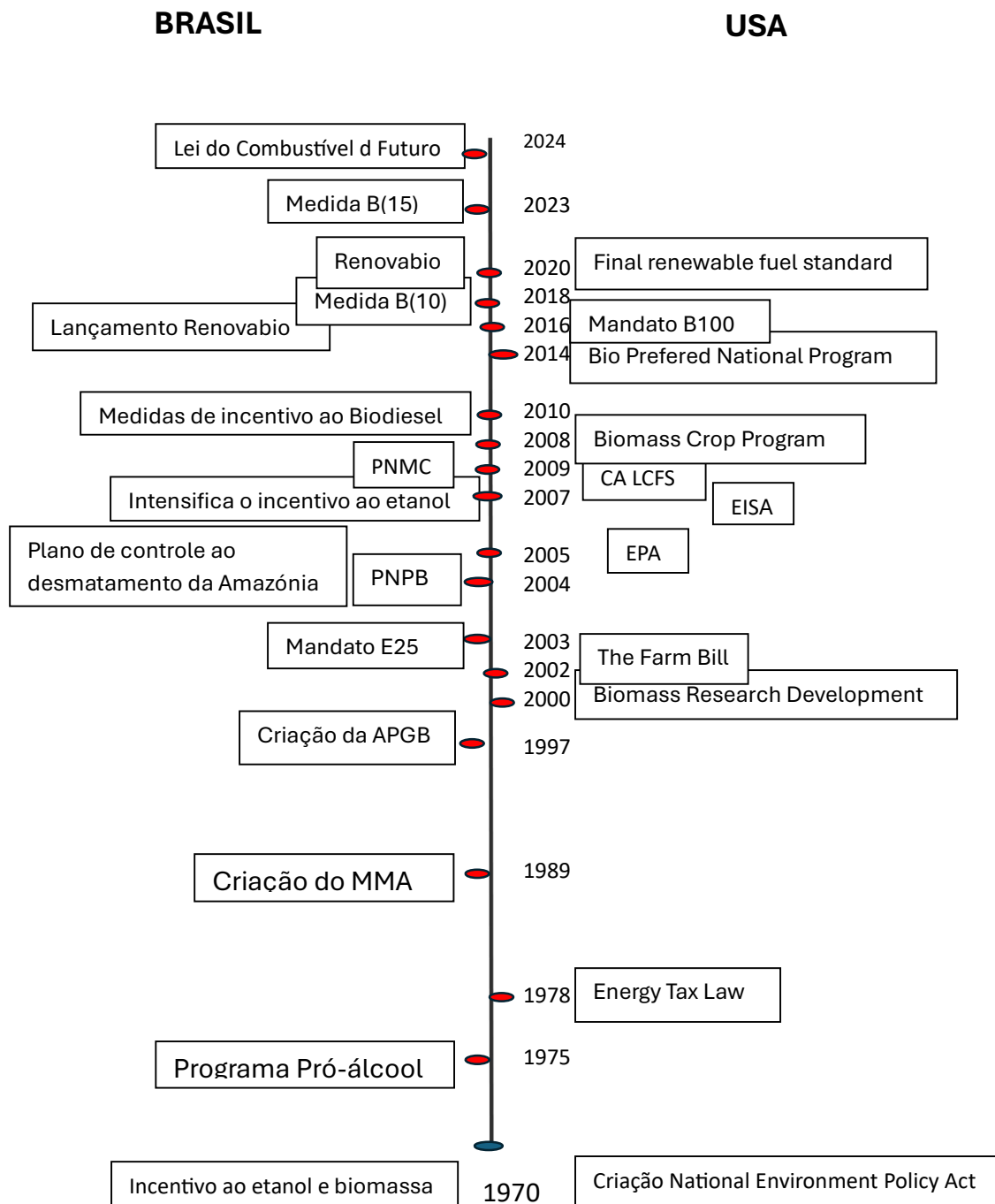


Figura 9 - Linha temporal comparativa das políticas domésticas para biocombustíveis do Brasil e EUA.

Fonte: elaboração própria

3.i - Políticas externa climática do Brasil

A política externa brasileira tem como foco o desenvolvimento. Sendo considerado um país emergente, a sua política externa, até há pouco tempo, manteve uma postura passiva, frequentemente subordinada ao americanismo (Almeida, 2004).

No governo de Lula da Silva, o país adquire uma posição mais ativa e dinâmica, assumindo uma colocação importante na cena internacional (Franchini et al., 2020, p.86). A administração Lula, marcada por um forte nacionalismo, pela defesa da soberania, dos interesses nacionais e princípios realistas, buscou cooperação privilegiada no Sul, criando o IBAS⁹⁹ e o G-20¹⁰⁰. Assim, embora sendo de continuidade, a política externa de Lula apresentou mudança nas ênfases dadas às estratégias adotadas, caracterizando-se como “estratégia da autonomia pela diversificação”¹⁰¹ (Vigevani & Cepaluni, 2007, p. 296).

Em prol do ambiente, Lula teve, entre outras ações¹⁰², uma posição apologista aos biocombustíveis: promoveu a diplomacia do etanol e do biodiesel, como estratégia

⁹⁹IBAS ou G3 é aliança entre três grandes democracias do Sul de diferentes continentes (Índia, Brasil e África do Sul). Tem como objetivo a Cooperação Científica e Tecnológica Trilateral entre estes três países em desenvolvimento (Vigevani and Cepaluni, 2007, pp. 297,298).

O Programa IBAS, criado por meio da Portaria MCT nº 481, de 14.07.2005, tem por base a existência de Acordos Bilaterais entre Brasil e Índia e Brasil e África do Sul, e o Fórum de Diálogo IBAS, conforme a Declaração de Brasília apresentada por ocasião da Reunião de Ministros de Relações Exteriores dos países integrantes do IBAS realizada em 06 de junho de 2003. As áreas temáticas inicialmente definidas para promoção da cooperação trilateral científica e tecnológica no âmbito do Programa IBAS são: HIV/SIDA, Tuberculose e Malária; Biotecnologia na Saúde e Agricultura; Nanociências e Nanotecnologia e Ciências Oceanográficas (IBAS — Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (www.gov.br)). [acesso em: 3 de março 2023].

¹⁰⁰ A cimeira dos G20, criada em 2008, reúne os principais países industrializados e emergentes do planeta. Com o objetivo de enfrentar a crise financeira mundial desencadeada naquele ano, o G20 ganhou relevância e tornou-se o fórum central para a cooperação econômica internacional. O G20 é composto por 19 países e a União Europeia. São eles: Estados Unidos, China, Japão, Alemanha, Reino Unido, França, Índia, Brasil, Itália, Canadá, Coreia do Sul, Rússia, Austrália, México, Indonésia, Turquia, Arábia Saudita, Argentina e África do Sul. Os principais temas tratados pelo G20 são: crescimento econômico, comércio internacional e regulamentação do mercado financeiro, além de questões adjacentes, como as alterações climáticas e o mercado de trabalho.

¹⁰¹ Vigevani e Cepaluni (2007) definem como estratégias aplicadas à Política Externa Brasileira três tipos de autonomias: autonomia à distância (em que prevalece uma política protecionista), autonomia de participação (abertura ao livre-comércio e alguma participação internacional) e autonomia pela diversificação (procura de novos parceiros para alianças, cooperação com países do Sul) (Vigevani & Cepaluni, 2007, p.283).

¹⁰²No Governo Lula, distinguem-se, em prol do ambiente, as seguintes ações: 1) o combate à pobreza e às desigualdades sociais como fator essencial para alcançar o desenvolvimento sustentável; 2) a ênfase dada nas negociações internacionais às responsabilidades comuns, porém diferenciadas; 3) a defesa das nações emergentes, com a transferência de recursos e de tecnologias limpas; 4) a importância atribuída à criação

de inserção internacional do país, desenvolvendo tecnologias e fortalecendo a cooperação para o desenvolvimento e disseminação dos biocombustíveis, tanto na esfera bilateral como na global (Pereira, 2013, p.60). Para atingir esses objetivos, o Brasil organizou dois eventos internacionais: o Fórum Internacional de Biocombustíveis em Nova York (2007), e a Conferência Internacional de Biocombustíveis (CIB) em São Paulo (2008), além de participar ativamente em diversos fóruns e iniciativas multilaterais, tais como o MERCOSUL¹⁰³, a Parceria Global para Bioenergia (GBEP, sigla em inglês)¹⁰⁴, entre outras (Amorim, 2004).

Esta apologia, no entanto, não foi mantida no governo de Dilma. Embora a sua governação tenha sido de continuidade aos princípios diplomáticos de Lula da Silva; houve estagnação e recuo no envolvimento do país nas questões internacionais, refletindo-se também no plano doméstico. Uma quase total ausência de agenda climática caracteriza o primeiro mandato de Dilma que se preocupava exclusivamente com o crescimento económico, incluindo financiamentos à indústria petrolífera, tendo sido retomada timidamente no seu segundo mandato (Franchini et al., 2020, p. 89).

Em 2015, Dilma assinou um acordo de cooperação com os Estados Unidos e anunciou em Washington, uma série de compromissos climáticos que serviriam de base para as Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas (Franchini et al., 2020, p.90).

Devido a problemas políticos e económicos internos¹⁰⁵, o mandato de Michel Temer, em nada mudou com relação às políticas climáticas, permanecendo estas, em

de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), o que levou o país a tornar-se o segundo maior exportador de créditos de carbono, sendo apenas superado pela China (Pereira, 2013, pp.58-59).

¹⁰³O Mercado Comum do Sul (MERCOSUL) é um processo de integração regional formado inicialmente por Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai, ao qual se incorporaram recentemente a Venezuela e a Bolívia, estando esta última ainda em processo de adesão. O seu objetivo principal é criar um espaço comum que gere oportunidades comerciais e de investimento, mediante a integração competitiva das economias nacionais no mercado internacional (MERCOSUL, mercosur.int).

¹⁰⁴A Global Bioenergy Partnership (GBEP) foi criada para implementar os compromissos assumidos pelo G8 no Plano de Ação de Gleneagles, de 2005, destinados a apoiar a expansão da biomassa e dos biocombustíveis, particularmente nos países em desenvolvimento, onde o uso de biomassa é prevalente. A GBEP reúne partes interessadas dos setores público, privado e da sociedade civil. Atualmente, é composta por 23 países e 14 instituições e organizações internacionais..

¹⁰⁵O governo de Dilma Rousseff foi assolado pela crise económica e por sucessivos escândalos de corrupção; o crescimento económico sofreu uma forte desaceleração e a inflação aumentou. Deflagrada em março de 2014, a Operação Lava Jato passou a investigar um vasto esquema de lavagem e desvio de

segundo plano. Tal postura resultou num declínio na posição do Brasil conquistada por Lula como ator internacional (Franchini et al., 2020, pp. 91-92). Nota-se, porém, um ligeiro afastamento do MERCOSUL.

Neste período (governos de Dilma e Temer), a relevância dos biocombustíveis, que já vinha em declínio desde a administração de Lula, após a descoberta das reservas do pré-sal¹⁰⁶, perdeu ainda mais força. Para acelerar o desenvolvimento dos biocombustíveis avançados, o Brasil lançou, na COP 22 (2016), a Plataforma do Biofuturo.¹⁰⁷

Bolsonaro, empossado em janeiro de 2019, revelou uma política antiambientalista, de total negacionismo climático; além de retirar a candidatura do Brasil para sediar a COP25, demonstrou intenção de não cumprir as metas anunciadas no INDC em 2015 (Ceará, 2019; Franchini et al., 2020, p.93; Pereira et al., 2022).

A política externa de Bolsonaro é caracterizada pela rutura, marcada por uma alteração radical nos princípios e diretrizes da diplomacia tradicional brasileira (multilateralismo e resolução pacífica dos diferendos internacionais), incluindo mudanças internas no Itamaraty¹⁰⁸; porém, pautada por momentos de continuidade em a relação à política externa de Michel Temer (Vidigal, 2019, p.4; Almeida 2020, p.1). Com

dinheiro envolvendo a Petrobras, grandes empreiteiras e diversos agentes políticos (BBC News Brasil, 16 de abril de 2016) [acesso em 3 de março de 2023].

¹⁰⁶ Após a descoberta das reservas de pré-sal, verificou-se um forte desenvolvimento da indústria petrolífera; a capitalização da Petrobras (2010) e intensos subsídios destinados ao consumo de gasolina e diesel (2007 a 2014). Neste contexto, a diplomacia das energias renováveis (hidroeletricidade e biocombustíveis) como preocupação ambiental permaneceu marginalizada (Franchini & Viola, 2019, p.15).

¹⁰⁷ A plataforma do Biofuturo, criada e lançada pelo Brasil reúne 20 países com interesse na expansão dos biocombustíveis e para o desenvolvimento de novas tecnologias; EUA, China, Índia, França, Reino Unido e Itália, Argentina, Canadá, Dinamarca, Egito, Filipinas, Finlândia, Indonésia, Marrocos, Moçambique, Países Baixos, Paraguai, Suécia e Uruguai. Ressaltar a contribuição dos biocombustíveis e a bioeconomia para que os países alcancem suas metas de redução de emissões de carbono, especialmente no setor de transportes e a valorização dos recentes avanços tecnológicos, como o E2G, de modo a incorporar novas formas de biocombustíveis de baixo carbono são as duas principais componentes desta estratégia (BNDES, 2017).

¹⁰⁸ Seguindo a ideologia de Bolsonaro, o chanceler Ernesto Araújo conseguiu a substituição do padrão dos passaportes brasileiros – o símbolo do Mercosul foi substituído pelo brasão da República, promoveu mudanças no currículo do Instituto Rio Branco, responsável pela formação de futuros diplomatas, substituindo a disciplina de história dos países da América Latina por disciplinas com leituras sobre autores clássicos e a diminuição da carga horária de disciplinas que tratavam da linguagem diplomática e da política externa brasileira. O chanceler também promoveu seminários, no Itamaraty, sobre o «globalismo». A ocupação de cargos também foi latente, com vantagem aos que seguiram a ideologia bolsonarista (Saraiva & Silva, 2019, p.120).

um forte combate ao globalismo e defendendo uma economia liberal com base nos valores conservadores, verifica-se o afastamento da cooperação Sul-Sul, um total desprezo pelo MERCOSUL e fraca participação no BRICS; bem como tensões na parceria comercial com a China¹⁰⁹. Bolsonaro demonstrou desdém e descuido pelas questões globais e as alterações climáticas, que considerou uma conspiração Marxista (Casarões & Flemens, 2019, p.1). Opôs-se a proposta da COP15, sobre a biodiversidade realizada na China (aumentar de 17% para 30%, até 2030, a área territorial de ecossistemas a serem protegidos) e suspendeu os fundos para preservação ambiental, provenientes da Alemanha e Noruega, destinados à luta pelo desmatamento da floresta Amazónica, contribuindo para o aumento das queimadas (Saraiva & Silva, 2019, p. 129; Pereira et al., 2022, p. 68).

Perante o isolacionismo de Bolsonaro, um grupo de governadores brasileiros comprometidos com o enfrentamento da crise climática, a coligação Governadores pelo Clima, passou a atuar como ator relevante na arena internacional (Pereira et al. 2022, p.52).

Na opinião de Gonçalves e Teixeira (2020) a política externa de Bolsonaro é *movida exclusivamente por motivações ideológicas, sem compromisso com qualquer conceção de interesses nacionais* (Gonçalves & Teixeira, 2020, p.1).

Face à má gestão ambiental, o autoritarismo exacerbado e nacionalismo excessivo, a política externa de Bolsonaro gerou uma imagem degradada do Brasil na cena internacional¹¹⁰ (Franchini, et al. 2020, p. 97) e adotou uma postura unilateralista, de isolamento e de alinhamento às posições sustentadas pelo presidente Donald Trump,

¹⁰⁹Desde 2009, a China é o principal parceiro comercial do Brasil, e desde então o balanço comercial tem sido favorável ao país. No entanto, Bolsonaro adotou uma feroz retórica antichinesa, adotando durante a sua campanha eleitoral o slogan: "A China não está comprando no Brasil, está comprando o Brasil" (Casarões & Flemens, 2019, p.3).

¹¹⁰De acordo com Viola (2005), o Brasil vem conquistando uma imagem positiva ao longo do processo de negociação da Convenção-Quadro das Nações Unidas (UNFCCC, sigla em inglês) desde a década de 1990. Movido pelo seu interesse nacional de desenvolvimento, o país ocupa uma posição ativa e assume a liderança na mediação entre países desenvolvidos e emergentes, tendo sido fundamental a sua atuação para que o governo de George H. W. Bush decidisse aceitar a Convenção em junho de 1992. O Brasil desempenhou, igualmente um papel de liderança na articulação da aliança entre a União Europeia e os países emergentes, possibilitando o desfecho satisfatório na negociação final do Protocolo de Quito (Viola, 2005, p.73).

privilegiando a importação do etanol norte-americano para o Brasil (Almeida, 2020, 2021, pp.21-25; Casarões & Flemens, 2019, p.1).

O alinhamento sem reciprocidade com os Estados Unidos é o que se verifica no governo de Bolsonaro (Vidigal, 2019, pp. 13, 14). Paulo Roberto de Almeida vai ainda mais longe: *O governo de Bolsonaro vem tomando uma posição de servilismo ao governo de Trump, marginalizando e depreciando a imagem do Brasil no cenário internacional* (Almeida, 2020, p.1).

Assim, de acordo com a trajetória descrita do Brasil, que sempre demonstrou uma posição de destaque nas negociações climáticas internacionais (Viola, 2005, p. 74); a ação brasileira passa de uma atitude quase reformista¹¹¹, durante o governo de Lula da Silva, período em que se verifica o auge do compromisso climático, para uma atuação de extremo conservadorismo, marcado por um total negacionismo climático com Bolsonaro, apresentando-se intermédia e moderada nos governos de Dilma e Temer (Franchini et al., 2020, p. 86).

O terceiro mandato de Lula da Silva, iniciado a 1 de janeiro de 2023, apresenta o grande desafio de reconstruir a imagem e a estratégia de inserção internacional do país, além de reestruturar o próprio Itamaraty. Consta da agenda de política externa do governo Lula a tentativa de reaproximação com a América Latina, priorizar o multilateralismo e as relações Sul-Sul, o impulso de projetos ligados ao meio ambiente e impactos geopolíticos causados pela guerra da Ucrânia, as questões climáticas e a defesa da democracia (principais tópicos com os Estados Unidos), projetos de conservação de florestas e contenção de mudanças climáticas (União Europeia). Assim os principais temas da política externa do novo governo giram entorno do meio ambiente e combate ao desmatamento, promoção da democracia e dos direitos humanos, e fortalecimento do multilateralismo e a defesa da soberania (Berringer, 2022, pp. 12-16).

¹¹¹ O Brasil apresenta uma atitude reformista na sua política climática doméstica, contudo no plano internacional, alinha-se com os países conservadores emergentes, defendendo o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas (Pereira, 2013, p.64). Durante as negociações do clima, o Brasil manteve uma posição de liderança no que respeita a responsabilidade pela redução das emissões de carbono, atribuindo esta responsabilidade sobretudo aos países desenvolvidos e opondo-se aos compromissos de redução da taxa de crescimento futuro das emissões por parte dos países emergentes. Esta postura levou-o, por diversas vezes, ao confronto com os EUA, e outros países (Viola, 2005, p.74).

3.j - Políticas externas climáticas - Estados Unidos da América

Contrariamente ao Brasil, os Estados Unidos, um país desenvolvido e o segundo maior poluidor do mundo, caracterizado por uma política externa expansionista e imperialista, baseada no liberalismo seguiram uma ideologia: implementar a democracia no mundo (Pecequillo, 2005, Guimarães, 2002). Da mesma forma, no que respeita a economia internacional era objetivo americano a criação e a manutenção de um regime económico internacional livre (Krasner, 2009). A Iniciativa para as Américas (governo de George Bush) desaguaria no acordo de Livre-Comércio da América do Norte (NAFTA, sigla em inglês), em vigor desde o início de 1994, e deveria servir de modelo para a liberalização ampliada do comércio de bens e serviços no hemisfério americano (ALCA¹¹²) (Barbosa, 2006, p. 163).

O país é membro fundador da NATO¹¹³ (sigla em inglês, para *North Atlantic Treaty Organization*), juntamente com o Canadá, a Noruega, o Reino Unido e vários países da Europa. Trata-se da maior aliança militar do mundo, composta atualmente por 32 países do hemisfério Norte.

As divergências e os debates na política climática interna dos Estados Unidos, resultantes da divisão partidária existente (Republicanos e Democratas), retardam o progresso americano na participação internacional e na agenda ambiental global. Apesar de lançar as bases para mais investimento em energias renováveis e de reforçar a lei *Clean Air Act*, a administração Clinton não conseguiu garantir a ratificação do Protocolo de Quioto (Kimble, 2020, p. 15)¹¹⁴.

Por sua vez, a administração Bush não apresentou uma posição ativa internacionalmente no que respeita ao ambiente, concentrando-se mais nos problemas internos do país e no combate ao terrorismo (após o ataque de 11 de setembro). No

¹¹²ALCA – Área de Livre Comercio das Américas.

¹¹³North Atlantic Treaty Organization - A NATO é uma aliança de países da Europa e da América do Norte. Esta proporciona uma ligação exclusiva entre estes dois continentes, permitindo-lhes a consulta e a cooperação nas áreas da defesa e da segurança, bem como a realização conjunta de operações multinacionais de gestão de crises, (NATO - Homepage).

¹¹⁴No sistema político americano é bem visível a polarização partidária existente, que também se reflete nas questões do foro climático, distinguindo-se posições pró-ambientais (Democratas) e antiambientais (Republicanos). Esta polarização é mais forte no Congresso e estende-se à sociedade americana, que se divide entre ambientalistas, grupo do qual fazem parte a comunidade científica, e céticos, constituídos por conservadores e agentes com ligações à indústria de combustíveis fósseis (Henriques, 2019, p. 58).

entanto, e apesar de retirar a participação dos Estados Unidos no Protocolo de Quioto (2001) e de não assegurar a ratificação da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, Bush, preocupado com a segurança energética, adotou propostas de políticas públicas para a utilização e desenvolvimento do etanol.

Este isolacionismo ambiental altera-se na Administração Obama, que, apesar de ter de adiar algumas ações previstas, para o segundo mandato (face à crise global financeira e consequente crise económica interna), teve uma participação mais ativa internacionalmente. Avançou com sucesso um novo consenso internacional nas negociações climáticas, que permitiu a participação dos EUA, e, em 2015, aprovou a adoção do Acordo de Paris para a cooperação internacional no domínio do clima (Kimble, 2020, pp. 13-14).

Porém, o país retorna a uma política antiambientalista, de recessão climática e de isolacionismo, com a tomada de posse do Presidente Donald Trump. Trump, dotado de forte ceticismo climático, retirou os EUA do Acordo de Paris e assinou o decreto da Independência Energética, reativando as indústrias extrativas de petróleo, gás e carvão (Vasques, 2018). Assim, ao contrário da governação de Obama, mas dando continuidade ao governo de Bush, Trump baseou-se num contexto económico estratégico para limitar as políticas de proteção ambiental (Badruzzaman et al., 2022, p. 16).

Por sua vez, Biden (empossado em janeiro de 2021) promove o regresso a uma posição ativa nas negociações internacionais do clima; na COP26 colaborou no avanço da ratificação do Compromisso Global do Metano. Em janeiro de 2023, 150 países assinaram o compromisso e comprometeram-se a reduzir as suas emissões totais de metano, em pelo menos, 30% até 2030 (Dan Lashof, 2023).

Recentemente, com poucos dias desde a sua tomada de posse, em janeiro, Donald Trump começou a pôr em prática as suas promessas: reformulou o governo federal, reverteu as políticas externas de Joe Biden e rompeu com qualquer compromisso climático internacional.

De acordo com a classificação feita por Viola et al. (2012), os Estados Unidos da América são uma grande potência climática¹¹⁵ e de acordo com a sua trajetória de compromissos e atitude perante a governança climática global, o país oscila entre uma posição conservadora e uma conservadora moderada, conforme o partido político vigente.

3.k - As relações Brasil e Estados Unidos em relação ao clima

As relações bilaterais entre o Brasil e os Estados Unidos que datam do início do século XIX, têm seguido uma trajetória nem sempre pacífica, marcada por longos períodos de divergências e assimetrias de poder. Esta assimetria verifica-se nos planos económico, tecnológico, científico e cultural, prevalecendo a hegemonia dos Estados Unidos da América (MRE; Almeida, 2006, p. 14).

No início do século XXI, o Brasil dependia financeiramente dos Estados Unidos. No entanto, uma das várias consequências da globalização, a exaltação do livre-comércio internacional, promove a interdependência entre Estados (Kaarbo et al., 2013, p. 10), e transforma as relações de poder, intervindo no próprio centro dos sistemas políticos nacionais (Giraud, 2007).

Assim, em 1990, o Brasil inicia um processo de autonomia internacional e de integração regional. A partir desse momento, as relações com os EUA continuam boas e prioritárias (parceiro económico mais importante do Brasil), havendo, porém, alguns conflitos comerciais¹¹⁶ (Almeida, 2006, p. 24).

A intensidade das relações bilaterais entre o Brasil e os EUA é demonstrada pelos mais de trinta mecanismos de diálogo entre os governos dos dois países, que abrangem temas como comércio, investimentos, energia, ambiente, educação, ciência, tecnologia e inovação, defesa, cooperação trilateral, igualdade de género e combate ao racismo

¹¹⁵ **Potência climática** refere-se ao grau de influência que um ator exerce sobre o comprometimento social com o clima a nível sistémico (Viola et al., 2012, p. 26).

¹¹⁶ Os conflitos comerciais giravam à volta do *protecionismo no acesso de determinados produtos brasileiros ao mercado americano, como aço ou suco de laranja, diferenças de opinião no que se refere a patentes industriais, acusações de pirataria ou de reservas de mercado, como no caso da informática ou então em função de problemas mais gerais da agenda multilateral (desarmamento, não-proliferação, reforma da ONU)* (Almeida, 2006, p.24).

(Derolle, 2013; Vigevani & Cepaluni, 2009). Todavia, para o desenvolvimento deste estudo, o foco incidirá nas relações que dizem respeito aos biocombustíveis, ao CCS e às questões climáticas.

No que respeita ao ambiente, as relações entre ambos tiveram início em 1995, nos governos de Clinton e Fernando Henrique Cardoso (FHC), com a “agenda comum bilateral sobre ambiente”¹¹⁷. Este acordo permitiu ao Brasil ampliar a cooperação existente com vários países do G7¹¹⁸ nessa área. Importante foi a aproximação entre o Brasil e os Estados Unidos nas negociações finais da Terceira Conferência das Partes (COP3, Quioto, 1997), que resultou na proposta de criação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Porém, alguns desacordos nas suas relações tiveram lugar, no âmbito do Protocolo¹¹⁹ (Viola, 2005, pp. 74-75).

Nesta época, inicia-se uma nova fase no relacionamento entre o Brasil e os EUA. Nas palavras de Almeida: *a passagem ao mútuo reconhecimento de sua importância relevante* (Almeida, 2006, p. 36). Este reconhecimento e interdependência mútua refletem-se no Memorando de Entendimento na Área de Biocombustíveis, assinado em março de 2007, nos governos de Lula da Silva e George W. Bush.

Constata-se, porém, que os dois governos têm diferentes perspetivas quanto a obtenção desta parceria; os Estados Unidos enfatizam o papel dos biocombustíveis como fator de transformação e estabilização do contexto regional, de projeção internacional e de diversificação das suas fontes de energia. Por sua vez, o Brasil considera a aproximação com os Estados Unidos na área do etanol como parte da sua estratégia de sua política externa (Jorge, 2007, p. 142). O Memorando prevê, além da cooperação

¹¹⁷Reconhecendo a importância atribuída por ambos os países aos esforços globais de promoção da proteção ambiental e do desenvolvimento sustentável, a agenda comum destina-se a funcionar como um mecanismo de consulta e cooperação entre o Brasil e os Estados Unidos sobre estas questões críticas. Visa ainda constituir um quadro de referência para o diálogo político e para a cooperação técnica nessas áreas.

¹¹⁸O Grupo dos Sete (G7) é uma organização intergovernamental que reúne as maiores economias desenvolvidas do mundo: França, Alemanha, Itália, Japão, Estados Unidos, Reino Unido e Canadá. Os líderes destes países reúnem-se periodicamente para discutir questões económicas e monetárias internacionais, cabendo a cada membro assumir a presidência de forma rotativa.

¹¹⁹ Algumas questões que foram motivos de divergência entre os Estados Unidos e o Brasil no âmbito do Protocolo são: 1) os compromissos de redução da taxa de crescimento futuro das emissões para os países emergentes no primeiro período (2010); 2) a inclusão das florestas nativas no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo; 3) o regime de sanções; 4) a inclusão de limites nos sumidouros de carbono para os países desenvolvidos (Viola, 2005, p.74).

bilateral, acordos multilaterais, a formação de alianças com países terceiros, os quais possam tornar-se utilizadores dos biocombustíveis, e a transferência de tecnologia para outros países que também possam produzir biocombustíveis (Extra, 2007; Benevides, 2011; Marinho, 2015, pp. 341-342). Uma lacuna identificada no Memorando¹²⁰ é a falta de menção aos incentivos e subsídios no mercado norte-americano à tarifa de importação para o etanol¹²¹; tendo este sido um dos pontos altos de atrito entre o Brasil e os EUA até 2011 (Marinho, 2015, p. 343).

Alguns acordos que antecederam e que fortaleceram a assinatura do Memorando de Entendimento na área dos biocombustíveis foram: 1) o Ajuste Complementar ao Acordo de 1984 para a Cooperação na Área de Tecnologia Energética (1997); esta redação foi importante devido à ênfase dada às energias renováveis e ao seu contributo para a diversificação da matriz energética. 2) a assinatura de um Memorando de Entendimento em nível ministerial e específico para energia (2003); sem mencionar o etanol, distingue o biodiesel e a biomassa. 3) a criação do Fórum Internacional de Biocombustíveis (FIB), em 2007. Criado pelo Brasil, Estados Unidos, União Europeia, China, Índia e África do Sul, o FIB tem como principal objetivo a realização de estudos técnicos sobre a matéria (Marinho, 2015, pp 340-341).

No governo de Dilma Rousseff e Barack Obama, confirmam-se: (1) o Acordo para o Desenvolvimento de Biocombustível para Aviação, em 2011; (2) a Comissão Bilateral em Biotecnologia e Biossegurança; (3) o Acordo sobre Desenvolvimento Urbano Sustentável (2012); e (4) a Declaração Conjunta sobre Mudança do Clima (2015) (Neto, 2015), com o objetivo de ampliar a cooperação bilateral em questões relacionadas com o uso da terra, a energia limpa e a adaptação, bem como diálogos políticos sobre a

¹²⁰ Para consulta do texto completo do Memorando de Entendimento na área dos Biocombustíveis, consulte o link: BBCBrasil.com | Reporter BBC | Leia a íntegra do memorando entre Brasil e EUA.

¹²¹ O Brasil mantém uma relação de assimetria comercial com os EUA no que respeita à importação de etanol; importa mais do que exporta. Apesar do grande potencial brasileiro para produção de biocombustíveis, o país tem sido um dos principais mercados para o etanol americano; em 2020, o Brasil recebeu 15% do volume exportado pelos EUA; em 2021, a situação reverteu-se, pois o etanol americano passou a ser taxado pelo Brasil em 20%. Entretanto, em 2022 o Brasil deverá voltar a ser um dos principais destinos do etanol americano, já que a taxa de importação foi zerada até dezembro, enquanto a taxa de importação do etanol brasileiro é de 19%. O etanol brasileiro, produzido a partir da cana-de-açúcar, é considerado mais sustentável e menos poluente do que o etanol de milho, fabricado nos Estados Unidos; por isso, há um mandato californiano que exige a adição de etanol brasileiro, de menor impacto ambiental, à gasolina. A exportação do etanol brasileiro tem como destino a Califórnia (Vidal, 2022, pp. 1-2).

questão climática a nível nacional e internacional (MRE, 2020). No que respeita às tecnologias de Captura e Armazenamento de Carbono, os Estados Unidos vêm realizando pesquisas desde 2003 através do *Carbon Sequestration Leadership Forum* (CSLF), sendo o Brasil o primeiro país da América Latina a participar, a convite de Bush.

As relações Brasil–EUA, nos governos de Bolsonaro e Trump, tiveram como foco no combate ao globalismo. Sem continuidade relevante às questões climáticas (ambos presidentes demonstraram seu ceticismo), verifica-se a estagnação. Embora não esteja diretamente relacionado ao meio ambiente, é importante salientar, a assinatura do Acordo de Salvaguardas Tecnológicas¹²². Este acordo permite o uso da Base de Alcântara, no Maranhão, aos Estados Unidos, o que na opinião de Berringer *fere a soberania brasileira [...], cede-se um território estratégico e abre-se mão de um projeto nacional de desenvolvimento de tecnologia* (Berringer et al., 2022, p. 115).

Com a eleição de Joe Biden, as relações Brasil–EUA sofrem alterações e atravessam momentos conflituosos; economia, ambiente e política de aquisição de vacinas (Covid-19) são os três temas que mais geraram divergências neste período. No que respeita à conservação do ambiente, o Brasil e os Estados Unidos estiveram presentes em dois eventos: a Cúpula do Clima (abril de 2021) e a COP26 (novembro de 2021). Em ambos os eventos, o presidente brasileiro apresentou um discurso mais moderado e de abertura climática. No entanto, Bolsonaro não esteve presente na COP26 e não cumpriu o que havia prometido nos seus discursos (Berringer, 2022, pp. 119–120).

Neste período, não se verifica qualquer acordo entre os dois países relativamente às estratégias de combate às alterações climáticas.

Recentemente, com a tomada de posse de Lula da Silva na Presidência da República, delineia-se um novo caminho nas relações entre estes países. A Ministra do Ambiente, Marina Silva, retoma o Grupo de Trabalho Brasil–Estados Unidos sobre

¹²² O Acordo de Salvaguardas Tecnológicas com os EUA viabiliza a oferta de serviços de lançamento de satélites, a partir do Centro Espacial de Alcântara, a países estrangeiros. Mais de 80% dos satélites comerciais no mundo são de origem norte-americana ou utilizam componentes daquele país. Esse acordo é de grande interesse dos setores privados de ambos os países, uma vez que abre oportunidades para parcerias empresariais no setor espacial. Tal instrumento atende às principais demandas brasileiras, entre as quais a possibilidade de utilização de fundos decorrentes da exploração comercial do Centro de Alcântara para o desenvolvimento do programa espacial brasileiro (<https://www.gov.br/planalto/pt-br/>).

Mudança do Clima (GTMC), criado em 2015 e interrompido nos governos de Trump e Bolsonaro. Este grupo de trabalho tem como objetivos explorar os assuntos prioritários e de interesse comum aos dois governos.

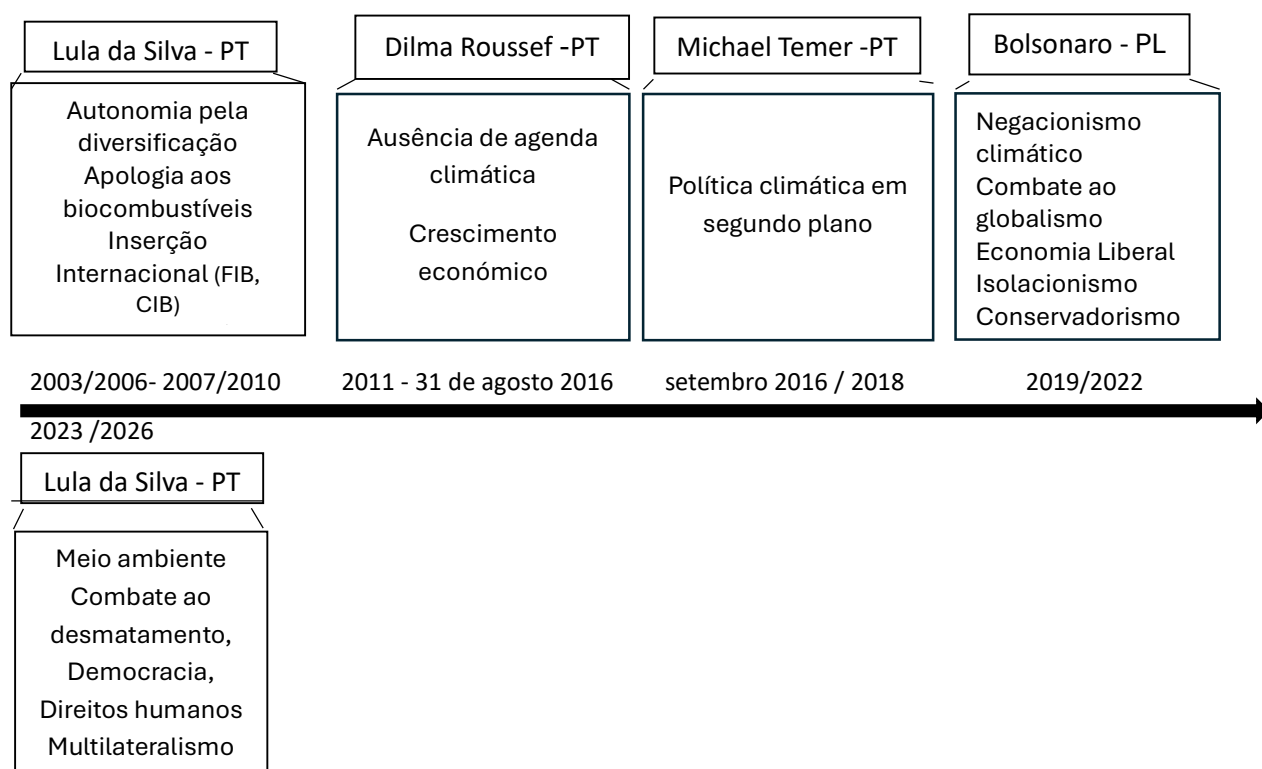
Os temas prioritários são o combate ao desmatamento, a proteção das florestas, a mudança do uso da terra, a degradação ambiental, a bioeconomia e o cuidado com os povos indígenas. O Brasil e os Estados Unidos declararam “*determinação em lutar contra a fome, a pobreza e desigualdade*” (epbr.com.br) [acesso em: 20/08/2023].

No entanto, apesar de os Estados Unidos afirmarem o seu apoio ao Fundo Amazônia, não houve um entendimento positivo com o Brasil; a contribuição anunciada, de 50 milhões de dólares destinada a este fim, revelou-se muito inferior às expectativas do governo brasileiro e às comunicações já feitas por países da União Europeia (Mori, 2023).

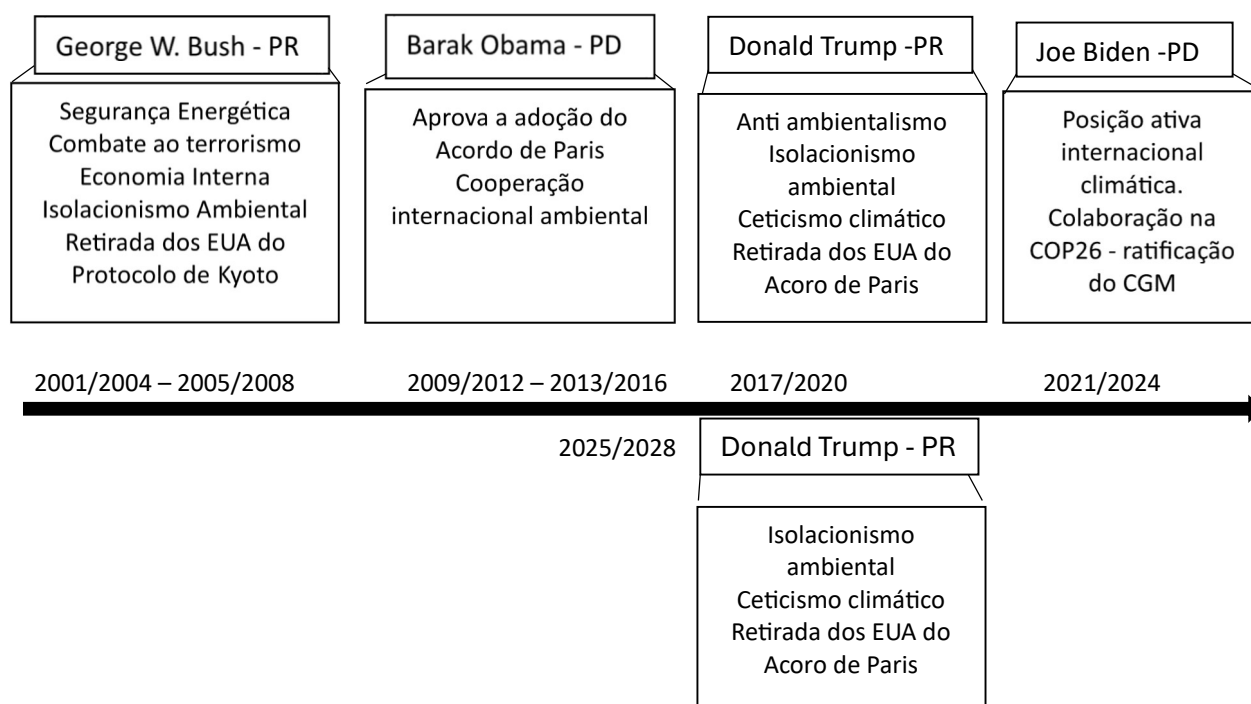
Com a tomada de posse de Trump, em janeiro deste ano, novos rumos avistam-se para as relações bilaterais entre estes países; com uma visão cética e autoritária, o recém-chegado presidente dos Estados Unidos toma uma postura isolacionista e conservadora extremista. Voltados de costas em suas ideologias relativas ao clima, não se vislumbra qualquer encontro ou possível acordo entre os dois atuais presidentes destas nações na área do ambiente.

Para concluir este capítulo, apresentam-se, em primeiro lugar, os quadros que sintetizam as principais características das políticas climáticas externas do Brasil e dos Estados Unidos, numa linha cronológica por mandatos, a partir de Lula da Silva e George W. Bush, bem como os principais acontecimentos bilaterais entre estes países no que diz respeito ao clima e aos biocombustíveis.

Em seguida, como encerramento desta primeira parte do estudo, apresenta-se uma linha do tempo que sintetiza os principais marcos internacionais, nacionais e bilaterais relacionados com o desenvolvimento de BECCS no Brasil e nos Estados Unidos. Esta síntese visual permite compreender, de forma integrada, a evolução desta tecnologia nestes países e observar a trajetória das políticas de bioenergia e de mitigação ao longo das últimas décadas.



Quadro 5 – Linha cronológica por mandatos e PE -Brasil. *Fonte: elaboração própria*



Quadro 6 – Linha cronológica de mandatos e PE -EUA. *Fonte: elaboração própria*

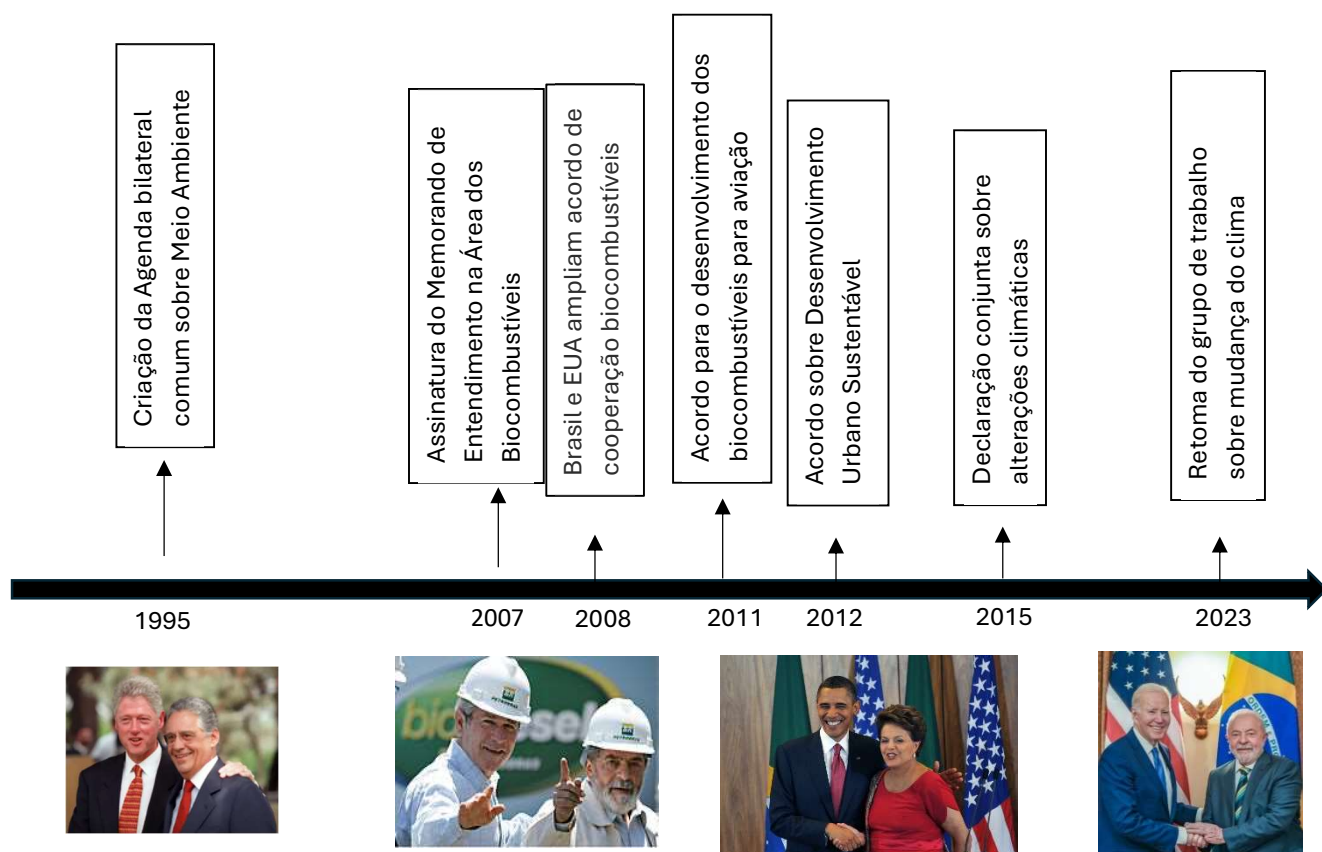


Figura 10 – Síntese acontecimentos bilaterais Brasil / EUA em relação ao clima.
 Fonte: elaboração própria.

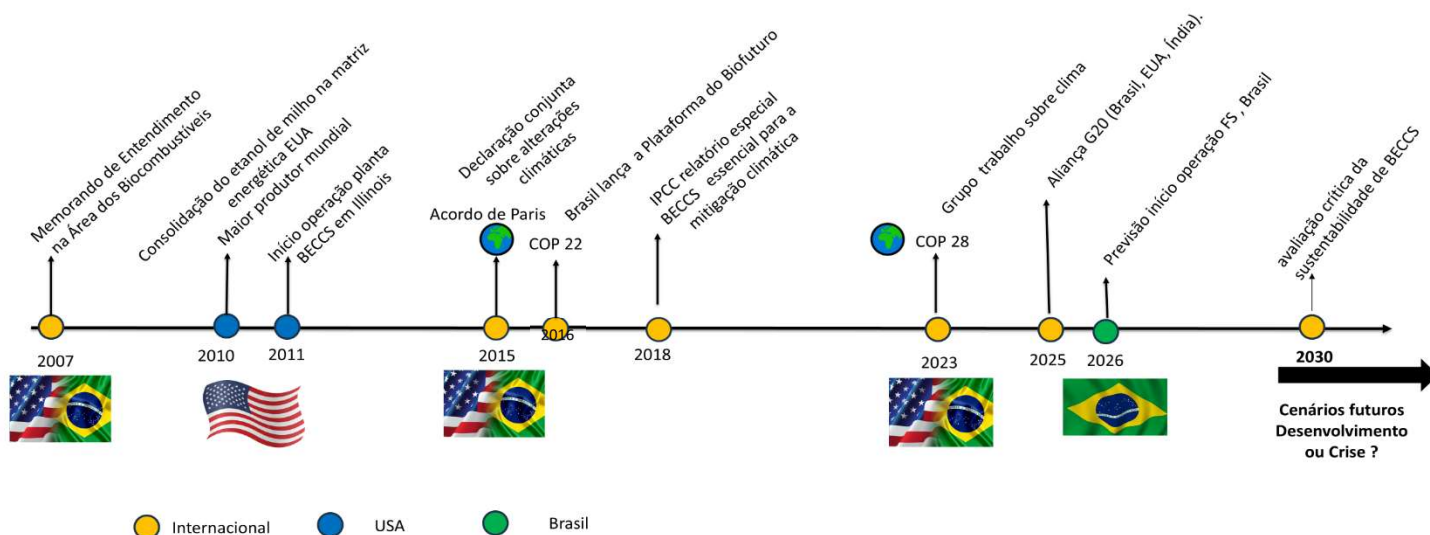


Figura 11 – Linha temporal da evolução de BECCS (2007-2030).
 Fonte: elaboração própria

Conclusão Parcial

Neste capítulo foram apresentadas as características geográficas e culturais do Brasil e dos Estados Unidos, assim como a historiografia das suas formações e identidades nacionais, a fim de melhor compreender as suas políticas externas e domésticas.

Constata-se que ambas as democracias do continente americano possuem uma história semelhante na construção da sua identidade nacional: foram colónias de impérios europeus (Portugal e Grã-Bretanha, respetivamente) e a sua formação sociocultural deu-se pela miscigenação de negros, brancos e índios nativos, devido ao tráfico de escravos oriundos da África. No entanto, o legado deixado pelos colonizadores e enraizado nas sociedades atuais difere; estando na base destas diferenças, entre outros fatores, a ideologia da religião levada para as colónias: a Igreja Católica (os jesuítas) e a Protestante (os *Pilgrim Fathers*) (Carvalho, 2007; Galdioli, 2008).

Politicamente, em ambos os Estados, vigora a República Federal Presidencialista Democrática, embora com algumas diferenças constitucionais. Os Estados Unidos foram os pioneiros, com a sua Constituição, a adotar o regime Federal Republicano, sendo um exemplo a seguir para o mundo. Já no Brasil, que segue o modelo greco-romano, verifica-se uma democracia recente, dada a sua formação política fragilizada pelo longo período da ditadura militar.

No que diz respeito às suas políticas domésticas e externas em relação ao ambiente, verifica-se que, em ambos os níveis, o Brasil e os Estados Unidos apostam nos biocombustíveis como inclusão na matriz energética. Ambos possuem um histórico bem-sucedido nesta área; no entanto, o Brasil, tendo como lema o desenvolvimento, apresenta metas futuras mais ambiciosas, demonstrando um forte interesse em ocupar uma posição na cena internacional como afirmação da sua soberania nacional. A política externa brasileira voltou-se para a América do Sul (MERCOSUL) na tentativa de alcançar a liderança no hemisfério através do livre comércio e, desta forma, reduzir o desequilíbrio das relações de poder entre o Norte e o Sul (Vigevani e Cepaluni, 2007, p. 288). Os Estados Unidos preocupam-se mais com os seus interesses internos e

económicos, mantendo a sua posição de potência hegemónica, e veem no Brasil uma oportunidade de engajamento e expansão na América do Sul (Burgess, 2012).

As relações bilaterais Brasil–EUA tornaram-se mais consistentes a partir da década de 90, porém ainda assimétricas; o Brasil é visto como uma potência emergente regional e global, sendo capaz de influenciar, através do seu “poder brando” (*soft power*), o cenário político mundial (Pecequillo, 2010; Almeida, 2004). Os governos de Dilma e Obama deram continuidade às negociações do governo anterior (Bush e Lula da Silva); porém, nas administrações de Bolsonaro e Trump, verifica-se uma quebra em relação às políticas de seus antecessores, certificando-se a estagnação e mesmo o retrocesso no que respeita às políticas ambientais, embora haja alinhamento do Brasil com os Estados Unidos, sem reciprocidade. Nos novos governos (Biden e Lula), retomaram-se os trabalhos interrompidos no período anterior, como o Grupo de Trabalho conjunto, com o objetivo de implementar uma agenda comum em prol do ambiente e do desenvolvimento sustentável.

Atualmente, com a tomada de posse da nova administração Trump, não se vislumbram possibilidades de acordo entre os dois países.

PARTE II – METODOLOGIAS E ESTUDOS DE CASO

Na primeira parte deste estudo, foi realizada uma profunda exposição das condições sociogeográficas, económicas, políticas e industriais do Brasil e dos Estados Unidos, centrando a atenção nas suas capacidades de implementação e comercialização da tecnologia BECCS; tendo como matéria-prima os biocombustíveis, mas precisamente o etanol (capítulo 3).

Para além disso, abordou-se o Regime Internacional do Clima e sua evolução desde o seu surgimento em 1992, na Cimeira do Clima, assim como a atuação e comportamento destes países na política internacional do clima (Capítulo 1) e desenvolveu-se os conceitos e teorias pertinentes a este estudo (Capítulo 2).

Concluiu-se que apesar de o Brasil e de os Estados Unidos oferecerem, ambos, condições favoráveis à implementação de BECCS, o futuro desta tecnologia revela-se incerto, devido a vários fatores específicos a nível interno e externo. Vários fatores de índole social, ambiental, política e económica são as causas desta incerteza, operando como entraves para a concretização da implementação sustentável desta tecnologia, e consequentemente, a possibilidade de haver um acordo bilateral entre estes países e cooperação multilateral visando o desenvolvimento da tecnologia.

É pertinente, portanto, analisar e refletir sobre os contextos específicos de cada um dos países separadamente e verificar as possibilidades existentes para ultrapassar as dificuldades e o possível progresso de BECCS nestes países e internacionalmente.

Para a realização da respetiva análise delineou-se as seguintes etapas a cumprir: 1 – Determinar os principais fatores que impedem a implementação de BECCS no Brasil e nos Estados Unidos; 2- Identificar os atores e grupos de interesse e seus objetivos no fenómeno estudado; 3 – Identificar as possíveis ações para ultrapassar estes impedimentos.

Assim, nesta segunda parte, é apresentado o *Corpus* que está na base deste estudo, e as metodologias aplicadas. Serão, também, expostos os respetivos resultados, a descrição dos mesmos, sua interpretação e conclusões.

Por fim, realiza-se um exercício prospetivo que através de quatros cenários delineará as possíveis tendências futuras no que respeita ao desenvolvimento de BECCS no horizonte temporal 2007 - 2030 com o objetivo de motivar a formulação de estratégias de políticas domésticas verdes e abrir novos caminhos para futuros debates em torno destas questões.

Com a finalidade de assegurar consistência metodológica ao estudo, sem abrir mão de certa liberdade interpretativa, optou-se por aplicar duas abordagens para a construção de cenários: a Matriz Estrutural de Godet e o método lógico-intuitivo de Schwartz. Embora essas técnicas sejam amplamente utilizadas de forma independente, esta tese propõe integrá-las em um processo ambíguo que alia a análise estrutural rigorosa à construção narrativa de futuros alternativos. Tal abordagem representa uma contribuição original ao campo dos estudos de cenários.

CAPÍTULO 4 – O CORPUS

Neste capítulo é apresentado o *corpus*, material que serviu para a recolha de dados quantitativos e qualitativos, em complemento da bibliografia anteriormente estudada.

Um dos métodos utilizados para a recolha de dados é a consulta a especialistas. Após a tentativa, sem sucesso, de aplicar o Método Delphi¹²³ como ferramenta para a construção de cenários, optou-se por recorrer às entrevistas a peritos. Assim, a secção que se segue é dedicada à exposição dos resultados das entrevistas, uma breve apresentação biográfica dos entrevistados e à explicitação da técnica aplicada para o tratamento dos dados: Análise de Conteúdo Temático, de Laurence Bardin, e a Análise Estrutural de Godet.

4.a – As Entrevistas

As entrevistas são modalidades diferentes e ricas na obtenção dos relatos das pessoas sobre determinado tema ou fenómeno (Maia, 2020, p.29).

Assim, de acordo com a enunciação acima, as entrevistas a peritos são o instrumento adequado para a obtenção de dados qualitativos e quantitativos, em complemento da bibliografia do referido estudo.

O tipo de entrevista utilizado foi o semiestruturado¹²⁴, composto por onze perguntas iniciais e distribuídas por temas que serviram de guião (ver anexo I). Os tópicos abordados nas entrevistas abrangeram o desenvolvimento das tecnologias CCS,

¹²³ Inicialmente, foi considerada a aplicação do Método Delphi como ferramenta utilizada para a construção de cenários. Porém, após mais de seis meses de inúmeras tentativas infrutíferas, a opção metodológica teve de ser alterada. Foram enviados cerca de cinquenta convites via correio eletrónico e via a plataforma *e-Delphi* para participação no questionário Delphi. Posteriormente, foram enviadas cartas por correio normal, contendo o convite à participação e o questionário, tendo também havido tentativas por telefone. Destes conjuntos de convites e contactos, apenas seis participantes responderam ao primeiro questionário Delphi.

¹²⁴ A entrevista semiestruturada consiste num guião de questões ou tópicos a abordar, existindo flexibilidade na sua formulação e podendo, consoante a dinâmica da entrevista, surgir novas questões a explorar (Maia, 2020).

BECCS e biocombustíveis, impedimentos ao BECCS, as políticas, a aceitação social, os investimentos, a política externa e questões polêmicas.

Os entrevistados que voluntariamente aceitaram dar a sua contribuição para este estudo¹²⁵ formam um grupo heterogêneo de dezanove peritos de diferentes áreas, provenientes do Brasil e dos Estados Unidos, e por isso apresentam diferentes perspectivas sobre o mesmo fenômeno: acadêmicos, diplomatas, empresários, especialistas e cientistas. O critério para a seleção dos entrevistados teve como referência os atores e grupos de interesse do sistema em estudo isto é, o setor dos biocombustíveis, da Captura e Armazenamento de Carbono, do petróleo, da energia e do ambiente. Devido às limitações espaciais, as entrevistas foram realizadas *online*, no período entre janeiro de 2024 e janeiro de 2025.

Apresenta-se a seguir um quadro com informação concisa dos Entrevistados (E), as categorias a que pertencem e respectivas instituições com as quais colaboram¹²⁶, dado que a sua envolvimento no contexto influencia o relato das entrevistas. Apresenta-se igualmente um gráfico que mostra a distribuição percentual dos perfis profissionais dos entrevistados:



Gráfico 6 - Distribuição percentual dos entrevistados por categoria, *Fonte: Elaboração própria*

¹²⁵Muitas foram as recusas entre os vários convites enviados via correio eletrónico e/ou por telefone. Essas recusas vieram principalmente de organismos do governo, Ministério de Minas e Energia (MME) e Ministério do Meio Ambiente (MMA) do Brasil, Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE) e não só, e alegavam como motivo o cargo ocupado e mesmo a fragilidade de expor suas opiniões face à posição contratual exercida, apesar de na carta-convite constar o modo de tratamento das entrevistas; confidencial e anónima. Embora tenha havido dificuldade em entrevistar peritos de ambos países, notou-se uma maior predisposição para colaborar por parte dos brasileiros, sendo os norte-americanos mais reservados. Pelas razões acima expostas, não foi possível entrevistar nenhum membro do governo diretamente.

¹²⁶ Para uma descrição mais detalhada acerca dos entrevistados e organizações a que pertencem, ver anexo II.

Relação de Entrevistados

Brasil	Instituição	Estados Unidos	Instituição	Categoria
Embaixador	MRE	XXXXXX	XXXXXX	Diplomata
Coordenador-geral	IPRI/MRE	XXXXXX	XXXXXX	Diplomata
Professora/orientadora /pesquisadora em Energia e Bioenergia	USP/UNICAMP /UNESP, RCGI/FAPESP SHELL	XXXXXX	XXXXXX	Acadêmica
Doutor Planejamento Energético. Analista Biocombustíveis	IEE/USP EPE	Engenheiro pesquisador sênior.	MITEI	Acadêmico
Doutor/pesquisador em Energias renováveis, SAF, Ciências Políticas	UNESP. NEPAM UNICAMP	Principal pesquisador	MIT	Acadêmico
Diretor Executivo Industrial	Usina Barracool	Vice-presidente executivo	SummitCarbon Solution	Empresário
Gestora de Sustentabilidade	Usina FS	Vice-presidente ass. Corporativos	POET.	Empresário
Cofundadora Diretora	CCS Brasil	Consultora em gerenciamento de Carbono.	Decatur Project (BECCS) Illinois Basin.	Especialista
Diretor Executivo	Petrobrás	Diretora Assistente de CCS Integrado e Materiais Críticos	EERC, DEIA, DOE	Especialista
Gestor indústrias de petróleo, CCS, e biocombustíveis		Consultor sênior em política energética	Horizon Client Access.	Especialista
XXXXXX	XXXXXX	Cientista Distinguido, IP energia renovável sustentabilidade.	ORNL – Divisão Ciências Ambientais DOE	Cientista
XXXXXX	XXXXXX	Ecologista paisagística. Fez parte do CC do IPCC (2007), recebeu com Al Gore o Prêmio Nobel da Paz.	EEBD Universidade do Tennessee.	Cientista

Quadro 6 – Relação de entrevistados e instituições. Fonte: Elaboração própria

4.b – A Análise de Conteúdo

A metodologia aplicada para o tratamento sistemático das entrevistas baseia-se na Análise de Conteúdo Temática (ACT), de Laurence Bardin.

A Análise de Conteúdo¹²⁷ (AC) é:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência¹²⁸ de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (Bardin, 1977, p.42).

Assim, de acordo com a definição acima, as questões desenvolvidas nas entrevistas (unidades de contexto) relativas ao assunto de interesse desta investigação, foram ordenadas em quadros temáticos e tomado como unidade de registo “o tema”¹²⁹.

As gravações das entrevistas feitas na íntegra foram transcritas e, a partir daí, foram selecionados os recortes de texto devidamente categorizados pelo tema, o que permitiu propor inferências e obter as variáveis inferidas (conjunto de hipóteses).

Através de operações estatísticas, como a frequência e a frequência ponderada, obteve-se uma abordagem quantitativa das ocorrências destas variáveis. Também, para efeitos de análise qualitativa do conteúdo foram tidos em conta o contexto exterior à mensagem, isto é, a perspetiva da pessoa que transmite a mensagem (empresário, académico, diplomata, cientista, governante) e a sua envolvência, ou seja, a sua

¹²⁷ A Análise de Conteúdo surgiu como técnica de análise das comunicações no início do século XX e teve a sua evolução nos Estados Unidos, nas décadas de 40 e 50. O evento histórico que marcou a evolução do método foi a Segunda Guerra Mundial, sendo utilizada praticamente para investigação política pelos departamentos políticos dos EUA (Bardin, 1977, pp. 15-17).

¹²⁸ *Por inferência entende-se o conteúdo latente, ou seja, aquele que não está explícito no texto, mas que é possível ser percebido* (Ferreira, 2023, p.205).

¹²⁹ Segundo Bardin: *O tema, enquanto unidade de registo, corresponde a uma regra de recorte do sentido e não da forma, podendo ser uma frase, uma frase composta, um resumo, etc. ... O tema é geralmente utilizado como unidade de registo para estudar motivações de opiniões, de atitudes, de valores, de crenças, de tendências, etc. As respostas a questões abertas, as entrevistas (não diretivas ou mais estruturadas) individuais ou de grupo, de inquérito, ..., podem ser, e são frequentemente, analisados tendo o tema por base* (Bardin, 1977, pp.105-106).

representatividade no objeto estudado. São oito os quadros temáticos, dispostos da seguinte forma¹³⁰ :

Quadro 1: Desenvolvimento CCS no mundo

Quadro 2: Tendência do etanol

Quadro 3: Tendência de BECCS

Quadro 4: Impedimentos ao BECCS

Quadro 5: Políticas

Quadro 6: Investimentos

Quadro 7 – Protocolos

Quadro 8 - Aceitação da Sociedade

Para uma melhor compreensão das etapas seguidas, apresenta-se abaixo, um diagrama ilustrativo da Análise de Conteúdo Temática para este estudo:

Diagrama Análise de Conteúdo Temática (ACT)

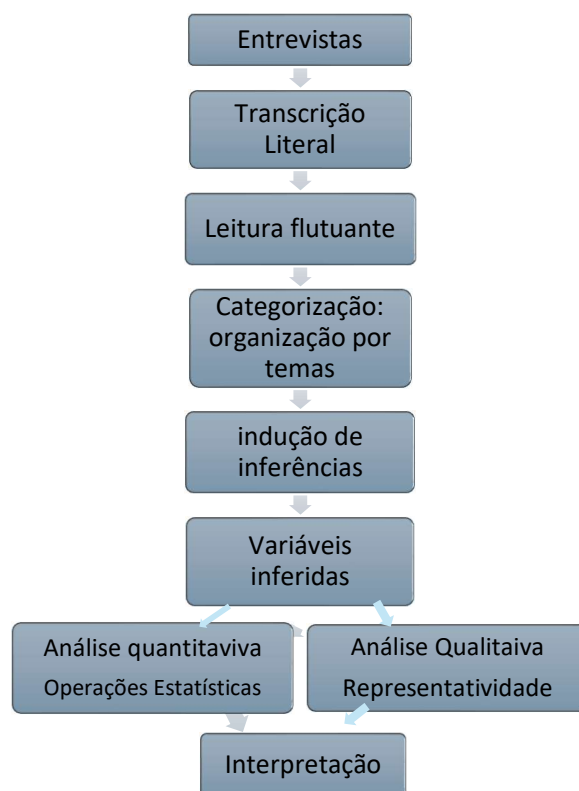


Diagrama 3 - Etapas da Análise de Conteúdo Temática;
Fonte: *Elaboração própria, inspirado em Bardin (1977).*

¹³⁰ Os quadros temáticos encontram-se no Anexo III.

4.c Tabelas e Descrição dos resultados:

A continuação, apresentam-se as tabelas que contêm os resultados encontrados, por quadro temático, seguindo os passos da ACT acima delineados. As tabelas apresentadas correspondem ao respetivo quadro temático elaborado e terão o código TQ1, TQ2, TQ3 e assim sucessivamente.

Tabela TQ1: Desenvolvimento CCS no mundo

O Quadro 1, cujo tema é o desenvolvimento de CCS no mundo, regista as seguintes variáveis listadas abaixo.

Na tabela do Quadro 1 (TQ1) está registada a frequência absoluta e relativa encontradas, de acordo com a operação estatística das respostas obtidas (grelha no Anexo III):

Nº	Variáveis /Frequências	FA	FR
1	O desenvolvimento destas tecnologias depende de fatores específicos	5	26,3%
2	Desenvolvimento de BECCS, BECCUS e biocombustíveis avançados	4	21%
3	Aumento de uso de modelação para novas tecnologias	1	5,3%
4	Impasse, devido a questões políticas e sociais	4	21%
5	Não responderam	5	26,3%
TOTAL:		19	100%

Descrição dos resultados:

A partir dos resultados estatísticos obtidos, verifica-se que 26,3% dos entrevistados concordam que o desenvolvimento das tecnologias de Captura e

Armazenamento de Carbono (CCS) depende de fatores específicos; financiamento: políticas, mercado, regulação, entre outros fatores. Com a mesma pontuação (21%) encontra-se a opinião de que haverá desenvolvimento de BECCS, BECCUS e biocombustíveis avançados e também, impasse destas tecnologias, devido a questões sociais e políticas. Apenas 5,3% opinam que aumentará o uso de modelações e pesquisas para o desenvolvimento destas tecnologias, sendo que 26,3% não responderam a esta questão.

Tabela TQ2: Tendência do etanol

No Quadro 2, como se trata da tendência do etanol num futuro próximo no Brasil e nos Estados Unidos, houve a necessidade de considerar os contextos internos de cada país separadamente. Assim, as ponderações foram as seguintes, mostradas na tabela TQ2:

Nº	Variáveis	Brasil		EUA	
		FA	FR	FA	FR
1	Crescimento	4	33%	0	0%
2	Desenvolvimento com inovações	8	66,7%	1	10%
3	Estabilidade e/ou regressão,	0	0%	7	70%
4	Estabilidade com potencial crescimento	0	0%	2	20%
TOTAL:		12	100%	10	100%

Descrição dos resultados:

Os resultados estatísticos apontam, para o caso do Brasil, que haverá desenvolvimento do etanol com inovações num futuro próximo, com 66,7% das opiniões dos entrevistados, e 33,3% acham que haverá crescimento da produção de etanol no

Brasil. Portanto, há um consenso entre os entrevistados de que haverá crescimento da indústria do etanol no Brasil.

No caso dos Estados Unidos, 70% das respostas asseguram a estabilidade e/ou regressão da produção de etanol nos próximos anos, e 20% dos entrevistados concordam que haverá estabilidade com potencial crescimento da indústria de etanol. Apenas 10% afirmam que poderá haver desenvolvimento com inovações. Portanto, a probabilidade de haver estabilidade na indústria do etanol é maior, sendo muito pequena a chance de haver crescimento ou desenvolvimento com inovações nos Estados Unidos.

Tabela TQ3: Tendência de BECCS no Brasil e nos EUA

Semelhantemente ao tema anterior, a tendência de BECCS teve de ser considerada em cada país separadamente. Assim, as variáveis e os resultados encontrados foram os seguintes:

Variáveis		Brasil		EUA	
frequência absoluta/ frequência relativa		FA	FR	FA	FR
1	Futuro promissor, mas depende de alguns fatores. Referência para o mundo ambos os países.	9	75%	4	33,3%
2	Futuro promissor. EUA referência para o mundo.	0	0%	6	50%
3	Futuro incerto, muitos fatores impeditivos.	3	25%	2	16,7%
Total:		12	100%	12	100%

Descrição dos resultados

Dos resultados apresentados acima, verifica-se que 75% dos entrevistados acreditam que a implementação de BECCS tem um futuro promissor no Brasil, porém dependerá de alguns fatores. O Brasil e os Estados Unidos podem ser referência para o

mundo neste setor. Já 25% acham que o futuro da implementação desta tecnologia no Brasil é incerto, pois existem muitos fatores impeditivos.

No que respeita aos Estados Unidos, 50% dos inquiridos afirmam que esta tecnologia tem um futuro promissor e que os Estados Unidos já têm essa tecnologia em funcionamento e comprovada, e será uma referência para o mundo e 33,3% afirmam que o futuro é promissor, mas que depende de alguns fatores. Apenas 16,7% acham que o futuro de BECCS é incerto nos EUA devido a muitos fatores impeditivos.

Apesar de a maioria das opiniões incidir no facto de que a implementação de BECCS no Brasil tem um futuro promissor, a incerteza perante este acontecimento é maior (25%) do que para os Estados Unidos (16,7%), devido a vários fatores impeditivos. Por sua vez, verifica-se uma maior certeza quanto ao futuro de BECCS nos Estados Unidos (83,3%), sendo este país o grande candidato a ser uma referência mundial neste setor.

Tabela TQ4- Impedimentos ao BECCS

No Quadro 4, que é dedicado aos impedimentos à implementação de BECCS, tanto no Brasil como nos Estados Unidos, optou-se como cálculo por aplicar a frequência ponderada, visto que os elementos causadores destes impedimentos surgem por ordem decrescente de importância. Assim, foi atribuída, em ordem decrescente de importância, a seguinte ponderação:

3 = o mais importante, 2= importância média, 1= menos importante.

As variáveis encontradas, pelo seu grau de importância, diferem em cada país e são as seguintes, mostradas na tabela TQ4 abaixo (ver grelha no Anexo III):

Nº	Variáveis	Brasil	EUA	TOTAL
Frequência Ponderada		FR	FR	FR
1	Falta de financiamento	16%	26,30%	20,45%
2	Regulação específica	60%	26,30%	45,45%
3	Legislação (Regulamentação)	12%	0%	15,70%
4	Preço do Carbono	12%	0%	15,70%
5	Políticas. Publicas	16%	0%	21%
6	Transporte para o local de armazenamento.	4%	16%	21%
7	Construção de gasodutos	0%	21%	21%
8	Falta de informação, estudos da tecnologia	12%	0%	15,70%
9	Competição com a indústria de petróleo.	8%	5,26%	15,70%
10	Mercado de Carbono	32%	42,10%	84,20%
11	Falta de credibilidade na tecnologia	4%	16%	21,00%
12	Incentivos fiscais	4%	16%	21,00%
13	Custos de produção	24%	36,84%	68,40%
14	Questão ambiental	4%	0%	5,20%
15	Desinformação da sociedade	0%	15,78%	15,70€
16	Desinteresse político	0%	5,26%	5,20%

Descrição dos resultados

Da tabela acima, verifica-se que a inexistência de um **mercado de carbono**, determinado pelo **preço do carbono**, aparece como o principal entrave para a implementação de BECCS no contexto internacional, com uma estatística de 84%, e também nos Estados Unidos (42,10%), sendo o segundo impedimento mais agravoso no contexto interno do Brasil.

No contexto interno brasileiro, verifica-se que o maior impedimento para a implementação de BECCS é a falta de **regulação específica**, ao que se acrescenta, no caso dos Estados Unidos, a falta de regulação para armazenamento *offshore* e a existência de um desgoverno no que respeita à regulação no país isto é, cada Estado aplica a sua própria regulação.

Os **custos de produção** para a implementação de BECCS são outras das causas que impedem o desenvolvimento desta tecnologia. Trata-se de uma tecnologia muito cara que sem um **financiamento**, motivo que surge na quarta posição por importância, se torna economicamente inviável.

As demais causas impeditivas aparecem, praticamente, com o mesmo índice de gravidade, sendo que as **políticas públicas** são o instrumento através do qual se pode obter a regulação e a regulamentação, o mercado de carbono, o financiamento público e os incentivos fiscais para amenizar os custos de produção, possibilitando a implementação de BECCS. A **questão ambiental** e o **desinteresse político** surgem como as causas impeditivas menos importantes, embora este último possa ter como consequência a inexistência de políticas públicas relativas à tecnologia.

Tabela TQ5: Políticas

Foram identificados dezanove tipos de políticas para favorecer a implementação de BECCS no Brasil e nos Estados Unidos. Algumas são comuns a ambos, outras são específicas, de acordo com o contexto interno de cada país.

Também aqui foi considerada a ponderação pela ordem decrescente de importância: 3 = o mais importante, 2= importância média, 1= menos importante.

Assim, as políticas são apresentadas em quadros separadamente e são as seguintes:

- 1-Políticas de incentivo
- 2 - Políticas públicas (Mercado de Carbono)
- 3 - Taxa de Carbono (imposto)
- 4 - Política de redução de emissão
- 5- Regulamentação
- 6 - Definir títulos de propriedade sobre carbono evitado (Crédito de carbono)
- 7- Subsídio de financiamento público
- 8 - Isenção fiscal
- 9 – Regulação
- 10-Políticas de campanhas, programas e pesquisas
- 11- Equilíbrio e consenso na regulação (regulação federal)
- 12 – Política para regulamentar a construção de gasodutos
- 13 – Legislação que regulamente a Captura e Armazenamento de Carbono como um bem público
- 14 - Limitar as barreiras comerciais
- 15 - Implementar veículos *flex fuel*
- 16 - Criar um plano igualitário para uso dos combustíveis
- 17 – Uma Política mista
- 18– Sistema *Cap. and trade*
- 19 - Fomentar integração entre empresas e usinas

Tabela TQ5: políticas comuns a ambos os países

Políticas		Brasil		USA		Geral	
		FA	FR	FA	FR	FA	FR
2	Políticas públicas (Mercado de Carbono)	10	35,71%	5	27,70%	15	32,60%
5	Regulamentação	4	14,20%	2	11,11%	6	13,00%
7	Subsídio de financiamento público	9	32,14%	3	16,60%	12	26,00%
17	Política mista	2	7%	1	5,55%	3	6,52%

Tabela TQ5 BR: políticas específicas ao Brasil

Políticas		Brasil		Geral	
Nº	Frequência	FA	FR	FA	FR
1	Políticas de incentivo	9	32,14%	9	19,56%
4	Política de redução de emissão	6	21%	6	13,00%
6	Definir títulos de propriedade sobre carbono evitado (Crédito de carbono)	5	17,5%	5	10,80%
8	Isenção fiscal	7	25,00%	7	15,20%
9	Regulação	4	14,20%	4	9%
19	Fomento de integração entre empresas e usinas	1	3,57%	1	2,17%

Tabela TQ5 USA: políticas específicas aos Estados Unidos

Políticas		USA		GERAL	
Nº	Frequência	FA	FR	FA	FR
3	Taxa de Carbono (imposto)	14	77,70%	14	31,10%
10	Políticas de campanhas, programas e pesquisas	6	16,60%	6	6,66%
11	Equilíbrio e consenso na regulação (regulação federal)	2	11,11%	2	4,44%
12	Política para regulamentar a construção de gasodutos (bem público)	1	5,55%	1	2,22%
13	– Legislação que regulamente a Captura de Carbono como um bem público	1	5,55%	1	2,22%
14 -	Limitar as barreiras do mercado	3	16,60%	3	6,66%
15	Implementar veículos flex fuel	1	5,55%	1	2,22%
16	Criar um plano igualitário para uso dos combustíveis	1	5,55%	1	2,27%
18	Sistema <i>Cap and trade</i>	1	5,55%	1	2,22%

Descrição dos resultados

Verifica-se que as **políticas públicas** para regulamentar o **mercado de carbono** estiveram presentes em ambos os países e obtiveram a maior pontuação no caso do Brasil, sendo a segunda política com maior ponderação no caso dos Estados Unidos. Também uma **política mista** é considerada em ambos os países.

No caso brasileiro, as **políticas de incentivo** e de **regularização de crédito de carbono** ocupam um lugar de destaque a seguir ao **mercado de carbono**, surgindo logo depois o **financiamento público**. Outras políticas importantes apontadas para o Brasil são as **políticas da redução de emissão de carbono, a regulamentação, a isenção fiscal**

e a regulação.

No caso dos Estados Unidos, uma **política de taxa de carbono** é ponderada como a mais eficiente para incentivar as tecnologias de baixa emissão de carbono, sendo seguida pela **política de regularização do mercado de carbono**. Uma particularidade no caso dos Estados Unidos é que apresenta várias políticas para solucionar problemas de foro interno, tais como: regulamentação específica, subsídio de financiamento público, isenção fiscal, políticas de campanhas, programas e pesquisas, regulamentação de carácter geral (regulação federal), legislação que regule a captura de carbono como um bem público, limitação das barreiras do mercado, implementação de veículos *flex fuel*, criação de um plano igualitário para o uso dos combustíveis e o sistema *cap and trade*.

O sistema *cap and trade*, que se baseia em estipular um limite de emissões para as empresas e no comércio dessas permissões, gera créditos de carbono e sua possível venda, criando assim um mercado de carbono; ou seja trata-se de uma política de **mercado de carbono**, num sistema de limite e comércio de emissões. Soma-se, assim, às **políticas de mercado de carbono**.

Verifica-se, desta forma, que uma política que regularize o mercado de carbono é o principal impulso para o sucesso da tecnologia BECCS a nível global.

Tabela TQ6: Investimentos para transição energética

A temática do Quadro 6 envolve investimentos que poderão ser feitos tanto a nível do governo como a nível das empresas para a transição energética de baixo carbono. As variáveis encontradas foram as listadas na Tabela TQ6, abaixo:

Variáveis		BRASIL		USA		TOTAL	
Frequência		FA	FR	FA	FR	FA	FR
1	investimento em várias/outras tecnologias renováveis	4	31%	1	10%	5	21,73%
2	Investir na otimização dos recursos e em parcerias	2	15%	2	20%	4	17,39%
3	Investir em políticas, pesquisas, R & D	4	31%	4	40%	8	34.78%
4	Nada será feito	0	0%	1	10%	1	4,34%
5	Conscientização da sociedade	1	7,7%	1	10%	2	8,69%
6	Investir em BECCS e BECCUS	1	7,7%	1	10%	2	8.69%
7	investimentos financeiros do exterior	1	7,7%	0	0%	1	4,34%
TOTAL:		13	100%	10	100%	23	100%

Descrição dos resultados:

O investimento em políticas, pesquisas e R&D obteve 40% das opiniões para os Estados Unidos como estratégia para acelerar a transição energética. Também para o Brasil esta foi uma das opções mais consideradas juntamente com o **investimento em várias tecnologias renováveis** (31%). **Investir na otimização dos recursos e em parcerias** surge como outra das estratégias a serem implementadas tanto nos Estados Unidos como no Brasil. **Investir em BECCS e BECCUS** aparece no fim da escala de pontuação com apenas 10% para os Estados Unidos e 7,7% para o Brasil. Ainda para ambos, aponta como importante investimento **a conscientização da sociedade** para os problemas climáticos e para os Estados Unidos vê-se ainda **“nada será feito”**, uma atitude em consequência da tomada de posse da nova administração Trump. Para o Brasil **“investimentos virão do exterior”**, reflete a condição do país de uma economia emergente.

Este resultado de opiniões, em que o investimento em BECCS ainda está longe de ser uma prioridade, deve-se ao facto, sobretudo, da não viabilidade económica para a sua implementação e da incerteza quanto à comercialização de emissões negativas.

Tabela TQ7 – Protocolos

Neste tema, tomou-se a ponderação (2) para o elemento (país, continente) considerado o mais importante para a concretização de um protocolo de cooperação. Assim, os resultados foram os seguintes:

Países/continentes	Brasil		USA		Parceiros comuns
Frequência	FA	FR	FA	FR	
Brasil			4	16,7%	
EU	6	20,7%	5	20,83%	
USA	13	44,8%			
Noruega	1	3,45%	1	4,2%	
Japão	2	6,9%	2	8,3%	
Reino Unido	1	3,45%	1	4,2%	
China	2	6,9%	1	4,2%	
Índia	4	13,8%	1	4,2%	
Canadá	0	0%	2	8,3%	
América do Sul	0	0%	2	8,3%	
Países desenvolvidos	0	0%	1	4,2%	
Ásia	0	0%	1	8,3%	
Vários países	3	10,34%	3	12,5%	
Total	29	100%	24	100%	

Descrição dos Resultados

O Brasil tem como principal parceiro, em posição destacada para assinar um protocolo de colaboração para o desenvolvimento de BECCS, os **Estados Unidos**, seguido da **União Europeia**, e, em terceiro lugar figura a **Índia**. **Vários países** são apontados em quarto lugar, sendo que o **Japão e a China, a Noruega e o Reino Unido** também surgem como potenciais parceiros, por esta ordem decrescente.

Para os Estados Unidos, aparece em primeiro lugar de interesse, para assinar um acordo a **União Europeia**, seguida pelo **Brasil**. **Vários países** figuram em terceiro lugar. **Japão, Canadá e América do Sul, Noruega, Reino Unido, China, Índia, Países em desenvolvimento e Ásia** surgem também como potenciais parceiros, por esta ordem decrescente.

Alguns parceiros são comuns ao Brasil e aos Estados Unidos. Podemos citar, além da reciprocidade entre ambos, os seguintes: **União Europeia, Japão, Noruega, China, Índia, Reino Unido** e a rubrica “**vários países**”.

Tabela TQ8: Aceitação da Sociedade

De um modo geral, as variáveis inferidas (conjunto de hipóteses) encontradas foram as seguintes:

Variáveis		Brasil		USA	
Frequência		FA	FR	FA	FR
1	A sociedade não é um impedimento. Não se manifesta.	2	20%	1	11,1%
2	Há muito negacionismo, mas a sociedade não chega a ser um impedimento.	3	30%	0	0%
3	A sociedade está dividida; uns a favor e outros contra	0	0%	4	44,4%
4	A sociedade não tem conhecimento. Poderá ser um entrave com o tempo.	3	30%	1	11,1%
5	A sociedade é um entrave para BECCS, mas não é para os biocombustíveis	2	20%	3	33,3%
TOTAL:		10	100%	9	100%

Descrição dos resultados

Neste quadro temático, foi abordada a opinião da sociedade brasileira e americana acerca destas tecnologias; como a sociedade reage e de que modo a sua aceitação interfere na sua implantação e na respetiva indústria.

A sociedade americana caracteriza-se por estar dividida entre os que **estão a favor e os que estão contra** estas tecnologias. Há também muita desinformação acerca do assunto, sendo que, se não houver cautela **ela pode ser um entrave** aos biocombustíveis e à BECCS. No entanto, a preocupação e contestação da sociedade americana concentram-se mais na implementação da tecnologia BECCS, no que respeita às construções de gasodutos, sobretudo por parte dos proprietários das terras. À parte desta classe, existe uma fração da sociedade que não se manifesta nestas questões.

Já a sociedade brasileira, de um modo geral, apesar de **haver muito negacionismo**, consequência da falta de consciência ambiental, **não chega a ser um entrave a estas tecnologias**. Grande parte da sociedade brasileira não tem conhecimento e, portanto, não se manifesta. Porém, é uma questão que exige cuidado e que **poderá tornar-se um entrave no futuro**, principalmente para a implementação de BECCS.

Com a análise das oito tabelas que demonstram os resultados encontrados nos quadros temáticos e a exaustiva observação da bibliografia explanada na primeira parte deste estudo, completa-se a grelha das variáveis internas e externas do sistema e das respetivas intensidades e importância para o sistema. O próximo passo a seguir é, então, a Análise Estrutural, com o propósito de detetar as variáveis-chaves¹³¹.

Complementa-se esta secção com a inclusão de um quadro-síntese dos conflitos encontrados neste tópico, ao longo desta pesquisa, apesar de não ter sido incluído num quadro temático, por se considerar pertinente para efeitos deste estudo:

¹³¹ Variável-chave ou fator crítico é qualquer variável (ou conjunto de variáveis) que afeta, positiva ou negativamente, o desempenho de um sistema (MMA).

Conflitos

- O receio da utilização do CCS como forma de ativação do petróleo pelas indústrias petrolíferas.
- Há conflitos internos no governo, entre a Petrobras e a ministra Marina Silva, em relação à política ambiental.
- Conflito interno nas usinas - concorrência entre a produção de açúcar e a produção de etanol, dado que a mesma usina que produz etanol também produz açúcar.
- Conflitos de interesse entre empresas de petróleo e produtoras de biocombustíveis.
- Há uma certa relutância por parte da sociedade em utilizar etanol em vez de gasolina por receio da mudança; a prioridade é a sobrevivência.
- Há receios de que esta tecnologia esteja a atrasar a transição energética.
- Há uma questão comercial delicada entre o Brasil e os EUA.
- Grande debate global entre a sociedade e o governo relativo às tecnologias de energia renovável.
- Conflito entre os proprietários de terras e as empresas de energia renovável nos Estados Unidos.
- Conflito entre os países emergentes e os desenvolvidos na questão de alterações climáticas.

Quadro 8 - Quadro-síntese dos conflitos. *Fonte: Elaboração própria*

4.d – A Análise Estrutural

A Análise Estrutural é uma ferramenta proposta por Godet (1997), que faz parte do seu método de construção de cenários¹³² e tem como objetivo revelar a existência das variáveis-chaves ou fatores críticos de um determinado sistema (Caldas & Perestelo, 1998, p. 3).

¹³² Sobre a construção de cenários, serão expostos em pormenor mais adiante.

Assim, após a delimitação do sistema e encontradas as suas variáveis internas e externas¹³³, através do estudo bibliográfico e da consulta a peritos, procedeu-se à Análise Estrutural, tendo como instrumento a matriz quadrada de variáveis, ou seja, a Matriz de Análise Estrutural¹³⁴, onde são identificadas as relações diretas de influência e dependência entre estas variáveis e detetadas as variáveis-chaves determinantes para o futuro do fenómeno estudado. Desta forma, será evidenciado a relevância de cada uma das variáveis, suas atuações e implicações no Sistema em estudo.

Para o procedimento da Matriz de Análise Estrutural, tomaram-se os valores de zero (0) a três (3), de acordo com o grau de influência/dependência de uma variável sobre outra, sendo esta nula, fraca, média ou forte, em ordem numérica crescente. O somatório das colunas de uma variável indica o seu poder de influência no sistema e o somatório das linhas indica o seu grau de dependência. As variáveis-chaves serão aquelas que obtiverem o maior grau de influência e dependência (Silva & Saragoça, 2017, p. 139).

No caso específico deste estudo, em que se pretende determinar os possíveis caminhos futuros da implementação da tecnologia BECCS no Brasil e nos Estados Unidos, apresenta-se abaixo, de modo comparativo, a tabela das variáveis internas e externas relevantes para a Análise Estrutural da matéria em questão (delimitação do sistema), que resultaram do estudo retrospectivo, da análise do presente dos aspetos socioeconómicos, geográficos, políticos, industriais e referentes à tecnologia de ambos os países, juntamente com a consulta a peritos (entrevistas).

Para o presente estudo, não foi considerado pertinente o uso do software MICMAC, proposto por Godet, sendo os gráficos de Matriz da Análise Estrutural das variáveis, para efeitos ilustrativos, elaborados à mão.

Variáveis internas e externas do sistema

¹³³ Variáveis internas são elementos que compõem um sistema e podem ser controlados internamente. Variáveis ou fatores externos referem-se a elementos que influenciam um sistema ou processo, mas que estão fora do controlo direto desse sistema.

¹³⁴ A Matriz de Análise Estrutural é uma matriz quadrada, variável x variável, e terá tantas linhas e colunas quantas forem as variáveis. (Ver Anexo IV).

Como já foi dito, da análise de conteúdo das entrevistas realizadas e da bibliografia foram encontradas as variáveis internas e externas do sistema delimitado. Neste item, serão listadas, em modo comparativo, e justificadas estas variáveis. Também serão apresentadas aqui como parte integrante do sistema as características das políticas externas e das relações do Brasil e dos Estados Unidos.

Variáveis Internas

Tomando como sistema o Estado brasileiro e o Estado americano, e toda a envolvimento relacionada com as suas capacidades de implementação de BECCS, as variáveis internas compõem as dimensões socioeconômicas, as características políticas e culturais, os recursos naturais e geográficos e, no caso específico deste estudo, também são relevantes os aspectos industrial e tecnológico.

Dimensão socioeconômica

BRASIL	EUA
1 – País emergente, em desenvolvimento	1 – País desenvolvido e industrializado
2- Economia em ascensão	2 - Líder da economia mundial
3 - Existência de Quilombolas	3 - População caracterizada pela miscigenação
4 - Grande desigualdade social	4 – Desigualdade social
5 – Racismo	5 – Racismo
6 – Sistema educacional público ineficiente	6 – Sistema educacional de sucesso
7 – Taxa de desemprego alta	7 – Baixa taxa de desemprego
8 - Crescimento populacional controlado (0,52)	8 - Crescimento populacional pouco controlado (1%)
9 - População com grande índice de analfabetos	9 – Baixa taxa de analfabetismo
10 – Índice de pobreza muito elevado (27,4%)	10 – Índice de pobreza em elevação (12,5%)
11 – Índice populacional elevado	11 – Índice populacional muito elevado

A dimensão socioeconômica é importante, pois condiciona as questões relacionadas com a aceitação da sociedade face ao fenómeno. As características da

população, o nível de educação, o padrão económico que define os rendimentos das comunidades e consequentemente, os seus padrões de consumo são fatores que influenciam a perceção e aceitação do problema. O fator económico também determina a condição financeira do Estado e, em consequência, a sua capacidade de atribuir subsídios e de definir políticas fiscais.

Dimensão política

BRASIL	EUA
12 – República Federativa Presidencialista	12 – República Federativa Presidencialista
13- Presidente é o chefe máximo, centro do sistema	13- Presidente é o chefe máximo, centro do sistema
14 – Característica fragmentada	14 – Dois grandes partidos; democratas (reformistas) e republicanos (conservadores)
15 – Heterogeneidade ideológica	15 – Ideologias opostas
16 – 2 partidos em evidência PT (reformista) Liberal (conservador)	

A característica política determina as ideologias políticas preponderantes, que incitam diferentes modos de pensar e agir perante o problema em si, como as alterações climáticas e as tecnologias de mitigação, e condiciona os meios de refletir e implementar políticas públicas.

Recursos Geográficos

BRASIL	EUA
17 – Grande território	16 - Grande território
18 – 6 grandes biomas	17 – Grandes áreas florestais
19 – 31 bacias sedimentares	18 – 2/3 formações salinas
20 – Clima quente e húmido	19 – Clima variado
21 – Condições geológicas favoráveis a BECCS	20 – Condições geológicas favoráveis a BECCS

Os recursos naturais e geográficos são fundamentais à capacidade e disponibilidade agrícola para a produção de matérias-primas (biocombustíveis) e às características geológicas favoráveis ao armazenamento de carbono.

Dimensão Industrial e Tecnológica

Brasil	USA
22- Negacionismo climático	21 – Negacionismo climático
23 – Desmatamento	22 – Questão da propriedade de terras
24 – Custo da implementação/ produção	23 - Custo de implementação / produção
25 – Falta de informação/ estudos da tecnologia	24 - A Questão dos gasodutos
26 – Legislação/Regulamentação	25 – Anarquia na regulação/regulamentação
27 -Transporte de CO2 para armazenamento	26 – Distância do local de Armazenamento
28 – Regulação	27 - Falta de regulamentação offshore
29 – Indústria de biocombustíveis bem-sucedida	28 - Indústria de biocombustíveis bem-sucedida
30 – Receio de Mudança	29 - Burocracia / Licenciamento demorado
31 – Financiamento público	30 – Financiamento público
32 – Competição com combustíveis fósseis	31 – Competição com combustíveis fósseis
33 – Falta de incentivos fiscais	32 – Desinteresse Político

Na dimensão Industrial/Tecnológica estão incluídos os aspetos de várias índoles (técnicos, sociais, ideológicos) que, de certa forma, influenciam positiva ou negativamente a implementação da tecnologia e da indústria de etanol; ou seja, favorecem ou condicionam o desenvolvimento do sistema.

Variáveis externas

As variáveis externas, que potencialmente podem influenciar a implementação de BECCS, podem ser de índole económica, ambiental, social, política e tecnológica e estão listadas abaixo:

- 1e - Competição alimento x biocombustíveis (económica)
- 2e – A demanda de biocombustíveis (económica)
- 3e- Mercado de carbono internacional (económica)
- 4e- Preço do carbono (económica)
- 5e – Políticas Públicas (política)
- 6e- A questão ambiental (mau uso da terra) (ambiental)
- 7e – O Regime Internacional do Clima (acordo de Paris)
- 8e – Aceitação da sociedade (social)
- 9e - Partido político vigente (política)
- 10e – O capitalismo (económica)
- 11e – Desenvolvimento de outras tecnologias (tecnológica)
- 12e – Dependência dos combustíveis fósseis (económica)
- 13e – Conflitos de Interesses (social, económica e política)

Política Externa Estados Unidos (Síntese)

- Política externa expansionista e imperialista, baseada no liberalismo.
- Ideologia; implementar a democracia no mundo.
- Participação oscilante nas negociações internacionais do clima.
- Maior preocupação com problemas internos do país e ao combate ao terrorismo.
- Posição conservadora a conservadora moderada, em relação as questões climáticas conforme o partido político vigente.
- Prioridade no crescimento económico e soberania.

Política Externa – Brasil (Síntese)

- A busca de autonomia e universalismo.
- Posição destacada na transição energética.
- Foco no desenvolvimento, na mudança climática e ambiente.
- No Governo Lula - estratégia da autonomia pela diversificação.
- Cooperação privilegiadas no Sul.
- Posição de destaque nas negociações climáticas internacionais.
- Criou a plataforma do Biofuturo.
- Diplomacia do etanol e do biodiesel, como estratégia de inserção internacional do país.
- Diretrizes da diplomacia - multilateralismo e resolução pacífica dos diferendos internacionais, promoção da democracia e dos direitos humanos, meio ambiente e combate ao desmatamento.

Relações bilaterais Brasil / Estados Unidos (Síntese)

- Anteriormente Brasil tinha uma posição submissa aos EUA
- Boas relações com largos períodos de divergências e assimetrias de poder.
- Hegemonia dos Estados Unidos na economia, cultura, educação, tecnologia e ciência.
- Brasil dependia financeiramente dos Estados Unidos
- Relações Brasil - EUA continuam boas e prioritárias
- EUA segundo parceiro econômico mais importante do Brasil (superado pela China).
- Questões comerciais não resolvidas
- Protocolo de Entendimento na área dos biocombustíveis (relação mais recíproca).
- Protocolo de Colaboração na área do Ambiente, cooperação entre o Brasil e os Estados Unidos

Para a Análise Estrutural foram consideradas as variáveis socioeconômicas, as variáveis relativas à indústria e tecnologia e as variáveis externas a nível geral. As características políticas e os recursos naturais e geográficos não foram ponderados para a análise estrutural, por se considerar que são características inerentes ao sistema, que permanecem constantes durante o período em análise e podem ser favoráveis ou desfavoráveis à questão em causa, mas não são potenciais influentes ou dependentes diretas da evolução do fenómeno em si; a implementação de BECCS, ou seja, não desempenham um papel restritivo ou impulsionador.

Assim, realizada a Análise Estrutural das variáveis internas e externas do Brasil e dos Estados Unidos (ver. Anexo IV), foram identificados os principais fatores críticos do sistema: as variáveis mais influentes e mais dependentes, e que, portanto, desempenham um papel fundamental no sistema para a implementação de BECCS em cada país.

Variáveis-chaves:

De acordo com o método de Análise Estrutural proposto por Godet, as variáveis classificam-se em: motrizes, de ligação, de resultado, excluídas e de pelotão, segundo as suas intensidades de influência, motricidade e dependência (Silva & Saragoça, 2017, p. 141-142).

O presente estudo terá o foco nas variáveis de ligação, isto é, variáveis muito influentes e muito dependentes, para a determinação dos fatores críticos. Desta forma, resultante da Análise Estrutural, foram detetadas as seguinte variáveis-chave ou fatores críticos:

BRASIL	ESTADOS UNIDOS
Políticas públicas Falta de incentivos fiscais Legislação/Regulamentação Regulação	Políticas públicas Conflitos de interesse Partido político vigente O Capitalismo

Os quatro fatores críticos detetados traduz-se no seguinte:

No caso brasileiro, a **legislação/regulamentação** é representada pelo órgão jurídico que normaliza e regulamenta a **regulação**, estando, portanto, intrinsecamente ligados entre si. No caso dos Estados Unidos, **o capitalismo** é o causador dos **conflitos de interesse** e que também influencia o **partido político vigente**. Assim, as variáveis tomadas como as mais relevantes para o exercício prospectivo e a cenarização são; no caso do Brasil, **as políticas públicas, a falta de incentivos fiscais e a regulação**, e no caso dos Estados Unidos, os fatores críticos são **as políticas públicas, os conflitos de interesse e o partido político vigente**.

As condicionantes para impulsionar o desenvolvimento de BECCS no Brasil são os incentivos fiscais que, devido à condição econômica do país não existem, e a regulação da tecnologia de Captura e Armazenamento de Carbono para fins ambientais. As políticas públicas são o instrumento através do qual se podem estabelecer os incentivos fiscais e a regulação. Nos Estados Unidos, o partido político vigente é uma condição crucial, pois existem ideologias opostas nas questões climáticas entre os dois principais partidos, estimuladas pelos conflitos de interesse que têm sua origem no capitalismo. As políticas públicas dependem da administração política vigente, que pode favorecer ou desfavorecer as políticas de âmbito ambiental.

Apresentam-se a seguir, os gráficos referentes às matrizes de Análise Estrutural realizada.

Nos gráficos cartesianos abaixo visualizam-se as variáveis pelos seus graus de dependência (eixo dos X) e poder de influência (eixo dos Y). As variáveis-chave mais influentes e mais dependentes, situam-se no quadrante superior direito na perspectiva do leitor.

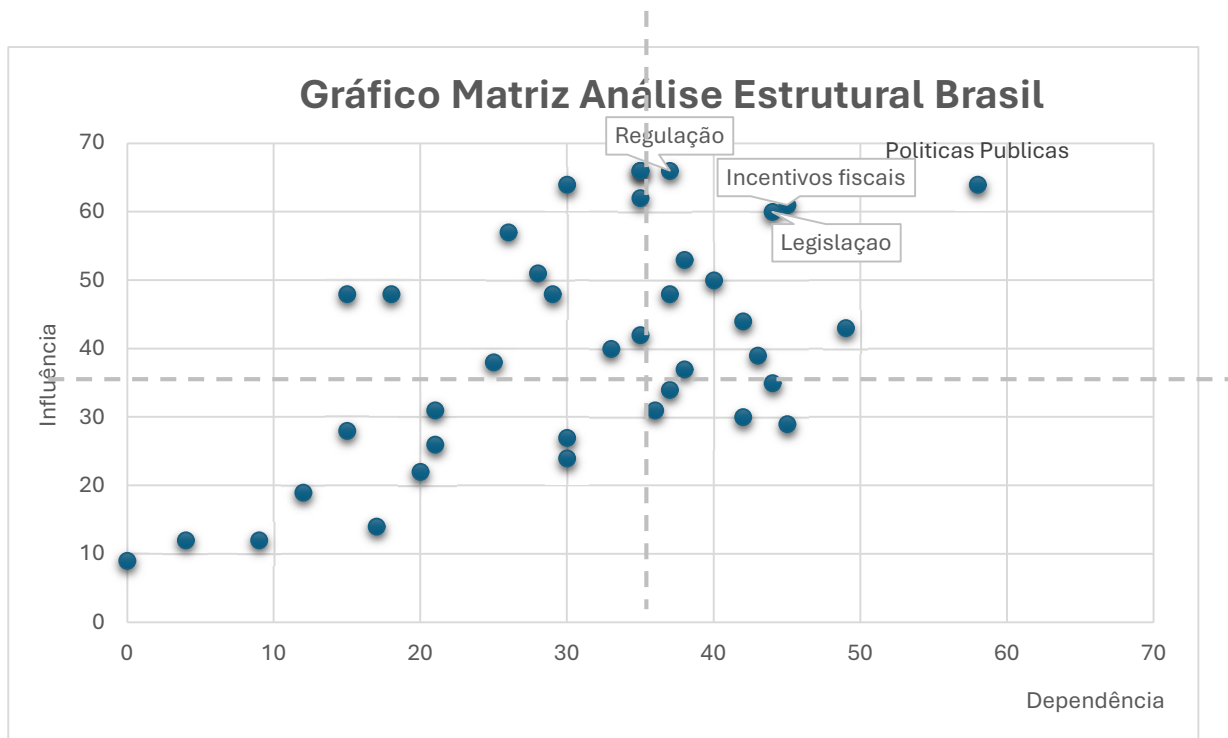


Gráfico 7 - Matriz Análise Estrutural -Brasil; Fonte *elaboração própria*.

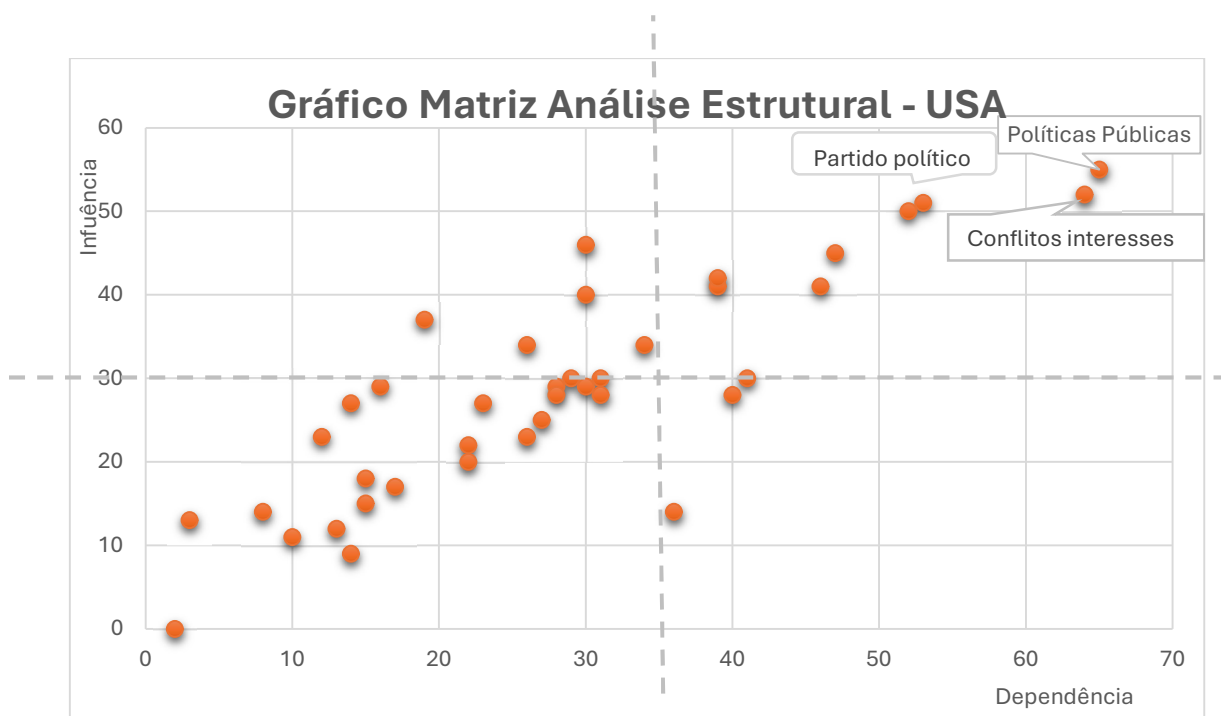


Gráfico 8 - Matriz Análise estrutural -USA. Fonte: *elaboração própria*

CAPÍTULO 5 – O ESTUDO DO FUTURO

Num mundo globalizado, interconectado e interdependente, próprio da era geológica em que a Terra atravessa, o Antropoceno, onde a acelerada evolução científica e industrial, aliada ao vertiginoso aparecimento de tecnologias de informação e comunicação proporcionam um constante estado de alerta, e onde a crescente realidade da turbulência económica e a complexidade social, produtos de um capitalismo desumanizado, conduzem a um cenário de ameaças, riscos e incertezas, a um futuro complexo e incerto; reflete-se na necessidade de utilização de técnicas de análise sobre o futuro. Assim, a prospetiva tem evoluído e se afirmado como ciência, tema que será desenvolvido neste capítulo.

5a - A Prospetiva

... a prospetiva, é hoje, uma ferramenta na área do planeamento, pela possibilidade que oferece na promoção e planificação da mudança cultural, ou seja, como auxílio à construção do futuro (Saragoça et. al., 2017, p.19).

Movidos pela curiosidade inerente ao ser humano de antecipar o futuro, os estudos científicos sobre o futuro iniciam-se, em 1957 com a obra do autor francês Berger, *A Atitude Prospetiva*. A partir daí, os estudos do futuro têm evoluído, um pouco por todo o mundo, tendo sido um marco importante para essa evolução a consciencialização dos problemas ambientais. Na década de 70, as técnicas de prospetivas começaram a ser cada vez mais utilizadas na academia, para fins de investigação e, em grandes empresas com fins estratégicos de planeamento.

É de ressaltar o estudo prospetivo da multinacional Shell, que possibilitou a previsão da crise do petróleo e uma planificação estratégica de desenvolvimento da empresa (Saragoça et al., 2017, pp. 20-21; Santos & Saragoça, 2017, p. 98).

Assim: A finalidade da análise prospetiva é antecipar para agir, explorando o futuro de forma organizada, sistémica e sistemática, consistente e coerente, plausível e útil (Saragoça et al. 2017, p. 23).

Segundo a citação acima, reúnem-se em dois itens os princípios fundamentais da Prospetiva:

- 1 – Existência de vários futuros possíveis desejáveis e indesejáveis.
- 2 – Sobre o futuro, que não está manifesto, é possível exercer alguma influência.

Desta forma, o exercício prospetivo é uma ferramenta que conduz à construção de cenários, de futuros incertos, possíveis e prováveis, desejáveis e indesejáveis; ou seja, nas palavras de Saragoça et al. (2017): *pensar prospectivamente implica considerar a existência de cenários de futuro*. Nesta perspetiva, pode-se definir a prospetiva como uma reflexão sistemática que visa orientar a ação presente à luz de futuros possíveis.

A análise prospetiva classifica-se em prospetiva **exploratória**, que tem o intuito de informar, de esclarecer, incitar a discussão e a participação, e prospetiva **estratégica**, que visa a ação, a formulação de estratégias face a um desafio futuro.

Duas escolas de Prospetiva destacam-se entre as várias existentes: a anglo-saxónica e a francesa.

A escola anglo-saxónica tem como precursores Herman Kahn e Peter Schwartz, ambos do Departamento de Planeamento da Royal Dutch/Shell em Londres, e tem como pilar o pensamento lógico-intuitivo. A escola francesa, *La Prospective*, que teve a sua inspiração em Berger, tem como referência internacional Michael Godet que, em 1983, desenvolveu uma abordagem probabilística para o desenvolvimento de cenários (Carvalho, 2021, p. 7).

Pese embora as diferentes abordagens e técnicas do exercício prospetivo, todas elas têm um tronco comum: compreender o passado, conhecer o presente e descortinar as tendências dos problemas (Silva & Saragoça, 2017, p. 129; Santos, 2011, p. 10).

5b – O Método de Cenários

Pode-se dizer que cenários são caminhos possíveis em direção ao futuro.

Malveiro (2020) define cenário como sendo um *conjunto composto pela narração de uma situação futura e do rumo dos acontecimentos que possibilitam ir da situação primária para a situação futura* (Malveiro, 2020, p. 138).

Existem vários métodos de cenários; porém, de um modo geral, todos têm um tronco comum constituído por três etapas essenciais: 1) a construção da base, 2) a descrição da envolvente e 3) a estrutura do cenário (Santos, 2011, p. 16).

Ainda, quanto a sua classificação, também existem muitas diferentes propostas. Contudo, os principais tipos de cenários são:

- 1 - Tendenciais - que tende a acontecer. Evolução futura com base em projeções de tendências históricas.
- 2 - Exploratório -o que pode acontecer. Possibilidade de futuros alternativos.
- 3 - Normativo -o que deve acontecer. As potencialidades desejáveis.

Para o objetivo deste estudo, considerar-se-á o cenário exploratório e dois métodos principais para sua construção: o lógico-intuitivo (Schwartz, 1991) e a Prospetiva, método desenvolvido por Godet (1983).

O método desenvolvido por Michel Godet permite uma análise qualitativa e quantitativa e caracteriza-se pela formalidade e sistematicidade; apresentando diferentes módulos, a utilização de operações probabilísticas, e a recorrência a programas informáticos. Neste método, relacionando-o com o tronco comum, citado acima, apresenta-se a sua estrutura da seguinte forma:

A construção de base compreende três fases: a) a delimitação do sistema constituído pelo fenómeno estudado e pela sua envolvente (política, económica, social, tecnológica, etc.); b) a determinação das variáveis internas e externas; c) o estudo do passado e do presente.

A segunda etapa constitui em: a) a análise do presente; b) a deteção das variáveis-chave ou fatores críticos ao problema (Análise Estrutural e Estratégia de Atores); e c) a formulação de hipóteses probabilizadas a consultas a peritos.

A terceira etapa é dedicada à construção de cenários e é composta por: a) encaminhamentos; b) Imagens; e c) cenários (Silva & Saragoça, 2017, pp. 129 -131).

O método lógico-intuitivo (GBN) caracteriza-se por ter o foco num processo de tomada de decisão que tenha em conta não só a imprevisibilidade (incertezas) de um fenómeno, mas também todas as informações sobre os possíveis futuros, a fim de reconhecer, estruturar e desenvolver novas ideias. Esta abordagem permite estimativas

de incertezas futuras, além da obtenção de dados e da sua análise, através da consulta a peritos. A identificação dos fatores-chave (incertezas críticas)¹³⁵ e as suas relações, permite, pela intuição e criatividade, a construção de cenários consistentes, plausíveis e coerentes (Kosow & Grassner, 2008, p. 61). Este método, opostamente ao anterior, apresenta um cariz mais livre; liberto de formalidades, e aproxima-se de uma arte, utilizando as habilidades criativas e intuitivas do analista (Schwartz, 1991).

Assim, as etapas a seguir no método lógico-intuitivo são: 1. identificar uma questão ou decisão a tomar; 2. Descrição da envolvente: a) identificar as variáveis-chave; b) identificar as forças motrizes¹³⁶ c) identificar as incertezas críticas e as principais tendências; 3. selecionar a lógica dos cenários e criar um *storytelling* (narrativa dos cenários). Podem-se ilustrar as estruturas descritas acima no diagrama abaixo:

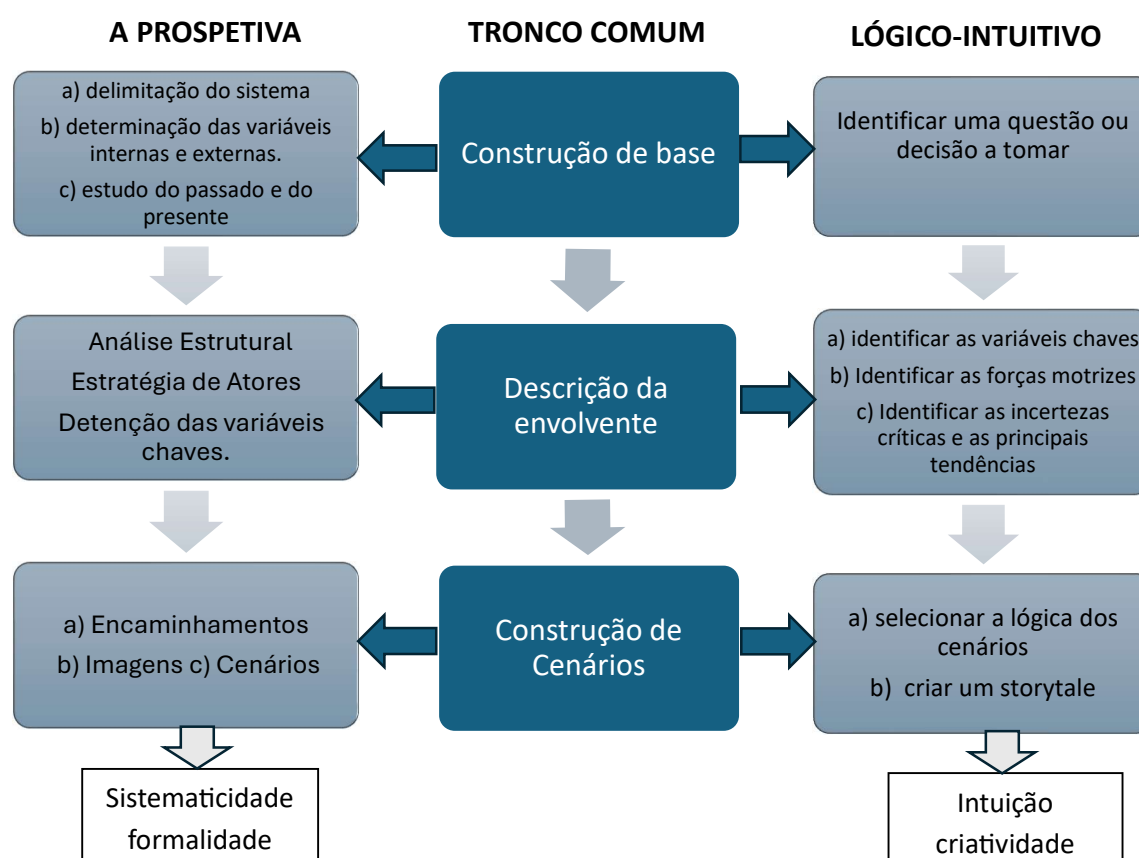


Diagrama 4 - Descrição dos Métodos de Cenário. Fonte: elaboração própria.

¹³⁵ As incertezas críticas ou fatores-chave, são variáveis altamente influentes e simultaneamente incertas, cuja evolução futura determina as trajetórias possíveis do fenómeno em análise.

¹³⁶ Por forças motrizes entendem-se os elementos externos ao sistema que são capazes de impulsionar uma alteração ou mudança no sistema.

Os cenários caracterizam-se pela existência de elementos incertos, e revelam-se como uma importante estratégia de reflexão que permite lidar com as incertezas, os riscos e os desafios futuros, sendo, por isso, estruturas conjecturadas, imaginadas. Para que sejam cientificamente credíveis, os cenários devem obedecer a determinados princípios: devem ser plausíveis, isto é, ter um seguimento lógico de causa e efeito, do passado e do presente; devem ser consistentes, coerentes, objetivos, relevantes e transparentes (Saragoça et al., 2017, p.27; Pereira, 2013, p. 215, Ribeiro, 2019).

Os principais elementos que devem compor um cenário são os seguintes: 1. descrição de mudanças no estado da sociedade e do ambiente ao longo do tempo; 2. Fatores-chave ou incertezas críticas; 3. ano base – ponto de partida; dados adequados; 4. horizonte temporal; 5. *Storyline* – descrição narrativa das principais características de um cenário e da sua relação com as forças motrizes.

5c - O estudo em análise

Retornando aos objetivos desta investigação, em que são aplicados à cenarização o método misto (qualitativo e quantitativo), utilizando como ferramentas de análise a Análise de Conteúdo Temático (Bardin), a Análise Estrutural (Godet) e a técnica da lógica-intuitiva (Schwartz). O diagrama a seguir, ilustra o que foi dito:

O diagrama, abaixo, mostra as etapas percorridas para a construção de cenários nesta investigação, bem como as respectivas fases e as ferramentas utilizadas para sua análise e interpretação. Note-se que as três etapas do tronco comum a todos os métodos constituem várias fases cada uma delas. Assim, a construção de base engloba: identificação da questão, b) delimitação do sistema, c) determinação das variáveis internas e externas, d) estudo do passado e do presente. Na descrição da envolvente encontram-se: a) consulta a peritos através das entrevistas. b) determinação das variáveis-chaves, das incertezas críticas e das principais tendências. Na terceira etapa, a elaboração do cenário exige criatividade, intuição e lógica, para a criação de um agregado de narrativas enredadas, coerente e consistente.

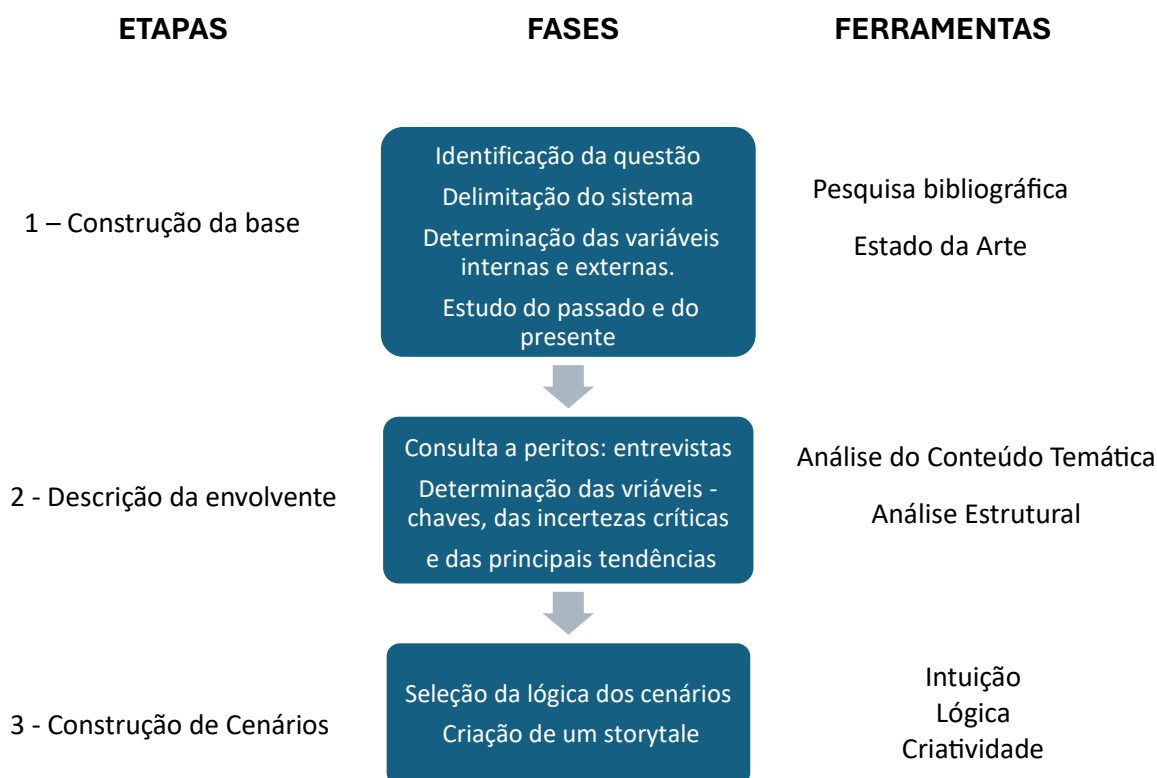


Diagrama 5 - Etapas da construção de cenários do presente estudo. Fonte: *elaboração Própria*

Verifica-se que a pesquisa bibliográfica e as entrevistas são a espinha dorsal do tronco comum que forma a arquitetura dos cenários desta investigação; isto é são elementos centrais na estruturação do cenário, elementos estes que permitiram a determinação das variáveis-chave (maior influência e maior dependência) e das principais tendências (elevada certeza e forte impacto).

O presente exercício de cenarização tem o propósito de responder à seguinte questão central: **É a tecnologia de Captura e Armazenamento de Carbono da produção de Bioenergia (biocombustíveis) uma solução sustentável para a mitigação das alterações climáticas?**

Para poder responder a esta questão, é necessário contestar as questões derivadas que, no contexto deste estudo, requerem o foco da atenção na implementação da tecnologia BECCS no Brasil e nos Estados Unidos, os dois maiores produtores de biocombustíveis do mundo e que oferecem condições favoráveis para o

sucesso de implementação e comercialização de BECCS. Assim, de acordo com a temática desta investigação, o tipo de cenário adequado é o exploratório, pelas razões justificadas abaixo:

O cenário exploratório, mais comumente utilizado nos estudos relacionados ao ambiente, é um cenário que começa no presente e explora tendências futuras. Pode-se definir como o esboço de uma cadeia de acontecimentos hipotéticos ou projetados; destina-se a permitir o exame da aproximação possível e globalizante de um tema específico, quando apresentado numa série de afirmações que requerem justificação, proporciona aspetos globais de aproximação possível e futura e identifica o carácter e magnitude dos problemas potenciais que os cenários de resposta estratégica podem resolver. Este tipo de cenário tem como base as questões *E se...? O que aconteceria se...?* e são adequados para estudo de fatores imprevisíveis, e verificação de possíveis ações ou processos de decisões a serem tomados (Kosow & Grassner, 2008, p. 31, 63-65; Santos, 2011, p. 58).

Para evitar excessiva complexidade, o objetivo é determinar as duas ou três incertezas críticas mais relevantes que formarão os dois eixos de um quadrante; estas serão combinadas entre si, resultando em quatro cenários distintos (Pereira, 2013, p. 218, Carvalho, 2021, p. 3; Santos, 2011, p. 40).

O objeto deste estudo é a implementação da tecnologia de Sequestro e Armazenamento de Carbono da produção de Bioenergias (BECCS, sigla em inglês) para a obtenção de emissões negativas, face ao estado de emergência climática em que a Terra se encontra, uma característica da era do Antropoceno.

Desta forma, duas principais componentes estão na raiz do sucesso ou fracasso desta tecnologia: os biocombustíveis (neste caso específico, o etanol) e a tecnologia de Captura e Armazenamento de Carbono (CCS, sigla em inglês). Como os biocombustíveis são a matéria-prima utilizada para BECCS, é relevante conhecer as tendências (elevada certeza) evolutivas desta componente.

Assim, verificam-se, através dos dados obtidos nas entrevistas, duas principais tendências para a indústria do etanol (Tabela TQ2):

- 1- Haverá desenvolvimento do etanol com inovações no Brasil.

2- Haverá estabilidade ou regressão na indústria do etanol nos Estados Unidos.

Quanto à evolução de BECCS nos dois países, as tendências encontradas foram:

- 1- Futuro promissor, mas dependem de alguns fatores. Brasil e Estados Unidos, referencias para o mundo.
- 2- Futuro promissor para os Estados Unidos, referência para o mundo.

Relativamente ao futuro desenvolvimento de CCS, encontra-se o seguinte: O desenvolvimento destas tecnologias depende de vários fatores (análise de conteúdo, Tabela TQ1).

Pela Análise Estrutural (Matriz Estrutural) foram detetadas as variáveis-chave: como principal fator crítico (maior influência e maior dependência), para ambos os países surge **políticas públicas**. Para o Brasil, a **falta de incentivos fiscais** é a variável-chave, e para os Estados Unidos é o **partido político vigente**.

Seguindo esta lógica de pensamento tem-se que BECCS se insere na categoria tecnológica de CCS, que depende de fatores específicos. Estes fatores, por sua vez, dependem de políticas públicas (principal variável-chave comum a ambos os países).

Considera-se, então, como a primeira bipolaridade:

- 1- a) As políticas públicas favorecem a CCS; b) As políticas públicas não favorecem a CCS.

Para a segunda bipolaridade toma-se a tendência do etanol no Brasil e nos Estados Unidos. Assim, é elevada tendência de que **haverá desenvolvimento de etanol com inovações no Brasil**. Esta condição não depende do partido político vigente, porém, o Brasil tem uma característica de sistema político fragmentado, possuindo vários partidos que dividem uma ideologia heterogênea. No entanto, dentre a multiplicidade de partidos existentes, dois partidos, atualmente, estão em evidência, disputando o pódio da presidência: o Partido dos Trabalhadores (PT) (reformista) e o Partido Liberal (conservador), podendo, assim, o desenvolvimento do etanol sofrer uma influência reformista ou conservadora.

Por outro lado, nos Estados Unidos, a tendência de que **haverá estabilidade e/ou regressão da indústria do etanol**, depende do partido político vigente (fator crítico). Dois

grandes partidos de ideologias opostas dominam a cena política americana: os democratas (reformistas) e os republicanos (conservadores).

Dando seguimento a estas premissas, para a segunda bipolaridade ter-se-á: 2- a) A indústria do etanol sob uma perspectiva reformista; b) A indústria do etanol sob uma perspectiva conservadora.

Uma vez que o principal objetivo da construção dos cenários consiste em refletir sobre o futuro da implementação de BECCS no Brasil e nos Estados Unidos, como referências para o mundo, e existindo a possibilidade de haver um importante acordo bilateral entre estes dois países no que respeita ao desenvolvimento desta tecnologia, após analisar os dados obtidos, conclui-se que, havendo diferenças nos contextos internos destes países, para uma análise mais pormenorizada, serão tidos em conta os contextos internos do Brasil e dos Estados Unidos, assim como o ambiente internacional.

A estrutura do quadrante que fornecerá os quatro cenários será:

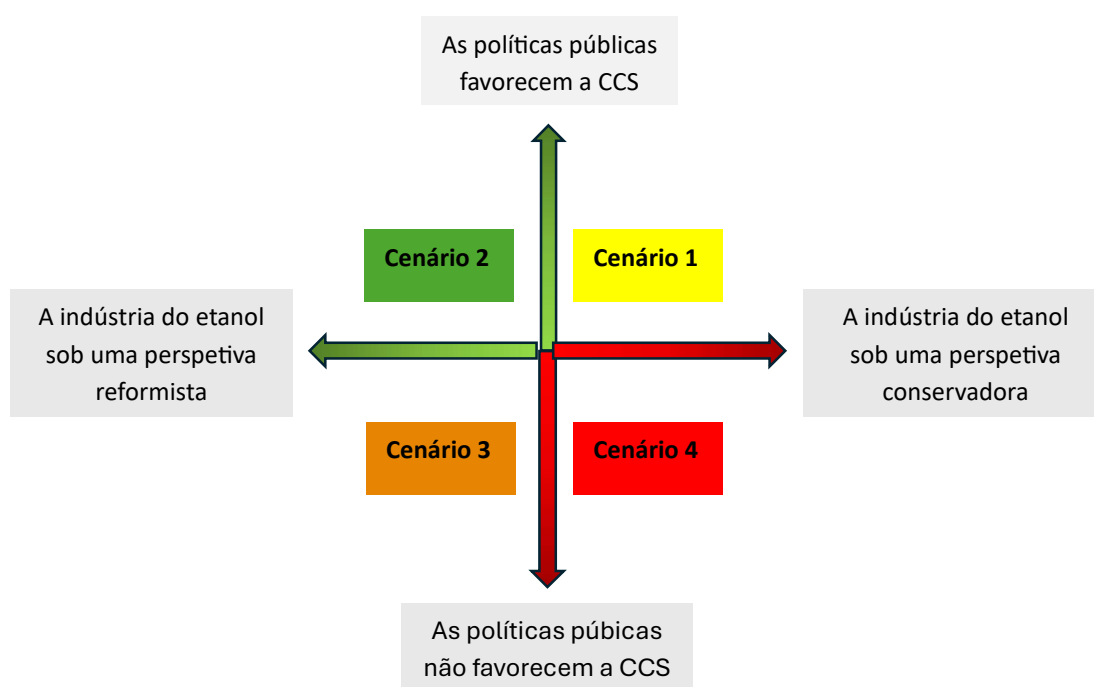


Figura 12 - Quadrante para a construção de cenários. *Fonte: elaboração própria*

5d – Os atores

Fundamentais na análise proposta são os atores do sistema em estudo e sua influência direta ou indireta entre si (Godet, 2007). Assim, nesta secção, introduzem-se os principais atores e seus objetivos em relação ao fenómeno a ser tratado.

Recapitulando o Capítulo 1 (p.37) primeira parte desta redação, nomeiam-se os seguintes atores e grupos de interesse: A1 - UNFCCC, A2 - Governo do Brasil, A3 - Governo dos EUA, A4 - empresas petrolíferas, A5 - ONG ambientalistas, A6 - sociedade, A7 - destilarias de etanol, A8 - revendedores.

Com base na exposição realizada anteriormente, segue-se uma síntese dos seus objetivos face à implementação de BECCS:

A1 – O principal objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre o Clima (UNFCCC, sigla em inglês) é manter os níveis de gases com efeito de estufa na atmosfera sob controlo e reduzir as emissões de CO₂ em 30-40 por cento até 2030, bem como atingir descarbonização completa entre 2070 e 2075. Como regime internacional, suas decisões dependem do consenso dos Estados-membros participantes nas reuniões (COP).

A2 – O Brasil, como um país emergente, tem o seu foco no desenvolvimento social e económico. Associa a diplomacia dos biocombustíveis a uma estratégia de inserção na cena internacional. O interesse nas tecnologias de Captura e Armazenamento de Carbono é a transição energética e a independência dos combustíveis fósseis, visando o seu desenvolvimento e também posicionar o Brasil como protagonista global na mitigação climática. BECCS representa uma grande oportunidade para o Brasil no mercado de carbono, permitindo gerar créditos de emissões negativas e atrair investimentos internacionais.

A3 – Os Estados Unidos da América, como uma grande potência mundial, um país desenvolvido, industrializado e um dos maiores poluidores do mundo, têm a sua preocupação centrada nos seus problemas internos e, seus objetivos relativamente à tecnologia BECCS, limitam-se a reduzir as emissões de CO₂ que o país emite.

A4 – As empresas petrolíferas, como empresas de extração de petróleo, utilizam a tecnologia CCS para fins de EOR (reativar poços extintos de petróleo), e veem em BECCS

uma oportunidade estratégica para manter relevância na transição energética, aproveitar a infraestrutura existente, aceder incentivos económicos e mitigar riscos reputacionais e regulatórios.

A5 – As ONG ambientalistas lutam em defesa do ambiente, das pesquisas, da educação ambiental. São um elo entre a sociedade e o governo, procuram aumentar a eficiência das políticas públicas, objetivando a conservação do ambiente e o bem-estar da população. São opositoras a estas tecnologias.

A6 – A sociedade (consumidor) – A sociedade brasileira, de um modo geral, luta pelos seus interesses de bem-estar. Caracterizada por uma enorme disparidade social e pobreza, preocupa-se mais com a sua sobrevivência, ficando os problemas ambientais em segundo plano. O seu principal objetivo é não pagar mais pela energia.

A sociedade americana, normalmente, não se importa com as questões políticas e ambientais, desde que estas não tenham impacto negativo na sua vida pessoal. Dividem-se em prol e contra estas tecnologias.

A7 – As destilarias de etanol, como empresas produtoras, visam principalmente o lucro e os benefícios que esta tecnologia pode trazer, bem como para descarbonizar a indústria. Assim, ao transformar o etanol em combustível de emissões negativas, aproveitam os incentivos fiscais para CCS e, ao mesmo tempo fortalecem a sua reputação sustentável.

A8 – Os revendedores, tal como os produtores, visam o lucro. Seus principais objetivos são a venda e comércio do produto. Além de poderem oferecer um produto mais competitivo agregando valor à sua marca, respondendo a exigências regulatórias, o uso de BECCS fortalece a sua imagem e atrai consumidores preocupados com a sustentabilidade, ampliando o acesso a mercados, bem como captando benefícios financeiros indiretos, créditos de carbono ou parcerias tecnológicas.

Da exposição feita acima, conclui-se que os Estados Unidos, como a maior potência económica, militar e climática do mundo são o ator que exerce maior influência sobre os demais, sendo a sociedade a mais dependente.

5e – O Futuro de BECCS no Brasil e nos Estados Unidos

Depois de concluídas a Análise de Conteúdo e a Análise Estrutural, encontradas as variáveis-chave e as bipolaridades para a construção dos cenários, nesta secção do capítulo 5 serão traçados os caminhos de quatro possíveis futuros referentes à implementação e ao desenvolvimento de BECCS, no Brasil e nos Estados Unidos, no horizonte temporal até 2030, seguida da respetiva análise. Os quatro cenários envolvem, entre o cenário otimista e o pessimista, dois intermédios; intermédio moderado e intermédio negativo, considerando o ambiente interno de cada país e o ambiente internacional.

Cenário 1 – O desafio do negócio

As políticas públicas favorecem a CCS
A indústria do etanol sob uma perspetiva conservadora

Sinopse: Neste cenário, que apresenta uma perspetiva conservadora para a indústria dos biocombustíveis (etanol), verifica-se grande instabilidade no setor, este facto influencia os projetos de BECCS, mas não impede completamente a sua implementação.

Ambiente interno

Evolução dos acontecimentos:

A perspetiva conservadora sob a qual se encontra a indústria do etanol no Brasil é marcada por instabilidades e oscilações no mercado. Desde a descoberta do pré-sal, o mercado do etanol vem sofrendo altos e baixos, provocando insegurança e incerteza aos produtores. A variação nos preços do etanol tem como a principal causa a concorrência com os combustíveis fósseis que, neste governo, é estimulada e financiada. Restrições à exportação do etanol para a Europa, e questões comerciais com os Estados Unidos também contribuem para uma contração do mercado. Devido a esta flutuação do preço do etanol, há uma concorrência entre a produção de açúcar e a de etanol dentro das próprias usinas; os produtores produzem mais da mercadoria que oferece maior lucro,

decidindo, neste caso, por uma maior quantidade de produção e exportação de açúcar, em detrimento do etanol.

Porém, apesar da instabilidade do setor, o agronegócio é um setor muito forte no Brasil, de grande importância para a economia brasileira, com um histórico que data do século XVI, e que gera empregos e receitas. Impulsionada por este setor e pelo cumprimento das metas definidas nas Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas, a indústria do etanol resiste às intempéries e encontra alternativas.

Por outro lado, o marco regulatório para CCS que já tinha iniciado o seu caminho no anterior governo, é aprovado pelo Congresso e regulamentado pela ANP. A precificação do carbono preceitua o mercado, surgem incentivos fiscais para a atividade de CCS, e, com a Lei do Combustível do Futuro aprovada, ampliam-se os mandatos de biocombustíveis, tanto de etanol como de biodiesel. Além disso, o governo promove políticas de pesquisa e desenvolvimento da tecnologia.

Algumas usinas, no Centro-Oeste do país, principalmente no Estado do Mato Grosso, investem no etanol de milho de segunda safra, uma inovação em crescimento no Brasil, que rende cinco vezes mais do que o etanol de cana, ameniza a restrição do etanol e começam a apostar na Captura e Armazenamento de Carbono a partir da Bioenergia como uma forma de tentar diminuir a pegada de carbono do etanol. Outras consideram o investimento na técnica Total Flex; que é uma inovação na produção de etanol, alternando a cultura da cana e a do milho.

Devido às condições geológicas e climáticas favoráveis que o Brasil oferece a estas tecnologias, e incentivados pela possibilidade de licitação pela BIP (sigla em inglês) (Plataforma Brasil de Investimentos Climáticos e para a Transformação Ecológica), criada pelo Ministério da Fazenda, e administrada pelo BNDES, encontrando, assim, viabilidade econômica e uma previsão de retorno lucrativo, acrescida da possibilidade de comercialização, com a lei que regulamenta o mercado de carbono; investidores estrangeiros são atraídos para financiarem projetos de BECCS.

No entanto, a desinformação sobre estas tecnologias, transmitida pela comunicação social, divide a sociedade entre negacionistas climáticos e ambientalistas, gerando descrédito e desconfiança quanto à implementação e utilização destas

tecnologias. Para contornar esta desconfiança da sociedade e evitar possíveis conflitos, as empresas interessadas preparam um plano de comunicação. Esse plano de comunicação consiste em audiências públicas que levam informações, esclarecem e tiram dúvidas a respeito a todos os setores da sociedade; ONG, associações de trabalhadores, sindicatos, ou seja, as principais lideranças da sociedade.

Com o financiamento das empresas estrangeiras e as políticas públicas que favorecem a CCS, BECCS começa a expandir-se no Brasil, porém em ritmo lento, sendo um investimento adotado principalmente pelos empreendedores do etanol de milho, que não enfrentam a competição do açúcar e, possuindo uma atitude mais audaciosa, se mobilizam para aceitar o desafio de implantar um projeto BECCS.

Mais ao norte do continente americano, a indústria de biocombustíveis, sob uma administração conservadora, está reduzindo a produção para limitar perdas diante da incerteza causada pela política do presidente dos EUA em relação aos subsídios para combustíveis verdes. O setor, que estava bem estabelecido, com uma tendência de crescimento impulsionada pela demanda crescente por etanol para combustíveis sustentáveis de aviação e marítimo, enfrenta agora um cenário de contração, com projetos sendo cancelados e a produção reduzida.

Os programas de subsídios para biocombustíveis, estabelecidos no anterior governo, foram cancelados, e o setor enfrenta grandes desafios: as comunidades rurais e a agricultura estão sendo prejudicadas, com redução no plantio de soja devido ao excesso de oferta e à demanda fraca. A taxa de desemprego aumentou em consequência da baixa produtividade das destilarias, além de prejudicar os esforços globais de descarbonização. A atual administração favorece a cadeia de combustíveis fósseis, aumentando as emissões de gás carbônico. Os volumes obrigatórios de biocombustíveis na gasolina não foram ampliados, e os agricultores sofrem o impacto da recessão. Além disso, a corrida pelos carros elétricos, muito em voga nos Estados Unidos, como estratégia de descarbonização, diminuiu a demanda por etanol anidro.

No entanto, programas de subsídio e as políticas públicas que viabilizam projetos de CCS continuam em vigor. O *Inflation Reduction Act* (IRA) proporciona viabilidade financeira para captura em qualquer cadeia de valor, e pode-se, através deste programa,

mobilizar uma tecnologia, um financiamento privado para qualquer projeto de CCS. O Departamento de Energia (DOE) também financia projetos de CCS, e isto facilita o surgimento de projetos de BECCS nos EUA. Além disso, existem os incentivos fiscais como o 45Q, o 40B e o 45B que são benefícios adicionais que trazem mais viabilidade ao CCS. Assim, apesar da recessão sofrida nos biocombustíveis, os projetos de BECCS que já estavam em funcionamento continuam em vigor e outros projetos, apresentando técnicas em parcerias, surgem, num ritmo moderado, sendo utilizado para o efeito outros tipos de biomassa, tais como: resíduos agrícolas e florestais.

Porém, os projetos mais favorecidos são de CCUS; os grandes projetos de Captura e Armazenamento de Carbono (CCS) que estão a ser desenvolvidos nos EUA, têm como empreendedoras grandes multinacionais petrolíferas que utilizam como matéria-prima o cimento, o gás natural ou o carvão, com o objetivo de reduzir as emissões de poluentes enviados para a atmosfera, mas, principalmente, de ativar a extração de petróleo.

Ambiente global

Neste cenário, a participação das fontes de energia fóssil aumenta na matriz energética brasileira, e os temas ambientais ficam em segundo plano na Política Externa do Brasil. Ainda assim, o país mantém a sua corrida rumo à transição energética, e apresenta a matriz mais “limpa” entre os países do G20. Internacionalmente, continua a promover e a sediar importantes eventos relacionados com a mudança do clima. Embora a percentagem de mistura obrigatória de etanol na gasolina não tenha aumentado, permanece a mais elevada, já que, nos demais países que possuem mandatos, esse valor não ultrapassa os 10% (Vidal, 2022, p. 1).

Contrariamente, os Estados Unidos adotam uma política externa de carácter antiambientalista, negligenciando os princípios da transição energética; não cumprem o seu INDC e retiram-se do Acordo de Paris.

O Brasil poderá tornar-se uma referência mundial pela inovação apresentada na produção de etanol de milho, e os Estados Unidos pela tecnologia já consolidada das plantas em funcionamento. Poderá ser considerada a assinatura de um protocolo de entendimento entre os dois países na área de BECCS.

Cenário 2 – A perfeita união (rumo a um futuro sustentável)

Políticas públicas favorecem a CCS.
A indústria do etanol sob uma perspectiva reformista.

Sinopse: Neste panorama, o cenário positivo, Brasil e Estados Unidos tornam-se referências mundiais no que respeita ao desenvolvimento e a implementação de BECCS. Ambos detêm expertise, tecnologia e experiência comprovada na área, desenvolvendo, porém, diferentes técnicas.

Ambiente interno

Evolução dos acontecimentos:

No Brasil, o etanol de milho de segunda safra expande-se amplamente pelo país, gerando emprego, impulsionando o crescimento económico e contribuindo para um ambiente menos poluído. Com esta técnica consegue-se um completo isolamento do problema relativo ao uso da terra, como o desmatamento, pois não necessita de mais terras para plantação de culturas, e ao mesmo tempo, não há competição com a produção de alimentos: o milho utilizado não serve como alimento ao consumo humano, mas sim, à alimentação animal, o DDG. Esta técnica, portanto, é um exemplar de sustentabilidade.

A resistência da sociedade, gerada pelo negacionismo existente, pela desinformação sobre essa tecnologia e pela falta de consciência ambiental, própria de um país com elevado número de analfabetos (5.6% da população) e um sistema educacional ineficiente, é atenuada pelas sessões de audiências públicas realizadas pelas próprias usinas e por programas do governo, e que proporcionam informações à sociedade sobre a tecnologia e os problemas ambientais.

Políticas públicas de incentivos fiscais, de regulação do CCS e do mercado de carbono são aplicadas, favorecendo o desenvolvimento da tecnologia BECCS. Através da Lei do Combustível do Futuro, que foi aprovada pelo Senado, em 13 de novembro de 2024, a regulação do CCS ficou sob a responsabilidade da Agência Nacional de Petróleo e Biocombustíveis (ANP) e, apesar de o Brasil ser um país emergente, e com vários

problemas socioeconómicos por resolver, a ANP, pela sua eficiência, conseguiu delinear as diretrizes para o mercado de carbono, possibilitando a sua comercialização internacional. O Ministério da Fazenda criou a Plataforma de Investimento de Transformação Ecológica (BIP, sigla em inglês), um fundo para promover investimentos em tecnologias verdes, facto este que atraiu investidores estrangeiros para esta área proporcionando financiamento às empresas brasileiras.

Com a evolução desses acontecimentos, o custo da implementação da tecnologia foi reduzido, facilitando também o acesso aos locais de armazenamento geológico pelas usinas localizadas a maiores distâncias, o que exige transportes ou à instalação de gasodutos.

Por outro lado, o sucesso da FS (*Fuel Sustainability*), fábrica pioneira na implementação de BECCS de etanol de milho de segunda safra, o primeiro projeto no mundo a produzir etanol com pegada negativa de carbono, tornou-se um exemplo a seguir, e incentivou outras empresas.

Face a esses factos, as plantas de etanol, tanto de cana-de-açúcar como de milho, avistando o lucro num horizonte próximo, apostam em projetos de BECCS.

Internamente, o país consegue aumentar para 50% a percentagem de etanol obrigatório utilizada na gasolina, superando as suas metas de INDC e ampliando a participação de energia renovável na sua matriz energética, contribuindo, assim, para a transição energética mundial.

Nos Estados Unidos, onde já existiam alguns projetos de BECCS em funcionamento e bem-sucedidos, demonstrando este país um certo vanguardismo no desenvolvimento de CCS como tecnologia comercial, outros projetos floresceram.

Foram implementadas políticas públicas que organizaram a regulamentação do armazenamento de carbono *offshore*, abrindo mais oportunidades de locais de estocagem e estabelecendo uma hierarquia entre as regulações locais, estaduais e federais, acelerando, dessa forma as burocracias necessárias para a obtenção de licenciamento para essa atividade. Os benefícios fiscais existentes, 40B, 45B e ainda 45Q

incentivam a atividade, além da possibilidade de financiamento através do IRA, o que garante a sua viabilidade económica.

Surpreendentemente, o governo federal lançou uma lei para estabelecer o preço do carbono e impulsionar o mercado de carbono internacional, algo que já vinha sendo tentado há cerca de vinte anos, mas que enfrentava constantes recusas do Congresso.

Por outro lado, novas estratégias surgiram; projetos de empresas que reúnem várias plantas de etanol de diferentes estados vizinhos que através da construção de gasodutos transportam o CO₂ capturado para um único local de armazenamento que reúna as condições favoráveis para o efeito. Este tipo de projetos cria oportunidades para as usinas que não possuem locais propícios nas proximidades e reduz os custos de produção, além de estimular a atividade agrícola e as produtoras de etanol, que podem diminuir a sua pegada de carbono.

Alguns conflitos surgidos entre as empresas e os proprietários das terras, no que respeita à construção de gasodutos, foram superados com as políticas que introduziram a questão ambiental, especificamente a estocagem de carbono para fins de obtenção de emissões negativas, como um bem necessário, um bem público. Esses conflitos foram ainda amenizados pelo acompanhamento da assistência social, que ofereceu sessões de apoio emocional às famílias cujas terras constituíam parte essencial da sua identidade.

Afortunadamente, regista-se um ligeiro crescimento da indústria do etanol no país, que desde 2013 permanecia estável, consequência da implementação de incentivos fiscais e subsídios a favor da indústria do etanol de milho, elevando a produção anual para 16 mil milhões de galões. Este crescimento resulta também do mandato que aumentou a percentagem de etanol exigida por lei na gasolina e da introdução, por parte do setor, de diversas práticas e novos mercados, como o combustível de aviação sustentável, a exportação de combustível naval, entre outros, numa tentativa de substituir produtos derivados do petróleo e de escoar o fornecimento excessivo de milho.

Os Estados Unidos, pela sua história, liderança e experiência comprovada, possuem a *expertise* necessária nesta tecnologia, sendo um exemplo a seguir para o

resto do mundo. Pressionados pelo interesse lucrativo da comunidade agrícola, caminham a passos lentos rumo à sustentabilidade.

Ambiente Global

Com o progresso dos factos ao nível interno do país, o Brasil, que já vinha ocupando uma posição de destaque na cena internacional em questões do clima, volta a atenção da sua política externa, sobretudo, aos temas relacionados ao meio ambiente, desenvolvimento sustentável e ao combate ao desmatamento. Com a lei do Combustível do Futuro, houve uma maior inclusão de etanol na gasolina, e também no biodiesel; o diesel verde e SAF, contribuindo, desta forma, para o país manter seu status de segundo maior produtor de biocombustíveis. A estas circunstâncias, acresce a experiência adquirida e comprovada pela expansão de projetos BECCS pelo país, incentivada pelo sucesso da FS, que introduziu uma técnica inovadora, impactando a transição energética e na sustentabilidade, não só a nível nacional, mas, também, global. No seu patamar de país emergente e de industrialização tardia, o Brasil tem uma responsabilidade histórica muito secundária no regime de mudança do clima, demonstrando uma atitude conservadora, no entanto, é um ator muito importante e ativo nas questões climáticas internacionais. Nestas circunstâncias, o Brasil garante o seu lugar no pódio rumo a uma economia verde, torna-se referência mundial para o desenvolvimento e a implantação de BECCS, e aumenta a chance de se tornar o grande protagonista na transição energética mundial.

Os Estados Unidos, o maior produtor e exportador de biocombustíveis do mundo, são o maior parceiro estratégico do Brasil. Internacionalmente, os Estados Unidos que oscila entre uma administração conservadora e reformista, não tem uma posição ativa constante no regime de alterações climáticas. No entanto, este governo, abraça as questões do foro climático com afinco; implementa uma política de imposto sobre cada unidade de carbono fóssil, proveniente do gás natural, carvão ou petróleo, ratifica o Acordo de Paris, e através de energias renováveis e da expansão de projetos BECCS, aumenta a descarbonização do setor agroindustrial, contribuindo assim, para a transição energética a nível global.

Nesta fase, o Brasil e os Estados Unidos assinam um protocolo de colaboração para o desenvolvimento e implementação de BECCS, que prevê a cooperação e o desenvolvimento de BECCS como componente da matriz energética mundial. O Memorando, prevê também, acordos multilaterais, a formação de alianças com países terceiros, assim como, a transferência de tecnologia.

Na sequência da evolução dos acontecimentos, Brasil e os Estados Unidos que retomaram recentemente o Grupo de trabalho sobre mudança do clima e que já possuem outros protocolos de parcerias assinados relativos ao ambiente, incluindo um Memorando de Entendimento no setor dos biocombustíveis; juntos, assumem a grande missão de precursores globais de BECCS, em prol do ambiente e para o bem da Humanidade.

Cenário 3 – América, a grande

Políticas públicas não favorecerem a CCS
A indústria do etanol sob uma perspectiva reformista

Sinopse: Neste cenário, verifica-se um grande desenvolvimento do etanol de milho no Brasil; no entanto, não são aplicadas políticas públicas que favoreçam a implementação de BECCS. O resultado dessas premissas difere entre os dois países em estudo.

Ambiente interno

Evolução dos acontecimentos:

O etanol de milho de segunda safra está em plena expansão no Brasil, aumentando significativamente a produtividade dessa *commodity*. Outras inovações recentes, no setor, são o etanol de culturas de trigo e a técnica Total Flex.

No entanto, os conflitos internos no Senado e na Câmara dos Deputados impedem a progressão do projeto de lei que estava em andamento e que regularia o mercado de carbono e a atividade, estando este, no momento, em estado incerto. Sem a regulamentação do mercado de carbono, elemento fundamental para o negócio de

crédito de emissões negativas, há um grande receio, por parte das usinas, em investir em BECCS. Os custos de produção dessa tecnologia são muito elevados e, sem a garantia de um retorno lucrativo, BECCS torna-se um grande risco.

Face a estas incertezas, sem uma regra clara de como obter benefícios; sem saber se haverá ou não mercado de carbono e sem a regulamentação para CCS, as unidades de etanol, com uma produção de biomassa vigorosa e que poderiam estar a estocar, estão a conduzir a estratégia da empresa por outros caminhos mais assertivos, diversificando o portfólio de produtos, incluindo etanol de segunda geração, etileno, biogás, biometano, a produção de SAF, de hidrogénio verde (H₂), entre outros produtos utilizáveis, resultantes da transformação da biomassa. Lutam por estabelecer ajustes fronteiriços sobre impostos que permitam a comercialização e a exportação do etanol para o exterior. E os projetos de BECCS ficam para trás.

Nos Estados Unidos, a indústria do etanol de milho apresenta um ligeiro crescimento impulsionado pela demanda de etanol para SAF e para combustível sustentável para navegação. Também o aumento da quantidade obrigatória do etanol anidro para transportes, impulsionado por uma grande pressão da comunidade agrícola e produtores de etanol, sobe para 15%, além dos subsídios existentes por diferentes estados que apoiam essa atividade. Nesta perspetiva, regista-se um acréscimo na produção de etanol nos Estados Unidos.

No entanto, em relação às políticas para tecnologias CCS, não se verificam subsídios específicos para implementação de BECCS. O IRA (*Inflation Reduction Act*) subsidia a captura de carbono e envolve várias técnicas para redução de emissões: eólica, solar, nuclear, entre outras. Porém, devido aos conflitos e à tensão política em torno da construção dos gasodutos, entre proprietários, empresas e governo, os apoios especificamente ao CCS foram suspensos. Por outro lado, a inexistência de uma lei que estabeleça um preço para o carbono, e regule o mercado de carbono, torna a expansão dessa tecnologia bastante complexa; os custos de produção são muito elevados, e neste momento, a única forma de rentabilizar essas reduções de emissões, é através do mercado voluntário, o que é bastante incerto. Alguns Estados, como a Califórnia, através da lei LCFS, têm estabelecido, a precificação do carbono, mas são

apenas pequenos focos e não são suficientes para viabilizar esse investimento em grande escala.

Porém, o Departamento de Energia dos Estados Unidos, através do fundo de financiamento para redução de gases de efeito estufa, está a suportar grandes projetos de empresas gigantes no ramo do petróleo e combustíveis fósseis. Sentindo-se injustiçadas, as comunidades rurais e os produtores de etanol, que também se veem pressionados pela necessidade de reduzirem a pegada de carbono do etanol, juntam-se a associações e representantes do setor e, dotados de uma lógica pragmática, organizam um *lobby*. Com base nos fundamentos apresentados ao governo, acerca das nefastas consequências que podem advir da exclusão do setor, convencem os decisores políticos a disponibilizarem financiamentos para os projetos de Captura e Armazenamento de Carbono acoplado à Bioenergia.

Para desfecho da estória, os Estados Unidos, que já vinham sendo um modelo da tecnologia BECCS por seus projetos existentes em Illinois, da multinacional *Archer Daniels*, e em Dakota do Norte, da Companhia *Red Trail*, bem estabelecidos, afirmam essa notoriedade, com financiamentos do Departamento de Energia (DOE) ampliando projetos de Captura e Armazenamento de Carbono pelo país, empregando a técnica em parcerias.

Ambiente internacional

No âmbito internacional, o Brasil vê como rumo para uma transição energética, a aposta nos biocombustíveis; através da diplomacia do etanol tenta atingir a sua autonomia e universalismo. Como estratégia, volta-se para os países do Sul. Vê nos Estados Unidos um parceiro estratégico para transferência da tecnologia.

Além dos biocombustíveis para os transportes, o Brasil investe em outros setores de energia renovável para a geração de eletricidade, tais como a geração elétrica fotovoltaica e a eólica. Tendo já um parque hidroelétrico bem estabelecido, continua, assim, o seu percurso para uma economia verde.

Os Estados Unidos, a grande potência económica mundial, afirmam-se como a grande referência para o desenvolvimento e implementação da tecnologia BECCS. No

entanto, mantêm sua posição isolada e de atitude conservadora no que se refere à transição energética. Veem no Brasil um parceiro estratégico para ampliar sua influência junto aos países do Sul.

Cenário 4 – A queda fatal

Políticas públicas não favorecerem a CCS
A indústria do etanol sob uma perspectiva conservadora

Sinopse: – Este cenário é o mais pessimista. Com uma visão conservadora relativa à indústria do etanol e sem o favorecimento das políticas públicas à CCS, o sucesso da tecnologia BECCS torna-se completamente inviável.

Ambiente interno

Evolução dos acontecimentos

A competição entre a indústria de biocombustíveis e a indústria petrolífera gera conflitos de interesse no país, especialmente entre o Ministério do Ambiente e a Petrobras. Os produtores de biocombustíveis procuram garantir e aumentar a sua produção por meio de estratégias de parcerias e alianças com outras empresas do setor, fornecedores e clientes, além de introduzirem novas técnicas de produção agrícola. Entre essas estratégias estão o aproveitamento de coprodutos da cana-de-açúcar, a alternância de culturas (soja, milho) e a produção de energia elétrica.

Alguns estados, como Mato Grosso e São Paulo, ainda possuem leis de incentivo a nível estatal e as usinas aí localizadas podem contar com essa ajuda. A produção de etanol, que no Brasil, desde o seu início, em 1970, utiliza majoritariamente a cana-de-açúcar como matéria-prima, introduz uma técnica inovadora, que vem, timidamente, ganhando terreno no Brasil: o etanol de milho de segunda safra. No entanto, o etanol de cana ainda é a produção dominante, que oscila entre produção de açúcar e a de etanol conforme a procura do mercado. As exportações de açúcar e de etanol sofrem restrições. O agronegócio, setor no qual se insere a indústria do biocombustível e que é de grande importância na economia brasileira tenta contrabalançar os efeitos negativos

do conservadorismo. A desflorestação e as queimadas na Amazônia e no Cerrado continuam fortes. Povos indígenas e comunidades quilombolas são ameaçadas por projetos de culturas extensivas. As taxas de emissões de gás carbónico e outros gases poluentes se elevam, e o país afasta-se do seu estatuto de economia de baixo carbono.

Com estes acontecimentos, a desordem reina no país; ONGs ambientalistas manifestam-se contra as medidas governamentais, associações de agricultores e sindicatos dos trabalhadores rurais entram em greve; é o caos geral.

Por outro lado, a legislação iniciada no anterior governo, que estabeleceria o marco regulatório para o CCS e a regulamentação para o mercado de carbono, por meio do projeto de lei nº 2148/2015, já aprovado na Câmara dos Deputados, devido a conflitos internos, voltou ao Senado Federal e está estagnadas no Congresso. Sem as políticas públicas que dariam luz verde para os projetos de BECCS, o cenário envolve-se em receio e insegurança para os produtores de etanol, e investir em BECCS torna-se uma decisão de alto risco. Desta forma, sem regulação e sem uma viabilidade económica à vista, o descrédito supera a confiança; os produtores de etanol procuram programas de reajustamento e redução de custos, adotam como estratégias a diversificação e expansão de receitas; como produtos para alimentação animal, entre outros, enquanto o investimento em BECCS fica postergado para outra oportunidade mais vindoura.

Nos Estados Unidos, o cenário não é melhor. Sem incentivos fiscais e sem financiamentos públicos, a indústria do etanol entra na bancarrota. Os subsídios, nos Estados Unidos, funcionam como um auxílio agrícola; desta forma, sem subsídios, a indústria de etanol entra em falência e arrasta consigo a agricultura, provocando desemprego, aumento da pobreza e doenças. Ao mesmo tempo, afasta-se da questão mais urgente e complexa do mundo: as alterações climáticas.

No que respeita às políticas públicas para a tecnologia de CCS, para fins climáticos, a par da regulação para o licenciamento da atividade, não existem incentivos significativos; a administração vigente, conservadora e negacionista, retirou os apoios financeiros destinados a projetos de mitigação do aquecimento global e aumentou as taxas de importação e exportação de insumos ligados aos biocombustíveis. A situação económica do país não permite financiamento público.

Em consequência, algumas unidades de etanol encerraram, enquanto outras continuam a funcionar com serviços mínimos. Os projetos de BECCS que já estão em funcionamento permanecem ativos, porém com muita retenção: as novas plantas foram canceladas e as que sobrevivem pertencem, em grande parte, a empresas de combustíveis fósseis, com o intuito de diminuir a pegada de carbono. As bolsas de valores de Nova York começam a oscilar vertiginosamente; a economia americana está em queda.

Ambiente Global

Num mundo globalizado, característica do Antropoceno, o colapso do gigante do mundo afeta a todos. Este é um momento de grande crise global. A instabilidade econômica causa quedas nos mercados de ações e aumento da flutuação. Esses fatores resultam num ciclo de incerteza econômica, atingindo tanto os países emergentes quanto as economias desenvolvidas.

A atividade econômica brasileira, país dependente do comércio com os Estados Unidos, também está afetada negativamente, registrando uma queda nos preços de exportação de *commodities*. Em consequência, o desemprego, a pobreza e a fome aumentam.

Juntamente com a crise econômica global, as questões climáticas ficam negligenciadas, e os eventos climáticos extremos continuam a intensificar-se. A temperatura média global, estipulada como limite pelo Acordo de Paris, aproxima-se perigosamente do seu patamar máximo.

5f - Análise interpretativa dos cenários

Após a criação dos quatro cenários, segundo a estrutura do quadrante formulado de acordo com as duas bipolaridades definidas, segue-se a interpretação dos mesmos:

O cenário 1, intitulado **O desafio do negócio**, e cujas premissas são: *As políticas públicas favorecem a CCS e A indústria do etanol sob uma perspectiva conservadora*, é o cenário intermédio moderado, com desenvolvimento limitado.

Aqui, temos uma postura conservadora do governo para a indústria do etanol que tenta adaptar-se às restrições e aproveitar as políticas públicas favoráveis ao CCS. Vislumbra-se a hipótese de a implementação de BECCS se tornar uma realidade, num futuro próximo, em ambos os países, porém com algumas limitações; ou seja, aponta para uma viabilidade parcial de BECCS, avanços tímidos e fraca cooperação internacional. A esclarecer:

No contexto brasileiro, a perspectiva conservadora sob a qual a indústria do etanol se encontra traz alguma insegurança no setor, porém não limita o seu crescimento devido às inovações e avanços introduzidos nas técnicas agrícolas¹³⁷ e ao aparecimento do etanol de milho, além de estar inserido no agronegócio, que é um setor de grande importância para a impulso da economia do Brasil, responsável por mais da metade dos produtos para exportação, como a soja e o açúcar para a China e os Estados Unidos. Num país de grande desigualdade social, onde o limiar da pobreza atinge mais de um quarto da população, a produtividade agrícola é vital para a dimensão socioeconómica do país.

Verifica-se, então, uma oscilação dos preços, principalmente pela concorrência com o açúcar produzida pela mesma usina, mas a introdução do etanol de milho de segunda safra, do etanol de trigo e o aparecimento do etanol avançado contrabalançam este descenso da indústria. O preço da gasolina também faz oscilar a demanda do etanol; de um modo geral, a população brasileira, face ao seu limitado rendimento mensal, está mais preocupada com a sua sobrevivência, procurando a solução mais económica para as suas necessidades diárias, não sendo uma prioridade as questões ambientais.

Devido à perspectiva conservadora não afetar significativamente a produção de etanol e as políticas públicas favorecerem a tecnologia CCS, suprimindo as causas mais significativas do impedimento de investimento em BECCS, que, no caso do Brasil, são a regulação do licenciamento da atividade, a regulamentação do mercado de carbono e os incentivos fiscais para amenizar os custos de produção; é possível o progresso de projetos BECCS no Brasil, sobretudo pelas usinas que utilizam como matéria-prima o milho e o trigo, ou outros materiais, e possíveis investimentos de empresas do exterior.

¹³⁷ Sistemas de monitoramento inteligente, *drônes*, robôs, entre outros avanços tecnológicos estão sendo utilizados pela indústria agrícola, aumentando o rendimento das safras de uma forma mais sustentável (Rehagro Blog - Conhecimento sobre Agronegócio).

O Brasil pode ser um exemplo a seguir no âmbito da tecnologia BECCS, sobretudo no campo de ação do etanol de milho de segunda safra.

Analisando o espaço temporal destes acontecimentos, previsto pelo tempo que as leis levam para transitar no Congresso, estima-se que, a partir de 2030, seja mais provável aparecerem projetos de BECCS.

No contexto americano, a atitude conservadora já é mais limitativa para a produção de etanol que utiliza o milho como matéria-prima. Contrariamente ao Brasil, não há consenso entre os partidos políticos que disputam a governança americana no que respeita à produção de biocombustíveis; o partido conservador altera as políticas em favoritismo à indústria dos combustíveis fósseis. Os conflitos de interesse entre as petrolíferas e a produção de biocombustíveis, muito intensos nos EUA, afetam a indústria do etanol, além de que o mandato de etanol obrigatório na gasolina é de apenas 10%. Há uma disputa entre o setor do agronegócio, o governo e as petrolíferas para que a percentagem obrigatória de etanol na gasolina suba para 15%. Com a subida da venda dos carros elétricos, setor em rápida ascensão nos Estados Unidos, o etanol também se vê ameaçado. Desta forma, há uma redução da produção de etanol, que os produtores tentam superar diversificando os produtos.

No entanto, os Estados Unidos, como uma potência económica, possuem subsídios e incentivos fiscais e fundos monetários para projetos de tecnologias de energia renovável, incluindo CCS, facto este que incentiva as gigantes multinacionais a apresentarem grandes projetos, usando outros materiais com a intenção de reduzir as suas emissões. Apesar de tudo, os Estados Unidos já detêm alguns projetos BECCS em funcionamento, com experiência e segurança comprovadas, sendo possível o surgimento de novas plantas.

Analisando a frequência do período de alternância da administração conservadora no poder, estima-se que o período em que este panorama possa acontecer será entre 2025 e 2032.

O Cenário 2, **A perfeita união (rumo a um futuro sustentável)**, é o cenário positivo. Neste cenário, reúnem-se as condições favoráveis para uma expansão de BECCS tanto no Brasil como nos Estados Unidos; *as políticas públicas favorecem a CCS, e*

a indústria do etanol sob uma perspectiva reformista: BECCS torna-se o pilar da transição energética e há redução significativa de emissões. É o desenvolvimento pleno.

Com uma produção de etanol bem estabelecida e robusta, com a introdução de políticas públicas que oferecem maior segurança e viabilidade econômica para os investidores de CCS (as duas componentes da tecnologia), e resolvidos os problemas de âmbito social mais significativos; tais como a questão da propriedade das terras nos EUA e a credibilidade e o receio em relação à tecnologia no Brasil; tornam viável o aparecimento de grandes projetos de BECCS. No Brasil, esta tecnologia é adotada tanto pelas fábricas de etanol de cana como pelas de etanol de milho.

Ambos os países são dotados de recursos naturais favoráveis para a tecnologia. Contudo, os Estados Unidos, detentores de uma maior maturidade tecnológica e de grande poder econômico, surgem como o principal parceiro estratégico do Brasil. Por sua vez, o Brasil, voltado para a integração regional econômica, política e social da América Latina, em busca de sua autonomia, vê no etanol, ambientalmente mais avançado, um instrumento de projeção regional. Neste contexto, os Estados Unidos, cumprindo a sua ideologia expansionista, identificam no Brasil uma oportunidade de ampliar sua influência na América do Sul.

Portanto, este é o contexto mais favorável à expansão de BECCS, inclusive com grande possibilidade de um acordo bilateral entre Brasil e EUA e uma governança multilateral consolidada. No entanto, considerando a política externa da recém-presidência dos EUA, antiambientalista e isolacionista, e prevendo-se a sua reeleição, o período mais provável para que este acontecimento ocorra é depois de 2030.

No terceiro cenário, *as políticas públicas não favorecem a CCS, e a indústria do etanol sob uma perspectiva reformista*, mostra uma indústria bem-sucedida, mas sem apoio à CCS. Os Estados Unidos despontam como a única referência mundial na área de BECCS; **América, a grande**, reflete a superioridade deste pedaço norte do continente americano, um país rico e potente, onde não lhe faltam recursos para alcançar os seus objetivos, seguindo o seu destino; a ideologia do Destino Manifesto (*Manifest Destiny*); como um dever da nação estadunidense de expandir os seus valores, o desenvolvimento de BECCS não foge à regra. Esta ideologia é aqui simbolizada na força da classe social

que se sente prejudicada (a comunidade agrícola) que, fazendo parte dessa mesma América, uma democracia liberal, luta pelos seus direitos. A necessidade de reduzir as emissões de gases poluentes na produção do etanol de milho americano, e o monopólio que os combustíveis fósseis detêm sobre os combustíveis renováveis nos EUA, conduzem as empresas e os produtores de etanol a unirem-se em prol de um objetivo comum.

Este é um cenário de grande instabilidade, que revela o aumento da clivagem Norte —Sul e uma governação assimétrica, marcada por tensões e desigualdades.

Por fim, *as políticas públicas não favorecem a CCS e a indústria do etanol sob uma perspectiva conservadora* são as premissas do quarto e último cenário, que descreve uma situação pessimista: **A queda fatal.**

Este cenário apresenta uma estrutura semelhante ao primeiro no que diz respeito à indústria do etanol, com a agravante de que as políticas públicas não são favoráveis à tecnologia CCS. É marcado pela estagnação, sem inovação e sem apoio político. Com a ausência dos dois elementos que compõem a tecnologia, a sua inviabilidade é um fator certo. Porém, a recessão no setor do etanol, nos Estados Unidos, provoca a saturação do mercado de milho e a consequente crise no agronegócio que incita o aumento do desemprego e da pobreza, arruína empresários e agricultores, prejudica a exportação de produtos, aumenta a desigualdade social e resulta na queda da economia americana, arrastando consigo várias partes do mundo. O Brasil, como parceiro comercial dos Estados Unidos não escapa à crise.

A queda da maior economia do mundo afeta a economia em escala global: é a crise total, com fragmentação da governação climática e o não cumprimento das metas do Acordo de Paris – um colapso ambiental e político.

Na construção destes cenários, foram consideradas como *wild cards* dois acontecimentos:

- a) a implementação da lei que regulamenta o mercado de carbono a nível federal nos Estados Unidos, para o cenário 2;
- b) a queda da economia americana, para o cenário 4.

CAPÍTULO 6 - ANÁLISE INTERPRETATIVA

Após a apresentação e análise quantitativa dos dados obtidos, seguida das respectivas descrições, este capítulo apresenta a análise qualitativa, expondo as interpretações dos dados recolhidos ao longo desta investigação, numa tentativa de dar respostas às perguntas de partida e às questões derivadas.

6a - Políticas públicas

Pelos dados observados neste estudo, pode-se afirmar que o Brasil tem um percurso na área do etanol e biomassa mais ativo do que os Estados Unidos. Os incentivos ao etanol, em ambos os países, iniciaram na década de 1970, por ocasião da crise de petróleo. No entanto, no Brasil, a indústria do etanol desenvolveu-se com maior pertinácia do que nos Estados Unidos. O motivo que impulsionou o interesse pelo desenvolvimento do etanol, difere nos dois países: O Brasil, sendo um país muito dependente da importação do petróleo¹³⁸, e, ao mesmo tempo, possuindo características geográficas e climáticas favoráveis à indústria do etanol, viu neste produto, uma oportunidade de se libertar desta dependência, visando também a sua segurança energética. Como um país emergente, abraçou o etanol com o objetivo de transformá-lo numa *commodity* mundial (primeiro mandato do governo Lula), apontando ao desenvolvimento económico e social do país e, assim, alcançar autonomia e projeção internacional.

Já os Estados Unidos, apenas em 2001, após o ataque terrorista de 11 de setembro às Torres Gémeas, intensificaram os incentivos ao etanol e esta indústria desenvolveu-se, a partir daí, em ritmo acelerado. Temendo os conflitos no Médio Oriente, e uma retaliação terrorista, o desenvolvimento do etanol americano visava diminuir a dependência de petróleo importado desta região, garantindo a sua segurança energética, e ao mesmo tempo, reconheceu-se no setor, uma alavanca para manter a pujança da agricultura no país. Desta forma, a questão ambiental, que deveria ser o

¹³⁸ Atualmente, o Brasil é autossuficiente na produção de petróleo, sendo 80% proveniente do pré-sal. Importa petróleo para compor uma mistura de óleos processados, enquanto exporta parte do que produz.

principal objetivo do desenvolvimento do etanol, por ser fonte de energia renovável, ocupa uma posição secundária, em ambos os países, sendo sobrepostas por razões económicas e de segurança.

Olhando para a linha cronológica comparativa das políticas públicas relativas aos biocombustíveis (Capítulo 3), verifica-se que, tanto no lado americano quanto no brasileiro, as políticas de incentivo aos biocombustíveis intensificam-se a partir de 2000. No caso norte-americano, estas são maioritariamente destinadas a subsídios agrícolas, com exceção da EISA (*The Energy Independence and Security Act*), e do RFS (*Renewable Fuel Standard*), que estabelecem mandatos definindo o volume anual de biocombustíveis utilizados no setor dos transportes e estimulam a expansão do mercado. No caso brasileiro, esta indústria fortalece-se com o governo Lula, e impulsionada pelo Protocolo de Kyoto, as políticas públicas são de mandato de mistura de etanol e biodiesel para os transportes, com percentuais crescentes, o que aumenta a procura dos biocombustíveis e estimula a sua produção.

Este facto, deve-se à condição económica dos países; o Brasil, como um país economicamente fragilizado, em desenvolvimento, opta por introduzir políticas de mandatos de mistura obrigatória e precificação do carbono que estimulem o mercado, numa forma de monetizar os projetos. Os Estados Unidos, devido à sua posição de potência económica, um país rico, aplicam políticas destinadas a financiamentos e subsídios, fazendo com que os incentivos ao etanol funcionem, na prática, como um subsídio agrícola.

Apesar da diplomacia dos biocombustíveis exercida pelo Brasil, os Estados Unidos mantêm uma posição muito superior na produção de biocombustíveis, sendo o maior produtor e exportador de etanol do mundo, responsáveis por mais de metade do etanol mundial. Para isso, contribuem barreiras comerciais impostas pelos Estados Unidos.

Voltando às políticas públicas, destaca-se no caso brasileiro, o RenovaBio, que é uma política de âmbito federal que regula o mercado dos biocombustíveis, criando créditos de carbono (CBIO). Nos Estados Unidos, embora exista regulação federal do mercado de biocombustíveis através do RFS (*Renewable Fuel Standard*), não há um mercado federal de carbono equivalente ao brasileiro, existindo apenas iniciativas em

alguns estados. Como destaque, observa-se a lei em vigor na Califórnia, o LCFS (*The California Low Carbon Fuel Standard*), atualmente a política estadual mais avançada na redução da intensidade carbónica dos combustíveis.

O regulamento do LCFS foi aprovado em 2009, e a sua implementação teve início em 1º de janeiro de 2011. Desde então, ao longo do seu processo de aplicação, sofreu alterações durante sete anos, para corrigir deficiências processuais e impactos identificados. Finalmente, em 2018, o Conselho aprovou emendas ao regulamento, que incluíram o fortalecimento e flexibilização das referências de intensidade de carbono até 2030, em consonância com a meta de redução de emissões de gases de efeito estufa da Califórnia para este ano. A LCFS promove a aquisição de veículos elétricos, o combustível de aviação sustentável, a captura e o sequestro de carbono, bem como tecnologias avançadas por meio de oportunidades de crédito, para alcançar a descarbonização profunda no setor de transporte (*California Air Resources Board*).

No que respeita às políticas de CCS, o Brasil, que até há pouco tempo não possuía regulação específica para esta atividade com fins ambientais, introduziu recentemente a Lei do Combustível do Futuro, o que poderá abrir portas para os projetos de BECCS, por meio do mercado de carbono. Na América do Norte, o IRA (*Inflation Reduction Act*) foi aprovado em 2022, durante o governo Biden, e funciona como um mecanismo de financiamento, composto por um conjunto de subsídios e incentivos para um vasto leque de atividades que visem o enfrentamento das alterações climáticas, incluindo a captura de carbono, entre muitas outras (solar, eólica, nuclear.). Ou seja, pode-se dizer que esta política, numa expressão figurativa americana, *is a Christmas tree*, na qual o estado distribui “prendas” para todos.

No que respeita à implementação das políticas públicas no Brasil, acima referidas, como os mandatos de mistura obrigatória nos transportes, estas caracterizam-se por uma abordagem *top-down*; o Brasil, uma democracia recente, com um histórico de governos militares e regimes autoritários, que ultrapassa em muito os 21 anos da ditadura de 1964–1985 e com um índice ainda elevado de analfabetismo, tende a enfatizar o controlo e o cumprimento rigoroso dos objetivos dos decisores políticos.

Contrariamente, nos Estados Unidos, um país cuja ideologia política se associa historicamente à difusão da democracia no mundo, a implementação de políticas caracteriza-se por uma abordagem mais descentralizada, próxima de um modelo *bottom-up*, em que a fase de execução exige interação entre os atores e envolve uma extensa lista de intervenientes. Como exemplos, citam-se a lei LCFS, explicada no sétimo parágrafo desta redação, e o IRA.

O *Inflation Reduction Act* é o maior investimento da história dos Estados Unidos no combate às alterações climáticas. A sua implementação é uma tarefa complexa que envolve atuação de mais de uma dúzia de diferentes órgãos federais, e a coordenação com os vários grupos de interesse; estados, territórios, municípios e o setor privado (Webb et al., 2024). Assim, será a interação entre os atores que determinará o desenvolvimento do processo de implementação desta política.

Aplicando o modelo triangular de análise da implementação de políticas públicas, proposto por Mubarok et al., introduzido no capítulo 2 deste estudo, conclui-se que a interação entre os intervenientes (atores) sobre o conteúdo da política e o processo em que se desenvolverá é influenciada pelo contexto em que ela se insere. No caso específico do IRA, este contexto altera-se com a mudança de governo; a nova administração de Donald Trump, cuja orientação política é menos alinhada com as políticas climáticas da anterior, poderá modificar o ritmo do progresso e, consequentemente, a implementação desta política.

A lei do Combustível do Futuro, uma política de cima para baixo (*top-down*), abrange vários setores; além de instituir um marco regulatório para a captura e armazenamento de carbono para fins climáticos, impõe metas a alcançar de medidas obrigatórias para a incorporação de combustíveis verdes e sustentáveis nos transportes: combustível de aviação, marítimo, hidrogénio, diesel verde, biometano e outros programas, sob a responsabilidade da ANP (Agência Nacional de Petróleo). Esta política produz mudanças e impactos tanto para as empresas quanto para os consumidores.

O RenovaBio e a Lei do Combustível do Futuro são políticas públicas que visam à consolidação do mercado de carbono no país. O Brasil caminha, assim, na direção certa

para destravar projetos de BECCS e para se tornar um protagonista relevante na implementação desta tecnologia.

6b - Política Externa, Relações e Alianças

Brasil e Estados Unidos, dois grandes territórios do continente americano, hemisfério Sul e hemisfério Norte, respetivamente, são os dois maiores produtores de biocombustíveis do mundo, e ambos, potencialmente favoráveis a implantação de BECCS. Contudo, diferem nas suas políticas externas e ideologias.

O Brasil, que desde a sua primeira constituição como República Federativa Presidencialista seguiu o exemplo americano e devido à sua condição socioeconómica durante décadas era submisso ao americanismo. Na afirmação de sua autonomia e soberania vai buscar *a integração económica, política, social e cultural nos povos da América Latina, visando a formação de uma comunidade latino-americanas de nações* (Constituição brasileira 1988, artigo nº4, parágrafo único.)

Assim, com o foco no desenvolvimento económico e social e visando a autonomia e universalismo, o Brasil procura a cooperação com os países do Sul, criando alianças de colaboração científica e tecnológica, de combate às alterações climáticas, e em outros domínios (IBAS; G20, MERCOSUL).

A partir de 2003, o governo Lula passa a adotar, como estratégia de inserção internacional, a diplomacia dos biocombustíveis e, face ao seu extenso território, geográfica e climatologicamente favoráveis ao desenvolvimento de energias renováveis, vê na necessidade da transição energética global, a chance de tornar este setor na principal força motriz da economia do país, afastando-se da cooperação unilateral com os Estados Unidos.

Por sua vez, a parte Sul do continente americano oferece condições favoráveis ao desenvolvimento de energias renováveis (Pereira, 2013, p. 152). Da mesma forma, fatores geográficos e climáticos favorecem a produção dos biocombustíveis; além do Brasil, países como Argentina, Peru, Bolívia, Equador, Colômbia, Paraguai e Uruguai, apresentam a utilização dos biocombustíveis plenamente implementada.

O Brasil, cuja localização geográfica no hemisfério ocidental favorece a sua projeção internacional (Ver mapa, cap. 3), é banhado pelo Oceano Atlântico e faz fronteira com dez países da América do Sul, sendo o maior país em extensão territorial, em população e a maior economia da região. Com a concretização da integração regional e a criação de um mercado único, o país poderá vir a ser o precursor de BECCS na região, estabelecendo possíveis alianças com esses países.

Também no Sul, o Malawi, Malásia, Indonésia, Filipinas, Tailândia possuem biocombustíveis bem implementados e condições favoráveis ao desenvolvimento de energias renováveis, (Masiero, 2011) figurando como potenciais parceiros do Brasil na área da energia.

Seguindo uma das diretrizes da sua Política Externa, o compromisso com o multilateralismo, o Brasil tem parcerias com vários países. Na área dos biocombustíveis tem assinado protocolos com 78 países, incluindo países da África e Ásia. Destacam-se, no continente asiático, o Japão, a China e a Índia. A China, principal parceiro comercial do Brasil, apesar da retórica antichinesa surgida no governo anterior e atualmente em superação, dispõe de tecnologias avançadas, configurando-se como um importante parceiro na área das tecnologias de captura de carbono. Ocupando hoje a primeira posição entre os maiores poluidores do mundo, consequência da acelerada industrialização das últimas décadas, e enfrentando vulnerabilidades significativas perante os impactos das alterações climáticas, o governo de Xi Jinping adotou uma política externa mais assertiva nas questões climáticas (Estevo, 2021, pp. 192-195).

O Japão, potência industrial que necessita reduzir as suas emissões, vê no Brasil um aliado estratégico para o seu processo de descarbonização, configurando, neste contexto, uma parceria particularmente relevante. A União Europeia também desponta como uma grande candidata à assinatura de um protocolo com o Brasil; no entanto, essa possibilidade dependerá da forma como o desenho das políticas de remoção de carbono da União Europeia¹³⁹ vier a desenvolver-se.

¹³⁹ A União Europeia impõe medidas protecionistas às importações de etanol brasileiro e americano. Face à questão da competição com alimentos, o mandato europeu, estabelecido pela diretiva 5, exige a utilização de biocombustíveis provenientes de resíduos, o que dificulta a exportação do etanol.

Além disso, o Brasil poderia desenvolver, na área de BECCS, uma possível articulação diplomática com a Índia, alguns países da África com os quais já tem protocolos, e possivelmente com a China, visando a criação de uma nova economia verde, em prol dos países em desenvolvimento. Com a Índia, o Brasil também tem uma boa relação diplomática. Tanto a China quanto a Índia apresentam um crescimento industrial acelerado, possuem grandes dimensões territoriais e figuram entre os maiores produtores de biocombustíveis do mundo, o que as torna potenciais parceiras para celebração de um protocolo com o Brasil.

Desta forma, com a aprovação da Lei do Combustível do Futuro, em novembro de 2024, durante a administração Lula, o Brasil avança no sentido de alcançar maior independência do mercado internacional dos combustíveis fósseis, fortalecer a sua posição na transição energética mundial, e obter a sua autonomia política e económica. Transcrevendo as palavras de Alexandre Silveira, o Brasil poderá ser *a voz ativa dos países do Sul Global nas negociações com os países industrializados na preservação do Planeta* (Silveira, 2024).

No entanto, alguns fatores deverão ser ultrapassados. Em primeiro lugar, o processo de implementação da Lei do Combustível do Futuro é um fator decisivo, sobretudo no que diz respeito ao modo como serão desenvolvidas as regulamentações, a cargo da ANP, para os diversos setores nela envolvidos, girando à volta de vários intervenientes. Uma tarefa complexa, visto que o Brasil é uma democracia relativamente recente, e possui profundos problemas de ordem social e económica para resolver. Impactos e desafios já estão a ser sentidos pelos produtores, agricultores e consumidores do biodiesel com a nova lei, gerando debates acerca das possíveis consequências que esta pode trazer para o setor¹⁴⁰.

Outro desafio a ser superado é o processo de integração regional da América do Sul, que, além de conflitos internos relacionados ao tema, depara-se com entraves e

¹⁴⁰ Atualmente o biodiesel representa cerca de 14% do diesel utilizado no país, com previsão de alcançar a 20% até 2030. Contudo, há resistência por parte de condutores e proprietários de caminhões, que temem problemas mecânicos causados pela absorção de água, característica do biodiesel, e o aumento do preço ao consumidor (USP, 19/11/2024). <https://jornal.usp.br/radio-usp/lei-do-combustivel-do-futuro-e-um-importante-avanco-mas-nao-deve-ser-o-unico/>.

desconfiança de alguns países, que receiam um possível imperialismo brasileiro (Pereira, 2013, p. 250; Carvalho, 2021).

A concretização dessa hipótese revela-se remota, uma vez que exige a superação de obstáculos significativos. Apesar dos entraves, sempre será possível a cooperação do Brasil com alguns países da América do Sul, como Argentina, Colômbia e Peru, e com países africanos, entre eles Angola, Moçambique e África do Sul. A cooperação com o Sul Global também se amplia por meio das parcerias Brasil-Índia e Brasil-China, países com os quais o Brasil mantém boa diplomacia e que são produtores de biocombustíveis.

Os Estados Unidos, uma potência hegemônica, país industrializado e desenvolvido, outrora o maior poluidor do mundo, atualmente ultrapassado pela China, concentram-se mais em seus problemas internos, priorizando a economia e segurança. Possuem politicamente uma polarização partidária a todos os níveis, afetando todas as questões, em que os problemas ambientais não fogem a essa lógica. Tem uma responsabilidade histórica no que respeita às emissões de gases de efeito de estufa, porém, o país não revela, internacionalmente, uma posição ativa em relação às alterações climáticas, oscilando as medidas sobre o clima entre conservadorismo e o conservadorismo moderado, conforme o partido político no poder.

País soberano que historicamente consolidou a ascensão de sua economia na acumulação de capital proveniente da descoberta e extração do petróleo, ocupando atualmente a liderança na sua produção, vê enraizada a sua dependência dos combustíveis fósseis (óleo, gás e carvão). Cenário este, em que são marcantes os conflitos de interesse, alimentados pelo sistema capitalista envolvente, entre a indústria fóssil e o setor de energia renovável.

Herança histórica, também, são as principais diretrizes da política externa americana, que se baseiam no excecionalismo norte-americano; a ideia de que a nação é predestinada a expandir os seus valores pelo mundo (*Manifest Destiny*), e no ideal de liberdade, o que se traduz na legitimação tanto das ações intervencionistas quanto das políticas de isolamento.

No que respeita às relações bilaterais, os Estados Unidos da América e a União Europeia constituem uma parceria fundamentada em valores comuns e na mais ampla

relação bilateral de comércio e investimento do mundo (Conselho Europeu Relações da UE com os Estados Unidos - Consilium). Ambos são atores política e economicamente fortes, sendo as suas relações recíprocas e simétricas.

A nível da energia foi criado, em 2009, o Conselho EU-EUA, onde os temas tratados são: segurança energética, tecnologia e mercados, investigação, inovação, desenvolvimento e implantação em setores relacionados com a energia. Por outro lado, a União Europeia é um dos principais atores na área dos biocombustíveis, onde a maioria dos países possui mandatos em funcionamento, existindo também, projetos de BECCS em evolução. Assim, a Europa figura como uma importante parceira dos Estados Unidos no que respeita à Captura e Armazenamento de Carbono.

As relações Brasil–Estados Unidos, apesar de longa data, nem sempre foram de igualdade; houve períodos de divergências e assimetrias de poder. O Brasil, que outrora dependia financeiramente dos Estados Unidos, ocupa hoje uma posição mais autónoma, embora ainda marcada por assimetrias. Esta assimetria reflete-se também, no comércio do etanol, área em que se verifica a hegemonia dos Estados Unidos. No ramo tecnológico, pode-se citar a tecnologia referente à Captura de Armazenamento de Carbono (CCS), e a nível empresarial, muitos investimentos realizados no Brasil são de empresas americanas. Um caso atual é o da primeira planta de BECCS no Brasil; a FS inspira-se nas tecnologias dos projetos americanos já existentes, estando também a ser financiada por uma empresa americana.

Brasil e Estados Unidos possuem vários protocolos assinados em diversas áreas temáticas, incluindo o ambiente. Embora estes países mantenham boas relações, existem alguns conflitos comerciais (ver Capítulo 3). Na área dos biocombustíveis, os Estados Unidos superam o Brasil em volume de produção; porém, o etanol brasileiro é mais sustentável que o americano, possuindo uma pegada de carbono menor, sendo esse um dos motivos da aproximação dos Estados Unidos ao Brasil. A outra razão será alcançar a América do Sul no comércio dos biocombustíveis. O mais importante acordo entre estes dois países é o Memorando de Entendimento na área dos biocombustíveis, assinado em 2007, nos governos de George W. Bush e Lula da Silva.

Os Estados Unidos da América mantêm boas relações com vários países, e suas ações diplomáticas abrangem praticamente todo o mundo. Com uma potência econômica que equivale a um quarto do PIB global, um orçamento militar colossal, os EUA são também, uma potência climática, exercendo forte influência sobre todos os países e sobre as questões geopolíticas. Suas atitudes perante as questões climáticas e o Regime Internacional do Clima repercutem globalmente e influenciam outros países.

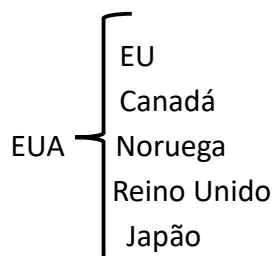
Aliados dos EUA com projetos BECCS em andamento, destacam-se a Noruega e o Reino Unido como potenciais parceiros nesta área. O Japão, grande aliado e país industrializado, com limitações para a descarbonização, e o Canadá, grande parceiro comercial, poderão também ser atores relevantes na cooperação ambiental.

Pelos dados obtidos nesta pesquisa, verifica-se a relevância de uma parceria dos Estados Unidos com a União Europeia, tradicional aliada em termos comerciais e em investimentos empresariais, e o Brasil, que como potência regional, atua como uma ponte para o comércio com a América do Sul. Para o Brasil, o parceiro mais importante são os Estados Unidos, pela transferência de tecnologia e investimentos, e como medida estratégica para ascensão internacional do país, seguidos da União Europeia, que também constitui um parceiro comercial relevante, embora com restrições relacionadas à remoção de carbono. A partir da aliança global na área dos biocombustíveis, assinada recentemente em reunião do G20, entre Brasil, Índia e Estados Unidos, abre-se a possibilidade de um protocolo de cooperação triangular, na área de BECCS, envolvendo estes três países e outros integrantes do Sul Global.

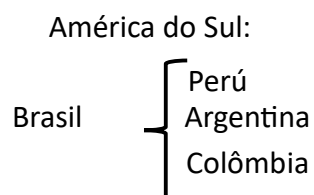
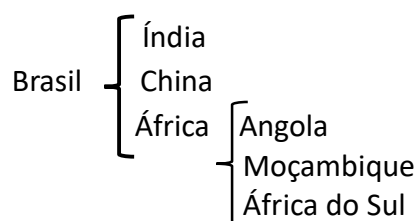
Pode-se, então, traçar, com base nesta análise, as seguintes possíveis alianças, resultantes do cenário 2, com previsão temporal para depois de 2030:

Brasil e EUA assinam um Memorando de Entendimento na área de BECCS. Esse memorando, além de fortalecer a cooperação bilateral, abre possibilidades de acordos multilaterais, da formação de alianças com países terceiros e da transferência de tecnologia para Estados que possam ter condições favoráveis para a implementação de BECCS. Trata-se do mais importante ato diplomático para a expansão global desta tecnologia. Além disso, a parceria Brasil, EUA e Índia configura uma aliança triangular, que pode ampliar a cooperação com outros países do Sul Global.

Assim, as principais possibilidades de protocolos bilaterais de comércio e investimento com os Estados Unidos e com o Brasil, na área do mercado de carbono, são as seguintes:



Alianças diplomáticas, no Sul Global, entre:



A seguir, apresenta-se um mapa ilustrativo que ilustra o que foi dito:



Figura 13 - Mapa ilustrativo das possíveis alianças na área de BECCS. Fonte: elaboração própria

A figura acima ilustra as possíveis alianças para a expansão de BECCS no mundo. As setas em azul representam os protocolos bilaterais com o Brasil, e as em cor laranja, com os Estados Unidos. A linha a preto marca o memorando entre Brasil e Estados Unidos, e a aliança triangular entre Brasil, EUA e Índia é marcada pelo triângulo em tracejado. Nota-se que o Brasil alcança os países do Sul Global, os emergentes, e os Estados Unidos, os do eixo Norte, os desenvolvidos.

Desta forma, referindo-se à emergência climática do planeta, o Brasil, como importante ator nas negociações internacionais do clima, posiciona-se como a voz ativa dos países emergentes junto aos países desenvolvidos no processo de transição energética.

No entanto, a implementação de BECCS em escala global depende de um estudo profundo das condições geológicas de cada país e do respetivo mapeamento de aquíferos salinos ou poços extintos de petróleo que sejam propícios para o armazenamento de carbono, assunto que foge ao escopo deste trabalho.

6c - Sustentabilidade de BECCS e questões polémicas

Como foi dito na primeira parte deste estudo (Capítulo 2), a sustentabilidade é, antes de tudo, uma questão política e moral (Barry, 2012). No conceito definido pela ONU, o Desenvolvimento Sustentável (DS), além de ter de cumprir com os seus três pilares (económico, ambiental e social), deve ser renovável. Porém, numa sociedade, este conceito adquire uma maior complexidade, podendo ser verificada através de diferentes indicadores. Devido a esta complexidade, determinar a insustentabilidade de um sistema pode ser mais simples do que identificar a sua sustentabilidade.

Assim, no caso da indústria da Captura e Armazenamento de Carbono acoplado à Bioenergia, identificou-se, como o principal indicador de sua insustentabilidade, a componente económica. Sem uma política que regule o mercado de carbono, que dinamize o comércio de emissões, e sem um financiamento público ou políticas de incentivo, face aos elevados custos da implementação desta tecnologia, torna-se economicamente inviável. Fatores estes que foram discutidos um pouco atrás neste estudo. Esta tecnologia depende de políticas públicas que a tornem exequível, tendo

sido apontada, como o elemento mais determinante, a regulamentação do Mercado de Carbono para o crescimento da indústria.

O Acordo de Paris, o mais importante tratado internacional sobre o clima, prevê, no seu artigo 6.º, o mercado internacional de carbono. Embora, durante vários anos, não tenha havido consenso sobre as regras que deveriam orientar este mercado, o que levou a sucessivos adiamentos nas COP, avanços recentes (COP29) permitiram definir as bases técnicas para a sua operacionalização, ainda dependente de acordos políticos adicionais.

Para além deste fator, outras questões polémicas de índole de insustentabilidade são levantadas acerca do funcionamento desta tecnologia. Três questões de âmbito ambiental e social, no que respeita ao uso dos biocombustíveis, são apontadas: a questão do mau uso da terra, a concorrência alimento versus biocombustível e a questão do trabalho escravo nas lavouras. Questões estas que serão abordadas a seguir:

O Brasil, conforme o seu hino evoca, é *gigante pela própria natureza*, tendo uma enorme quantidade de terra disponível para a agricultura. A sua produção agrícola ocupa hoje 66.321.886 hectares de terra, o equivalente a 7,8% do território brasileiro (Síntese—Portal Embrapa). Há grande quantidade de terras já degradadas e terras usadas para pasto (1.800.000 km²) que poderiam ser convertidas, aumentando a quantidade de terra para fins agrícolas, sem necessidade de haver desflorestação.

O grande problema do Brasil é o desmatamento, o conflito de uso da terra, essa expansão sobre a Amazônia, sobre o Cerrado, sobre biomas ainda reservados no Brasil; porém, este não está diretamente relacionado com os biocombustíveis. A fronteira agrícola continua avançando independentemente de existir etanol, é muito difícil delimitar esta fronteira; não existe nenhum estudo científico que documente o quanto que a produção de etanol é a causa deste desmatamento. As estatísticas que demonstram a existência de áreas disponíveis para expansão das atividades agrícolas não dão informação acerca do verdadeiro comportamento sobre estas terras.

Existem leis que limitam a fronteira agrícola, e os produtores de biocombustíveis preocupam-se em cumpri-las. As usinas de etanol têm um programa de sustentabilidade socioambiental: atender aos regulamentos dos direitos dos povos originários, aos direitos ao uso da terra e da água e, também, ter um importante papel no

reflorestamento, além de projetos sociais às comunidades locais, são as metas destes programas.

A questão do mau uso da terra está mais relacionada às culturas canavieiras; o etanol de milho de segunda safra, atualmente em expansão no Brasil, na região do Mato Grosso, não necessita de áreas adicionais, pois este cultivo é feito na própria soja que já está ali. Também, no que respeita à competição de alimento, a produção do etanol de milho de dupla cultura não corre esse risco, pois a parte do milho que é fermentada não é comestível, e a parte da proteína e fibra é utilizada como farelo de milho ou óleo de milho para a alimentação animal (DDG e FDG). Ao passo que, no etanol de cana, apesar de seu bagaço gerar subprodutos que são utilizados para outros mercados, diminuindo a competição de alimentos, necessita de terras para a expansão da cultura, e há a competição com o açúcar. Nestes aspectos, o etanol de milho de segunda safra é mais sustentável que o de cana, além de ter uma produção cinco vezes maior.

No caso dos EUA, a expansão de uso da terra já chegou ao limite. Atualmente, terceiro produtor agrícola do mundo, perdendo apenas para a China e a Índia, possui 17,4% de seu território destinado às lavouras. A indústria americana dos biocombustíveis tem-se mobilizado em aprimorar as técnicas agrícolas, com inovações tecnológicas para ganho de produtividade, não só na fase agrícola, mas na fase industrial. Como no caso do Brasil, não existem documentos que comprovem cientificamente que a aquisição de terras para fins lucrativos está relacionada com a expansão de culturas de etanol. Esta teoria existe apenas em modelos hipotéticos. Para os produtores de etanol, a teoria do mau uso da terra foi inventada nos Estados Unidos, no início do aparecimento dos biocombustíveis, pelos agentes dos combustíveis fósseis para bloquear o crescimento da indústria:

- Land use change was put into place at the United States at the very begining of renewable fuels standard in order to block the grow of biofuels industry. Ethanol is not incresing land use. We don't need any more land, we just need to manage the land we currently have properly, and that's it.

(Entrevistado, anónimo).

Esta citação, demonstrativa do conflito existente entre a indústria do etanol e a indústria dos combustíveis fósseis nos EUA, acrescenta a necessidade de mais investimento em aprimoramento de técnicas agrícolas inovadoras, o que já vem acontecendo. O etanol americano é à base de resíduos do milho, e os produtos desta cultura têm como finalidade a alimentação animal.

No entanto, o risco da competição alimento *versus* etanol existe. Outros produtos agrícolas estão na base da produção dos biocombustíveis, tais como a soja, o trigo, e a mamona; porém, não se consegue determinar estatisticamente o grau desse risco. Em todo o caso, os mercados se ajustam, isto é se houver um aumento de preço nos alimentos, os produtores, na corrida pelo lucro, vão produzir mais alimentos e menos etanol, sendo que as empresas, geralmente, na sua gestão, têm uma certa margem de manobra para poder alternar entre uma *commodity* e outra, conforme a rentabilidade do momento.

Os riscos da apropriação indevida de terras e da crise alimentar são altos nos países pobres, como em África, onde as comunidades são mais vulneráveis e onde não há leis nem as devidas fiscalizações que controlem a corrupção. No entanto, a indústria dos biocombustíveis, quando bem empregue, favorecerá o desenvolvimento social e económico destas comunidades.

Pesquisas em curso estão a desenvolver os biocombustíveis de segunda geração E2G, estando já em comercialização. A produção de etanol de celulose, sendo feita a partir do bagaço de cana e resíduos, contribui para a diminuição deste problema. No Brasil, particularmente, haveria um completo isolamento destas questões se o desmatamento fosse efetivamente controlado, e se toda a produção de etanol derivasse de milho de segunda safra.

No entanto, vale a pena acrescentar que, tanto nos Estados Unidos como no Brasil, ou em qualquer parte do mundo, o problema da crise alimentar é uma questão de insegurança alimentar. Isto é, não se deve à falta de alimentos, mas sim ao acesso à sua abundância. Trata-se, portanto, de um problema de distribuição e não de competição na produção. A desigualdade de acesso aos alimentos é uma das principais causas da crise alimentar no mundo. Vários fatores de ordem política, económica e social

contribuem para a escassez de alimentos em certas comunidades. A estes fatores sistêmicos, impulsionados pelo capitalismo, somam-se os eventos climáticos extremos resultantes das alterações climáticas antropogénicas.

O caso do trabalho escravo nas lavouras é uma herança histórica; vem desde os tempos primórdios, desde a invenção da agricultura e da formação dos grandes Impérios. A escravidão e a exploração dos poderosos sobre os povos mais vulneráveis, nas plantações de várias mercadorias para exportação, são movidas pelo capitalismo industrial, que incentiva a acumulação de riquezas. Facto este que está nas origens do Antropoceno.

Atualmente, com a evolução das leis trabalhistas, a criação dos sindicatos, as organizações governamentais e internacionais (OIT) e as ONG que protegem os direitos humanos e os trabalhadores, e a velocidade com que os meios de comunicação espalham as notícias, há um maior controle e cuidado no que respeita à exploração de outrem no trabalho rural. No Brasil, o Ministério do Trabalho e Emprego é o órgão responsável pela fiscalização deste crime no país. Nos Estados Unidos, é a *Department of Licensing* (DOL). Ainda assim, a escravidão existe, porém difere da escravidão colonial: a escravidão moderna¹⁴¹. As comunidades mais fragilizadas são as mais suscetíveis de serem alvo do trabalho escravo: migrantes, crianças, mulheres, indivíduos vulneráveis e marginalizados. Essas organizações tentam inspecionar e combater a escravidão.

A Walk Free, organização internacional de direitos humanos especialista neste assunto, apresenta, em seu relatório de 2024, o índice do trabalho escravo global em 2023. Constatou-se que os Estados Unidos aparecem à frente do Brasil, com 1,1 milhão e 1,05 milhão de pessoas escravizadas, respetivamente. As áreas em que esta situação acontece são várias, recaindo sobre as grandes empresas multinacionais (Sakamoto, 2024).

¹⁴¹ A escravidão moderna difere do período da escravidão antiga: a lei permitia que uma pessoa fosse propriedade da outra, um objeto que poderia ser negociado em troca de dinheiro. Hoje, as leis existentes proíbem que uma pessoa seja tratada como mercadoria. As características de um trabalho escravo são: 1) condições degradantes de trabalho, 2) jornada exaustiva, 3) trabalho forçado, 4) servidão por dívida (Monitor, 2024).

No que respeita ao alvo desta investigação, as usinas de produção de bioenergias, verifica-se a existência do trabalho escravo nas culturas de cana-de-açúcar. Entre 2007 e 2009, 5.292 trabalhadores foram resgatados. Com a evolução das técnicas de colheita, cada vez mais mecanizadas, esta situação foi temporariamente atenuada. No entanto, a partir de 2019, face a uma lei introduzida por Bolsonaro que permite a terceirização, a exploração no meio rural volta a intensificar-se. Em 2023, foram detetados casos reais: 258 trabalhadores em condições de escravidão foram resgatados das usinas canavieiras, estando envolvidas grandes produtoras de biocombustíveis, empresas petrolíferas e até uma empresa norte-americana. Migrantes nordestinos são explorados, através de terceiros, para as lavouras de cana-de-açúcar, enquanto as grandes empresas continuam a lucrar quantias astronómicas (Monitor, dez. 2024, pp. 7-21).

Com a crescente procura de etanol e biodiesel, após a aprovação da lei do Combustível do Futuro, receios de que problemas relacionados ao trabalho escravo, à invasão de terras indígenas e conflitos agrários possam aumentar existem, como possíveis impactos sociais.

Nos Estados Unidos, não se verificam casos de trabalho escravo diretamente ligados à produção de biocombustíveis; porém, insumos essenciais para a alimentação como soja, milho e trigo são originários da escravidão laboral praticada contra penitenciários negros, numa demonstração racista e de desigualdade social (Alexandrino, 2023).

Apesar de toda a fiscalização, das leis trabalhistas existentes e dos certificados de sustentabilidade exigidos às usinas produtoras de biocombustíveis, a exploração de outrem continuará a existir enquanto perdurar o sistema capitalista, em que a corrida pelo poder não tem mãos a medir.

Retornando ao início deste raciocínio, pode-se dizer que a sustentabilidade é uma aspiração, é um objetivo a alcançar. Assim, a sustentabilidade é uma questão política, moral e cultural; é necessário traçar um caminho para alcançar esse objetivo, é necessário implementar políticas públicas, e o seu sucesso ou fracasso depende do modo como essas políticas serão implementadas. É necessário criar programas educacionais para a sociedade, para que possam adquirir hábitos sustentáveis. A

transição para as energias renováveis é urgente; os biocombustíveis podem contribuir significativamente para isso, porém há que valer as práticas sustentáveis. Existem matrizes de sustentabilidade¹⁴² que ajudam as empresas e organizações a promoverem a transparência, permitindo que se comuniquem de forma clara sobre suas práticas sustentáveis. Melhorar a economia, proporcionar empregos de boa qualidade, diminuir a desigualdade social e proporcionar qualidade ao meio ambiente (ar, água, solo) são os requisitos básicos e essenciais de sustentabilidade que uma empresa deve cumprir.

No que respeita à tecnologia de Captura e Armazenamento de Carbono, ainda não existem dados estatísticos de coeficientes de sustentabilidade a nível mundial. Existem poucas plantas em funcionamento em todo o mundo (ver Cap. 1). No entanto, pelos estudos realizados, o projeto da FS, no Brasil, que está em fase final de implementação, apresenta os melhores resultados em sustentabilidade: a técnica de produção do etanol da fermentação do milho de segunda safra não compete com os alimentos, não necessita de áreas adicionais para cultura, e tem um programa correlacionadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Organizações das Nações Unidas e está em linha com o Acordo de Paris; promove empregabilidade de boa qualidade às comunidades locais, dando formações, educação e realizando projetos de desenvolvimento cultural e inclusão social. Devido às suas técnicas inovadoras, a FS, com previsão para iniciar em breve, será a primeira e única planta no mundo a obter emissões negativas de carbono.

Pertinente será acrescentar aqui uma questão frequentemente levantada no que respeita ao BECCS: o receio de que o armazenamento de carbono seja um incentivo à exploração e ao uso continuado dos combustíveis fósseis. Realmente, este é um temor que assola uma grande parte das pessoas que têm mais conhecimento neste assunto. Mas esta não é uma questão meramente sem fundamento, se considerarmos que as

¹⁴² As matrizes de sustentabilidade são ferramentas analíticas que ajudam organizações a avaliar e planejar suas práticas em relação à sustentabilidade. Elas permitem que empresas e instituições identifiquem e mensurem o impacto de suas atividades sobre o meio ambiente, a sociedade e a economia. Através de uma abordagem sistemática, as matrizes facilitam a visualização de dados complexos, promovendo uma melhor compreensão das interações entre diferentes fatores sustentáveis (Sustentável, 2024).

empresas que atualmente dominam o mercado dos biocombustíveis e de créditos de carbono são as grandes petrolíferas.

A citar alguns exemplos: a Raízen, a maior empresa de produção de biocombustível do Brasil e a nível global, possuindo 35 unidades de bioenergia e que produz e comercializa etanol de segunda geração (E2G), foi criada a partir de um acordo comercial entre a petroleira americana Shell e a brasileira Cosan. Esta empresa tem contratos de venda de etanol de segunda geração com a Shell em Rotterdam e nos Estados Unidos, entre outros destinos. Também no Brasil, a BP Bunge Bioenergia foi criada através de uma parceria entre a americana Bunge e a empresa de petróleo britânica BP. Os principais clientes internacionais do etanol desta empresa estão localizados nos Estados Unidos, Japão, Coreia do Sul e Europa, sendo seu destino a BP Oil International (Monitor, 2024).

Nos Estados Unidos, pode-se citar o projeto da Petra Nova, no Texas: o maior projeto de Captura de Carbono do mundo, com o objetivo de capturar as emissões de uma central termoeletrica a carvão. Este projeto é liderado pelos japoneses, que possuem alguns blocos de petróleo no Golfo do México. A intenção é enviar o carbono sequestrado através de um gasoduto para pressionar os blocos de petróleo e ativar a sua extração (Exame, 2014).

Estes são apenas alguns exemplos, porém muitos mais existem. Portanto, o receio de que estas tecnologias e a comercialização de créditos de carbono sejam apenas um pretexto para atrasar a transição para uma energia de baixo carbono é pertinente.

Em todo o caso, mesmo que as previsões de expansão de BECCS a nível mundial se concretizem, é imprescindível reduzir as emissões de gases poluentes na atmosfera. O aumento populacional é proporcional à procura de energia, e apenas com uma redução significativa das emissões será possível alcançar valores líquidos negativos de carbono e, assim, cumprir os objetivos do Acordo de Paris até meados do século.

6d – A Sociedade

As sociedades, de um modo geral, pouco se preocupam com as questões ambientais. E o Brasil e os Estados Unidos não são exceções:

A população brasileira, na sua maioria, ainda não tem consciência da verdadeira gravidade da ameaça que a crise climática estabelece ao planeta. A questão climática não é um tema muito debatido publicamente no país. É um assunto muito específico, discutido sobretudo entre a classe política e a classe intelectual da sociedade, ou seja, entre a elite brasileira.

A sociedade brasileira, marcada por uma desigualdade profundamente estratificada, é composta maioritariamente por uma população de baixa renda, além de baixo nível educacional. Isto implica que a sua principal preocupação cotidiana seja a satisfação de suas necessidades básicas de sobrevivência e que a questão ambiental não seja uma prioridade. Esta característica da sociedade brasileira torna-a suscetível à influência por meio das comunicações sociais e pela classe política, resultando numa oscilação da opinião pública de acordo com as informações transmitidas pelos partidos que ocupam posição de destaque no cenário político.

A preocupação da sociedade com a sua sobrevivência e a distribuição de suas economias resultam em uma inclinação por optar pelo produto de menor custo, seja na alimentação, seja nos transportes, o que causa certa relutância e insegurança em utilizar etanol em vez da gasolina nos veículos próprios.

Se pouca informação há sobre os problemas ambientais, muito menos acontece acerca das tecnologias de mitigação climática. A população só toma conhecimento destas questões quando seus efeitos lhe batem à porta, como no caso de apropriação indevida de terras, em que produtores de culturas invadem terras indígenas.

As próprias fábricas produtoras de etanol preocupam-se em informar e esclarecer as comunidades locais sobre as suas atividades. No caso específico da implementação de BECCS, que é caso único no Brasil, a FS, empresa responsável pelo projeto, numa prevenção de eventuais conflitos com a sociedade e para combater possíveis desinformações, assume a tarefa de divulgar a atividade através de um engajamento estruturado com a comunidade local, que envolve audiência pública, palestras informativas e espaços de diálogo para prestar esclarecimentos e tirar dúvidas, envolvendo todas as partes interessadas e setores da sociedade.

A sociedade americana, apesar de estar mais preocupada com o seu dia a dia e de não se importar com as questões ambientais, encontra-se profundamente polarizada. Essa polarização dá-se em todos os níveis, desde a Presidência da República até às comunidades locais. Desta forma, a população americana está bem dividida entre negacionistas climáticos, que se opõem completamente a qualquer medida de mitigação ambiental, e os defensores das estratégias de transição energética, como o uso de biocombustíveis e as tecnologias de captura de carbono, entre outras. Há ainda um terceiro grupo, dentro dos que reconhecem a realidade das alterações climáticas, mas que são opositores a estas tecnologias, por acreditarem que servem apenas como uma distração para dar continuidade ao uso de combustíveis fósseis. De facto, existe uma pequena fração da sociedade americana que se sente reticente quanto ao uso de BECCS.

Mas, de um modo geral, a sociedade só se manifesta quando se sente lesada, isto é, quando percebe um impacto negativo direto na sua vida pessoal. Um exemplo disso é a tensão que se observa entre empresas, proprietários rurais e o governo em torno da construção de gasodutos em propriedades privadas. Não se opõem, e por vezes até apoiam, a utilização destas tecnologias, desde que não ocorram no seu “quintal”, conforme traduz a expressão americana NIMBY, *Not In My BackYard*.

Mais especificamente no que diz respeito à BECCS, sendo uma tecnologia recente, ainda persistem incertezas quanto ao seu funcionamento e à sua segurança. É uma tecnologia tecnicamente exigente, que depende das condições adequadas do local de armazenamento e de monitorização contínua, o que gera alguma desconfiança entre a população local. Outros, porém, reconhecem o seu lado positivo: cria oportunidades de emprego, dinamiza a economia e traz benefícios tanto para a sociedade quanto para o ambiente.

Apesar de todas as evidências dos efeitos das alterações climáticas que se fazem sentir, e embora uma pequena fração da população mundial se tenha conscientizado da gravidade da crise ambiental, a grande maioria das pessoas não se preocupa em mudar seus hábitos comportamentais de modo a contribuir para a redução das emissões dos gases de efeito de estufa. E, aqui, a lista é enorme: desde hábitos alimentares ao uso de transportes públicos, passando pela reciclagem de alimentos e materiais, entre outras práticas.

É necessário desenvolver um amplo trabalho de conscientização da sociedade, que inclua audiências públicas, seminários e a integração de disciplinas ambientais nas escolas, universidades e contextos profissionais, de modo a despertar uma maior sensibilidade coletiva para a questão climática. Essa iniciativa, porém, precisa partir dos governantes: a falta de interesse dos decisores políticos na agenda ambiental impede o avanço de ações e políticas verdadeiramente verdes. Outras questões geopolíticas, como os conflitos bélicos e religiosos, as disputas territoriais e de soberania, em suma, dinâmicas económicas e de poder impedem a devida preocupação com a implementação de medidas voltadas para aquela que é, provavelmente, a questão mais complexa e urgente do século: a subida da temperatura da Terra.

Para concluir este capítulo, retorna-se aos cenários pós-2030 anteriormente descritos e apresenta-se um quadro-síntese dos mesmos, complementado pela análise realizada ao longo da tese:

Cenário	Características gerais Impacto global	Descrição
 O Desafio do Negócio	Viabilidade parcial de BECCS. Alguma possibilidade de acordo climático bilateral.	A indústria do etanol sob a perspectiva conservadora tenta se adaptar as restrições e beneficiar das políticas públicas que favorecem CCS. Há poucas possibilidades de projetos BECCS..
 A perfeita união (rumo a um futuro sustentável)	Viabilidade técnica confirmada Reforço da governança climática multilateral Redução significativa das emissões	Alinhamento ideal entre inovação industrial e apoio governamental. O melhor cenário para expansão de BECCS e possível acordo bilateral entre Brasil e EUA
 América, a grande	Instabilidade política Aumento da Clivagem Norte-Sul Governança climática assimétrica e instável	Indústria bem-sucedida sem apoio ao CCS.. Potencial desperdiçado, com iniciativas isoladas e dificuldades de escala. EUA referência mundial
 A queda fatal	Crise sistêmica Fragmentação da governança climática Metas do Acordo De Paris não cumpridas.	Estagnação total: sem inovação e sem apoio. Inviabilidade de BEECS. Risco de colapso e crise mundial

Quadro 9 - Síntese dos cenários. *Fonte: elaboração própria*

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Brasil e Estados Unidos são potencialmente favoráveis à implementação de BECCS em seus territórios; possuem uma indústria de biocombustíveis bem-sucedida e condições geológicas propícias. Essa tecnologia é apontada pelo IPCC como uma das estratégias mais promissoras para a mitigação do aquecimento global.

No entanto, muitas são as controvérsias e os impedimentos à sua implementação e utilização em larga escala. A começar pela área necessária de cultivo de matéria-prima para cumprir os objetivos climáticos apontados nos Modelos de Avaliação Integrada que constam de relatórios do IPCC: uma área duas vezes o tamanho da Índia, ou seja, cerca de 6 574 000 km² (capítulo 1, pp. 31,32). Para alcançar as metas do Acordo de Paris, o mundo precisa capturar 435 milhões de toneladas de CO₂ até 2030 e mais de 1 GT por ano até 2050. Além de que, a implantação de BECCS deve ser considerada conforme os contextos geográficos e socioeconômicos em que se insere, pois exige condições específicas de locais de armazenamento e uma boa produtividade de biomassa.

Assim, nesta investigação procurou-se descortinar a viabilidade e a sustentabilidade da implementação da tecnologia de Captura e Armazenamento de Carbono acoplada aos biocombustíveis como uma das soluções para o aquecimento global. O estudo foi direcionado especificamente para o etanol, por ser o biocombustível com maior produção e economicamente mais viável, através do processo de fermentação.

O foco da atenção convergiu para o potencial da implementação desta tecnologia nos dois maiores produtores de etanol do mundo: Brasil e Estados Unidos, os gigantes do continente americano, dos hemisférios Sul e Norte, respetivamente.

Através de um estudo comparativo destes dois países, centrado nas suas políticas domésticas e externas no que respeita ao ambiente e às tecnologias verdes, bem como nas relações entre eles e nos seus antecedentes históricos nesta área, procurou-se traçar uma trajetória do seu potencial futuro para a implementação da tecnologia BECCS. Para isso, aplicaram-se a Análise Prospetiva e o Método de Cenários, com o objetivo de responder à questão principal e às derivadas colocadas nesta investigação.

Atualmente, existem poucos projetos de BECCS em funcionamento, sendo o único grande projeto em Illinois, o *Decatur Project*. As demais plantas são de pequena ordem.

Nos Estados Unidos, está a desenvolver-se um projeto em parceria de captura de carbono, que envolve cinco estados. O projeto consiste, basicamente, na construção de gasodutos e na injeção em um único lugar, no Dakota do Norte. No Brasil, está a surgir o etanol de milho com grande potencial de crescimento, bem como o projeto pioneiro da FS, que pela técnica inovadora de etanol de milho de dupla cultura, apresenta o melhor nível de sustentabilidade. Quando estiver em funcionamento, será a primeira planta do mundo a obter emissões negativas de carbono. No entanto, há que considerar a sua envolvente geográfica e geológica. Seria necessário um crescimento muito rápido, pelo mundo, de BECCS, para que a sua contribuição energética fosse significativa e fosse ao encontro das metas do Acordo de Paris até 2030, o que, para já, não se descortina. Os grandes projetos de CCS são liderados pelas grandes petrolíferas, seja com o intuito de diminuir a sua pegada de carbono, seja para fins de recuperação avançada de petróleo (CCUS). Nota-se, assim, o monopólio das empresas petrolíferas sobre o sistema, e isto fundamenta o receio existente de que estas tecnologias possam ser uma distração para continuar a exploração dos combustíveis fósseis.

Verificou-se, através dos quatro cenários desenhados, que BECCS tanto pode ser motor de desenvolvimento, quando bem implementado, como pode tornar-se fonte de crise decorrente da sua inviabilidade. Para que o desenvolvimento de BECCS seja uma realidade, alguns impedimentos devem ser ultrapassados: o elevado custo de produção, sem a certeza de um retorno financeiro, é o principal entrave à expansão destas tecnologias, não despertando o interesse de investimento por parte das empresas devido à sua inviabilidade económica.

A dependência de políticas públicas para incentivar projetos de BECCS é um fator certo, sendo a regulamentação do mercado de carbono internacional apontada como o mais importante elemento para permitir a expansão dessa tecnologia.

No Brasil, a ausência de uma regulação clara da atividade é um dos principais impedimentos, juntamente com a falta de incentivos fiscais e linhas de financiamento.

No entanto, a Lei do Combustível do Futuro, recentemente aprovada e agora sob a responsabilidade da Agência Nacional de Petróleo e Biocombustíveis (ANP), poderá, em breve, colmatar este problema, incluindo também, a regulamentação do mercado de carbono.

Nos Estados Unidos, embora existam subsídios que incentivam a tecnologia, não há intenções de implementar uma lei federal que regule o mercado de carbono. Constata-se apenas a existência do mercado de carbono voluntário, da lei LCFS na Califórnia e em alguns estados. O maior produtor de óleo e gás do mundo não demonstra intenções de ser um líder climático.

Por sua vez, o artigo 6.º do Acordo de Paris, que já registou avanços significativos na COP29, ainda apresenta divergências técnicas e políticas sobre aspectos operacionais da regulamentação do crédito de carbono, continuando, assim, em negociação nas próximas Conferências do Clima. Também há que se ter o cuidado para que o mecanismo de crédito de carbono não incorra num objetivo meramente lucrativo, para que não caia nas mãos das empresas multinacionais, visando apenas o crescimento económico ilimitado, característico de um sistema capitalista, e se desvie do seu principal propósito: contribuir efetivamente para a mitigação das alterações climáticas.

Desta forma, uma política mista que não dependa exclusivamente do mercado de carbono e que preveja também, os problemas de sustentabilidade de âmbito ambiental e social, tais como o uso da terra e o trabalho escravo, seria a mais adequada: aspeto este frequentemente negligenciado nas políticas públicas climáticas. A tecnologia BECCS poderia, assim, ser uma das soluções possíveis para o enfrentamento da crise climática, integrando o portfólio de um conjunto de estratégias e cumprindo os três pilares da sustentabilidade, gerando empregos de qualidade, desenvolvendo a economia local e contribuindo para a inserção social e formação da comunidade, enquanto cumpre os requisitos de mitigação climática.

A tecnologia BECCS, apesar de utilizar processos de CCS que operam já há algum tempo na reativação de poços de petróleo extintos, é uma tecnologia recente acoplada à bioenergia enquanto solução para fins climáticos. Por essa razão, ainda necessita de estudos de pesquisas e de formação de recursos humanos, gerando, naturalmente,

receios e desconfiança quanto à sua utilização, sobretudo por competir, de certa forma, com os combustíveis fósseis. As técnicas inovadoras agrícolas que têm surgido, bem como o desenvolvimento de biocombustíveis avançados têm amenizado parte desses problemas; contudo, ainda não são suficientemente eficientes para que tais aspectos possam ser ignorados. Enquanto, existir o capitalismo liberal orientado pela busca incessante do lucro e pela acumulação de capital, o negócio rentável dominará todas as esferas humanas. Os fortes dominarão os fracos e os poderosos, os vulneráveis.

No cenário 2, Brasil e Estados Unidos assinam um protocolo de entendimento na área de BECCS e assumem-se como precursores desta tecnologia a nível mundial, com previsão de que tal acordo se concretize após 2030. Para que isto se torne realidade, ambos os países deverão ultrapassar desafios significativos internos. Através do estudo das suas políticas externas e das relações bilaterais, delineiam-se outros possíveis acordos de cooperação. O Brasil adota uma atitude dinâmica nas negociações internacionais do clima e é-lhe atribuída a função de voz ativa do eixo Sul com o Norte na transição energética, enquanto os Estados Unidos assumem a liderança tecnológica.

Contudo, a implementação de BECCS exige um mapeamento geológico preciso e um estudo detalhado dos países envolvidos, além de ser necessária uma cooperação multilateral eficaz. O Brasil vê na transição energética uma oportunidade de inserção internacional e uma estratégia de desenvolvimento social e económico, e os Estados Unidos aplica estas tecnologias como uma mitigação das suas emissões de GEE e uma oportunidade de continuidade da sua expansão.

A partir da Tabela TQ6 observa-se que as consequências ambientais potencialmente associadas às tecnologias BECCS não figuram entre os fatores mais considerados como impedimentos à sua implementação. Apesar de serem técnicas altamente manipuladoras da terra, que podem gerar impactos ambientais relevantes, a preocupação recai sobre as questões económicas.

Da mesma forma, a sociedade pouco se manifesta; de um modo geral, está mais preocupada com a sua sobrevivência e não se importa com as questões ambientais. Apenas reage quando há interferência direta no seu bem-estar, como se verifica nos

protestos contra a construção de gasodutos associados a projetos BECCS nos Estados Unidos ou nas invasões das terras dos povos indígenas no Brasil.

A crise climática é uma questão complexa e exige um esforço coletivo, desde as sociedades até ao plano internacional, para que o mundo possa alcançar a meta de limitar o aumento da temperatura global a 1,5º C até meados do século, em relação aos níveis pré-industriais. Nesse sentido, e conforme os princípios da Teoria Verde, o individualismo deve ser substituído pelo contexto comunitário, o unilateralismo pelo multilateralismo, e os decisores políticos devem aplicar políticas públicas de educação moral, cívica e cultural que proporcionem à população maior consciência dos problemas ambientais, que promovam a formação das gerações presentes e futuras, ajudando-as a construir um futuro vindouro, além de aplicar políticas verdes para incentivar a transição para uma economia verde, promover a sustentabilidade ambiental, a justiça social e a qualidade de vida dos seus cidadãos; e, assim, agir localmente para solucionar um problema global.

Desta forma, o *Antropoceno*, deixará de ser visto, como uma expressão de *degradação antrópica e converter-se-á numa nova ERA em que assentam as bases de um futuro sustentável*. (Vilches, et al., 2008).

Este trabalho buscou refletir sobre a implementação da tecnologia de Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono (BECCS), inserindo-a no debate sobre governança climática global e transição energética pós-2030, e desta forma contribuir para o descortinar de controvérsias existentes relativas ao tema e para identificar fatores importantes que dificultam o seu desenvolvimento sustentável. A comparação inédita entre Brasil e Estados Unidos explorou contrastes nas matrizes energéticas e nas políticas climáticas, a partir de uma perspectiva regionalizada.

Procurou-se trazer à tona as mais recentes abordagens da contemporaneidade nas Relações Internacionais, o que permitiu uma leitura crítica e atualizada dos desafios ambientais globais, contribuindo, assim, para o desenvolvimento da disciplina. Além disso, este estudo abre espaço para futuras investigações, especialmente no que se refere ao armazenamento geológico de carbono e às implicações geopolíticas das

tecnologias emergentes e, acima de tudo, pretende motivar a formulação de estratégias de políticas verdes.

Para concluir esta dissertação, expõe-se, abaixo, um quadro comparativo dos fatores internos (Fraquezas e Forças) e dos fatores externos (Oportunidades e Ameaças) do Brasil e dos Estados Unidos na área de implementação da tecnologia de Captura e Armazenamento de Carbono acoplada à Bioenergia, que poderá servir de inspiração para futuros estudos e traçar possíveis estratégias de cooperação entre os países e empresas.

FATORES INTERNOS

FORÇAS (+)		FRAQUEZAS (–)	
BRASIL	EUA	BRASIL	EUA
Indústria de etanol bem-sucedida.	Indústria de etanol bem-sucedida	País emergente	Desigualdade social
Desenvolvimento de etanol de milho de 2ª safra	Planícies sedimentares e 2/3 formações salinas	Fragilidade económica	Indisponibilidade de terra para agricultura
Vasto território disponível para plantações.	Condições geológicas de armazenamento favoráveis.	Pouco investimento em R&D	Localização do local de armazenamento
Existência de 31 bacias sedimentares	País desenvolvido e industrializado	Grande desigualdade social	Processo de licenciamento para BECCS demorado
Condições geológicas de armazenamento favoráveis	País desenvolvido	Desmatamento	Falta de regulação para armazenamento offshore
Clima quente e húmido	Líder da economia mundial.	Falta de regulação para-CCS	Descrédito na tecnologia
Mandatos de etanol e diesel nos transportes.	Possui programas em R&D	Inexistência de incentivos fiscais	Negacionismo climático
Projeto de BECCS em andamento	Profissionais habilitados	Negacionismo climático	A questão da propriedade da terra (eminent domain)
	Existência de projetos de BECCS em funcionamento	Desinformação da sociedade	Clima variado
	Existência de políticas de incentivos fiscais (IRA, 45Q)	Distância do Local de armazenamento	
	Mandatos de etanol na gasolina.	Falta de profissionais aptos	

FATORES EXTERNOS

OPORTUNIDADES (+)		AMEAÇAS (-)	
BRASIL	EUA	BRASIL	EUA
Lei do Combustível do futuro	Existência de políticos incentivos fiscais (IRA, 45Q)	Governo vigente negacionista	Crescimento da indústria de carros elétricos
Existência de um projeto de BECCS em andamento	Existência de financiamentos de produção	Dependência dos combustíveis fósseis	Grande Dependência dos combustíveis fósseis
Políticas públicas de incentivo ao mercado de Carbono	Criação de projetos através de fusões e parcerias (Summit Carbon)	Desenvolvimento de outras tecnologias	Preço elevado da energia consumidor
Renovabio	Projetos Inovadores em desenvolvimento	A não aceitação social	Governo vigente negacionista
Diversidade de biopodutos	Diversidade de biopodutos		Desenvolvimento de outras tecnologias
O Acordo de Paris	O Acordo de Paris		A não aceitação social

Figura 14 – Matriz SWOT (sigla em inglês) na área de BECCS, Brasil x Estados Unidos.

Fonte: elaboração própria

BIBLIOGRAFIA

- Abanades, J.C., Makoto Akai, M., Benson, S., Caldeira, K., de Coninck, H., Cook, P., Davidson, O., Doctor, R., Dooley, J., Freund P., Gale, J., Heidug, W., Howard Herzog, H., Keith, D., Mazzotti, M., Metz, B., Meyer, L., Osman-Elasha, B., Palmer, A., ... & Thambimuthu, K. (2005). *Summary for Policymakers A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC Special Report Carbon Dioxide Capture and Storage Summary for Policymakers*. (set. 2005) IPCC. Montreal, Canada.
- Abranches, S. (2018). *Presidencialismo de Coalizão: Raízes e evolução do modelo político brasileiro*. Companhia das Letras. ISBN: 9788535931556.
- Adusumilli, N., & Leidner, A. (2014). The U.S. Biofuel Policy: Review of Economic and Environmental Implications. *American Journal of Environmental Protection*, 2 (4), 64–70. <https://doi.org/10.12691/env-2-4-1>.
- Alexander, E. (1985). From idea to action. Notes from a contingency theory of the Policy Implementation Process. *Administration and Society, Social Science Collection*, 403 – 426. <https://doi.org/10.1177/009539978501600402>.
- Almeida, P.R. (2004). *Relações Internacionais e política externa do Brasil: história e sociologia da diplomacia brasileira*. (2ª ed.). Editora da UFRGS. Porto Alegre.
- Almeida, P. R. (2006). Relações Brasil - Estados Unidos em perspectiva histórica. In P.R. de Almeida & R.A. Barbosa (org.) *Relações Brasil-Estados Unidos: assimetrias e convergências*. (Capítulo 2, pp. 14-39). Editora Saraiva. São Paulo.
- Almeida, P.R. (2019). *Miséria da diplomacia: a destruição da inteligência no Itamaraty*. Editora da UFRR, 2019. Coleção “Comunicação e Políticas Públicas vol. 42. ISBN: 978-85-8288-201-6.
- Almeida, P.R. (2020). Política Externa Brasileira: notas para uma entrevista. *Política Externa e diplomacia*.
- Almeida, P.R. (2021). *Apogeu e demolição da Política Externa: itinerários da diplomacia brasileira*. Appris, 2021, 292p. (pp. 203 -211). Curitiba. https://doi.org/10.14195/1647-8622_22_11.
- Almeida, R. (2019). Bolsonaro President: Conservatism, Evangelism and the Brazilian Crisis. *Novos Estudos CEBRAP*, 38 (1) 185–213. <https://doi.org/10.25091/S01013300201900010010>.
- Alves, L. & Lima, J., (2007). Desenvolvimento sustentável: elementos conceituais e apontamentos para reflexão. *Integração, ano XIII*, (50) 241-248.
- Amorim, C. (2022). Política Internacional e o Brasil no Mundo: da unipolaridade consentida à multipolaridade possível. *CEBRI-Revista: Brazilian Journal of International Affairs*, (1), 19–32. <https://cebri-revista.emnuvens.com.br/revista/article/view/4>.
- Amorim, C. (2004). *Conceitos e estratégias da diplomacia do Governo Lula*. Em *Diplomacia, Estratégia e Política*. Ano 1. Edição: Projeto Raul Prebisch, (pp. 41-45).

- Andrade Júnior, H., & Brandão, A. P. (2021, abril 30). Ruturas conceituais de segurança e meio ambiente no Antropoceno: os nexos securitários em formação desde o pós-guerra fria. *Revista Tempo e Argumento*. Universidade do Estado de Santa Catarina. Florianópolis, v. 13, n. 32. <http://doi.org/10.5965/2175180313322021e0109>.
- Araujo, I. L., de Medeiros Costa, H. K., & Makuch, Z. (2022). Mudanças climáticas e a contribuição da tecnologia de CCS para os desafios da mitigação do clima. *Ambiente e Sociedade*, 25, 1–21. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20210036r1vu2022L2AO->
- Ari, T. (2019). Green Theory in International Relations. In *Theories of International Relations II*. Capítulo 8. Anadolu University Press. Eskişehir, Republic of Turkey.
- Bäckstrand, K., Meadowcroft, J., & Oppenheimer, M. (2011). The politics and policy of carbon capture and storage: Framing an emergent technology. In *Global Environmental Change*. 21 (2), 275–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.03.008>.
- Badaró Mattos, M. (2022). Governo Bolsonaro: Neofascismo e autocracia burguesa no Brasil. *Relações Internacionais*, 73, 25–39. <https://doi.org/10.23906/ri2022.73a03>.
- Badruzzaman, A., Kushi, S., & Marion, S. (2023). Issue framing within the climate debate: An analysis of US environmental policy outcomes. *International Social Science Journal*, 73 (247), 173–194. <https://doi.org/10.1111/issj.12383>.
- Baik, E., Sanchez, D. L., Turner, P. A., Mach, K. J., Field, C. B., & Benson, S. M. (2018). Geospatial analysis of near-term potential for carbon-negative bioenergy in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115 (13), 3290–3295. <https://doi.org/10.1073/pnas.1720338115>.
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (Brasil) & Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. *Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2008. (pp.301-326) ISBN 9788587545251 <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/6303>.
- Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (2017). *Relatório Anual Integrado*. <https://www.bndes.gov.br>.
- Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (2017). *O Acordo de Paris e a Transição para o Setor de Transportes de Baixo Carbono: O Papel da Plataforma para o Biofuturo*. Biocombustíveis. Setorial 45, (pp. 285-340). RJ. <https://web.bndes.gov.br/>.
- Barbosa, P. I., Szklo, A., & Gurgel, A. (2022). Sugarcane ethanol companies in Brazil: Growth challenges and strategy perspectives using Delphi and SWOT-AHP methods. *Biomass and Bioenergy*, 158. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2022.106368>.
- Bardin, L. (1977). *Análise de Conteúdo*. Título original: *L'Analyse de Contenu*. Presses Universitaires de France. Tradução: L. A. Reta & A. Pinheiro. Edições 70.
- Barry, J. (2012). *Discursive Sustainability: The State (and Citizen) of Green Political Theory*. In *Green Political Theory and the State*. Glasgow University, England.

- Barry, J. (2014). *Green Political Theory*. Political Ideologies, 4th. Ed. <https://doi.org/10.4324/9781315814384>.
- Barry, J. & Smith, K. (2008). Landscape, Politics, Labour and Identity: Stewardship and the Contribution of Green Political Theory, *Landscape Research*, 33 (5), 565-585. DOI: 10.1080/01426390802323781.
- Bassewitz, N. (2013) Internacional Climate Change Policy: Where do we Stand? In O.C. Ruppel, C. Roschmann, & K. Ruppel-Schlichting, (eds.) *Climate Change: International Law and Global Governance*. Capítulo. 2 Volume. II, *Policy, Diplomacy and Governance in a Changing Environment*. Nomos Verlagsgesellschaft mbH. <https://www.jstor.org/stable/j.ctv941vsk.9>.
- Batista, E., Matos, L, A, & Nascimento, A. (2017). A Entrevista como técnica de investigação na pesquisa qualitativa. *Interdisciplinar Científica Aplicada*, Blumenau, 11(3) 23-38, TRI III ISSN 1980- 7031 <https://www.researchgate.net/publication/331008193>.
- Bauer, R. A., Carney, M., & Finley, R. J. (2016). Overview of microseismic response to CO2 injection into the Mt. Simon saline reservoir at the Illinois Basin-Decatur Project. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 54, 378–388. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2015.12.015>.
- Bellamy, R., Fridahl, M., Lezaun, J., Palmer, J., Rodriguez, E., Lefvert, A., Hansson, A., Grönkvist, S., & Haikola, S. (2021). Incentivising bioenergy with carbon capture and storage (BECCS) responsibly: Comparing stakeholder policy preferences in the United Kingdom and Sweden. *Environmental Science and Policy*, 116, 47–55. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.09.022>.
- Benevides, N. (2011). *Relações Brasil-Estados Unidos no setor da Energia. Do Mecanismo de Consultas sobre Cooperação Energética ao Memorando de Entendimento sobre Biocombustíveis (2003-2007). Desafios para a Construção de uma Parceria Energética* Fundação Alexandre Gusmão. Ministério das Relações Exteriores. Brasília.
- Berger, P. M., Yoksoulian, L., Freiburg, J. T., Butler, S. K., & Roy, W. R. (2019). Carbon sequestration at the Illinois Basin-Decatur Project: experimental results and geochemical simulations of storage. *Environmental Earth Sciences*, 78 (22). <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8659-4>.
- Berringer, T., Antoniazzi, F., Mitake, F., Soprijo, G.H., Leite, G., Amparo, G. & Fernandes, T. (2021). Relações Brasil-EUA nos governos Biden e Bolsonaro (2021). In A.T. de Sousa, D. Azzi, & G.Rodrigues (org.) *Política Externa Brasileira em tempo de isolamento diplomático*. Capítulo 7, (pp. 113-130). Rio de Janeiro Editora Telha 2022. ISBN 978-65-5412-040-1 (e-book).
- Berringer, T. (2022). Política externa brasileira em 2023: desafios frente ao mundo em transformação. In *Entre a esperança e os desafios: perspectivas para o terceiro governo Lula*. Observatório da América Latina e do Caribe (OBSAL). Coleção Debates Estratégicos de Nuestra América. Capítulo 2, (pp. 12-16).
- Berringer, T. (2023). Política externa, burguesia interna e a crise política nos governos Dilma (2011-2016). *Conjuntura Austral*, 14 (67), 44–56. <https://doi.org/10.22456/2178-8839.132078>.

Bezci, E. (2021). Seeking shelter in the anthropocene: challenges and opportunities for Taiwan. *The Pacific Review*, 36 (1), 177–202. <https://doi.org/10.1080/09512748.2021.1948912>.

Biermann, F. (2014). Earth system governance: world politics in the post-environmental age. In Paul G. Harris (ed.) *Handbook of Global Environmental Politics*. 2^o Ed.. Cap. 21 (pp.283-294). Routledge.

Biermann, F., Bai, X., Bondre, N., Broadgate, W., Arthur Chen, C. T., Dube, O. P., Erisman, J. W., Glaser, M., van der Hel, S., Lemos, M. C., Seitzinger, S., & Seto, K. C. (2016). Down to Earth: Contextualizing the Anthropocene. *Global Environmental Change*, 39, (341–350). <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.11.004>.

Biermann, F., Oomen, J., Gupta, A., Ali, S. H., Conca, K., Hajer, M. A., Kashwan, P., Kotzé, L. J., Leach, M., Messner, D., Okereke, C., Persson, Å., Potočník, J., Schlosberg, D., Scobie, M., & VanDeveer, S. D. (2021). Solar geoengineering: The case for an international non-use agreement. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 2022, 13 (3). <https://doi.org/10.1002/wcc.754>.

Bonneuil, C. (2015). The geological turn: narratives of the Anthropocene. In: *The Anthropocene and the Global Environmental Crisis. Rethinking modernity in a new epoch*, Capítulo 2, (pp. 17-31). Part I, The concept and its implications. Routledge Environmental Humanities Series, London and New York.

Borsdorf A.& Araya Rosas P. (2014) El modelo de Reservas de la Biosfera: conceptos, características e importancia. In: A. Moreira-Muñoz & A. Borsdorf (eds.) *Reservas de la Biosfera de Chile: Laboratorios para la Sustentabilidad*. Academia de Ciencias Austriaca, Pontificia Universidad Católica de Chile. 17, (pp. 4–20). Instituto de Geografía.

Bosch Sanchez, A.. (2005.). *História de Estados Unidos: 1776-1945*. Crítica, Barcelona.

Brandão, M. (2022a). Corrigendum: Indirect Effects Negate Global Climate Change Mitigation Potential of Substituting Gasoline With Corn Ethanol as a Transportation Fuel in the USA (Front. Clim., (2022), 4, (814052), 10.3389/fclim.2022.814052). In *Frontiers in Climate* (Vol. 4). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fclim.2022.958621>.

Brandão, M. (2022b). Indirect Effects Negate Global Climate Change Mitigation Potential of Substituting Gasoline With Corn Ethanol as a Transportation Fuel in the USA. In *Frontiers in Climate*, 4. <https://doi.org/10.3389/fclim.2022.814052>.

Buck, H.J. (2018). The politics of negative emissions technologies and decarbonization in rural communities. *Global Sustainability Journals*. (Vol. 1). Cambridge University Press. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/sus.2018.2>.

Burges, S. (2012). Strategies and Tactics for Global Change: Democratic Brazil in Comparative Perspective. *Global Society* 26(3) DOI:10.1080/13600826.2012.682272.

- Bui, M., Adjiman, C. S., Bardow, A., Anthony, E. J., Boston, A., Brown, S., Fennell, P. S., Fuss, S., Galindo, A., Hackett, L. A., Hallett, J. P., Herzog, H. J., Jackson, G., Kemper, J., Krevor, S., Maitland, G. C., Matuszewski, M., Metcalfe, I. S., Petit, C., ... mac Dowell, N. (2018). Carbon Capture and Storage (CCS): The way forward. In *Energy and Environmental Science* 11 (5) 1062–1176. Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/c7ee02342a>.
- Burke, A., Dalby, S., Fishel, S., Levine, D., & Mitchell, A. (2016). Planet Politics: A Manifesto from the End of IR. *Millennium: Journal International Studies* 1 –25 DOI: 10.1177/0305829816636674.
- Burles, R. (2021). Another Geopolitics? International Relations and the Boundaries of World Order. *International Studies Review*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:238714600>.
- Byrne, J., Taminiau, J., & Nyangon, J. (2022). American policy conflict in the hothouse: Exploring the politics of climate inaction and polycentric rebellion. *Energy Research and Social Science*, 89. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102551>.
- Caldas, J. M. & Perestrelo M. (1998). A Análise Estrutural. In *Instrumentos de Análise para o Método dos Cenários*. Cap.1 (pp.1-49). DINÂMIA Centro de Estudos sobre a Mudança Socioeconómica. WP nº 1998/09. FCT.
- Campos, A.N. (2021). *Governança dos Oceanos. O Desafio Global para o Século XXI*. Tese de Doutoramento em Relações Internacionais, especialidade Globalização e Ambiente. FCSH. Universidade Nova de Lisboa.
- Capitani, D. H. D. (2018). Biofuels and food: Can Brazilian ethanol production affect domestic food prices? *Economia Aplicada*, 22 (1), 141–162. <https://doi.org/10.11606/1980-5330/ea124294>.
- Carminati, H. B., Milão, R. de F. D., de Medeiros, J. L., & Araújo, O. de Q. F. (2019). Bioenergy and full carbon dioxide sinking in sugarcane-biorefinery with post-combustion capture and storage: Techno-economic feasibility. *Applied Energy*, 254. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113633>.
- Carvalho, A. & Riquito, M. (2022). ‘It’s just a Band-Aid!’: Public engagement with geoengineering and the politics of the climate crisis. *Public Understanding of Science*, 31 (7), 903–920. <https://doi.org/10.1177/09636625221095353>.
- Carvalho, J., Azevedo, R. & Lucero, E., (2015). *A Diplomacia da Mudança do Clima: interseção entre Ciência, Política e Desenvolvimento*. Em Cadernos de Política Externa. Ano 1 (2), (pp. 23-40). IPRI. Fundação Alexandre de Gusmão. Brasília.
- Carvalho, J.M. (2007). *Nação e cidadania no Império: novos horizontes*. Civilização Brasileira. ISBN: 8520007686, 9788520007686.
- Carvalho, P. (2021). Three schools of cenário planning. In *Scenários: learning and acting from the future*. Part. 3. Insight & Foresight.

- Casarões, G. & Flesmes, D. (2019). *Brazil First, Climate Last: Bolsonaro's Foreign Policy*. (GIGA) German Institute of Global and Area Studies. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-64011->.
- CCS, Brasil (2023) – Morbach, I. & Nathália Weber, N. (Coordenação e Edição). *Primeiro Relatório Anual de CCS no Brasil 2022/2023*.
- Chailleux, S. & Sartre, X. (2021). L'acceptabilité au prisme du stockage géologique de CO₂: retour sur un débat non émergé. *Natures Sciences Sociétés*, 29, S12-S24. <https://doi.org/10.1051/nss/2021043>.
- Chaunu, P. (1969). *A América e as Américas*. Vol. VIII. Tradução: M.D.Nunes. Cosmos. Lisboa-Rio de Janeiro.
- Chen, Y. (2017). International Debate Over Geoengineering and Geoengineering Governance. *Chinese Journal of Urban and Environmental Studies*, 05 (03), 1750020. <https://doi.org/10.1142/s2345748117500208>.
- Cintra, A.O. (2007). Presidencialismo e Parlamentarismo: são importantes as instituições? In L. Avelar & A.O. Cintra (org.) *Sistema político brasileiro: Uma introdução*. 3ª ed. (Cap 1). Fundação Unesp Ed. Rio de Janeiro.
- Clarke, D.M. (2006). *Descartes: A biography*. Cambridge University Press.
- Collomb, J.D. (2019). US conservative and libertarian experts and solar geoengineering: An assessment. *European journal of American studies*, 14 (2). <https://doi.org/10.4000/ejas.14717>.
- Commission on Environment, W. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future Towards Sustainable Development 2. *Part II. Common Challenges Population and Human Resources* 4. United Nations. Digital Library.
- Coninck, H.D., Anderson, J., Curnow, P., Flach, T.A., Flagstad, O.A., Groenenberg, H., Norton, C., Reiner, D.M. & Shackley, S. (2006). Acceptability of CO₂ capture and storage A review of legal, regulatory, economic and social aspects of CO₂ capture and storage. CDR Law.
- Consoli, C. (2019). Bioenergy and Carbon Capture and Estorage Perspective. *Global CCS Institute*. Disponível em: https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2019/03/BECCS-Perspective_FINAL_PDF.pdf.
- Corry, O. & Kornbech, N. (2021). Geoengineering: A New Arena of International Politics. (Capítulo 6, pp.95 -112). In D. Chandler, F. Müller, & D. Rothe (Eds.), *International Relations in The Anthropocene*. Palgrave, Macmillan. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-53014-3>.
- Creutzig, F., Erb, K. H., Haberl, H., Hof, C., Hunsberger, C., & Roe, S. (2021). Considering sustainability thresholds for BECCS in IPCC and biodiversity assessments. In *GCB Bioenergy* 13 (4) 510–515. Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12798>.

- Crutzen, P. (2002) Geology of mankind. *Nature* 415, 23 (2002). <https://doi.org/10.1038/415023a>.
- Dalby, S. (2013). The geopolitics of climate change. *Political Geography*, 37, 38–47. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2013.09.004>.
- Dalby, S. (2015). Geoengineering: The next era of geopolitics? *Geography Compass*, 9 (4), 190–201. <https://doi.org/10.1111/gec3.12195>.
- Dalby, S. (2021). Environmental Security and the Geopolitics of the Anthropocene. In: Chandler, D., Müller, F., Rothe, D. (eds.), *International Relations in the Anthropocene*. (Capítulo 8, pp. 137-153). Palgrave Macmillan, Cham. Springer Nature, Suíça AG 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53014-3_8.
- Dalby, S., Horton, S., Mahon, R., & Thomaz, D. (2019). *Achieving the Sustainable Development Goals*. Routledge, London.
- Damiani, D., Litynski, J. T., McIlvried, H. G., Vikara, D. M., & Srivastava, R. D. (2012). The US Department of Energy's R&D program to reduce greenhouse gas emissions through beneficial uses of carbon dioxide. *Greenhouse Gases: Science and Technology*. <https://doi.org/10.1002/ghg.35>.
- D'Angeli, M., Marin, G., & Paglialunga, E. (2022) *Climate Change, Armed Conflicts and Resilience*, Working Paper, No. 04.2022, Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM), Milano. <https://hdl.handle.net/10419/249975>.
- Da Silva, L. I. (2007). *Declaração à imprensa do Presidente da República, Luís Inácio Lula da Silva, após almoço de trabalho sobre biocombustível com o Presidente dos Estados Unidos*. Ministério das Relações Exteriores. Disponível em: <http://www.mre.gov.br>.
- de Lassus St-Geniès, G. (2015). L'accord de paris sur le climat: Quelques éléments de décryptage. *Quebec Journal of International Law*, 28 (2), 27–51. <https://doi.org/10.7202/1067715ar>.
- Deleon, P., & Deleon, L. (2002). What Ever Happened to Policy Implementation? An Alternative Approach. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 12 (4) 467–492, <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jpart.a003544>.
- Derolle, P. (2013). Política Internacional: A Política Externa estadunidense e relações Brasil-EUA. In *Estudos para CACD, Política Internacional*. E-internacionalista. Disponível em: <https://pgderolle.wordpress.com>.
- Diniz, E.M. & Berman, C. (2012) Green economy and sustainability. *Estudos avançados* 26 (74) 323-329.
- Dooley, K., Christoff, P., & Nicholas, K. A. (2018). Co-producing climate policy and negative emissions: Trade-offs for sustainable land-use. *Global Sustainability*, 1. <https://doi.org/10.1017/sus.2018.6>.

Dornelles, R. (2010). As Políticas Públicas para os Biocombustíveis no Brasil. *Ministério de Minas e Energia*. Departamento de Energia Renováveis. Brasil.

Dyer, H. (2018). *Green Theory*. In *International Relations Theory*. (Cap. 11, pp. 84-90). E-International Relations Publishing. Bristol, England. www.E-IR.info.

Eckersley, R. (2007). Green Theory. In *International Relations Theories*, Vol.1, 247 – 265. Institutional Repository of The University of Melbourne. <http://hdl.handle.net/11343/32050>.

Eckersley, R. (2017). Geopolitical Democracy in the Anthropocene. *Political Studies*, 65 (4), 983-999. <https://doi.org/10.1177/0032321717695293>.

Economakis, G. & Papalexiou, G. (2016). Environmental Degradation and Crisis: A Marxist Approach. *Capitalism Nature Socialism* vol. 27 10.1080/10455752.2015.1104708.

Empresa de Pesquisa Energética (EPE), (2019). Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis. Ano 2018. Relatório. *Ministério de Minas e Energia*. Brasil. Disponível em: <http://www.epe.gov.br>.

Estevo, J. (2021). *Riscos e mudanças climáticas: os casos de Brasil e China (2011-2019)*. Tese de Doutorado em Ciências Sociais. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas. SP.

Fagan, M. (2017). Security in the anthropocene: Environment, ecology, escape. *European Journal of International Relations*, 23 (2), 292–314. <https://doi.org/10.1177/1354066116639738>.

Fajardy M., Morris, J., Gurgel, A., Herzog, H., MacDowell, N. & S. Paltsev, S. (2021): The economics of bioenergy with carbon capture and storage (BECCS) deployment in a 1.5°C or 2°C world. *Global Environmental Change*, 68, 102262 MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2021.102262 (<http://globalchange.mit.edu/>).

Ferreira, S. (2023). Análise de Conteúdo: Um método para pesquisas análise de dados em pesquisas qualitativas. *Revista Pesquisa Qualitativa*, 11 (26), 202–224. <https://doi.org/10.33361/RPQ.2023.v.11.n.26.502>.

Folke, C., Polasky, S., Rockström, J., Galaz, V., Westley, F., Lamont, M., Scheffer, M., Österblom, H., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., Seto, K. C., Weber, E. U., Crona, B. I., Daily, G. C., Dasgupta, P., Gaffney, O., Gordon, L. J., Hoff, H., Levin, S. A., ... & Walker, B. H. (2021). Our future in the Anthropocene biosphere. *Ambio* (Vol. 50, Issue 4, pp. 834–869). Springer Science and Business Media B.V. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01544-8>.

Franchini, M., Viola, E. & Barros-Platiau, A.P. (2017). The Challenges of the Anthropocene: From International Environmental Politics to Global Governance. *Ambiente & Sociedade*, 20, 177-202. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc214v2022017>

Franchini, M., Carolina, A., Mauad, E., & Viola, E., (2020). De Lula a Bolsonaro: Uma Década de Degradação de la Gobernanza Climática en Brasil. *Dossier Câmbio Climático. Análisis político*, 99, 81- 10. Bogotá.

Franchini, M. & Viola, E. (2019). Myths and images in global climate governance, conceptualization and the case of Brazil (1989 - 2019). *Revista Brasileira de Política Internacional* Vol. 62, ISSN 10.1590/0034-7329201900205. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7329201900205>.

Fridahl, M., & Lehtveer, M. (2018). Bioenergy with carbon capture and storage (BECCS): Global potential, investment preferences, and deployment barriers. *Energy Research and Social Science*, 42, 155–165. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.03.019>.

Fuss, S., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Jones, C. D., Lyngfelt, A., Peters, G. P., & van Vuuren, D. P. (2020). Moving toward Net-Zero Emissions Requires New Alliances for Carbon Dioxide Removal. In *One Earth* 3 (2) 145–149. Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.08.002>.

Galdioli, A. (2008). *A Cultura Norte-americana como um Instrumento do Soft Power dos Estados Unidos: o caso do Brasil durante a Política da Boa Vizinhança*. Dissertação de Mestrado em Relações Internacionais da UNESP, UNICAMP, PUC-SP.

Galindo, R., Sanchez, D., & Seabra, J. (2024), Techno-Economic and Environmental Assessments of Beccs Implemented in Brazilian Ethanol Biorefineries. SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4909085> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4909085>.

García-Freites, S., Gough, C., & Röder, M. (2021). The greenhouse gas removal potential of bioenergy with carbon capture and storage (BECCS) to support the UK's net-zero emission target. *Biomass and Bioenergy*, 151. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2021.106164>.

Gare, A. (2021a). After Neoliberalism: From Eco-Marxism to Ecological Civilization. Part 2. *Capitalism Nature Socialism*. 32 (3), 43-60. <https://doi.org/10.1080/10455752.2020.1811364>.

Gare, A. (2021b). After Neoliberalism: From Eco-Marxism to Ecological Civilization, Part 1. *Capitalism Nature Socialism*. 32 (2), 22-39. <https://doi.org/10.1080/10455752.2020.1811363>.

Gemenne, F. (2015). *The Anthropocene and its victims*. In: *The Anthropocene and the Global Environmental Crisis. Rethinking modernity in a new epoch*, (Capítulo 14, pp. 168 – 174) Part III Rethinking politics. Routledge, LONDON and NEW YORK.

Giraud, O. (2007). A Globalização vista do Norte e do Sul: quais os seus mecanismos sociais? *Caderno CRH*. Salvador, 20 (51) 389-399.

Godet, M. (2007). *Prospetiva Estratégica: problemas e métodos*. Caderno nº 20 (2ªed.). Prospetiker. Instituto Europeu de Prospetiva Estratégica. Lipsor.

Godoi, J. M. A., & Matai, P. H. L. (2021). Enhanced oil recovery with carbon dioxide geosequestration: first steps at Pre-salt in Brazil. In *Journal of Petroleum Exploration and Production* 11 (3), 1429–1441. Springer Science and Business Media B.V. <https://doi.org/10.1007/s13202-021-01102-8>.

- Gomes Júnior, F. (2012). Desenvolvimento sustentável: conceitos, modelos e propostas para mensurações. *Revista Ambientale – UNEAL* ISSN: 1984-9915 Ano 3, Vol. 1.
- Gough, C., & Upham, P. (2011). Biomass energy with carbon capture and storage (BECCS or Bio-CCSVL). (Vol.1). *Greenhouse Gases: Science and Technology*. DOI:10.1002/ghg.34.
- Gonçalves, W., & Teixeira, T. (2020). Considerações sobre a política externa brasileira no governo Bolsonaro e as relações Brasil-EUA. *Sul Global*. 1 (1): 192- 211 [2020].
- Grangeia, C. Santos, L. & Lázaro, L. (2021). The Brazilian biofuel policy and its uncertainties: An assessment of technical, socioeconomic and institutional aspects. *Energy Conversion and Managements*. X, 13 (2022). ISSN 2590-1745, <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2021.100156>.
- Grassi, M. C. B., & Pereira, G. A. G. (2019). Energy-cane and RenovaBio: Brazilian vectors to boost the development of Biofuels. *Industrial Crops and Products*, 129, 201–205. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.12.006>.
- Greenberg, S. E., Bauer, R., Will, R., Locke, R., Carney, M., Leetaru, H., & Medler, J. (2017). Geologic Carbon Storage at a One Million Tonne Demonstration Project: Lessons Learned from the Illinois Basin - Decatur Project. *Energy Procedia*, 114, 5529–5539. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.1913>.
- Guliyev, F. (2020). Trump’s “America first” energy policy, contingency and the reconfiguration of the global energy order. *Energy Policy*, 140. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111435>.
- Gueraldi, R. (2006) A Aplicação do Conceito de Poder Brando (*Soft Power*) na Política Externa Brasileira. Dissertação de Mestrado em Administração Pública apresentada na Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas de Centro de Formação Acadêmica e Pesquisa. *Fundação Getúlio Vargas*. <https://hdl.handle.net/10438/3552>.
- Guimarães, C. (2002). A política externa dos Estados Unidos: Da primazia ao extremismo. *Em caderno de Estudos Avançados* 16 (46). São Paulo.
- Gurgel, A., Seabra J., Arantes, S., Moreira M., Lynd L & Galindo S. (2023). Double-cropped Corn Ethanol in Brazil: An existing food-energy system that contributes to multiple Sustainable Development Goals. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3363473/v1>.
- Gurgel, Â. C. (2011). Impactos da política americana de estímulo aos biocombustíveis sobre a produção agropecuária e o uso da terra. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 49 (1), 181-214. doi:10.1590/s0103-20032011000100008.
- Haibach, H., & Schneider, K. (2013). The Politics of Climate Change: Review and Future Challenges. In O. C. Ruppel, C. Roschmann, & K. Ruppel-Schlichting (Eds.), *Climate Change: International Law and Global Governance: Volume II: Policy, Diplomacy and Governance in a Changing Environment* (1st ed., pp. 357–374). Nomos Verlagsgesellschaft mbH. <http://www.jstor.org/stable/j.ctv941vsk.18>.
- Hamilton, C. (2015). Human Destiny in the Anthropocene., In *The Anthropocene and the Global Environmental Crisis. Rethinking modernity in a new epoch*, (Capítulo 3, pp.32-

43). Part I, The concept and its implications. Routledge Environmental Humanities Series, London and New York.

Hardt, J.N. (2021). Encounters between Security and Earth System Sciences: Planetary Boundaries and Hothouse Earth, In Chandler, D., Müller, F., Rothe, D. (eds), *International Relations in the Anthropocene*. (Capítulo 3, pp. 39-57). Palgrave Macmillan, Cham. Springer Nature, Suíça AG 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-53014-3_3.

Harrington, C. (2016). The Ends of the World: International Relations and the Anthropocene. *Millennium: Journal of International Studies*, 44 (3), 478–498. <https://doi.org/10.1177/0305829816638745>.

Harris, J. M. (2000). Basic Principles of Sustainable Development. *Global Development and Environment Institute*. <http://ase.tufts.edu/gdae>.

Haszeldine, R. S., Flude, S., Johnson, G., & Scott, V. (2018). Negative emissions technologies and carbon capture and storage to achieve the Paris Agreement commitments. In *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* (Vol. 376, Issue 2119). Royal Society Publishing. <https://doi.org/10.1098/rsta.2016.0447>

Hausfather, Z. (2018). New maps pinpoint the potential for BECCS across the US. *CarbonBrief Clear in Climate*.

Head, L. (2016). *Hope and Grief in the Anthropocene: Re-conceptualising human–nature relations*. Routledge Reserach in the Antropocene, New York, NY.288.

Henriques, D. (2019). *Onde estão os Estados Unidos? Uma análise construtivista da política ambiental norte americana no período de 1989-2019*. Dissertação de Mestrado na área de Relações Internacionais – Estudos da Paz, Segurança e Desenvolvimento. Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra.

Heutel, G., Moreno-Cruz, J. & Ricke, K. (2015). *Climate Engenieering Economics*. Working Paper 21711 <http://www.nber.org/papers/w21711>. National Bureau of Economic Research. Cambridge.

Heyd, T. (2022). Precursors and Antecedents of the Anthropocene. *Social Sciences*, 11 (7). <https://doi.org/10.3390/socsci11070286>.

Hochstetler, K. A. (2012). The G-77, BASIC, and global climate governance: a new era in multilateral environmental negotiations. *Rev. Bras. Polít. Int.* 55 (special edition): 53-69.

Höfele, P., Müller, O., & Hühn, L (2022). Introduction: The role of nature in the Anthropocene – Defining and reacting to a new geological epoch. *Anthropocene Review*, 9 (2), 129–138. <https://doi.org/10.1177/20530196221110388>.

Horton, J. B., & Reynolds, J. L. (2016). The international politics of climate engineering: A review and prospectus for international relations. *International Studies Review*, 18 (3), 438–461. <https://doi.org/10.1093/isr/viv013>.

- Hossain, T., Burlib, P., Pina, J., Jonesa, D. Hartleyb, D. & Richard Hessb, R. (2023). Deployment of BECCUS value chains in the United States. A case study of sequestering CO₂ from ethanol production. *IEA Bioenergy: Technology Collaboration Program*. ISBN: 979-12-80907-24-0.
- Hudson, (2007). *Foreign Policy Analysis: Classic and Contemporary Theory*. 2ª edição. Rowman & Littlefield. Plymouth, UK.
- Hussaini, I. U. (2021). Sustainable Development and the Ethical Issue of Human Morality; an Overview. *Academia Letters*. <https://doi.org/10.20935/al456>.
- Indrajit, R.E, (n.d.) *Neo-Marxism , from de manuscript of Eko von Marx 1969 – Now*. London School of Public Relation Historical Library.
- Instituto Marquês de Valle Flôr, (2010). Impactos dos Biocombustíveis nas Políticas de Desenvolvimento. Relatório. *Coerência.pt Enhancing Policy Coherence*.
- Jebari, J., Táiwò, O. O., Andrews, T. M., Aquila, V., Beckage, B., Belaia, M., Clifford, M., Fuhrman, J., Keller, D. P., Mach, K. J., Morrow, D. R., Raimi, K. T., Visioni, D., Nicholson, S., & Trisos, C. H. (2021). From moral hazard to risk-response feedback. *Climate Risk Management*, 33. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100324>.
- Johnson, N., Parker, N., & Ogden, J. (2014). How negative can biofuels with CCS take us and at what cost? Refining the economic potential of biofuel production with CCS using spatially-explicit modeling. *Energy Procedia*, 63, 6770–6791. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.11.712>.
- Jordan, A., Rayner, T., Schroeder, H., Adger, N., Anderson, K., Bows, A., ... Whitmarsh, L. (2013). Going beyond two degrees? The risks and opportunities of alternative options. *Climate Policy*, 13 (6), 751–769. <https://doi.org/10.1080/14693062.2013.835705>.
- Jorge, N. (2007). *Bush and Lula's Political Identity Constructions: Are they so different? A Critical Discourse Analysis of Presidential Speeches of North and South America*. Tese de Mestrado em Linguística. FCSH da Universidade do Algarve, Faro.
- Júnior, F. (2012). Desenvolvimento sustentável: conceitos, modelos e propostas para mensurações. *Revista Ambientale* 3, (1). UNEAL ISSN: 1984-9915.
- Kaarbo, J., Lantis, J. & Beasley, R. (2013). The Analysis of Foreign Policy in Comparative Perspective. In R. Beasley, J. Kaarbo, J. S Lantis, M. T Snarr *Foreign policy in comparative perspective: Domestic and international influences on state behavior*. Cq Pres (2ª ed.) (Cap. 1, pp. 1-21). London.
- Keohane, R. O. (2014). The global politics of climate change: Challenge for political science. In *PS - Political Science and Politics* 48 (1), 19–26. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/S1049096514001541>.
- Ketzer, M., Xavier Machado, C., Rockett, G. & Iglesias, R. (2016). Atlas brasileiro de captura e armazenamento geológico de CO₂. *EdiPUCRS*. Porto Alegre. <https://www.researchgate.net/publication/330621052>.

- Kim, R. E. (2022). Taming Gaia 2.0: Earth system law in the ruptured Anthropocene. *Anthropocene Review*, 9 (3), 411–424. <https://doi.org/10.1177/20530196211026721>.
- Kimble, M. L. (2020). The science-policy nexus: U.S. policy and international environmental governance. In *Sustainability (Switzerland)* 12 (22), 1–18. MDPI. <https://doi.org/10.3390/su12229515>.
- Kosow, H. & Gaßner, R. (2008). *Methods of future and scenario analysis Overview, assessment, and selection criteria*. (DIE Studies, 39) Deutsches Institut für Entwicklungspolitik. gGmbH. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-193660>.
- Krasner, S. (2009). *Power, the state and sovereignty: Essays on international relations*. London: Routledge.
- Kravitz, B., Macmartin, D. G., Leedal, D. T., Rasch, P. J., & Jarvis, A. J. (2014). Explicit feedback and the management of uncertainty in meeting climate objectives with solar geoengineering. *Environmental Research Letters*, 9 (4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/4/044006>.
- Kreuter, J., & Lederer, M. (2021). The geopolitics of negative emissions technologies: Learning lessons from REDD+ and renewable energy for afforestation, BECCS, and direct air capture. In *Global Sustainability* 4. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/sus.2021.24>.
- Kuyper, J, Schroeder, H. & Linnér, Björn-Ola, The Evolution of the UNFCCC (2018). *Annual Review of Environment and Resources*, 43, 343–368, SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3273326> or <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-environ-102017-030119>.
- Lane, J. E. (2018). Global warming: Preventing irreversibility. *Brazilian Journal of Political Economy*, 38 (4), 740–748. <https://doi.org/10.1590/0101-35172018-2860>.
- Lee, U., Kwon, H., Wu, M., & Wang, M (2021). Retrospective analysis of the U.S. corn ethanol industry for 2005–2019: implications for greenhouse gas emission reductions. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 15 (5), 1318–1331. <https://doi.org/10.1002/bbb.2225>.
- Levy, L. (2010). *O dualismo cartesiano*. (86-99) UFRGS. LEVODC-3 (philarchive.org).
- Lima, C. (2023). *Escravos dos Canaviais: Sustentabilidade, Dano Ambiental e Exploração do Trabalho no Brasil*. Tese de Doutorado em Direito apresentada à Faculdade de Direito, Universidade de Coimbra. <https://hdl.handle.net/10316/114496>.
- Lima, M.R. & Albuquerque, M. (2019). *O Estilo Bolsonaro de Governar e a Política Externa*. Boletim OPSA (Observatório Político Sul-americano). 1 (2019) 15-21 ISSN 1809-8827.
- Linnér, B. O., & Wibeck, V. (2015). Dual high-stake emerging technologies: A review of the climate engineering research literature. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 6 (2), 255–268. <https://doi.org/10.1002/wcc.333>.

- Llinás Begon, J. L. (2017). El cuerpo como máquina: la aportación del dualismo cartesiano al desarrollo de la ciencia moderna. *Daímon*, 437. <https://doi.org/10.6018/daimon/268851>.
- Locke, R. A., Greenberg, S. E., Jagucki, P., Krapac, I. G., & Shao, H. (2017). Regulatory Uncertainty and its Effects on Monitoring Activities of a Major Demonstration Project: The Illinois Basin - Decatur Project Case. *Energy Procedia*, 114, 5570–5579. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.1697>.
- Lotta, G. (2019). *Teorias e Análises sobre Implementação de Políticas Públicas no Brasil*. Catalogado na fonte pela Biblioteca Graciliano Ramos da ENAP - Fundação Escola Nacional de Administração Pública, Brasília, DF.
- Lövbrand, E., Möjörk, M., & Söder, R. (2020). The Anthropocene and the geo-political imagination: Re-writing Earth as political space. *Earth System Governance*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.esg.2020.100051>.
- Luomi, M. (2020). Still Only one Earth: Lessons from 50 years of UN sustainable development policy. Global Climate Change Governance: The search for effectiveness and universality. *International Institute for Sustainable Development. Eearth Negotiaton Bulletin* 6.
- Machado, P. G., Hawkes, A., & Ribeiro, C. de O. (2021). What is the future potential of CCS in Brazil? An expert elicitation study on the role of CCS in the country. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2021.103503>.
- Malhi, Y. (2017). The Concept of the Anthropocene. *Annual Review of Environment and Resources*. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ>.
- Malveiro, A. (2020). *Violência doméstica e a (in)sustentabilidade das IPSS na prestação de apoio aos homens vítimas de violência. Uma abordagem sociológica das tendências dos contextos e das práticas*. Tese de Doutorado. Programa de Doutorado em Sociologia. Universidade de Évora- Instituto de Investigação e Formação Avançada.
- Maia, A.C. (2020). *Questionário e Entrevista na Pesquisa Qualitativa. Elaboração, Aplicação e Análise de Conteúdo*. Manual Didático. São Carlos: Pedro & João Editores. ISBN: 978-65-86101-06-5 [Impresso] 978-65-86101-19-5 [Digital].
- Mander, S., Anderson, K., Larkin, A., Gough, C., & Vaughan, N. (2017). The Role of Bio-energy with Carbon Capture and Storage in Meeting the Climate Mitigation Challenge: A Whole System Perspective. *Energy Procedia*, 114, 6036–6043. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.1739>.
- Mariano, Z. F., Scopel, I., Peixinho, D. & Souza, M. (2011). A relação homem-natureza e os discursos ambientais. *Geography Department, University of Sao Paulo, USP*, 22, 158–170. <https://doi.org/10.7154/rdg.2011.0022.0008>.
- Marinho, F. de A. C. (2015). A cooperação entre Brasil e Estados Unidos na área dos biocombustíveis: iniciativa bilateral e transbordamentos multilaterais/The cooperation between Brazil and the United States in the field of biofuels: bilateral initiative and multilateral spill over. *Brazilian Journal of International Relations*, 4 (2), 330–355. <https://doi.org/10.36311/2237-7743.2015.v4n2.08.p330>.

- Martine, G., & Alves, J. E. (2019). Disarray in global governance and climate change chaos. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 36. <https://doi.org/10.20947/s102-3098a0075>.
- Martinelli, F. S., Biber-Freudenberger, L., Stein, G., & Börner, J. (2022). Will Brazil's push for low-carbon biofuels contribute to achieving the SDGs? A systematic expert-based assessment. *Cleaner Environmental Systems*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2022.100075>.
- Masiero, G. (2011). Desenvolvimento dos biocombustíveis no Brasil e no Leste Asiático: experiências e desafios. *Revista Brasileira de Política Internacional*. 54 (2). <https://doi.org/10.1590/S0034-73292011000200005>.
- McLaren, D., & Corry, O. (2021). Clash of Geofutures and the Remaking of Planetary Order: Faultlines underlying Conflicts over Geoengineering Governance. *Global Policy*, 12 (S1), 20–33. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.12863>.
- Mersch, M., Dejan, R., Moustafa, N., Sunny, N., & Mac Dowell, N. (2024). The role and value of BECCS in the USA, *Drax, Foresight Transitions*. 1-44. London, UK. <http://hdl.handle.net/10044/1/113217> DOI: <https://doi.org/10.25561/113217>.
- Metz, B., Davidson, O., de Coninck, H., Manuela Loos, M. & Meyer, L. (Eds.). Carbon Dioxide Capture and Storage IPCC (2005) report. *Cambridge University Press*, UK. The Edinburgh Building Shaftesbury Road, Cambridge CB2 2RU ENGLAND. <https://www.ipcc.ch/report/carbon-dioxide-capture-and-storage/>.
- Milanez, Y., Maia, G., Guimarães, D., & Ferreira, C- (2022). *Biodiesel and renewable diesel in Brazil: recent overview and perspectives*, BNDES, 28, (56,) 41-71.
- Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. (2018). *Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para energias renováveis e biocombustíveis 2018 – 2022*. Brasília. Disponível em: <http://www.mctic.gov.br/portal>.
- Mitlin, D. (1992). Sustainable Development: a Guide to the Literature. *Environment & Urbanization*, 4 (1), 111-124. <https://doi.org/10.1177/095624789200400112>.
- Möller, I. (2020). Political perspectives on geoengineering: Navigating problem definition and institutional fit. *Global Environmental Politics*, 20 (2), 57–82. https://doi.org/10.1162/glep_a_00547.
- Moore, J. W. (2016). The Rise of Cheap Nature. In: *Anthropocene or Capitalocene?* (Cap.3, pp.78-115) Publisher: PM Press.
- Moore, J. W. (2017). The Capitalocene, Part I: on the nature and origins of our ecological crisis. *The Journal of Peasant Studies*, 44 (3), 594–630. <https://doi.org/10.1080/03066150.2016.1235036>.
- Moore, J. W. (2018). The Capitalocene Part II: accumulation by appropriation and the centrality of unpaid work/energy. *Journal of Peasant Studies*, 45 (2), 237–279. <https://doi.org/10.1080/03066150.2016.1272587>.
- Moreira, J.R., Romeiro, V., Fuss, S., Kraxner, F., & Pacca, S. A. (2016). BECCS potential in Brazil: Achieving negative emissions in ethanol and electricity production based on sugar

cane bagasse and other residues. *Applied Energy* 179, 56-63. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.06.044>.

Moriarty, P., & Honnery, D. (2013). Geoengineering and carbon sequestration: Solutions for fossil fuel emissions? In R. Kumar (Ed.), *Fossil Fuels: Sources, Environmental Concerns and Waste Management Practices* (pp. 209-227). Energy Science, Engineering and Technology. Nova Science Publishers.

Morgenthau, J.H. (1967). *Politics among nations; the struggle for power and peace*. 4th ed. Knopf, New York, [1967].

Morrow, D. R., Kopp, R. E., & Oppenheimer, M. (2013). Political Legitimacy in Decisions about Experiments in Solar Radiation Management. In W. C. G. Burns & A. L. Strauss (Eds.), *Climate Change Geoengineering: Philosophical Perspectives, Legal Issues, and Governance Frameworks* (Capítulo 6, pp. 146–167). Cambridge University Press.

Mota, L. F. (2020). Estudos de implementação de políticas públicas: uma revisão de literatura. *Artigo. Sociologia, Problemas e Práticas*, 92, 133-150. Universidade de Aveiro, (GOVCOPP-UA), Aveiro, Portugal..

Mubarok, S., Soesilo Zauhar, S., Endah Setyowati, E. & Suryadi S. (2019). Policy Implementation Analysis: Exploration of George Edward III, Marilee S Grindle, and Mazmanian and Sabatier Theories in the Policy Analysis Triangle Framework. *Journal of Public Administration Studies*, (2020) 5 (1) 33-38. <http://www.jpas.ub.ac.id/index.php/jpas>.

Mulligan, J., Ellison, G., Levin, K., & McCormick, C. (2018). Technological Carbon Removal in the United States. Working Paper. Washington, DC: *World Resources Institute*. <https://www.wri.org/publication/tech-carbon-removal-usa>.

Muratori, M., Calvin, K., Wise, M., Kyle, P., & Edmonds, J. (2016). Global economic consequences of deploying bioenergy with carbon capture and storage (BECCS). *Environmental Research Letters*, 11 (9). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/9/095004>.

Muri, H. (2018). The role of large - Scale BECCS in the pursuit of the 1.5°C target: An Earth system model perspective. *Environmental Research Letters*, 13 (4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aab324>.

Neto, O. A. (2007). O poder executivo, centro de gravidade do sistema político brasileiro (Cap. 5, pp. 131-14).. In L. Avelar, & A. O. Cintra (Eds.), *Sistema político brasileiro: Uma introdução* (pp. 123-133). Editora UNESP.

Neto, P., 2015. *Notas sobre as Relações Brasil – Estados Unidos*. Em Cadernos de Política Externa. (Ano 1, nº 2, pp. 63-86). IPRI. Fundação Alexandre de Gusmão. Brasília.

Neves, B. C. (2021). Special Edition. The new Brazilian Foreign Policy under Bolsonaro: From regional leader to international outcast: the Brazilian foreign policy under Bolsonaro's government and its impacts on South-American regionalism 2 (3). *Brazilian Reserch and Studio Center*.

- Nicholson, S., Jinnah, S., & Gillespie, A. (2018). Solar radiation management: a proposal for immediate polycentric governance. *Climate Policy*, 18 (3), 322–334. <https://doi.org/10.1080/14693062.2017.1400944>.
- Ollaik, L. & Medeiros, J. (2011). Instrumentos governamentais: Reflexões para uma agenda de pesquisas. *Revista de Administração Pública, RAP*, 45 (6) 1946-1967, Rio de Janeiro. <https://doi.org/10.1590/S0034-76122011000600015>.
- Oliveira, A. M. S. (2011). Relação Homem/Natureza no Modo de Produção Capitalista. *Pegada. A Revista da Geografia do Trabalho*, [S. l.], 3. DOI: 10.33026/peg.v3i0.793. <https://revista.fct.unesp.br/index.php/pegada/article/view/793>
- Oliveira, E.S. (2013). O Sistema Político Brasileiro hoje: o governo do Supremo Tribunal Federal e legitimidade democrática. *Sociologias*, 15 (33) 206-246. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil. ISSN: 1517-452. revsoc@ufrgs.br.
- Ormond, J. (2020). Geoengineering super low carbon cows: food and the corporate carbon economy in a low carbon world. *Climatic Change*, 163 (1), 135–153. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02766-7>.
- Pachauri, R. K., Reisinger, A. & Bernstein, L. (2007). Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, & Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Climate change 2007: synthesis report*.
- Palmer, J. R. (2014). Biofuels and the politics of land-use change: Tracing the interactions of discourse and place in European policy making. *Environment and Planning A*, 46 (2), 337–352. <https://doi.org/10.1068/a4684>.
- Pardo, R. (2017). *A Macat Analysis of Hans J. Morgenthau's Politics among Nations: The struggle for power and peace*. London: Routledge.
- Pareja-Alcaraz, P. (2021). Antropoceno, naturaleza y seguridad en el Sudeste asiático: una aproximación Eco-crítica a los conflictos del Mar de China meridional. *Revista de Estudios En Seguridad Internacional*, 7 (1), 61–81. <https://doi.org/10.18847/1.13.6>.
- Parris, T. M., & Kates, R. W. (2003). Characterizing and measuring sustainable development. *Annual Review of Environment and Resources*, 28, 559–586. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105551>.
- Parson, E. A., & Reynolds, J. L. (2021). Solar geoengineering governance: Insights from a scenario exercise. *Futures*, 132. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2021.102805>.
- Pascoli, D. U., Aui, A., Frank, J., Therasme, O., Dixon, K., Gustafson, R., Kelly, B., Volk, T. A., & Wright, M. M. (2022). The US bioeconomy at the intersection of technology, policy, and education. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 16 (1), 9–26. <https://doi.org/10.1002/bbb.2302>.
- Pasha, M. (2020). After the deluge: new universalism and postcolonial difference. *International Relations*. 34, (3) 354–373. DOI: 10.1177/0047117820946812 journals.sagepub.com/home/ire.
- Pecequillo, C. S., (2005). *Política externa dos Estados Unidos: continuidade ou mudança?* 2ª edição. Editora da UFRGS. Porto Alegre.

Pecequillo, C. S., (2010). A new strategic dialog: Brazil-US relations in Lula's Presidency (2003-2010). *Revista Brasileira de Política Internacional*.

Perreira, J., (2013) *Segurança e Governança Climáticas: O Brasil na Cena Internacional*. Tese de Doutorado em Relações Internacionais. Especialização em Globalização e Ambiente. FCSH Universidade Nova de Lisboa.

Pereira, J. C. (2016). Geoengineering, Scientific Community, and Policymakers: A New Proposal for the Categorization of Responses to Anthropogenic Climate Change. *Sage Journal*. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/2158244016628>.

Pereira, J. C. (2017). The limitations of IR theory regarding the environment: Lessons from the anthropocene. *Revista Brasileira de Política Internacional*, 60 (1). <https://doi.org/10.1590/0034-73292017001019>.

Pereira, J. C. (2021). Towards a Politics for the Earth: Rethinking IR in the Anthropocene. In: D. Chandler et al. (eds.), *International Relations in the Anthropocene*. (Capítulo 2, pp. 21-37). Springer Nature, Suíça AG 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53014-3_2.

Pereira, J. C., & Viola, E. (2022). Brazilian climate policy (1992–2019): an exercise in strategic diplomatic failure. *Contemporary Politics*, 28 (1), 55–78. <https://doi.org/10.1080/13569775.2021.1961394>.

Pereira, A., Bortoletto, C. Azzi, D., Lelis, L., Ribeiro, L., Moreno, L., Rocha, L. Gustavo, L., Olympio, B. Barbanti Jr., Lagosta, P., Mendes, P., de Paula, S. & Goldfarb, Y., (2022). Negacionismo e Negócios: a Política Ambiental da Diplomacia Brasileira., In A, T. Sousa, D. A. Azzi, G. Rodrigues (Org.) *Política Externa Brasileira em tempos de Isolamento Diplomático*, (Capítulo 4, pp. 47 – 76). Editora Telha (2022). Rio de Janeiro/RJ.

Pires, M.L. (1996). *Sociedade e Cultura Norte-Americanas*. Universidade Aberta. Lisboa.

Pollak, M., Phillips, S.J. & Vajjhala, S. (2011) Carbon capture and storage policy in the United States: A new coalition endeavors to change existing policy. *Global Environmental Change* 21 (2), 313–323. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.009>.

Poole, K. (2008). The Roots of the Polarization of Modern U. S. Politics. *Revista de Ciência Política*. 28 (2) 3 – 37. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-090X2008000200001>.

Pour, N., Webley, P. A., & Cook, P. J. (2017). A Sustainability Framework for Bioenergy with Carbon Capture and Storage (BECCS) Technologies. *Energy Procedia*, 114, 6044–6056. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.1741>.

Putnam, R. D. (2010). Diplomacia e política doméstica: a lógica dos jogos de dois níveis. *Revista de Sociologia e Política*, 18 (36) 147-174. <https://doi.org/10.1590/S0104-44782010000200010>.

Rabelo, L., (2012). Indicadores de Sustentabilidade. In V. de Oliveira, I. Gomes, I. Baptista, L. Rabelo (eds.) *Análise socioambiental e perspectivas para o desenvolvimento sustentável em áreas semiáridas*, (Cap. 13 pp. 277-295.) <https://www.researchgate.net/publication/301987428>.

- Rather, R, Wani, A. Mumtaz, S, Padder, S. Khan, A. Almohana, A., Almojil, S., Alam, S. & Baba, T. (2021). Bioenergy: a foundation to environmental sustainability in a changing global climate scenario. *Journal of King Saud University - Science*, 34, (2022). <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101734>.
- Regufe, M. J., Pereira, A., Ferreira, A. F. P., Ribeiro, A. M., & Rodrigues, A. E. (2021). Current developments of carbon capture storage and/or utilization—looking for net-zero emissions defined in the paris agreement. In *Energies* 14 (9). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/en14092406>.
- Reis, T. (2011). *Política Externa Brasileira e Mudanças Climáticas: A posição do Brasil na COP15*. Monografia II. Instituto de Relações Internacionais. PUC, RIO. RJ.
- Restrepo -Valencia, S. & Walter, A. (2019). Techo-economic Assessment of Bio-Energy with Carbon Capture and Storage System in a Typical Sugarcane Mill in Brazil.. *Energies*, 12 (6).
- Reyers, B., Fole, C., Lee Moore, M. & Biggs, R. (2018). Social-Ecological Systems Insights for Navigating the Dynamics of the Anthropocene. *Annual Review of Environment and Resources*, 43, (1) 267-289.
- Reynolds, J. L. (2018). The politics and governance of negative emissions technologies. In *Global Sustainability* 1. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/sus.2018.13>.
- Ribeiro, J. (2019). *Prospetiva e Metodologia de Construção de Cenários*. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas. Universidade Nova de Lisboa.
- Ricci, O., & Selosse, S. (2013). Global and regional potential for bioelectricity with carbon capture and storage. *Energy Policy*, 52, 689–698. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.027>.
- Rodrigues, D., & Sodré Pires, M. (2010). Regime Internacional de Mudanças Climáticas: estagnação ou aprendizado institucional? In *Revista Política Hoje*. 19, (2).
- Rodrigues, D. F., & Galvão, V. K. (2018). Actors and institutions in the Brazilian climate change policy. *Sustentabilidade Em Debate*, 9 (1), 145–157. <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v9n1.2018.25872>.
- Romanak, K., & Dixon, T. (2022). CO2 storage guidelines and the science of monitoring: Achieving project success under the California Low Carbon Fuel Standard CCS Protocol and other global regulations. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 113. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2021.103523>.
- Rosa, L., Sanchez, D. & Mazzoti, M. (2021). Assessment of carbon dioxide removal potential via BECCS in a carbon-neutral Europe. *Energy & Environmental Science*. (5) 3086–3097. DOI: 10.1039/d1ee00642h.
- Rothe, D. & Benner, A.K., 2021. Genealogies of the Anthropocene and How to Study Them. In: Chandler, D., Müller, F., Rothe, D. (eds), *International Relations in the Anthropocene*. (Capítulo 7, pp. 113-131) Palgrave Macmillan, Cham. Springer Nature, Suíça AG 2021.: https://doi.org/10.1007/978-3-030-53014-3_7.

- Rothe, D., Müller, F., & Chandler, D. (2021). International Relations in the Anthropocene: New Agendas, New Agencies and New Approaches. In *International Relations in the Anthropocene: New Agendas, New Agencies and New Approaches*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-53014-3>.
- Ruppel, O. C., Roschmann, C., & Ruppel-Schlichting, K. (Eds.). (2013). *Climate Change: International Law and Global Governance: Volume I: Legal Responses and Global Responsibility* (1st ed.). Nomos Verlagsgesellschaft mbH. <http://www.jstor.org/stable/j.ctv941w8s>.
- Ruppel, O. C. (2013). Intersections of Law and Cooperative Global Climate Governance – Challenges in the Anthropocene. In O. C. Ruppel, C. Roschmann, & K. Ruppel-Schlichting (Eds.), *Climate Change: International Law and Global Governance: Volume I: Legal Responses and Global Responsibility* (1st ed., pp. 29–94). Nomos Verlagsgesellschaft mbH. <http://www.jstor.org/stable/j.ctv941w8s.8>.
- Sabatier, P. (1986) *Top-down and Bottom-up Approaches to Implementation Research: A Critical Analysis and Suggested Synthesis*. Journal of Public Policy 6 (1) 21-48. Cambridge University Press. <https://www.jstor.org/stable/3998354>.
- Salla, D., Furlaneto, F., Cabello, C., & Kanthack, R. (2010). Estudo energético da produção de biocombustível a partir do milho. *Ciência Rural*, Santa Maria, 40, (9), 2017-2022. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010005000142>.
- Sallet, C. & Alvim, A. (2011). Biocombustíveis: uma análise da evolução do biodiesel no Brasil. *Economia & Tecnologia* 25. <https://www.researchgate.net>
- Sajid, Z., Silva, M.A, & Danial, S. N (2021). Historical Analysis of the Role of Governance Systems in the Sustainable Development of Biofuels in Brazil and the United States of America (USA). *Sustainability* .MDPI. 13 (12). 10.3390/su13126881.
- Sanchez D.L., Fingerman K, Herbert C & Uden S (2021) Policy Options for Deep Decarbonization and Wood Utilization in California’s Low Carbon Fuel Standard. *Front. Clim.* Policy and practice reviews 3:665778. doi: 10.3389/fclim.2021.665778.
- Santos, A. S., & Silva, G. S. (2017). Homem e Natureza. Uma relação de convívio e conflito entre as diferentes formas de apropriação dos recursos naturais *South American Development Society Journal*, 3 (09), 47. <https://doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v3i9p47-62>.
- Santos, M. (2011). *Texto de apoio sobre o Método dos Cenários*. Compilações. Évora.
- Santos, M. O. & Saragoça, J. (2017). Contributo para o conhecimento dos métodos e técnicas utilizados na prospetiva. In J. Saragoça, C. da Silva, C. & J. Fialho (coord.), *Prospetiva Estratégica. Teoria, Métodos e Casos Reais*. Edições Sílabo.
- Saragosa et al. (2017). Prospetiva. Gênese e fundamentos, conceitos, vantagens, limites e interesse para as Ciências Sociais. In J. Saragoça, C. A. da Silva & J. Fialho, *Prospetiva Estratégica. Teoria, Métodos e Casos Reais*. (Cap. 1, pp. 17-38). Edições Sílabo, LDA.

- Saraiva, M. & Silva, A. (2019) Ideologia e pragmatismo na política externa de Jair Bolsonaro. *Relações Internacionais*. 64, 117-137. <https://doi.org/10.23906/ri2019.6.08>.
- Schlesinger, S., (2012). Cooperação e Investimentos Internacionais do Brasil. A Internacionalização do etanol e biodiesel. *Núcleo de Justiça Ambiental e Direitos*. <https://issuu.com>.
- Schoel, F. L. (1968). *História de los Estados Unidos*. Bilbao, Moreton.
- Schwartz, P. (1991). *The Art of the Long View*. Doubleday Dell Publishing Group, Inc., in 1991. eISBN: 978-0-307-81611-5.
- Selosse, S., & Ricci, O. (2017). Carbon capture and storage: Lessons from a storage potential and localization analysis. *Applied Energy*, 188, 32–44. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.11.117>.
- Semal, L. (2015). Anthropocene, catastrophism and green political theory. In: *The Anthropocene and The Global Environmental Crisis, Rethinking modernity in a new epoch*. (Capítulo 7, pp. 87-99). Part.II Catastrophism in the Anthropocene. Routledge Environmental Humanities Series, London and New York.
- Shahbaz, M., Topcu, B. A., Sarigül, S. S., & Vo, X. V (2021). The effect of financial development on renewable energy demand: The case of developing countries. *Renewable Energy*, 178, 1370–1380. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.06.121>.
- Silva, B. (2017). *Renovabio: uma solução em política pública para a bioenergia brasileira*. Lide Multimídia. Bioblog. <http://www.bioblog.com.br/>. [Acesso em: março, 2020].
- Silva, C.A. & Saragoça, (2017). Caracterização e operacionalização dos métodos da Escola Francesa de Prospetiva. In J. Saragoça, C. A. da Silva & J. Fialho, *Prospetiva Estratégica. Teoria, Métodos e Casos Reais*. (Cap. 3, pp. 127-166). Edições Sílabo, LDA.
- Silva, F., Francielle M., Carvalho, F. M., Corrêa, J.L., Merschmann, P.R., Tagomori, I., Szklo, A. & Schaeffer, R. (2017). CO2 capture in ethanol distilleries in Brazil: Designing the optimum carbon transportation network by integrating hubs, pipelines and trucks. *international Journal of Greenhouse Gas Control*, (2018), 71, 168-183. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2018.02.018>.
- Silveira, B. H. M., Costa, H. K. M., & Santos, E. M. (2023). Bioenergy with Carbon Capture and Storage (BECCS) in Brazil: A Review. In *Energies*. 16 (4). MDPI. <https://doi.org/10.3390/en16042021>.
- Simangan, D. (2020) Where is the Anthropocene? IR in a new geological epoch. *International Affairs*. 96 (1) 211-224. DOI: 10.1093/ia/iiz248. <https://doi.org/10.1093/ia/iiz248>.
- Siqueira, C. D. (2012). Regime internacional de mudanças climáticas e segurança energética. *Mediações - Revista de Ciências Sociais*, 16 (2), 210–227. <https://doi.org/10.5433/2176-6665.2011v6n2p210>.

Smith, J. (2010). *Biofuels and the globalization of risk. The biggest change in North-South relationships since colonialism?* London-New York. Zed Books.

Sneddon, C., Howarth, R. B., & Norgaard, R. B (2006). Sustainable development in a post-Brundtland world. *Ecological Economics*, 57 (2), 253–268. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.04.013>

Soares de Lima, M. R. & Albuquerque, M. (2019). O Estilo Bolsonaro de Governar e a Política Externa. *Boletim OPSA*. SSN 1809-8827 (1).

Soares de Oliveira, A. M. (2002.). Relação Homem/Natureza no modo de produção capitalista. *PEGADA - A Revista da Geografia do Trabalho*. Vol. 3. DOI: <https://doi.org/10.33026/peg.v3i0.793>.

Sousa, J., Batista, L. & Helal, D, (2022). Sobre implementação de políticas públicas: uma revisão sistemática da literatura e agenda de pesquisas. *Revista Sociedade e Estado*, 37, (2) 457-487. <https://doi.org/10.1590/s0102-6992-202237020004>.

Steffen, W. (2021) Introducing the Anthropocene: The human epoch. *Ambio* 50, (10) 1784–1787 (2021). <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01489-4>.

Steffen, W., & Morgan, J. (2021). From the Paris Agreement to the Anthropocene and Planetary Boundaries Framework: an interview with Will Steffen. *Globalizations*, 18 (7), 1298–1310. <https://doi.org/10.1080/14747731.2021.1940070>.

Steffen, W., Persson, Å., Deutsch, L., Zalasiewicz, J., Williams, M., Richardson, K., Crumley, C., Crutzen, P., Folke, C., Gordon, L., Molina, M., Ramanathan, V., Rockström, J., Scheffer, M., Schellnhuber, H. J., & Svedin, U. (2011). The anthropocene: From global change to planetary stewardship. *Ambio*, 40 (7), 739–761. <https://doi.org/10.1007/s13280-011-0185-x>.

Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., Summerhayes, C. P., Barnosky, A. D., Cornell, S. E., Crucifix, M., Donges, J. F., Fetzer, I., Lade, S. J., Scheffer, M., Winkelmann, R., & Schellnhuber, H. J (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proc Natl Acad Sci U. S. A.* 14;115 (33) 8252-8259 PMCID: PMC6099852 doi: 10.1073/pnas.1810141115.

Stephens, J. C., & Surprise, K. (2020). The hidden injustices of advancing solar geoengineering research. *Global Sustainability*, 3. <https://doi.org/10.1017/sus.2019.28>.

Surprise, K. (2020). Geopolitical ecology of solar geoengineering: from a “logic of multilateralism” to logics of militarization. In *Surprise Geopolitical ecology of solar geoengineering Journal of Political Ecology* (Vol. 27).

Schwartz, P. (1991). *The art of the long view: Planning for the future in an uncertain world*. Doubleday Currency.

The Royal Society, (2009). *Geoengineering the climate: science, governance and uncertainty*. Relatório, (pp: 11, 12). Royal Society, UK. Disponível em: <https://royalsociety.org/topics-policy/publications/2009/geoengineering-climate/>.

The Royal Society, Royal Academy of Engineering, (2018). *Greenhouse gas removal*. Relatório. Royal Society, UK. Disponível em: <https://royalsociety.org/greenhouse-gas-removal>.

Tagomori, I.S., Carvalho, F.M., da Silva, F., Merschmann, P.R., Rochedo, P., Szklo, A., & Roberto Schaeffer, R. (2018). Designing an optimum carbon capture and transportation network by integrating ethanol distilleries with fossil-fuel processing plants in Brazil. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 68, 112-127.

The Joint Operating Environmental (JOE), (2010). *United States Joint Forces Command*.

Tomei, J., & Helliwell, R. (2016). Food versus fuel? Going beyond biofuels. *Land Use Policy*, 56, 320–326. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.11.015>.

Tomei, J. Oliveira, L., Ribeiro, C., Lee Ho, L., & Montoya, L. G. (2020). Assessing the relationship between sugarcane expansion and human development at the municipal level: A case study of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Biomass and Bioenergy*, 141. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105700>.

Toncheva, S. (2019). Redefining Human-Nature Dichotomy: The Voice of Spiritual-Ecological Movement in Environmental Debate. *Antropologia, Journal for Sociocultural* 6 (03) 57-73.

van Munster, R. & Sylvest, C., (2021). Nuclear weapons, extinction, and the Anthropocene: Reappraising Jonathan Schell. *Review of International Studies*, 47 (3), 294-310 DOI: <https://doi.org/10.1017/S0260210521000061>.

van Munster, R. (2021). *The Nuclear Origins of the Anthropocene*. In *International Relations in the Anthropocene: New Agendas, New Agencies and New Approaches*, pp. 59 – 76. E.book <https://doi.org/10.1007/978-3-030-53014-3>.

Vasques, P. (2018). Os Estados Unidos e o Acordo de Paris: a posição norte-americana a partir da análise da trajetória da política climática no governo federal. *Investigación y Analisis. Pensamento próprio* 46, 235-273. <http://www.cries.org/>.

Vaughan, N. E., & Gough, C. (2016). Expert assessment concludes negative emissions scenarios may not deliver. *Environmental Research Letters*, 11 (9). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/9/095003>.

Vaughan, N. E., Gough, C., Mander, S., Littleton, E. W., Welfle, A., Gernaat, D. E. H. J., & van Vuuren, D. P. (2018). Evaluating the use of biomass energy with carbon capture and storage in low emission scenarios. *Environmental Research Letters*, 13 (4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaaa02>.

Vergragt, P. J., Markusson, N., & Karlsson, H. (2011). Carbon capture and storage, bio-energy with carbon capture and storage, and the escape from the fossil-fuel lock-in. *Global Environmental Change*, 21 (2), 282–292. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.020>.

Vidal, M. de F. (2022). Agroindústria – Etanol. *Caderno Setorial ETENE*. Ano 7, nº 237 setembro, 2022. Banco do Nordeste.

- Vidigal, C. E. (2019). Bolsonaro e a reorientação da política exterior brasileira. *Meridiano 47 - Journal of Global Studies*, 20. <https://doi.org/10.20889/m47e20011>.
- Vigevani, T. & Capaluni, G.. (2007).. A Política Externa de Lula da Silva: A Estratégia da Autonomia pela Diversificação. *Contexto Internacional* 29 (2) 273-335. Rio de Janeiro.
- Vigevani, T. & Cepaluni, G., (2009). *Brazilian Foreign Policy in Changing Times: The burst for Autonomy from Sarney to Lula*. Lexicom Books, USA. Tradução brasileira: Fundação Editora da UNESP, 2011.
- Vilches, A., Praia, J., Gil Pérez, D. (2008). O Antropoceno: Entre o risco e a oportunidade. *Educação. Temas e Problemas*, 3 (5) 41-66.
- Villegas, Á. (2021). Ecomarxism, between the anthropocene and the capitalocene: Metabolic rifts, fossil capital and ecological regime. *Colombia Internacional*, 108, 15–38. <https://doi.org/10.7440/colombiaint108.2021.02>.
- Viola, E. (2005). Comentários do professor Eduardo Viola (UnB) aos textos de Paulo Roberto de Almeida e Lincoln Gordon. In P.R. Almeida e R.A. Barbosa (org.) *Relações Brasil–Estados Unidos: assimetrias e convergências* (2006). Editora Saraiva.
- Viola, E. & Franchini, M. (2018). *Brazil and climate change: beyond the Amazon*. New York: Routledge, 2018.
- Viola, E., & Franchini, M. (2012). Sistema internacional de hegemonia conservadora: o fracasso da Rio + 20 na governança dos limites planetários. *Ambiente e Sociedade*. 15 (3) <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2012000300002>.
- Viola, E., Franchini, M. & Ribeiro, T. L. (2012). Climate governance in an internacional system under conservative hegemony: the role of major power. *Revista Brasileira de Política Internacional*. (Special Edition), 9-29.
- Wang, M., Han, J., Dunn, J. B., Cai, H., & Elgowainy, A. (2015). Well-to-wheels energy use and greenhouse gas emissions of ethanol from corn, sugarcane and cellulosic biomass for US use. In *Efficiency and Sustainability in Biofuel Production: Environmental and Land-Use Research* (pp. 249–280). Apple Academic Press. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/045905>.
- Wähling, L.S., Fridahl, M., Heimann, T. & Merk., C. (2023). The sequence matters: Expert opinions on policy mechanisms for bioenergy with carbon capture and storage. *Energy Research & Social Science*, 103. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103215>.
- Wasserman, G. & Fullmer, E. (2023). *The Basics of American Politics*. (17th ed.) Routledge London and New York.
- Webb, R.M., Lockeman, M. & Shuwman, E. (2024). Implementing the Inflation Reduction Act: Progress to Date and Risks from a Changing Administration, *Columbia Law School, Sabin Center for Climate Change Law*. https://scholarship.law.columbia.edu/sabin_climate_change/232.
- Williams-Stroud, S., Stanek, F., Dichiarante, A., Langet, N., Leetaru, H., Eisner, L., & Greenberg, S (2022, novembro 28). *Integrating Induced Seismicity for Enhanced*

Subsurface Structural Interpretation at the Decatur, Illinois Sequestration Site. Proceedings of the 16th Greenhouse Gas Control Technologies Conference (GHGT-16) 23-24 Oct 2022, SSRN <https://ssrn.com/abstract=4287276> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4287276>.

Yamagata, Y., Hanasaki, N., Ito, A., Kinoshita, T., Murakami, D. & Zhou, K. (2018). Estimating water–food–ecosystem trade-offs for the global negative emission scenario (IPCC-RCP2.6). *Sustainability Science*, 13 (2), 301–313. <https://doi.org/10.1007/s11625-017-0522-5>.

Yayli, G. (2015). The Human- Nature Relationship In The Context Of Theo-Centric Environmental Ethics. *International Journal of Science Culture and Sport*, 3 (11), 177–177. <https://doi.org/10.14486/ijscs281>.

Ying, C., (2017) International Debate Over Geoengineering and Geoengineering Governance. *Chinese Journal of Urban and Environmental Studies* 5 (3) (2017). World Scientific Publishing Company and Social Sciences Academic Press, China. DOI: 10.1142/S2345748117500208.

Yusoff, K. (2013). The geoengine: Geoengineering and the geopolitics of planetary modification. *Environment and Planning A*, 45 (12), 2799–2808. <https://doi.org/10.1068/a45645>.

Zottola, A., & de Majo, C. (2022). The Anthropocene: Genesis of a term and popularization in the press. *Text and Talk*, 42 (4), 453–473. <https://doi.org/10.1515/text-2020-0080>.

WEBLIOGRAFIA

Além da Energia. (28/09/2023). *Conheça 5 projetos de captura, utilização e armazenamento de carbono*. [acesso em: 30/04/2025].

Alexandrino, J. (29 setembro 2023). *Escravidão laboral praticada contra penitenciários negros, numa demonstração racista e de desigualdade social*. Diário do Centro do Mundo (DCM). ONU denuncia “formas contemporâneas de escravidão” em presídios nos EUA.

Anthropocene.info. *Wellcome to the Anthropocene. Big World Small Planet*. <http://anthropocene.info/> [acesso em: março,2020].

Barbanell, M. (October 28, 2022) *A Brief Summary of the Climate and Energy Provisions of the Inflation Reduction Act of 2022*. World, Resources Institute. <https://www.wri.org/update/brief-summary-climate-and-energy-provisions-inflation-reduction-act-2022>.

BBC News Brasil (16 abril 2016) *Da 'faxina ética' ao processo de impeachment: relembre os principais fatos do governo Dilma até o momento* - [acesso em 3 de março 2023].

Burns, W. (Aug. 02, 2017). *Ensuring That We Hear the Voices of the Vulnerable: Toward a Human Rights-Based Approach to Bioenergy and Carbon Capture and Storage*. Forum for Climate Engeniering Assesment. <http://ceassessment.org>. [Acesso em: 03/2020].

California Air Resouces Board, (n.d.a.) *Low Carbon Fuel Standard*. [acesso em março 2025].

Ceará, A.C., (10 abril 2019). *Governo Bolsonaro e Meio Ambiente: política de terra arrasada*. Em Especial Bolsonaro 100 dias. Meio Ambiente. Esquerda on line: <https://esquerdaonline.com.br> [Acesso em: março, 2020].

Comissão Nacional da Unesco. Ministério dos Negócios Estrangeiros. *Os 17 ODS*. <https://unescoportugal.mne.gov.pt/pt/temas/objetivos-de-desenvolvimento-sustentável/os-17-ods>.

Conceito de. *Regime democrático - O que é, conceito e definição*. <https://conceito.de/> [acesso em: 20 janeiro 2020].

Congressional Budget Office (CBO) (dez.2023). *Carbon Capture and Storage in the United States Report*.

Conselho europeu Relações da UE com os Estados Unidos - Consilium, [acesso em 13/04/2025].

Costa, D. & Borshiver, S. (2023). *CCS: as oportunidades e desafios do Brasil para a expansão da captura de carbono*. *Energia*. Eixos.

Dan Lashof, (2024, July 30), *Tracking Progress: Climate Action Under the Biden Administration*, World Resources Institute. <https://www.wri.org/>

EIA - US Energy Information Administration, eia. (abril 24, 2025). *Total Energy Monthly Data - U.S. Energy Information Administration (EIA)*.

Embrapa, agricultura e preservação ambiental. *Síntese Ocupação e Uso das Terras no Brasil*. <https://www.embrapa.br/car/sintese>. [acesso em: março 2025].

Embrapa, visão de futuro. Visão de futuro do agro brasileiro. Visão de Futuro - Portal Embrapa [acesso em: 20/08/2023].

Empresa de Pesquisa Energética (EPE) - MATRIZ ENERGÉTICA, epe.gov.br, [acesso em: 05/03/2023].

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). <https://www.epe.gov.br>, [acesso em: 18/11/2024].

ENSE-E.P.E., (2020) *Segurança Energética em Tempos de Mudança (Tema 1 – Reservas Petrolíferas)*. <https://www.ense-epe.pt/news/seguranca-energetica-em-tempos-de-mudanca/>.

Exame informática. Ciência. (25.09.2014). *Petra Nova: a maior central de captura de dióxido de carbono do mundo*. <https://visao.pt/exameinformatica/noticias-ei/ciencia>.

Exame (10 de abril de 2023). *100 dias de governo: o que já foi feito e o que virá agora?* Exame.com. [acesso em: 20/04/2025].

Extra Globo, Notícias Mundo, (2007) – *Leia na íntegra o Memorando entre Brasil e EUA*. <https://extra.globo.com/noticias/mundo/leia-integra-do-memorando-entre-brasil-eua>. [Acesso em: 2/01/2020].

FS- Fuel Sustainability. Website: <https://www.fs.agr.br/sustentabilidade/metas-2030/>. [acesso em janeiro 2024].

Gandra, C. (2025, janeiro, 28). *Conheça os Principais Decretos do Governo de Donald Trump* [acesso em: março, 2025].

Global CCS Institute (2019). *Global Status of CCS Report: 2019. Global Status of CCS Report: 2019 - Global CCS Institute*

Gov.br. planalto <https://www.gov.br/planalto/pt-br/> [último acesso em março 2025].

Greenfacts. Facts on Health and the Environmets, (2018). *Biofuel policies in the United States of America*. <https://www.greenfacts.org/en/biofuels/>. [Acesso em: março, 2020].

Greenpeace, (2007). *Seqüestro e Armazenamento de Carbono*. <https://www.greenpeace.org/>. [Acesso em: janeiro /2020].

Hisour Arte Cultura Exposição. *Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono*. [https://www.hisour.com/pt/bio-energy-with-carbon-capture-and storage-41073/](https://www.hisour.com/pt/bio-energy-with-carbon-capture-and-storage-41073/). [Acesso em: 03/2020].

IBAMA- Sobre o Ibama — Ibama (www.gov.br).

IBAS IBAS — Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico www.gov.br. [acesso em: 3 de março 2023].

Internacional Energy Agency - IEA. *biofuel data set 2023*.

International Energy Agency. (IEA) (2024). *World Energy Outlook 2024. International* www.iea.org.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo Demográfico (2022) - Censo 2022 | IBGE [acesso em janeiro 2023].

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2023) - Busca | IBGE, [acesso em: 21/08/2023]].

Infopédia, dicionários Porto Editora, (2003-2019) *Cimeira da Terra* in Artigos de apoio. [https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/\\$cimeira-da-terra](https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/$cimeira-da-terra). [Acesso em: 16-12-2019].

IPCC. 2007. *Climate Change 2007 Synthesis Report*. Geneva, Switzerland. AR4 Climate Change 2007: Synthesis Report — IPCC.

Jornal Oficial da União Europeia. (19.10.2016). ACORDO DE PARIS.

Junqueira, C. & Rittner, D. (14/09/2023) *De olho na transição energética, governo lança projeto de “Combustível do Futuro”* CNN, São Paulo e Brasília <https://www.cnnbrasil.com.br/economia>.

Lane, J., (2022). *Biofuels Mandates Around the World 2022*. Biofuel Digest. The worlds most widely read biofuels daily. www.biofuelsdigest.com. [acesso em: 24/09/2023].

Le monde diplomatique Brasil. (maio 2025) *As relações exteriores-Bolsonaro, 100 dias*. Edição 214. <https://diplomatie.org.br/as-relacoes-exteriores-bolsonaro-100-dias/>.

Lima, J.P. (29/04/2025) *100 dias: veja lista de promessas cumpridas por Trump*. Último Segundo. <https://ultimosegundo.ig.com.br/mundo/2025-04-29/100-dia-agencia-lista-promessas-cumpridas-por-trump.html>.

Malagolini, Anny (30 junho 2022), *Pobreza no Brasil: veja ranking por estado, segundo estudo da FGV*. Jornal GCI. <https://www.dci.com.br/economia/pobreza-no-brasil-2022/263048/>

Marques, V. (2023). *Geografia do Brasil: população, relevo, hidrografia, clima, vegetação*. Toda matéria. Geografia. <https://www.todamateria.com.br/>

Mercosur, website: MERCOSUR - Página oficial

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. MCTIC. ONU Meio Ambiente, 2017. *Opções Transversais para Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa Captura, Transporte e Armazenamento de Carbono*. Brasília. <http://www.mctic.gov.br/portal>.

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, MCTIC (2018). *Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para energias renováveis e biocombustíveis 2018 – 2022*. Brasília. <http://www.mctic.gov.br/portal>.

Ministério de Minas e Energia, MME (2020). <http://www.mme.gov.br/>. [acesso em: março, 2020].

Ministério das Relações Exteriores. MRE <http://www.itamaraty.gov.br/>. [acesso em: janeiro, 2020].

Monitor, Repórter Brasil. (dez. 2024) *Monitor_Etanol_PT.pdf*

Mori, L. (21 abril 2023). *Investimento baixo dos EUA no Fundo Amazônia dificulta aproximação com Brasil, dizem analistas*. Da BBC News Brasil, São Paulo. <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cp4v8z1r9dqo>.

North Atlantic Treaty Organization, (NATO). <https://www.nato.int/>

Organização das Nações Unidas Brasil. (ONU). *A ONU e a mudança climática*. <https://nacoesunidas.org/acao/mudanca-climatica/>. [Acesso em: 27/12/2019].

Organização das Nações Unidas, ONU (1989). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*.

<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>. [Acesso em: março/2020].

Porfírio, F., *Escola de Frankfurt. Contexto, objetivos, autores*. Mundo Educação. URL: <https://mundoeducacao.uol.com.br/sociologia/escola-de-frankfurt.htm> [acesso em: 14/10/2022].

Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Constituição da república Federativa do brasil 1988, artigo nº4, parágrafo único*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm.

Radar Rio+20 (n.d.) *O que é Economia Verde?* – [acesso em 15/11/2022]. <https://radarrio20.org.br/o-que-e-economia-verde/>.

Rehagro Blog - Conhecimento sobre Agronegócio.

Reis, P. (2019). *Biocombustíveis vantagens e desvantagens*. Portal Energia. Energias renováveis. <https://www.portal-energia.com>. [Acesso em: 26 outubro 2019].

Relatório Mundial 2022: Relatório Mundial 2022 | Human Rights Watch.

Renovabio.org. *Saiba tudo sobre o novo programa., 2018. BP support Brazil's biofuels police*. <https://www.renovabio.org/> [Acesso em: março, 2020].

Research Center for Gás Inovation, RCGI (2019). *CO2 Abatement Programme*. <https://www.rcgi.poli.usp.br/>. [Acesso em: 03/2020].

RPA News (nov. 2024). *Benefícios com projetos de captura de carbono na bioenergia podem superar desafios, diz BCG*. <https://revistarpanews.com.br/>.

Sakamoto, L. (24/01/2023). Com 2.500 vítimas em 2022, Brasil chega a 60 mil resgatados da escravidão. *Repórter Brasil*, 24.

Senado Federal (16/08/2022). *Projeto propõe regulamentar atividade de armazenamento de dióxido de carbono*. Agência Senado. <https://www12.senado.leg.br/noticias/>.

Silva, B. (2017) *Renovabio: uma solução em política pública para a bioenergia brasileira*. Lide Multimídia. Bioblog. <http://www.bioblog.com.br/>. [Acesso em: março, 2020].

Silveira, A. (15 set. 2023). *Ministro fala sobre projeto de lei do programa Combustível do Futuro*. Coletiva de imprensa. Canalgov.

Sociedade Brasileira de Desenvolvimento Energético (2024). XIV CBPE.

Stavrakas, Y. (30/04/2025). *100 dias de governo: Trump usa estratégia de 'inundação' em peso no segundo mandato*. GloboNews. Mundo G1. <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2025/04/30/100-dias-de-governo-trump-usa-estrategia-de-inundacao-em-peso-no-segundo-mandato.ghtml>.

Sua Pesquisa. *Liberalismo: origem, princípios e características - Sua Pesquisa*. [Acesso em: 06/01/2020].

Summit Carbon Solution. Website: <https://summitcarbonsolutions.com/> [acesso em abril, 2024].

Sustentix, *22 medidas que Donald Trump assinou nos primeiros dois dias de mandato*. <https://sustentix.sapo.pt/22-medidas-que-donald-trump-assinou-nos-primeiros-dois-dias-de-mandato/> [acesso em abril, 2025].

Sustentável. (28, agosto 2024). *O que são matrizes de sustentabilidade?* <https://sustentavel.com/glossario/> [acesso em 18/04/2024].

The World Factbook <https://www.cia.gov/the-world-factbook/>, [acesso em 20/08/2023].

União Nacional de etanol de milho, (UNEM). website: <https://etanoldemilho.com.br/> [acesso em maio 2024].

United States Environmental Protection Agency. (EPA). *Summary of the Energy Independence and Security Act. Public Law 110-140 (2007)* <https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-energy-independence-and-security-act>. [Acesso em: março, 2020].

United Nations Framework Convention on Climate Change. (UNFCCC) All NDC's. <https://www4.unfccc.int> [Acesso em: 03/2020].

U.S.Department of State, *Climate and Environment*. <https://www.state.gov>. [Acesso em: 03/2020].

Universidade de São Paulo (USP), (11/19/2024). <https://jornal.usp.br/radio-usp/lei-do-combustivel-do-futuro-e-um-importante-avanco-mas-nao-deve-ser-o-unico>.

Yeo, S. & Pearce, R., (31.05.2016) Technology. *Analysis: Negative emissions tested at world's first major BECCS facility*. Carbon Brief. Clear on Climamate. <https://www.carbonbrief.org/>. [Acesso em: 03/2020].

Wikipédia. *Intergovernmental Panel on Climate Change*. https://en.wikipedia.org/wiki/Intergovernmental_Panel_on_Climate_Change. [Acesso em: 15/12/2019].

World Bank Group, (n.d.) Data for Brazil, United States <https://data.worldbank.org/?locations=BR-US> [último acesso em: 2024].

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: funcionamento da tecnologia BECCS	35
Figura 2: Mapa da ocupação dos biocombustíveis no mundo.....	40
Figura 3: Ocupação de usinas e produção de etanol a partir do milho nos Estados Unidos.....	50
Figura 4: Ocorrências de destilarias e produção de etanol no Brasil.....	51
Figura 5: Modelo triangular de análise da Implementação de Políticas Públicas....	79
Figura 6: Mapa físico – Brasil	86
Figura 7: Mapa físico – Estados Unidos	89
Figura 8: Mapa do continente americano	91
Figura 9: Linha temporal comparativa das políticas domésticas para biocombustíveis do Brasil e EUA	110
Figura 10: Síntese das Relações bilaterais Brasil / EUA em relação ao clima.....	124
Figura 11: Linha temporal da evolução de BECCS (2007-2030)	124
Figura 12: Quadrante para construção de cenários	166
Figura 13: Mapa ilustrativo das possíveis alianças na área de BECCS.....	197
Figura 14: Matriz SWOT na área de BECCS, Brasil x Estados Unidos.....	214

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quadro comparativo dos aspetos socioeconómicos do Brasil e Estados Unidos.....	90
Tabela TQ1: Desenvolvimento de CCS no mundo	134
Tabela TQ2: Tendência etanol.....	135
Tabela TQ3: Tendência de BECCS no Brasil e EUA.....	136
Tabela TQ4: Impedimentos de BECCS.....	138
Tabela TQ5: Políticas	140
Tabela TQ5 C: políticas comuns a ambos os países	141
Tabela TQ5 Br: políticas específicas Brasil	141
Tabela TQ5 USA: políticas específicas Estados Unidos.....	142
Tabela TQ6: Investimentos para transição energética	144
Tabela TQ7 – Países protocolos	145
Tabela TQ8: Aceitação da Sociedade	146

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Ilustração da base teórica da investigação	8
Quadro 2: Comparação dos aspetos positivos e negativos dos biocombustíveis	37
Quadro 3: Hierarquia de Grupos de interesse e atores na indústria dos biocombustíveis	39
Quadro 4: O regime político do Brasil e Estados Unidos.....	95
Quadro 5: Síntese da política externa do Brasil	123
Quadro 6: Síntese da Política Externa dos Estados Unidos	123
Quadro 7: Entrevistados e instituições	131
Quadro 8: Síntese dos conflitos.....	148
Quadro 9: Síntese dos cenários	208

LISTA DE DIAGRAMAS:

Diagrama 1: Ilustração das componentes de Desenvolvimento Sustentável	71
Diagrama2: Diagrama teórico do modelo de Análise Triangular da Implementação de políticas	80
Diagrama 3: Etapas da Análise de Conteúdo Temática.....	133
Diagrama 4: Descrição dos Métodos de Cenário	161
Diagrama 5: Etapas da construção de cenários do presente estudo.....	163

LISTA DOS GRÁFICOS

Gráfico 1: Maiores poluidores- Emissões de GEE mundial	21
Gráfico 2: Matriz Energética Brasileira em 2023	102
Gráfico 3: Matriz Energética Americana em 2024	108
Gráfico 4: Comparação das Matrizes energéticas de Brasil e EUA.....	109
Gráfico 5: Comparação das Matrizes elétricas de Brasil e Estados Unidos.....	109
Gráfico 6: Percentagem de entrevistados por categoria.....	130
Gráfico 7: Matriz Análise Estrutural -Brasil	157
Gráfico 8: Matriz Análise estrutural -USA	157

APÊNDICES

APÊNDICES

ANEXO I – GUIÃO PARA ENTREVISTA

CONVITE PARA ENTREVISTA

ANEXO II – BIOGRAFIA ENTREVISTADOS E INSTITUIÇÕES

ANEXO III – QUADROS TEMÁTICOS

ANEXO IV - MATRIZ ESTRUTURAL BRASIL

MATRIZ ESTRUTURAL EUA

ANEXO I

Guião da Entrevista

Carta-Convite

Entrevista parcialmente estruturada

BECCS

Pergunta 1: Na sua opinião, tendo em vista o horizonte temporal de 2050, como se desenvolverá a geoengenharia?

Pergunta 2 : Na sua opinião, a conservação/sustentação do meio ambiente pode se tornar uma principal preocupação da PEB?

Pergunta 3: Com que países haverá probabilidade de Brasil elaborar um protocolo de cooperação para desenvolvimento da tecnologia BECCS?

Pergunta 4: Qual a tendência que seguirá a indústria do etanol no horizonte temporal até 2030 no Brasil? e nos EUA?

Pergunta 5: Que investimentos poderá fazer o Brasil nos próximos anos (2025 a 2050) para a transição de uma matriz energética de baixo carbono?

Pergunta 6: Na sua opinião qual ou quais a(s) causa(s) mais significativa(s)? no impedimento da implementação de BECCS no Brasil?

Pergunta 7: Como estes impedimentos poderiam ser superados?

Pergunta 8: Em termos de políticas, que tipo de políticas deveriam ser implementadas para incentivar esta tecnologia?

Pergunta 9: Quais as perspectivas futuras de BEECS para o Brasil?

Pergunta 10: Considerando o período temporal até 2050, poderá o Brasil ser também uma referência no que respeita a implementação de BECCS?

Pergunta 11: Poderá o Brasil assinar um protocolo de colaboração para o desenvolvimento de BECCS com os EUA? Em que período isto ocorrerá?

Ex. Dr.(a) Senhor (a)

No âmbito do curso de Doutoramento em Relações Internacionais, que iniciei em 2019 (especialização em Políticas de Área), na Faculdade de Ciências Sociais e Humanas (UNL), estou, no momento, a desenvolver a minha tese, acolhida pelo Instituto Português de Relações Internacionais (IPRI), que se intitula ***Bioenergia com Captura e Armazenamento de Carbono (BECCS), desenvolvimento ou crise? Uma análise comparativa dos casos de Brasil e EUA (2007/2030).***

A presente investigação tem como objetivo principal a viabilidade e a sustentabilidade da tecnologia de geoengenharia BECCS acoplada aos biocombustíveis, utilizada para fins de obtenção de emissões negativas, contribuindo, desta forma, para mitigação do aquecimento global. Tomarei os casos de Brasil e Estados Unidos (maiores produtores de biocombustíveis do mundo) como potenciais promissores na implementação de BECCS, num estudo comparativo.

Assim, uma das questões a dar resposta, neste estudo, é a possibilidade da existência de um acordo bilateral entre Brasil e Estados Unidos, com previsão multilateral, que contribua para o desenvolvimento, difusão e a inserção de BECCS no mercado internacional, num horizonte temporal até 2030.

Atentando ao perfil e experiência de V. Ex.^ª, tomo a liberdade de enviar um convite à participação de uma entrevista. A sua colaboração será de grande valia para o desenvolvimento e conclusão da investigação em curso. Devido às circunstâncias de distâncias espacial e temporal, a entrevista será realizada *online* e terá a duração de cerca de uma hora. Tendo consciência do vosso precioso tempo pelo cargo que desempenha, ficaria muito grata e reconhecida se conseguisse agendar uma data e hora para a entrevista.

Agradeço, desde já, a vossa disponibilidade e colaboração, estando na expectativa do vosso retorno.

Com os melhores cumprimentos,

Em, data

Nilsen Jorge
(A doutoranda)

ANEXO II

Entrevistados -Biografia e Instituições

BIOGRAFIA DOS ENTREVISTADOS E INSTITUIÇÕES

BRASIL

Diplomata - Anônimo

Diplomata

Coordenador-geral do Instituto de Pesquisa de Relações Internacionais (IPRI) do Ministério das Relações Exteriores desde 2016. Formação em diplomacia no IBRr (2002). Especialista lato sensu em engenharia de estruturas pela UFMG (1997). Graduado em arquitetura e urbanismo pela UFMG (1994).

Empresário

Diretor Executivo Industrial na Usina Sucroalcooleira Barracool. Graduado em Engenharia Mecatrônica com MBA em Gestão Empresarial pela USP, com vários anos de atuação em empresas multinacionais do ramo alimentício e energia. Intensa vivência com processos de produção, manutenção e implantação de novos projetos.

Sobre a Barracool - A Barracool deu início aos seus trabalhos como Usina Sucroalcooleira no ano de 1980, sendo constituída por agropecuaristas do município da cidade de Barra do Bugres – MT, através de investimentos próprios e também com financiamentos do Proálcool.

Empresária

Gestora de Sustentabilidade da FS. Consultora experiente com um histórico comprovado de trabalho na indústria pesada e de energia. Forte profissional de consultoria especializado em Petróleo, Biomassa, Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), Sistemas de Energia e Energias Renováveis. Especialista em contabilidade de carbono,

sua rastreabilidade e garantia da sustentabilidade dos projetos que envolvem mitigação de GEE através da gestão energética e transição energética, como o uso de biomassa.

Sobre a FS - A FS (Fuel Sustainability) é a primeira produtora de etanol do Brasil 100% a partir do milho. Iniciou suas operações em 2017 e hoje, com três unidades fabris, em Lucas do Rio Verde, Sorriso e Primavera do Leste, em Mato Grosso, e escritório em São Paulo. Além do etanol, a companhia possui tecnologia de ponta para a fabricação de produtos para Nutrição Animal, óleo de milho e energia elétrica. Primeiro e único projeto de BECCS no Brasil.

Academia

Professora / orientadora do Programa de Pós-Graduação em Energia. (PPGE) da USP (Universidade de São Paulo) e do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia da USP/UNICAMP/UNESP e coordenadora do Grupo de Pesquisa em Bioenergia (GBIO/antigo CENBIO) do IEE/USP. Pesquisadora Principal (PI) no RCGI/FAPESP/SHELL. Vice-Diretora do Programa de Economia e Políticas no RCGI/FAPESP/SHELL e coordenadora do Projeto 27 (As perspectivas do biometano para o Estado de São Paulo).

Academia

Doutorando em Planejamento Energético no Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo - IEE/USP, tendo sido Doutorando Visitante, com bolsa CNPq/Shell, no Centre for Environmental Policy, Imperial College London, pelo período de um ano. Desde dezembro de 2022, atua na Empresa de Pesquisa Energética (EPE) como Analista da área de Biocombustíveis.

Academia

Doutor em Ciências Sociais pela Universidade de Campinas - Unicamp (2021), Área temática Cooperação Brasil e China. Mestre em Relações Internacionais pela UNESP - Programa "San Tiago Dantas". Graduação em Relações Internacionais, Universidade Anhembi Morumbi. Atua nas áreas de pesquisa em: Política Externa Brasileira, Política Externa Chinesa, Mudanças Climáticas, Negociações Ambientais Internacionais, Ciência Política, Cooperação para o Desenvolvimento, Energias Renováveis, Políticas Ambientais, Combustíveis Renováveis de Aviação e Cooperação Internacional. Pesquisador do

LABGEC (Laboratory of Social Dimensions of the Global Environmental Changes in the Global South (NEPAM/UNICAMP).

Especialista - Mercado de Carbono | CCS | BECCS | Biocombustíveis | Transição Energética | Regulação | Novos Negócios

Cofundadora e Diretora da CCS Brasil. Consultoria jurídica para certificação de projetos públicos e privados para emissão de créditos de carbono, análises jurídicas estratégicas para implementação de projetos relacionados à transição energética, adequações e análise de riscos no contexto de implementação do mercado regulado de carbono, modelagem de Parcerias Público-Privadas, Financiamento de Projetos e Selos Sustentáveis para projetos de infraestrutura. Participou do projeto de pesquisa RCGI/Shell/FAPESP que resultou nas bases do Projeto de Lei 1.425/2022, sobre a atividade de armazenamento e uso de CO₂, apresentado pelo Senador Jean Paul Prates (PT-RN).

Sobre a CCS Brasil - Associação que visa fomentar as condições econômicas, técnicas e regulatórias para a implementação em larga escala de projetos de Captura e Armazenamento de Carbono (CCS) para o Brasil; estabelecer a integração entre indústria, governo, financiadores e academia; e promover a capacitação de mão de obra e cadeia de fornecimento.

Especialista

Diretor Executivo na Petrobras

Executivo Empreendedor em Energia. Especialista em Geração de Valor, Team Building de Alta Performance e Negociações Complexas. Histórico comprovado em projetos de E&P e CCS.

Sobre a Petrobras - é uma empresa brasileira estatal de Petróleo, de economia mista, com sede no Rio de Janeiro, opera atualmente em 14 países, no segmento de energia, prioritariamente nas áreas de exploração, produção, refino, comercialização e transporte de petróleo.

Especialista

Gestor experiente na indústria de petróleo e negócios de biocombustíveis há mais de 20 anos, com profundo conhecimento das questões ESG e mudanças climáticas. Liderando diversas iniciativas como implementação de sistemas de gestão da Qualidade, Saúde, Segurança e Ambiente (QSMS). Experiência global de gestão como diretor executivo, e membro do conselho na indústria de biocombustíveis, gerenciando participação em três *joint ventures*. Como consultor, atua em estudos e projetos energéticos com ênfase em biocombustíveis e Captura e Armazenamento de Carbono.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

Especialista

Consultora estratégica e pensadora crítica no espaço de gerenciamento de carbono. Graduada e Pós-graduação em Geologia pela Alfred University e pela University of Illinois at Urbana-Champaign (respectivamente). Ao longo de sua carreira, esteve diretamente envolvida na gestão de um portfólio de projetos, incluindo a liderança de diversas equipes de cientistas, engenheiros e formuladores de políticas em projetos de armazenamento de carbono, como FutureGen, Wabash Valley, o projeto de captura e armazenamento de carbono industrial de Illinois e o Illinois Basin – Decatur Project, o primeiro projeto de captura e armazenamento de carbono de bioenergia (BECCS) do mundo como cientista pesquisadora principal.

Especialista

Diretora Assistente de CCS Integrado e Materiais Críticos. Possui mestrado e bacharelado em Engenharia Química pela UND. Está atualmente trabalhando em equipes de projeto que apoiam o desenvolvimento regional da indústria de hidrogênio de baixo carbono e planos de benefícios comunitários relacionados (CBPs), incluindo atividades integradas de produção, transporte, uso final e avaliação e implementação de captura e armazenamento de carbono (CCS). É membro fundador do Comitê EERC, DEIA, e coordena vários projetos multimilionários do Departamento de Energia dos EUA (DOE) e do setor privado.

Sobre a EERC - Energy & Environmental Research Center

Empresa líder no desenvolvimento de novas tecnologias e soluções práticas para desafios energéticos críticos; desenvolvimento de soluções energéticas e ambientais inovadoras, práticas e econômicas por meio de uma variedade de projetos, incluindo hidrogênio, Captura e Armazenamento de Carbono, Captura Direta de Ar e materiais avançados de carbono.

Especialista.

Membro sênior e professor adjunto da Schar School of Policy and Government, atua como diretor da BrazilWorks. É também consultor sênior em política energética da Horizon Client Access. Suas áreas de pesquisa incluem agricultura, energia e política comercial com foco no Brasil. É ex-conselheiro internacional da Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, ex-diretor da Iniciativa Brasil e professor pesquisador da Elliott School of International Affairs-The George Washington University, e ex-assessor internacional da Public Services International.

Empresário

Vice-presidente executivo da Summitcarbon Solution. Executivo experiente com uma formação diversificada de experiência em gestão e operações no setor de energia. Ao longo de sua carreira, liderou iniciativas estratégicas para reduzir a pegada de carbono e melhorar a competitividade das empresas operacionais que administrou, incluindo captura e armazenamento de carbono.

Sobre a Summitcarbon Solution – Projeto de Captura e Armazenamento de Carbono em parceria com 57 usinas de etanol de cinco estados; Iowa, Minnesota, Dakota do Norte, Dakota do Sul e Nebraska. Esse investimento no futuro da agricultura consiste em capturar dióxido de carbono do processo de fermentação de biorrefinarias, como usinas de etanol, comprimir o CO₂ capturado e através de gasodutos, o canalizará permanentemente em armazenamento geológico profundo e seguro em Dakota do Norte.

Empresário – Vice-presidente de assuntos corporativos POET.

Ingressou na POET em março de 2003 e atuou na organização em várias funções importantes desde então. Em sua função atual como vice-presidente de assuntos corporativos, promove os objetivos corporativos da POET, a importância da agricultura e os benefícios dos biocombustíveis nacional e internacionalmente. Atualmente faz parte do Conselho de Administração da Seção Industrial e Ambiental da BIO, da Equipe Consultiva de Etanol do Conselho de Grãos dos EUA, do Comitê Executivo e do Conselho da Aliança de Agricultores e Pecuaristas dos EUA, do Conselho da Fundação de Agricultura de Dakota do Sul. É Consultor Sênior de Soluções da Terra, é Membro Emérito do Conselho Americano de Energia Renovável, é Diretor Executivo da Associação de Produtores de Etanol de Dakota do Sul, e atua em vários outros grupos de trabalho, comitês e associações associados ao setor.

Sobre a POET – Empresa norte americana, o maior produtor mundial de biocombustíveis e líder global em bioprodutos sustentáveis. Sediados em Sioux Falls, Dakota do Sul, com 34 instalações de bioprocessamento em todo o meio-oeste e quase 2.400 membros da equipe. Seu modelo de negócios integrado combina pesquisa e desenvolvimento com experiência em design e construção, tecnologia, operações, relações-públicas e marketing.

Academia

Principal cientista pesquisador do Programa Conjunto do MIT (Massachusetts Institute of Technology) sobre Ciência e Política de Mudança Global. Tem desenvolvido investigação aplicada sobre política climática, alterações climáticas, alterações no uso do solo, bioenergia, economia agrícola e ambiental.

Cientista

Cientista Distinguido, Laboratório Nacional de Oak Ridge (ORNL), Divisão de Ciências Ambientais. Atua como Investigador Principal (PI) para vários projetos financiados pelo DOE (Department of Energy) relacionados a energia renovável e sustentabilidade. Seu trabalho atual enfoca as melhores práticas para transições de energia limpa e padrões internacionais para apoiar o desenvolvimento inclusivo e sustentável.

Academia

Engenheiro pesquisador sênior da MIT Energy Initiative (MITEI). Recebeu sua graduação e pós-graduação em engenharia química no MIT. Tem experiência industrial com Eastman Kodak, Stone & Webster, Aspen Technology e Spectra Physics. Desde 1989, ele faz parte da equipe de pesquisa do MIT, onde trabalha em pesquisas patrocinadas envolvendo energia e meio ambiente, com ênfase em tecnologias de mitigação de gases de efeito estufa. Ele foi um dos principais autores coordenadores do Relatório Especial do IPCC sobre Captura e Armazenamento de Dióxido de Carbono (lançado em setembro de 2005), co-autor do Estudo do Futuro do Carvão do MIT (lançado em março de 2007) e delegado dos EUA no Grupo Técnico do Fórum de Liderança de Sequestro de Carbono (junho de 2003 a setembro de 2007). Recebeu o Prêmio Greenman de 2010 pelo IEAGHG "em reconhecimento às contribuições feitas para o desenvolvimento de tecnologias de controle de gases de efeito estufa". Em 2018, ele escreveu um livro intitulado Carbon Capture for the MIT Press Essential Press Essential Knowledge Series.

Cientista

Ecologista paisagística do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da Universidade do Tennessee. Seu interesse está na tomada de decisões ambientais, gestão de ecossistemas no contexto de grandes distúrbios e mudanças climáticas, quantificando o progresso em direção à sustentabilidade de paisagens agrícolas e sistemas de energia e sucessão de plantas (com base em seus mais 40 anos de observações no Monte Santa Helena desde a erupção de 1980). Fez parte do comitê científico que contribuiu para o Painel Intergovernamental sobre Avaliação Científica sobre Mudanças Climáticas que em 2007 recebeu com Al Gore o Prêmio Nobel da Paz.

ANEXO III

QUADROS TEMÁTICOS

Análise de Conteúdo Temática- Entrevistas

Quadro 1: Desenvolvimento CCS no mundo

Quadro 2: Tendência etanol

Quadro 3: Tendência futura de BECCS no Brasil e EUA

Quadro 4: Impedimentos de BECCS

Quadro 5: Políticas

Quadro 6: Investimentos

Quadro 7: Protocolos

Quadro 8: Aceitação da Sociedade

Quadro 1: Desenvolvimento CCS no mundo

Entrevistado	Respostas	Inferências
E-1	...mais grave é a falta de legislação específica na maioria dos países sobre essas tecnologias.	O desenvolvimento destas tecnologias depende de legislações específicas (1)
E-2	A tendência futura é desenvolver a tecnologia para técnicas mais avançadas e em produtos utilizáveis (BECCUS).	Desenvolvimento de BECCUS e biocombustíveis avançados. (2)
E-3	Há falta de política publica que regulamente CCS	Desenvolvimento de CCS depende de regulação) (1).
E-4	Perhaps what you will see is refinement of the engineering systems that are more energy efficient or are more specialized... ... you'll see continue to see creative engineering monitoring solutions. ... you'll also see the increase in using modeling to look at basin scale oversight where you might have multiple projects in the same location or in a basin.	Aumento de uso de modelagem para novas tecnologias (3)
E-5	Xxxx	Não respondeu (5)
E-6	... a tendência é de BECCS, de produção de remoção de CO2 PRO BECCS e de descarbonização da indústria.	Desenvolvimento de BECCS, (2)
E-7	Compartilho a preocupação com as que envolvem a atmosfera (DAC). BECCS já se tem um conhecimento maior ...	Desenvolvimento de BECCS (2)
E-8	Há um debate não resolvido para qualquer energia renovável. A sociedade em geral não está disposta a pagar mais pela energia. Então, eu acho que isso, sempre foi um pano de fundo da dificuldade do CCS globalmente.	Impasse, devido a questões sociais e políticas. (4)
E-9	Xxxxx	Não respondeu
E-10	O DACS é tão insipiente que a gente esquece dele, porque o custo é muito elevado ainda Logicamente, como tudo nesse mercado de redução de emissões, nesse cenário de transição energética vai depender muito de como o mercado de Carbono vai se consolidar.	Desenvolvimento destas tecnologias (CCS) depende do mercado (CO2) (1).
E-11	Xxxxx	Não respondeu (5)
E-12	Xxxxx	Não respondeu (5)
E-13	... é que quando a gente que trabalha com modelos globais tentando entender como vai ser essa dinâmica no futuro ... e na capacidade de investimentos, provavelmente, os países desenvolvidos vão ser os dominadores destas tecnologias.	Estas tecnologias se desenvolverão nos países desenvolvidos. (1)
E-14	I think in general for these climate solution a lot of the development is related to policy, most of them without a policy driver will have hard time competing against alternatives so we see a lot of pilot project, demonstration projeto here and there, but in terms of comercial thing we don't see it yet.	Impasse, o desenvolvimento depende de políticas (4).
E-15	Its already starting to gain ground at the United States.... we are seeing a growing interest in the United States actually towards these projects.	Desenvolvimento, Crescimento de CCS nos EUA (2).
E16	i think will be driven by private enterprises rather than government enterprises. Some people will strongly objective but fears will be overcome ,...	Desenvolvimento de CCS será lento, depende de fatores financiamento (1).
E17	I suspect that will be no new projects starting after the changing to the new administration. ...,	Impasse, estagnação nos EUA devido a questões políticas e sociais (governo) (4).

E-18	... eu vejo muito projeto piloto de escala super pequena, sabe aí as escalas grandes você tem projetos altamente subsidiados no setor de petróleo, ...	Impasse, questões financeiras e políticas (4).
E19	Xxxxx	Não respondeu (5)

Variáveis

- 1) O desenvolvimento destas tecnologias depende de fatores específicos – (26,3%)
- 2) Desenvolvimento de BECCS e biocombustíveis avançados, CCUS – (21%)
- 3) Aumento de uso de modelagem para novas tecnologias (5,3%)
- 4) Impasse, devido a questões políticas e sociais (21%)
- 5) Não respondeu

Estatística

Var/E	VAR 1	VAR 2	VAR 3	VAR4	VAR 5	Total
E1	X					
E2		X				
E3	X					
E4			X			
E5					X	
E6		X				
E7		X				
E8				X		
E9					X	
E10	X					
E11					X	
E12					X	
E13	X					
E14				X		
E15		X				
E16	X					
E17				X		
E18				X		
E19					X	
TOTAL	5	4	1	4	5	19
Porcentagem	26,3%	21%	5,3%	21%	26,3%	

Quadro 2: Tendência etanol

Entrevistados	Respostas	Inferência
E1	A produção de biocombustíveis no Brasil vai continuar aumentando à medida que a demanda aumente também.	Crescimento (1)
E2	O etanol tende a desenvolver-se, estudos e pesquisas estão sendo feitas.	Desenvolvimento (2) com inovações
E3	As perspectivas são positivas: a indústria do etanol seguirá aumentando. A entrada do etanol de milho está se afirmando no Brasil.	Crescimento com inovações (2)
E4	The other thing is I think you will continue to see advancements in other types of biofuels ... I think the ethanol market is stable or is decreasing.	Estabilidade e/ou regressão (3)
E5	Acho que tá muito vinculado a esta capacidade mesmo de aumentar a produção de etanol de milho sim, menos de cana porque onde a cana está, ela já está saturada...	Desenvolvimento com inovação (2)
E6	Brasil vai continuar apostando nos biocombustíveis. Biocombustíveis para aviação, marítimo, hidrogênio. Desenvolvimento de CCS na indústria de biocombustíveis.	Desenvolvimento com inovações (2)
E7	Tem uma tendência de ampliar a produção desde agora por conta das políticas.	Crescimento (1)
E8	Aqui no Brasil o principal combustível renovável é o etanol.	Crescimento (1)
E9	Então, o potencial de extensão é muito grande, a demanda...a perspectiva de crescimento, a demanda não tanto pra etanol pra automóveis que é um setor bem estabelecido no Brasil como a Senhora saberá, mas pra combustíveis de aviação e de navegação. ... há potencial enorme de expansão em bases sustentáveis e existe uma demanda a ser atendida, portanto, muita coisa pode acontecer nessa área.	Desenvolvimento com inovações (2)
E10	Nos EUA a indústria do etanol tem decaído um pouco.... existe uma expectativa de que a demanda de SAF vai suprir esta queda. Agora, no Brasil, o que a gente enxerga é cada vez mais um incentivo muito forte do governo. Então, eu diria que proporcionalmente, o etanol, o biocombustível cresça mais até do que nos EUA	Estabilidade e/ regressão para EUA (3) e crescimento para o Brasil (1)
E11	We believe the opportunities are for the ethanol industry which might extend support for agriculture in corn production in the US. Ah...so, ...market tender, market opportunities for the ethanol industry is in a low carbon fields markets.	Estabilidade com possível crescimento dependendo do mercado (4)
E12	Bom, a tendência, que eu sei, é de crescimento da produção de etanol, né. ..., o principal mesmo, é o crescimento de etanol de milho aqui no Brasil.	Crescimento com inovação Etanol de milho (2)
E13	..., no Brasil em particular, essa indústria já está bem estabelecida, e agora começa a crescer numa outra veia que é do etanol de milho que é uma novidade pro País ... Ao mesmo tempo, como essa indústria nos EUA já está bem estabelecida e bem forte, tem todos o incentivo do IRA (inflection Reduction Act), esta indústria tem se organizado pra tentar melhorar os seus padrões de	Crescimento com inovação para o Brasil (2) Estabilidade com potencial de crescimento para USA (4).

	sustentabilidade para continuar a ser uma opção viável ... Então, eu acredito que nos dois países essa indústria vai continuar forte, pujante e com potencial de crescimento ...	
E14	... is well established, and I see politically it is very hard to take away the ethanol subsidies, so I see just being were it is.	Estabilidade (3)
E15	I think it's gonna depend a lot on the... ,in the mandates, and a subsidies support for ethanol into the future.I dont think is going away, I don't think is going to decrease ...	Estabilidade (3)
E16	The etanol industry in the US is largely concentrated in corn production and waste production, I think will be more consideration in food waste, and agricultural waste and even in urban waste will be included as part of this process. ,,and midwest ofthe United States theres is a lot of agriculture production , so I think it will continue.	Estabilidade (3)
E17	I think it will also stay pretty much the same, we have 15 billion gallons a year production, mabe 16 billion. We have been at this same level since 2013.	Estabilidade (3)
E18	... a indústria de etanol nos Estados Unidos não existe sem subsídios, com certeza. Se o Trump tirar todos os subsídios, ..., eu não sei, ... Agora, as possibilidades no Brasil acho que são maiores a longo prazo, porque você tem consenso da direita e da esquerda no Brasil de investir financiamento público na cadeia dos biocombustíveis.	Estabilidade e/ou regressão nos EUA (3) Desenvolvimento com inovações no Brasil (2)
E19	..., it's to get higher inclusion rates of ethanol into the fuel supply around the world. ... other trend we gonna continue to pursuit is lower and lower carbon intensity ethanol and co-products to a number of diferente practices, we will continues work on spending markets , ah..., diferente markets , like sustainable aviation fuel, marine fuel export in general, and expend our product diversification as well.	Desenvolvimento com inovações (2)
Variáveis: 1) Crescimento 2) Desenvolvimento com inovações 3) Estabilidade e/ou regressão, 4) Estabilidade com potencial crescimento		

Estatística

Var./E	Var 1		Var 2		Var 3		Var 4		Total	
	BR	USA	BR	USA	BR	USA	BR	USA	BR	USA
E1	X									
E2			X							
E3			X							
E4						X				
E5			X							
E6			X							
E7	X									
E8	X									
E9			X							
E10	X					X				
E11								X		
E12			X							
E13			X					X		
E14						X				
E15						X				
E16						X				
E17						X				
E18			X			X				
E19				X						
TOTAL	4	0	8	1	0	7	0	2	12	10
Porcentagem	33,3%	0%	66,7%	10%	0%	70%	0%	20%	100%	100%

Quadro 3: Tendência futura de BECCS no Brasil e EUA

Entrevistados	Respostas	Inferências
E1	... ainda dependem de uma avaliação custo/benefício, mas acho que ela é uma tecnologia promissora para utilização no Brasil. O Brasil e os EUA, tem perfil, disposição e podem, sim, se tornar referências também nesta área de BECCS, embora dependa de vários fatores...	Futuro promissor, para ambos os países, mas dependem de vários fatores (1).
E2	As perspectivas são muito positivas, pois há estudos de geológicos para mapeamento de locais e reservatórios propícios, e estudos para melhoramentos sendo que muitas das usinas que produzem etanol já se interessam por BECCS. Já há uma usina que utiliza BECCS com uma técnica inovadora FS, um exemplo a seguir.	Perspetivas positivas. Brasil referência para o mundo (1).
E3	BECCS no Brasil está ainda em uma fase embrionária. mas há possibilidades de se tornar uma realidade num prazo de 5 a 10 anos.	Possibilidade de se tornar realidade em um futuro próximo (1)
E4	I think the future is positive. BECCS is a very promising pathway to carbon capture and storage. It's been proven and demonstrated through the projects in Illinois... And I think they serve as a model for other countries and communities. other projects around the United States to deploy bioenergy CCS, proven safe viable technology.	Futuro promissor. EUA referência mundial (2)
E5	, ...a gente tem várias usinas de etanol é, próximas a...a...a... reservatórios depletados, ... sem um incentivo claro fica muito difícil prevê... , é eu acho que tem muita possibilidade. ...,	Futuro promissor, mas depende de incentivos e do mercado (1).
E6	. mas eu vejo a indústria e o interesse muito grande na produção de combustíveis, ..., a utilização de CO2 vai competir de alguma forma com o Armazenamento...eu vejo hoje um receio de investimento, muito grande, na infraestrutura, no transporte e armazenamento. ...	Receio de investimento. Competição com os combustíveis fósseis. Futuro incerto, depende de vários fatores (3)
E7	... a partir de 2030 os projetos devem destravar mais, e isto depende, basicamente, de um fator que é incontrolável, que é a regulação. A tendência é o desenvolvimento de BECCS no Brasil. É, assim como a gente tem muito espaço para armazenamento e tem a expertise da indústria do petróleo que pode se converter como mão de obra no armazenamento de CO2. Acho que a combinação destas duas coisas pode colocar o Brasil num lugar de destaque pra produção de BECCS no mundo.,	Futuro promissor, mas depende de regulação Brasil como referência para o mundo (1).
E8	No caso do BECCS, se você tiver um mercado de venda de Carbono bem estabelecido no país aí você pode, fácil de viabilizar, porque a empresa teria, poderia vender esse crédito no mercado, né. Mas, isso ainda tá insipiente né, mesmo globalmente.	Futuro incerto globalmente, fatores impeditivos (3)
E9	Parece um setor muito promissor ... Então, eu acho que até o momento, nada aconteceu no Brasil, mas é um potencial, mas um potencial muito promissor.	Futuro promissor, depende de alguns fatores. Brasil como referência mundial (1).

	o Brasil tem muita possibilidade de se destacar, ter uma posição destacada na transição energética, nós temos já, setores de produção de energia muito desenvolvido, e temos um potencial de expansão está dentre um dos maiores do mundo. Então, nós podemos nos tornar o centro de produção de energia limpa e de produtos baseado nesta energia limpa, etc. e inclusive na área da bioeconomia como a Sr ^a . disse e biocombustíveis, né e todo o resto.	
E10	... nos EUA tem projetos enormes. No Brasil, a gente tem projetos individuais ... é um projeto verticalizado, ... este é um projeto que dando certo ele vai acabar sendo uma vitrine para as outras indústrias, as outras empresas também do setor.	Setor promissor, para ambos, depende de alguns fatores BR e USA (1)
E11	In the US, we are a kind of a leading edge of developing ah CCS as a comercial technology. ... I feel like we are well advance world around in carbon sequestration and geologic storage facilities, right. ... I think that our history, model and leadership I think is na exemple for the rest of the world	Futuro promissor, referência para o mundo EUA (2).
E12	Então, a tendência é se uma empresa fez, você vai conseguir alavancar o setor. A tendência é que daqui alguns anos, de facto, seja efetivo, a questão de Captura no País (Brasil) A tendência americana é seguir, né... na economia americana a energia renovável já está em vários Estados. Os americanos têm já várias ações pra BECCS né, então, a tendência é continuar...(EUA)	Futuro promissor, realidade em um futuro próximo para Brasil (1) Futuro promissor para os EUA (2)
E13	No caso do Brasil, a indústria de etanol também está observando esta oportunidade... já existe um projeto de BECCS nesta indústria que está bastante avançado, mas fora esse... eu não tenho a certeza se entre a indústria de cana-de-açúcar existe esta mesma perspectiva de usar BECCS no futuro. Nos EUA a gente vê que a indústria está se articulando para adotar BECCS, já existe projetos de BECCS em funcionamento e existem vários projetos. Eu acredito que os Estados Unidos têm mais chance de ser essa referência pela quantidade de recursos que ele consegue investir nisso.	Futuro promissor para os EUA referência mundial, (2), futuro incerto para o Brasil (3).
E14	Thats why i like BECCS a lot, but its along road, too far away... at lest in the United States because of competitive reasons.	Futuro incerto muitos fatores impeditivos US (3)
E15	I think is a piece of the puzzle ... will certainly be a major component in that, so there is a lot of potential for diferente avenues.	Futuro promissor (2)
E16	...but i do now that there are efforts to pull ...in the United States. In some sense it can be used as a reference but it depends on how quickly is the internet ... is gona be slowly , but in most counties will be private industry that will make this industry...this effort to look forward.	Perspetivas futuras positivas, mas dependem de alguns fatores. EUA como referência (1)
E17	I suspect that the new administration will not subsidise Carbon Capture and Storage, hum we ´ll see.	Futuro incerto depende do governo para EUA (3)
E18	..., claro com O Inflation Reduction Act (IRA) aqui nos EUA você tem dinheiro para captura em qualquer cadeia de valor. onde você poderia mobilizar uma tecnologia, um	Futuro promissor depende de alguns fatores

	financiamento privado assim, junto com o público É um negócio de ...mestrado de administração empresarial aqui nos Estados Unidos, sempre está querendo exprimir mais valor dessas atividades. ... Agora você tem é,... um tal de Plataforma de Investimento de Transformação Ecológica administrado pelo BNDES, criado pelo Ministério da Fazenda, ... aí é possível que uma empresa vai licitar um projeto nesse ramo de Captura de Carbono na cadeia de biocombustíveis.	(financiamento) para ambos (1).
E19	I think that will take place in the United States in the near future. There is already carbon being transported and storing underground, in the Unites States. I hink we will be a model for the world in a very near future.	Futuro promissor, referência para o mundo EUA um futuro próximo (2).

Variáveis:

(1) Futuro promissor, mas dependem de alguns fatores,

Referência para o mundo ambos os países.

2) Futuro promissor. Experiência comprovada, EUA referência para o mundo

3) Futuro incerto muitos fatores impeditivos para ambos os países.

Var./E	Var 1		Var 2		Var 3		Total	
	BR	USA	BR	USA	BR	USA	BR	USA
E1	x	x						
E2	x							
E3	x			x				
E4								
E5	x							
E6					x			
E7	x							
E8					x			
E9	x							
E10	x	x						
E11				x				
E12	x			x				
E13				x	x			
E14						x		
E15				x				
E16		x						
E17						x		
E18	x	x						
E19				x				
TOTAL	9	4	0	6	3	2	12	12
%	75%	33,3%	0%	50%	25%	16,7%	100%	100%

Variáveis	Brasil	EUA
1 - Futuro promissor, mas dependem de alguns fatores, Referência para o mundo ambos os países.	9	4
2 - Futuro promissor. EUA referência para o mundo	0	6
3 - Futuro incerto muitos fatores impeditivos	3	2
Total de respostas	12	12

Quadro 4: Impedimentos de BECCS

Entrevistados	Respostas	Inferências
E1	Falta de financiamento e a falta de regulação específica nacional.	Financiamento e regulação
E2	A maior dificuldade é a legislação. Não há uma legislação específica que regule a implementação de BECCS no Brasil.	Legislação (Regulamentação)
E3	Preço do carbono (principal. entrave) não há taxas de retorno. tecnologia cara, mercado incerto. Há falta de política pública que regule CCS.	1 -Preço do Carbono (Mercado) 2 – Custo de implementação 3- Regulamentação (Políticas públicas).
E4	I think it comes more to do you have a source and a storage location that are close together or far apart ...so the transportation piece is very challenging in the United States right now, because if you're doing onshore and right now almost everything in the United States is onshore,..., you'd need pipelines, and pipelines are controversial. When it comes to offshore, then we don't have the regulations in place yet that govern offshore storage. is not mapping, is not the same pace at which permitting is happening.	1-Transporte para o local de armazenamento. 2-Regulação para armazenamento offshore 3-construção de gasodutos
E5	... então, isso que é a incerteza de dados, de não ter tanta informação disponível sísmicas, a gente teve que gastar mais tempo em outros estudos ... Então, agente competiu com a própria indústria do óleo e gás, ... como o mercado vai, se vai ter um mercado de carbono, se não vai ter... outra coisa regulamentação, é a falta de certeza e de confiança jurídica... falta credibilidade, credibilidade como vai ser remunerado...	1-Falta de informação, estudos da tecnologia 2-Competição com a indústria de petróleo. 3-Mercado de Carbono. 4-Falta de credibilidade na tecnologia.
E6	..., é uma indústria muito dependente das políticas públicas, e isso precisa, realmente estar muito alinhado, né o governo de ocasião, precisa estar imbuído no desenvolvimento dessa solução, ainda mais que se trata de infraestrutura como no caso de BECCS	1-Políticas públicas
E7	Só regulação, no momento.	Regulação
E8	... muitos debates. foi discutido a questão da regulação ... Os projetos que tem sucesso, ou são projetos relacionados de EOR ou são projetos que o governo de fato colocou subsídio ali. São projetos de custos muito altos, eu de fato tenho minha dúvida se a sociedade quer pagar por isso... No caso do BECCS, se você tiver um mercado de venda de Carbono bem estabelecido no país aí você pode fácil de viabilizar. Também tem uma questão ambiental também...Não é trivial, porque quando você vai <i>onshore</i> , você vai injetar aquele CO2, você não pode contaminar aquífero de água potável...	1-Regulação 2-Mercado 3- Incentivos fiscais 4- Custos de implementação. 5- Questão ambiental 6-Ttransporte
E9	Até o momento, foi um raciocínio de mercado. ... É mais, eu acho que essa etapa, o destino a dar a isso depois vai ser um cálculo econômico, mas eles falaram mais de demanda-	1-Mercado 2 -Custos de produção
E10	Bom, o primeiro é regulação, né, Então, essa é a principal demanda da indústria, ter regulação, ... O outro é...é o mercado de Carbono, como eu já tinha comentado antes, são os dois	1-Regulação 2-Mercado Carbono 3-Financiamento

	principais dificultadores. Um outro ponto que é financiamento, também, ter disponibilidade de financiamento, ...	
E11	So, federal law, state law and local law.....When we start your project, we were anticipating ... Today,....the process is getting to slow,	1-anarquia na regulação geral.
E12	... mas a questão principal é o marco regulatório, como é que vai funcionar esta questão.	1-Regulação
E13	A principal é custo, né, tem um custo alto, ... enquanto a gente não tiver um mercado de Carbono bem estabelecido, um preço de Carbono é...claro, um sinalizador para estas indústrias ou um posto de Carbono vai ser difícil o BECCS se desenvolver porque ele é caro, é um investimento caro..	1-custo de produção 3-Mercado de carbono (ambos, os países)
E14	And then if you gonna make Carbon Capture and Storage to make a BECCS plants, there needs more money, so once again unless the financing is there ... unless there is a financial ... converting a biomass ... is very expensive, complex process ... I think the big deal is building the infrastructure, around the pipeline is the major one, ..., and is not just CO2 pipelines, is permissions license.	1-Custos de produção 2-Financiamento 3- Construção dos gasodutos 4- Legislação /regulação
E15	Just like to CCS and any other technology is economics, incentives and economics...because the technology is there, ah you know, the monitoring, the implementation technology is there, but its, you know, the money.	1-Incentivos 2-Custos de produção
E16	Well, partly is because it is brain new and everything new takes time to develop, but there are concerns addressed ... I think the process is not understood for many of the public, and even some scientist too, if not agriculture scientist or energy engineering.	Falta de credibilidade na tecnologia.
E17	Market. And let the market decide, and we will see a lot of renewable coming in.	Mercado de Carbono
E18	Bem, nos Estados Unidos a gente já tem muitos termos e tecnologia mais na área de petróleo. A gente tem uma vantagem comparativa na área de Captura de Carbono, e tem termos que tem essas vantagens competitivas, né Sem subsídio, sem financiamento público do Governo Federal, dificilmente, essas empresas vão dedicar mais tempo, mais recursos humanos, mais capital na área de Captura de Carbono na cadeia de valor dos biocombustíveis. No Brasil, agora com aquela lei do Combustível do Futuro tem a regulamentação do mercado de Carbono. É limitado, ... mas, esse é o primeiro passo.	1-Falta de financiamento 2- Mercado de Carbono 3- Competição com combustíveis fósseis.
E19	I would say misinformation is number one, people don't understand ..., Eminent domain is an issue; not everyone wants pipeline going through their property, And then there is political motivation that we need to overcome.	1-Desinformação da sociedade 2-construção dos gasodutos 3- Desinteresse político

Variáveis:

- 1- Falta de financiamento
- 2- Regulação específica
- 3- Legislação (Regulamentação)
- 4 - Preço do Carbono
- 5 – Políticas Públicas (regulamentação)

- 6 - Transporte para o local de armazenamento.
- 7 -Regulação para armazenamento offshore
- 8- Construção de gasodutos
- 9 - Falta de informação, estudos da tecnologia
- 10- Competição com a indústria de petróleo.
- 11- Mercado de Carbono.
- 12- Falta de credibilidade na tecnologia
- 13 - Incentivos fiscais
- 14- Custos de produção
- 15- Questão ambiental
- 16 -Desinformação da sociedade
- 17- Desinteresse político

Quadro 5: Políticas

Entrevistado	Respostas	Inferência
E1	Xxxx	Não respondeu
E2	Há falta de políticas de incentivo. É necessário criar mais incentivos.	Políticas de incentivo
E3	Políticas públicas para facilitar o mercado internacional, para permitir a exportação de etanol, e a aplicação de uma combinação de políticas e abordagens de incentivo (políticas mistas) para que não se dependa da fixação do preço do carbono.	1 -Políticas públicas (mercado internacional) 2 – Política mista
E4	Tax, a carbon tax. Some people would tell, we don't, we do not have a carbon tax. Some entities would say we need to have it.	Taxa de Carbono
E5	... uma política de redução de emissão.	Redução de emissão
E6	... uma política que olhe diretamente a redução de emissões na cadeia, eu acho que é o caminho correto. ... eu acho que as políticas como RenovaBio e como mercado de Carbono que aceitem, que reconheçam a tecnologia BECCS, né, eu acho que é uma forma adequada. ... regulamentar a tecnologia de forma adequada, ..., e definir bem títulos de propriedade sobre Carbono evitado, reduzido..., fomentar esta integração entre grupos empresariais e usinas diferentes.	1-Política de redução de emissões. 2-Políticas de incentivo 3-Mercado de Carbono 4-Regulamentação 5-Definir títulos de propriedade sobre Carbono evitado
E7	... eu acho que um instrumento que seria muito importante, seria um subsídio de financiamento público, é uma coisa que ... Isto seria uma política importante pra destravar os primeiros projetos. O Segundo, acho que o incentivo fiscal direto para votos de descarbonização.... A terceira política que ainda não existe e que a gente está se esforçando para que ela seja aprovada, é a criação do ETS brasileiro né, o mercado regulado de Carbono...	1- Subsídio de financiamento público (BNDES) 2 – Incentivos fiscal diretos 3 – Criação do ETS brasileiro (mercado de carbono)
E8	O Brasil precisa primeiro ter regulação, regulação e regulamentação dessa regulação. Acho que isso precisa haver um debate, de governo com relação a incentivo E, outra coisa que é importante é regular essa parte do mercado, crédito de carbono.	1-Regulação e regulamentação 2 – Políticas de incentivo 3- Mercado, 4 - Crédito de Carbono.

E9	o Brasil está estruturando um mercado interno de Carbono por exemplo, né. Isto poderia ser vir uma fonte de renda pra empresa, esse Sequestro de Carbono produziria créditos, e inclusive, nesse caso, é uma coisa com muita precisão né científica, eu acho que poderia ser um tipo de certificado transacionável, inclusive internacionalmente, né sob o artigo 6º do acordo de Paris	1 - Mercado, 2 - Crédito de Carbono
E10	Então, o que se pode ser feito aqui, não é o incentivo fiscal que viabiliza o projeto como está sendo feito com os EUA, mas é concessão de financiamento, e é isenção fiscal para os projetos. ... Essa é a principal, tem umas questões básicas também como operador ter 100% de certeza que o crédito de carbono vai ser dele ... e desenvolver a regulação. ... projeto de lei do mercado de carbono.	1-Concessão de financiamento 2-Isenção fiscal 3-Crédito de Carbono 4-Regulação 5 - Mercado de Carbono
E11	A very well contruted pahlsies, programs, research to adance the technology, So, finding a balace and clarify who has the authority to regulations, in local authority, state authority and federal authority, In the US we have the iminente domain that is the right to cross somone property, if they denied So, I think a clear policy around, if CO2 pipeline is in public interest or is not public interest will provide a clear on that issue wicha policy on that issue will ...help CCS technology.	1-Políticas de campanhas, programas e pesquisas. 2-Equilíbrio e consenso na regulação 3 - Política para regulamentar a construção de gasodutos.
E12	Eu acho que é incentivos fiscais mesmo pro setor, incentivos para as empresas começarem a pesquisar, implementar projetos ... então é, o fiscal seria o principal.	Incentivos fiscais
E13	De forma geral são duas grandes políticas que precisam existir. Uma política que pague o prêmio pelo Carbono sequestrado, aí o mercado de carbono ou impostos ao carbono, são as políticas que tendem a levar nessa direção Seja na foram de imposto, seja na forma <i>cape and trade</i> , seja de que forma for ...	1-Política para o Mercado de Carbono 2-Imposto de Carbono. 3 - cap anda trade
E14	...some sort of legislation like green lights you permitting of these projects, it takes into account of.a public good ... people have been talking of Carbon tax a very long long time puttin their Carbon tax. ... is trading system, trading system is like a Carbon tax, looks a little diferent, but ... they set a price on Carbon.....to me that's the way to do it.. Carbon price is very eficiente. A mixed policy.	1- Taxa de Carbono 2 -Mercado de Carbono 3 -Legislação 4 -Política mista
E15	So, I ill say strong state support	Forte suporte estatal
E16	The policy again is a carbon tax...that's a policy.	Taxa de Carbono
E17	you gona make fossiil fuels pay, that's , thats , thats what we need to do.	Taxa de Carbono
E18	... financiamento pelo BNDES, incentivos fiscais, é uma coisa que vai atrair os investidores.	1-Financiamento 2-Incentivos fiscais
E19	To limit the barries to new markets, ... We need still proper modelling to ethanol, the carbon modelling around ethanol is stil flod in most cases, we need to fix that... Ah!...In the United States we need real implemented to flex fuel vehicle development ... I think we need to start eliminating aromatics from the fuel supply. ... So, wherever policy we can create, to create a level plan fluel to let people choose what fuel to put in their gastank.	1-Limitar as barreiras do mercado 2- Regulamentação 3 - Implementar veículos flex fuel 4- Criar um plano igualitário para uso dos combustíveis

Variáveis:

- 1-Políticas de incentivo
- 2 - Políticas públicas (Mercado de Carbono)
- 3 - Taxa de Carbono (imposto)
- 4 - Política de redução de emissão
- 5- Regulamentação
- 6 - Definir títulos de propriedade sobre carbono evitado (crédito de carbono)
- 7- Subsídio de financiamento público
- 8 - Isenção fiscal
- 9 – Regulação
- 10-Políticas de campanhas, programas e pesquisas
- 11- Equilíbrio e consenso na regulação (regulação federal)
- 12 – Política para regulamentar a construção de gasodutos (bem público)
- 13 – Legislação que regulamente a Captura de Carbono como um bem público
- 14 - Limitar as barreiras do mercado (USA)
- 15 - Implementar veículos flex fuel (USA)
- 16 - Criar um plano igualitário para uso dos combustíveis (USA)
- 17 – Uma Política mista (USA)
- 18 – Sistema *Cap and trade*
- 19 – Fomento de parcerias entre empresas e usinas.

	Respostas	Inferências
E1	Brasil já faz investimentos há décadas em várias áreas. ... iniciativas brasileiras em energia em geral e você verá que há várias áreas diferentes em que o Brasil avança nessa é ... nessa área de ...de, né de energia renovável.	investimento em várias tecnologias renováveis (1)
E2	Desafio importante será o desenvolvimento e utilização de hidrogênio...será substituir o diesel pelo uso de hidrogênio.	Desenvolvimento e utilização de hidrogênio (3)
E3	Continuará a investir na bioenergia, Estratégias: A exportação do etanol anidro para a Europa Modernização das tecnologias, inovação, digitalização, (indústria 4,0)? Cepa de levedura – caminho que está em evolução (parcerias). Trabalho de conscientização da sociedade. Otimizar os produtos 2024/2025. Otimização da mão de obra, parceria com uma produtora de fermento (jazbell)	Otimização dos recursos e parcerias (2) Conscientização da sociedade (5)
E4	, ... I think the investment that's being made from the federal government to incentivize and support decarbonized or carbon that's is critical. ... the continuation of tax credit is important. And, you know, and a willingness from the public and from stakeholders to say that,...	Continuação dos incentivos e apoios do governo. Vontade e conscientização do público e das partes interessadas. (3) e (5)
E5	a gente tem a intenção da expansão em outros três locais aqui no Mato Grosso, então a produção seria também aumentada em função destas localidades que precisassem de intervenção para cumprir as plantas. então em localidades que não pra fazer BECCS, fazer CCUS...	Investir em BECCS e CCUS (6)
E6	Otimizar essa..., as nossas bacias geológicas, os transportes de CO2, otimizar esta infraestrutura, otimizar o uso de nossos recursos limitados, como é a nossa capacidade de armazenamento...otimizar, parcerias...	Investir em otimizar os recursos e parcerias (2).
E7	Eu acho que o Brasil, no estado fiscal em que se encontra, os investimentos vão vir muito mais do exterior, ou de mecanismos de incentivos como o mercado de Carbono.	Investimentos do exterior (7) ou políticas de incentivo (3).
E8	...um grande conjunto aí de ações, que a gente tá fazendo pra...pra de fato reduzir a pegada de Carbono.	várias ações para a descarbonização. (1)
E9	dois setores que estão crescendo rapidamente são setores de geração elétrica fotovoltaica e a eólica. ... Na área de bioenergia o potencial é muito grande ainda. Bastaria aprimorar técnicas e aumentar a densidade. A demanda para combustíveis de aviação e de navegação.	Geração elétrica fotovoltaica, combustíveis de aviação e navegação (1)
E10	O Governo acabou de aprovar a lei do Hidrogênio. Nessa lei do Hidrogênio, ela prevê uma quantidade bem grande de incentivos fiscais também, de isenções... é o que o governo pode fazer, além de priorizar, É..., acho que o que pode ser feito, tá sendo feito, e eles estão sinalizando em relação a BECCS, um empenho, uma boa vontade muito grande em relação a regulação, que é uma coisa importante. ... tem sido discutido também, além do BECCS, o uso de CO2 <i>double bass</i> para fazer os <i>Ecombustíveis</i> , os combustíveis sintéticos, é... do CO2 feito da biomassa.	Continuar as ações que estão sendo feitas; priorizar incentivos fiscais para desenvolvimento de BECCS e outros combustíveis renováveis (3).

E11	How we figure out a legal and regulatory instructions here in the US is the next importante step....	investir em legalizações e regulações (3)
E12	o Brasil caminha pra manter o seu status de País produtor de biocombustíveis e de energias renováveis. O Brasil é um país de energia renováveis. é essa pauta de meio ambiente ela sempre anda bem no nosso Congresso, né.....porque envolve agronegócio, e o agronegócio faz parte do Congresso brasileiro, né. Então, eu vejo o futuro assim, de crescimento da renováveis no País...envolve agronegócio...e faz parte da economia do País...	investimento em biocombustíveis e outras tecnologias renováveis (1)
E13	Então, pra mim, as políticas públicas que conseguem trazer pra sociedade uma transição energética tem que estar associada a precificar o carbono. ... Na minha opinião, a transição energética depende desse tipo políticas de precificação, e quanto mais ampla e abrangente, melhor ...	Investir em políticas públicas de precificação de Carbono (3)
E14	We have a new administration coming in ...I think is pretty clear we not gona hear any new regulations comig in for climate.	(4) nada será feito
E15	I think we really have to be flexible, I think, you know, diversifing our energy portofolio, so to speak, ..., BECCS will certainly be a major component in that, speciall as we ...as we tried to lower the Carbon intensity to those diferente types of energy...	investimento em várias/outras tecnologias renováveis (1)
E16	Well, have a carbon tax	(3)
E17	...I will call it investment to polluters pay. Put a price on Carbon, put a price on every unit of fóssil carbon via natural gas, coal or oil.	(3)
E-18	O primeiro enfoque para mim seria diminuir e acabar com o uso de carvão para geração de eletricidade. Para fazer isso, seria bom investir num sistema da América do Norte de transmissão de eletricidade. Um sistema regional (Canadá, México e EUA) com mais linhas de transmissão, ampliando a geração de eletricidade como solar. Eólica.	(2)
E-19	... number one is , ah pipelines, and Carbon Capture and Storage., we will be investing pretty heavily on that type of technology. ... we can develop new technologies , or sustainable aviation fuels, and for to ethanol to plastic and all this types of thing, we need to collaborate with those group who are developing those new technologies.	(2) e (6)

Quadro 6: Investimentos para transição energética

Variáveis:

- 1) investimento em biocombustíveis e várias/outras tecnologias renováveis
- 2) Investir em otimizar os recursos e parcerias
- 3) investir em políticas, pesquisas, R & D
- 4) nada será feito
- 5) Conscientização da sociedade
- 6) investir em BECCS e BECCUS
- 7) investimentos financeiros do exterior

Estatística

Var./E	V 1		V 2		V3		V 4		V5		V6		V7		Total	
	BR	US	BR	US	BR	US	BR	US	BR	US	BR	US	BR	US	BR	US
E1	X															
E2					X											
E3			X						X							
E4						X				X						
E5											X					
E6			X													
E7					X								X			
E8	X															
E9	X															
E10					X											
E11						X										
E12	X															
E13					X											
E14								X								
E15		X														
E16						X										
E17						X										
E18				X												
E19				X								X				
TOTAL	4	1	2	2	4	4	0	1	1	1	1	1	1	0	13	10
%	31%	10%	15%	20%	31%	40%	0%	10%	7,7%	10%	7,7%	10%	7,7%	0%	100%	100%

Quadro 7 – Protocolos

Entrevistados	Respostas	
E1	... a partir dessa aliança global em termos de biocombustíveis, o diálogo entre Brasil e Estados Unidos e outros países, como Índia, pode também, é...aumentar, e pode ser assinado um protocolo de cooperação.	Brasil, EUA, Índia. Outros países.
E2	Brasil tem protocolos com vários países, ultimamente assinou protocolos em biocombustíveis com EUA e Índia	Brasil, EUA, Índia. Vários países.
E3	Parcerias entre Brasil, EUA e Índia. EUA como parceiro estratégico. Brasil tem também boas relações com a Europa.	Brasil, EUA, Índia e UE
E4	... the U.S. Department of Energy has many, many bilateral agreements with various countries. There's a longstanding U.S. Norway bilateral, there's a U.S.-India bilateral. there's probably one for Brazil.	Noruega, Índia, Brasil, Muitos outros
E5	Hoje a gente usa muito a tecnologia americana. Os EUA está muito a frente... Acho que com os EUA, o Brasil poderia ter bastante convergência	EUA
E6	Acho que seria EUA como principal em termos de cooperação tecnológica, mas Europa, de forma geral, países que tem esse interesse, né, a Noruega, liderando, o Reino Unido liderando, acho que seriam países, também com interesse.	EUA, Europa, Noruega, Reino Unido
E7	Acho que com os Estados Unidos é sempre possível, por conta das expertises comuns... talvez com países como o Japão, porque internamente eles têm pouco espaço para se descarbonizar, ... mas depois que sair a política de <i>Removals</i> da União Europeia, que ela tiver bem desenhada...	EUA, Japão, UE
E8	Eu vou ser sincero, nesta parte aí... me falta um pouco de background.	Não sei
E9	O Brasil é muito coringa, nós nos damos muito bem com os Estados Unidos , nos damos muito bem com todos os países da União Europeia , nos damos bem com a China , com o Japão , acho que todos seriam potenciais demandantes disso.	EUA Europa China Japão Outros países
E10	Tem protocolos especialmente com os EUA, é...não me lembro se tem com algum país da Europa também.	EUA e Europa
E11	Certainly, Brazil, Europe, and Japan	Brasil, Europa e Japão
E12	Estados Unidos mesmo seria um país parceiro pra essa tecnologia...essa cooperação, essa troca de tecnologias, talvez seja mais fácil entre as empresas em si.	EUA, Empresas
E13	Eu acho que Brasil e EUA deveriam assinar protocolos, é ... com certeza um protocolo com a União Europeia seira muito importante, ... E aí tem outro <i>player</i> , dois <i>players</i> no mundo ..., que são as cartas coringas do baralho, (risada) a China e a Índia, que tem dinâmicas bem diferentes do resto do mundo ...	Brasil, EUA, EU, China e Índia
E14	they transported biomas from the US to Europe ... the question is to monetize the negative emissions...	Europa

E15	I can certainly see interaction to Canada, to South America in general, and we even seen some biomass transfer to Europe . And then of course, developing countries become more developed also for the global market as well.	Canadá, América do Sul, Europa Países em desenvolvimento.
E16	... they have been working with some industries in the United Kingdom, and I am sure is somethings going on in Europe of course is advance in these área , as in Brazil, ah.. There are accord with diversity of countries ,..., and in South America, and in Asia, ...	Reino Unido Europa Brasil, América do Sul Ásia
E17	... at the recent report that just finish; 15 years of cooperation and 20 countries working together on the topics including BECCS and we are cooperating in many different ways, in financing , in technology sharing.	Vários países
E18	Nem vejo Lula e Trump se encontrando nos próximos dois anos. É possível, mas a possibilidade é mínima. ... Brasil tem que focar na Europa e China.	Brasil, Europa e China
E19	Well, I think that Canada has policies where they are looking for higher blends and more ethanol, so obvious Canada is going to be one. Ah, Japan is looking for low Carbon, ... it's hard to say specific with country because we are approaching all of them, including all countries in Europe.	Canadá, Japão, Europa Vários países

Protocolos Brasil –

Aliança - Brasil, EUA, Índia

Vários países

Europa

Estados Unidos

Noruega,

Reino Unido

Japão

China

Índia

Protocolos Estados Unidos -

Noruega,

Aliança – USA, Índia, Brazil,

Muitos outros

Brasil

Europa

Japão

Canadá,

América do Sul

Países em desenvolvimento

Reino Unido

Ásia

China

Quadro 8: Aceitação da Sociedade

Entrevistados	Respostas	Inferências
E1	XXXX	
E2	Com relação a aceitação da sociedade brasileira não é uma dificuldade. A população não tem conhecimento da existência desta tecnologia, não há informação, e portanto, a sociedade não se manifesta.	A sociedade não é um impedimento (1)
E3	Ainda tem muito negacionismo, falta de consciência ambiental. Há uma certa relutância por parte da sociedade em utilizar etanol ao invés da gasolina, receio da mudança. não há informação... Para a sociedade brasileira a questão ambiental não é uma prioridade. Mas, não chega a atrapalhar o mercado.	Há muito negacionismo, mas a sociedade não chega a ser um impedimento (2)
E4	: I think it's very mixed. I think there are some people who think it's, you know, a good idea. I think there are some people who are very afraid. I think being driven not so much from the activity itself, but that there's an association that this means the continued use of fossil fuels, right? ... you still have people who are, you know, not happy about pipelines,... There's a very significant landowner component to this discussion because the landowner's perspective is particularly unique.	A sociedade está dividida; uns a favor e outros contra (3)
E5	... para evitar protestos, ... , a gente tem que conversar com a comunidade local, né, pra entender, perceber que problemas a gente pode gerir, pode trazer com o projeto. Muitas vezes com o entendimento do projeto, né, o que acontece, a desinformação, né. Pera aí, pode explodir,. ... antes da gente começar a construir, a gente verificou que havia muita desinformação não só da comunidade interna, mas de maneira geral ... mas a desinformação pode trazer várias questões, de segurança, com relação a permanência do gás, ... ah mas se tiver vazamento...	Há muita desinformação. A sociedade pode ser um entrave (4)
E6	Nos Estados Unidos, a gente tá vendo, ... que é muito difícil aprovar projetos de gasodutos de CO2. ... Então, acho que há muita incerteza ainda, mas o caso dos Estados Unidos serve de alerta, apesar de ser totalmente diferente, né ... aqui pode ser uma coisa imposta, de cima pra baixo, talvez com mais facilidade do que no caso dos Estados Unidos, mas é um ponto de atenção de fato, principalmente pra infraestrutura de transporte e armazenamento, mas pro lado da bioenergia não vejo muito problema não. ... eu não vejo a sociedade entendendo dessa forma e se colocando de forma a opor a expansão dos biocombustíveis no Brasil.	A sociedade é um entrave para BECCS, mas não é para os biocombustíveis (5) para os Estados Unidos e (4) para o Brasil
E7	A sociedade ainda não conhece o problema. Então, não dá pra dizer que, hoje, a sociedade tem algum tipo de, é ... de desconfiança, mas isso é uma questão de tempo... vai ter algum entrave da sociedade e aí vai depender muito da comunicação de CCS nesse começo. ... Acho que é uma questão que demanda cuidado, e se ele não for uma questão levada com muita cautela, ela pode ser sim, um entrave.	Há muita desinformação. A sociedade pode ser um entrave (4)

E8	É, a sociedade e parece que globalmente, não está disposta a pagar este custo adicional, para estocar carbono, tá.	(5)
E9	XXXX	
E10	... até hoje não ouvi assim, nenhum impedimento, nenhuma objeção mais forte, às vezes já ouvi repercussões de posições negativas que vem de fora, na maioria das vezes são pouco fundamentadas na minha opinião.	(2)
E11	In one of the perspective we have those who, you know accept completly these technologies, ... but we also have a segment of society, that they are very conservative, the just don't believe in climate change theory and they don't think it makes sense to reduce carbon emissions, right? And then you have a third group That are oposed to these technologies purely because they are opposed to the combustion engine to continue used the liquid fuels.	(3)
E12	... não é um tema que é debate geral no país, é um tema muito específico, muito específico mesmo. ... Então, não vejo que vai ser um tema debatido na via publica, mas vai ser um tema debatido no Congresso-	(1)
E13	... esse também é um potencial entrave do desenvolvimento dessa indústria, tá.O público não tem uma noção muito clara que significa a captura e sequestro de carbono, e a opinião publica é muito importante. ... E aí, para sociedade mais informada do ponto de vista ambiental existe quem é bastante reticente com esta tecnologia pelo fato de ela...você não está descarbonizando o mundo, você continua queimando combustível fóssil, só que vai dar um destino diferente para o CO2.	(4)
E14	Society in a short term that's not gona be a problem, i think this catches on in a future, thats goes bigger. ... The other one is the infrastructure, you gona need pipelines and storage sites, .. ah in the United States ...they a triyng to do a pipeline, that has done a lot of problems, that's basically the objections to a pipeline, farmers don't want it run under their land.	(5)
E15	..., we are seeing a growing concern about, you know CO2 storage from landowners,	(5)
E16	Well, ...when a facility production goes in, generally, the people a happy to have jobs, a happy to have their products use, but there are some organizations that storve the pot instead and go stricke rise concerns, and so, its a bit challanged adress all those concerns.	(3)
E17	The majoraty of american don't care.ah.. From where its come, they dont really care if its from oil, coal or natural, the majoraty of americans is....how we gona say... are semi pretty distracted with others things of their lifes, and they don't pay enough attention to the politics, or policies or these energy. So, social acceptance, I think, is not gona be a problem, when people dont feel negative impact in their personal life.	(1)
E18	Antes de Bolsonaro, ..., a maioria dos brasileiros tinham vontade de pagar um pouquinho mais para salvar o planeta, e uma grande maioria a favor dos biocombustíveis. Agora, com esse movimento de Bolsonaro, ..., eu acho que o apoio caiu. Mas, eu acho que ainda, existe uma plena maioria a favor destes programas de biocombustíveis, e políticas de programas de apoio de captura de carbono, ou seja, outros programas. Agora, nos Estados Unidos é diferente	(2) para o Brasil e (3) para os EUA

E19	... I think there is some fear of safety, ham...there is a... you know, anytime someone says pipeline, you get people just saying "No pipelines". They just, you know just, no reality they dont want pipelines.	(5)
------------	--	-----

Variáveis de Inferências:

- 1 – A sociedade não é um impedimento. Não se manifesta.
- 2 – Há muito negacionismo, mas a sociedade não chega a ser um impedimento.
- 3 – A sociedade está dividida; uns a favor e outros contra
- 4- A sociedade não tem conhecimento, poderá ser um entrave com o tempo.
- 5- A sociedade é um entrave para BECCS, mas não é para os biocombustíveis.

Estatística

V / E	V1		V2		V3		V4		V 5		Total	
	BR	US	BR	US	BR	US	BR	US	BR	US	BR	US
E1												
E2	X											
E3			X									
E4						X						
E5							X					
E6							X		X			
E7							X					
E8									X			
E9												
E10			X									
E11						X						
E12	X											
E13								X				
E14										X		
E15										X		
E16						X						
E17		X										
E18			X			X						
E19										X		
TOTAL	2	1	3	0	0	4	3	1	2	3	10	9
%	22%	11%	33%	0%	0%	44%	33%	22%	22%	33%	100%	100%

ANEXO IV

MATRIZ ESTUTURAL BRASIL

MATRIX STRUTURAL ESTADOS UNIDOS

QUADRO – Análise Estrutural – Brasil – VARIÁVEIS

V / V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	1e	2e	3e	4e	5e	6e	7e	8e	9e	10e	11e	12e	13e	14e	15e	16e	poder de influencia	
1		3	1	3	1	3	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	1	0	3	0	2	2	2	0	3	0	2	2	0	1	0	1	0	37	
2	2		0	2	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	2	0	3	1	1	2	0	2	0	2	2	1	1	0	1	0	34		
3	0	0		2	2	2	1	3	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	1	0	22		
4	1	2	2		2	1	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	3	0	2	2	0	1	0	27
5	0	1	1	1	1		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	12	
6	2	2	0	1	0		2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	19	
7	2	2	1	2	1	1		0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	1	0	0	1	0	0	28	
8	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
9	2	1	1	2	1	0	0	0		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	1	2	1	1	26	
10	1	2	1	2	1	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	2	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	2	0	2	0	31	
11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12		
21	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0		0	0	1	1	1	0	2	0	1	2	2	1	0	1	1	2	1	2	2	1	0	2	2	1	2	2	57		
22	1	0	2	1	0	2	0	0	0	0	0	2		0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	1	1	1	1	0	2	1	0	3	2	0	1	1	0	1	0	49	
23	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0		0	2	3	0	0	0	0	3	0	3	0	0	3	2	1	0	0	0	1	2	1	1	0	0	1	0	48
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3		0	3	0	0	2	0	2	2	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	2	48		
25	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0		2	3	1	1	1	1	1	2	1	3	3	3	1	1	2	1	0	0	0	1	1	0	1	60	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	2		2	1	0	0	2	2	3	0	0	2	2	2	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	51
27	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3	2		1	2	1	2	1	1	0	3	3	3	1	2	2	2	1	0	0	1	1	2	66	
28	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1		0	1	2	0	1	3	2	1	3	1	2	2	0	2	2	3	0	0	0	62	
29	1	1	1	2	1	0	0	0	2	2	0	1	0	2	1	2	1	2	2		0	0	2	0	1	3	0	0	1	1	2	1	0	0	1	2	1	0	1	2	66
30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2	2	1	2	0		1	1	0	2	2	2	2	3	0	1	3	3	1	0	0	0	2	1	0	64
31	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	2	0	0		1	2	2	3	1	1	1	2	1	1	2	0	2	2	2	1	2	66	
32	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3	2	2	0	1	1		0	0	0	0	2	3	0	0	1	2	1	0	0	0	0	2	1	61	
1e	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	1	0	0	3	1	0	0	0		2	0	0	2	1	0	1	0	2	1	0	1	1	1	24	
2e	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	2	0	0	2	2	2		2	1	2	2	3	1	2	1	1	1	1	0	0	0	30	
3e	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	1	2	0	0	2	1	1	1	1		3	3	0	2	0	2	0	1	2	1	0	2	1	32	
4e	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	1	2	0	0	1	1	1	1	1		2	3	3	3	0	2	0	2	0	1	1	29		
5e	1	2	1	2	0	1	1	0	0	1	0	2	2	1	1	3	2	3	3	2	1	0	3	2	3	3	3	3		1	2	1	3	1	2	2	2	1	2	1	64
6e	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1		0	2	1	2	1	1	1	1	2	31	
7e	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	1	1	2	2	1	3	3	3	2	0		0	3	0	1	2	1	0	0	39		
8e	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	2	2	2	2	1	3	0	0	1	3	2	1	1	1	3	1		0	1	0	1	2	1	0	2	3	48
9e	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	3	1	0	1	1	3	0	2	3	2	3	1	3	0		1	1	2	2	3	1	1	43	
10e	3	2	0	2	1	0	0	0	0	0	2	0	1	2	0	2	0	1	2	1	2	2	1	2	2	3	2	2	2	3	2	1		2	2	0	1	2	1	53	
11e	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	2	1		0	1	1	0	0	1	14		
12e	2	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	1	1	1	2	2	1	3	3	1	2	2	2	1	1	2	2	1	2		1	0	0	1	2	42	
13e	2	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	2	1	1	0	1	0	1	2	1	3	3	3	2	1	1	2	2	3	2	2	1	2	0	3		1	1	2	50	
14e	2	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	3	1	0	2	1	1	1	0	2	0	2	1	1	1	0	0	1	3	1	2	1	1	0	1	1		2	3	38	
15e	1	1	1	1	0	0	2	0	1	1	1	1	2	1	1	2	0	1	1	2	1	1	3	0	1	1	2	2	2	2	1	1	1	0	2	2	1		2	44	
16e	2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	1	2	2	0	3	0	2	0	2	1	2	0	1	1	1	2	2	0	2	1	1	1	2	2		40		
38																																									
grau de depen	38	37	20	30	9	12	15	0	21	21	4	26	18	29	15	44	28	37	35	35	30	35	45	30	42	45	45	58	36	43	37	49	38	17	35	40	25	42	33		

RESULTADO = 5e - Influência - 64 , dependência - 58 = 122
 32 - Influência - 61 , dependência - 45 = 106
 27 - Influência - 66 , dependência - 37 = 103
 25 - Influência - 60 , dependência - 44 = 104

Políticas Públicas
 Falta de incentivos fiscais
 Regulação
 Legislação/Regulamentação

Matriz de Análise Estrutural Variáveis - EUA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a	11a	12a	13a	14a	15a	16a	poder de influência
1	3	0	0	0	0	3	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	2	3	0	2	0	0	0	27
2	3	0	0	0	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	2	0	2	0	0	0	20
3	0	0	0	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	3	0	1	0	13
4	0	0	0	0	2	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	3	0	0	2	0	2	0	18
5	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	0	1	0	9	
6	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	1	0	1	0	17	
7	2	2	0	0	0	3	0	2	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	12	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	2	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	11		
10	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	3	0	0	1	0	2	22	
11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	14	
21	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	3	2	0	0	1	0	2	3	1	3	3	2	0	2	3	3	1	0	41
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	1	2	1	2	2	0	0	1	0	3	2	0	2	0	2	2	2	0	0	0	2	0	1	0	30
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	1	0	2	3	0	1	0	2	1	2	3	0	0	0	3	0	0	1	0	2	0	29	
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	2	3	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	3	2	1	1	30	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0	0	3	3	0	1	0	0	1	0	0	2	3	0	0	0	0	0	3	2	0	29	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	14	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	23	
28	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	2	0	0	3	0	2	0	3	1	2	0	0	0	23	
29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2	0	0	1	0	0	0	1	2	1	2	0	0	0	2	2	0	1	0	2	2	0	1	1	25	
30	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	2	0	1	1	1	3	0	0	0	3	2	2	0	1	0	2	0	29
31	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	2	1	1	0	1	0	2	1	1	2	1	1	1	1	2	0	1	2	1	0	1	27
32	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	1	1	0	1	0	2	3	2	0	0	1	2	2	3	0	3	1	3	2	1	2	1	1	1	2	41
1a	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	2	0	1	15		
2a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	2	2	0	2	3	0	0	2	3	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	30	
3a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	1	28	
4a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	2	2	3	2	0	0	3	1	2	1	37
5a	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	3	3	3	0	3	3	2	0	0	1	0	2	0	3	2	1	2	3	2	3	1	3	2	3	1	1	2	55
6a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	2	3	3	2	0	3	3	0	0	0	0	1	1	1	2	0	2	3	1	2	1	2	0	1	40	
7a	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	2	2	0	1	3	2	1	1	1	0	2	1	0	2	2	2	2	2	2	0	34	
8a	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	2	2	2	0	3	0	1	0	0	0	0	2	0	3	0	0	1	3	2	0	1	2	3	3	3	1	2	2	42
9a	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	3	3	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	0	2	1	3	1	1	2	1	1	2	2	0	2	2	51	
10a	2	3	0	3	1	0	0	0	0	0	3	2	1	0	2	2	0	0	0	0	1	1	0	3	2	2	3	2	2	1	1	0	0	3	1	1	0	50	
11a	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	2	2	2	0	0	2	2	1	2	3	0	26		
12a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	0	1	2	2	2	2	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	1	2	2	46	
13a	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	3	2	2	2	3	1	2	0	2	1	1	3	2	1	1	2	0	2	3	2	2	0	2	3	2	2	2	52	
14a	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0	1	1	2	2	2	2	0	2	2	1	3	34	
15a	0	0	1	0	2	0	0	0	0	1	1	2	3	0	2	3	3	0	0	0	2	1	2	0	1	1	1	0	1	2	2	2	2	3	3	0	1	45	
16a	0	0	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	2	0	0	1	1	0	3	1	1	0	2	2	2	0	28	

grau de depend.	14	22	3	15	14	17	13	2	10	22	8	39	29	16	31	28	36	12	26	27	30	23	46	15	41	31	19	65	30	34	39	53	52	40	30	64	26	47	28
-----------------	----	----	---	----	----	----	----	---	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

VARIÁVEIS CRÍTICAS:

5a -120 - Políticas públicas
13a -116 - Conflitos de interesse
9a -104 - Partido político vigente
10a -102 - O Capitalismo

poder de influência = 55
poder de influência = 52
poder de influência = 51
poder de influência = 50

grau de dependência = 65
grau de dependência = 64
grau de dependência = 53
grau de dependência = 52