

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS
BACHARELADO EM RELAÇÕES INTERNACIONAIS

VINÍCIUS FERNANDO DA SILVA

**A EVOLUÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NA MATRIZ ENERGÉTICA
BRASILEIRA DE 1990 A 2020 À LUZ DO PROBLEMA AMBIENTAL**

Uberlândia

2022

VINÍCIUS FERNANDO DA SILVA

**A EVOLUÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NA MATRIZ ENERGÉTICA
BRASILEIRA DE 1990 A 2020 À LUZ DO PROBLEMA AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Economia e Relações
Internacionais da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em Relações
Internacionais.

Orientador: Erwin Pádua Xavier

Uberlândia

2022

VINÍCIUS FERNANDO DA SILVA

**A EVOLUÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NA MATRIZ ENERGÉTICA
BRASILEIRA DE 1990 A 2020 À LUZ DO PROBLEMA AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Economia e Relações
Internacionais da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em Relações
Internacionais.

Banca Examinadora:

Prof. Erwin Pádua Xavier – IERI-UFU (Orientador)

Prof. Edson José Neves Junior – IERI-UFU

Prof. Haroldo Ramanzini Junior – IERI-UFU

Uberlândia, 19 de agosto de 2022

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 –	Investimento Global em Energias Renováveis 2004-2020.....	21
Gráfico 2 –	Matriz Energética Global 2020.....	22
Gráfico 3 –	Emissões Globais de GEEs 1990-2020.....	23
Gráfico 4 –	Produção de Etanol em 1975-6 e 1979-80.....	28
Gráfico 5 –	Produção de Álcool de 1975 a 1986.....	33
Gráfico 6 –	Matriz Energética Brasileira 1960.....	36
Gráfico 7 –	Matriz Energética Brasileira 1970.....	36
Gráfico 8 –	Matriz Energética Brasileira 1980.....	37
Gráfico 9 –	Matriz Energética Brasileira 1990.....	37
Gráfico 10 –	Matriz Energética Brasileira 2000.....	49
Gráfico 11 –	Matriz Energética Brasileira 2010.....	49
Gráfico 12 –	Matriz Energética Brasileira 2020.....	50
Gráfico 13 –	Investimento em Fontes Renováveis no Brasil – Anos 2000.....	50
Gráfico 14 –	Investimento em Fontes Renováveis no Brasil – Anos 2010.....	51
Gráfico 15 –	Fontes Renováveis na Matriz Energética Brasileira 2020.....	52
Gráfico 16 –	Fontes Renováveis na Matriz Energética da OCDE 2018.....	52
Gráfico 17 –	Fontes Renováveis na Matriz Energética Indiana 2017.....	53
Gráfico 18 –	Fontes Renováveis na Matriz Energética Chinesa 2017.....	53
Gráfico 19 –	Queda nas Emissões de CO ₂ no Brasil 2005-2019.....	54
Gráfico 20 –	Emissão de CO ₂ <i>per capita</i> de Brasil, China, Estados Unidos e OCDE 2017.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
Bird	Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento
Cepel	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CoP	Conferência das Partes
CRC	Conta de Resultados a Compensar
Cresesb	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito
Cresp	Centro de Referência em Energia Solar de Petrolina
CQNUMC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GEE	Gás do Efeito Estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias
iNDC	Contribuições Nacionalmente Determinadas pretendidas
IR	Imposto de Renda
IUEE	Imposto Único sobre Energia Elétrica
MME	Ministério de Minas e Energia
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONG	Organização Não-Governamental
ONS	Operador Nacional do Sistema
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
PADIS	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores
PAEG	Plano de Ação Econômica do Governo
PIB	Produto Interno Bruto
PIMC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
Planalsucar	Programa Nacional de Melhoramento da Cana de Açúcar
PND	Plano Nacional de Desenvolvimento
PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
Proálcool	Programa Nacional do Alcool
PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios

ProGD	Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica
PROINFA	Programa Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PRS	Plano de Recuperação Setorial
REIDI	Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento de Infraestrutura
REN	Resolução Normativa
RE-SEB	Reestruturação do Sistema Elétrico Brasileiro
RGG	Reserva Global de Garantia
RGR	Reserva Global de Reversão
SBBIOTEC	Sociedade Brasileira de Biotecnologia
SIN	Sistema Interligado Nacional
UDOP	União dos Produtores de Bioenergia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	ENERGIA NAS SOCIEDADES CONTEMPORÂNEAS, O DEBATE AMBIENTAL, INVESTIMENTOS E MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL ENTRE 1990-2020	11
2.1	O lugar da energia nas sociedades e economias contemporâneas	11
2.2	O Debate Ambiental Contemporâneo e as Mudanças Climáticas	13
2.3	Investimentos em Energias Renováveis Globalmente e a Variação da Matriz Energética Mundial	20
3	A EVOLUÇÃO DA POLÍTICA E DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRAS DE 1960 a 1990	24
3.1	A Política Energética Brasileira de 1960 a 1990	24
3.2	A Evolução da Matriz Energética Brasileira de 1960 a 1989	34
4	A EVOLUÇÃO DA POLÍTICA, DOS INVESTIMENTOS E DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA NO CONTEXTO DO DEBATE E EVOLUÇÃO DO REGIME GLOBAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS ENTRE 1990 e 2020	39
4.1	Mapeamento da Política Energética Brasileira entre 1990 e 2020	39
4.2	A Evolução dos Investimentos em Energias Renováveis e da Matriz Energética Brasileira entre 1990 e 2020	46
4.3	Avaliação da Política e Matriz Energética Brasileira à Luz do Problema Ambiental entre 1990 e 2020	51
5	CONCLUSÃO	56
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

1 INTRODUÇÃO

A energia é algo central para a manutenção das sociedades contemporâneas. Através do consumo de energia, podemos ajustar a temperatura de nossas residências, preparar alimentos, carregar nossos dispositivos, iluminar ambientes e abastecer máquinas para que estas possam operar.

Grande parte das sociedades dependem dos combustíveis fósseis para fornecer a energia que possibilita seu estilo de vida. Isso acontece pois os combustíveis fósseis armazenam quantidades enormes de energia, sendo eles de fácil transporte, podendo ser utilizados em qualquer momento.

Contudo, eles apresentam, também, pontos negativos; um deles é sua concentração geográfica. Estes combustíveis se apresentam distribuídos desigualmente ao redor do globo, estando concentrados em certas localidades e em quantidades limitadas que, uma vez esgotadas, não são rapidamente repostas. Como consequência, um país que não é capaz de explorar petróleo se torna vulnerável aos seus preços internacionais e à necessidade contínua de importação, o que afeta sua segurança energética.

Além disso, os combustíveis fósseis são poluentes, de modo que o seu uso em grandes quantidades leva ao acontecimento de chuvas ácidas, aumenta a incidência de doenças respiratórias e acarreta aumento da concentração de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera, que pode levar à elevação da temperatura média no planeta.

O uso em larga escala dos combustíveis fósseis pelas sociedades industriais levou estes problemas a atingirem um nível preocupante para grande parte da população destas sociedades. Assim, surgiram discussões enfocadas na proteção do meio ambiente e controle das mudanças climáticas.

Nesse contexto, surge a discussão sobre a transição energética. Com base em Yergin (2020), não há consenso quanto à forma que se dará a transição energética, mas essa não seria a primeira vez em que se transiciona de uma fonte de energia principal para outra. Podemos definir, então, em nosso tempo, que a transição energética diz respeito à promoção de mudança ou transformação na matriz energética global de forma a diminuir ou eliminar a participação de fontes poluentes e não-renováveis em favor de fontes de energia renováveis e limpas.

A transição energética está bastante ligada às preocupações ambientais e climáticas. Essas discussões começaram a crescer nos anos 1960, mas ganharam maior relevância, principalmente para países em desenvolvimento, durante a década de 1990.

Em 1992, é realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento na cidade do Rio de Janeiro. Devido ao local da conferência, ela também ficou conhecida como Rio-92. Com esta conferência, a discussão sobre meio ambiente ganha maior relevância internacional.

No âmbito da Rio-92, se firmaram diversos documentos e convenções, dentre eles foi criada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC). Com a criação da CQNUMC, a mobilização internacional relacionada às mudanças climáticas se fortalece ainda mais. A abertura para assinaturas da Convenção-Quadro se deu na Rio-92 e suas operações se iniciaram em 21 de março de 1994. Desde então, a CQNUMC organiza anualmente a Conferência das Partes (CoP) e produz documentos e decisões que orientam a ação climática global.

Desde então, o debate sobre o meio ambiente tem crescido em importância internacionalmente. Novas conferências aconteceram, com destaque à Conferência das Partes (CoP) 21 em Paris, em 2015, e novos documentos foram lançados, como o Protocolo de Quioto, a Agenda 2030 e o Acordo de Paris.

Juntamente com a ampliação do debate ambiental em nível internacional, as discussões nos diversos espaços nacionais também têm ganhado força, especialmente por meio de organizações da sociedade civil e indivíduos, com destaque recente dado à atuação de Greta Thunberg.

Sendo um dos países com metas de redução de emissão de GEE, o país-sede da Rio-92 e a oitava maior economia do mundo, de acordo com dados do PIB (PPC) da CIA (2022), se mostra como uma tarefa relevante compreender como o Brasil vêm atuando e como têm evoluído sua matriz energética ao longo do período proposto. Essa tarefa se torna ainda mais relevante, considerando que a população brasileira figura entre as maiores do mundo, com mais de 214 milhões de habitantes segundo o IBGE (2022).

A presente pesquisa é relevante, pois trata de temas relativos à energia, que diretamente se correlacionam às questões climáticas, visto que um dos grandes argumentos para a transição

energética é, justamente, os problemas oriundos do uso de combustíveis fósseis, principalmente a poluição e a emissão de GEEs.

Globalmente, as fontes de energia renovável têm sido retratadas como uma forma de se reduzir as emissões de carbono, além de ajudarem a garantir maior segurança energética para as sociedades nacionais. Vale destacar que a repercussão do tema climático tem se mostrado crescente.

O cumprimento da agenda climática pelo Brasil passa, necessariamente, pela arena energética. Mesmo possuindo uma das matrizes energéticas mais renováveis do mundo industrializado, o Brasil está longe de ser um país neutro em carbono. Em 2014, o setor energético era um dos principais emissores de GEE no país, juntamente com a agropecuária (LEITE; ALVES; PICCHI, 2020).

Sendo a transição energética um fenômeno internacional, surgem as perguntas: como o Brasil têm reagido a este fenômeno, ou seja, quais as principais políticas energéticas adotadas pelo país neste período e como variou sua matriz energética entre 1990-2020? Responder a essas perguntas será o foco da presente pesquisa.

Este trabalho visa investigar as transformações da matriz energética brasileira e compreender as principais políticas energéticas adotadas no período de 1990 a 2020, podendo servir como texto introdutório de apoio para a compreensão do desempenho e das variações da matriz energética brasileira nas últimas décadas.

Constata-se que o Brasil passa a ter atuação relevante nas discussões ambientais internacionais desde a década de 1990 e se orgulha de possuir uma matriz energética mais renovável do que a de outras nações industrializadas. Contudo, verifica-se que as energias renováveis não ampliaram sua participação na matriz energética brasileira durante as últimas décadas.

Não obstante, pode-se identificar que algumas das novas fontes renováveis ganharam espaço a partir de mudanças na política energética brasileira, que levaram à adição de fontes alternativas nos leilões de energia, como as fontes solar fotovoltaica e eólica.

Como forma de auxílio, também mapearemos o fluxo de investimentos nas últimas décadas, assim como analisaremos a importância dos debates sobre meio ambiente e clima e contextualizaremos a construção da matriz energética brasileira desde os anos 1960.

No primeiro capítulo, apresentamos e discutimos o conceito e a importância da energia para as sociedades modernas. Então, contextualizamos o debate ambiental e, por fim, nos dirigimos para os investimentos recentes e a matriz energética global. No segundo capítulo, contextualizamos a emergência e a evolução da política energética brasileira e a evolução de sua matriz energética apresentando o contexto para análise do período de referência deste trabalho. Para isso analisamos a política energética e a evolução da matriz energética no período. No último capítulo, mapeamos a política e as reformas no setor energético ocorridas no período 1990-2020. Então analisamos, então, a evolução da matriz energética e dos investimentos no período, além de comparar a matriz energética e as emissões de GEEs do Brasil com a de alguns outros países a fim de avaliar o desempenho nacional.

Este trabalho adota o método de abordagem hipotético-dedutivo e, no que se refere ao método de procedimento, adota-se uma estratégia qualitativa de pesquisa, recorrendo a uma metodologia histórica, com levantamento de dados para avaliar a evolução dos investimentos, das políticas e da própria matriz energética brasileira.

2 ENERGIA NAS SOCIEDADES CONTEMPORÂNEAS, O DEBATE AMBIENTAL, INVESTIMENTOS E MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL ENTRE 1990-2020

O desenvolvimento tecnológico e a capacidade de se extrair e utilizar capacidades cada vez maiores de energia levaram ao crescimento econômico no pós-Revolução Industrial e gerou sociedades dependentes de combustíveis fósseis (GRAAF, SOVACOL, 2020).

Devido à centralidade da energia para o funcionamento e sobrevivência das sociedades modernas, a primeira parte do capítulo se destinará a demonstrar o papel fundamental da energia nas sociedades modernas e algumas das consequências ambientais do uso extensivo de combustíveis fósseis.

Como as consequências para o meio ambiente, como a chuva ácida e as mudanças climáticas, afetam diretamente a população dos países industrializados e em desenvolvimento, dá-se origem ao regime internacional sobre meio ambiente e clima. Exploraremos a evolução deste regime na segunda seção do capítulo, apontando os principais organismos, acordos e conferências relacionadas ao tema.

Finalmente, na última seção, apresentaremos dados sobre os investimentos globais em energias renováveis e a composição da matriz energética mundial no período entre 1990 e 2020.

2.1 O lugar da energia nas sociedades e economias contemporâneas

Sendo a energia um dos principais objetos dessa pesquisa, é preciso entendermos melhor do que ela se trata. Segundo Smil (2017), o termo “energia” é derivado do grego e foi primeiramente utilizado por Aristóteles, significando “em movimento” ou “em trabalho”. Energia se referiria, então, para Aristóteles, ao que mantém e permite algo a praticar uma determinada função. Com base nisso, a forma verbal de energia, no grego da época, passou a significar movimento, ação, trabalho e mudança.

Com o passar do tempo, o termo evoluiu e adentrou outras línguas. Em português, podemos definir energia como uma “fonte energética, como calor ou luz, que permite o funcionamento de algo” (DICIONÁRIO PRIBERAM DA LÍNGUA PORTUGUESA, 2022).

Smil (2017) nos apresenta uma definição similar para o termo. Para ele, a energia seria “a capacidade de realizar trabalho” (SMIL, 2017, p. 8). O autor utiliza o termo trabalho em seu sentido amplo, abarcando, por exemplo, a conversão de energia elétrica em máquinas para que

realizem suas atividades, os processos químicos que acontecem em nosso organismo e o cair de um raio – que ilumina e gera calor na região em que ele passa.

Apesar de ser uma palavra vaga, a energia, para Smil (2017), é um conceito abstrato difícil de ser definido por apresentar diversas formas diferentes, tanto naturais quanto antropogênicas.

Mesmo sendo um termo tão abrangente, a energia pode ser amplamente identificada no nosso dia a dia e sendo aplicada em diversas instâncias ao nosso redor. Para a realização das atividades nas sociedades modernas, diversas fontes de energia são mobilizadas, como o gás, combustíveis fósseis, energia solar, eólica, hidráulica e a alimentação.

Mais presente no nosso dia a dia, a alimentação é uma forma de absorção de energia necessária para a sobrevivência humana. Entretanto, desde que começaram a se formar sociedades, o consumo médio de energia de um humano cresceu cada vez mais. Diferentemente dos povos caçadores-coletores, nas sociedades modernas nós utilizamos muito mais energia do que o necessário apenas para nossa sobrevivência. Segundo Goldemberg e Lucon (2006-7, p. 9), o consumo médio de energia por habitante no ano de 2003 era de aproximadamente 1 milhão de vezes o de um caçador-coletor.

Para Graaf e Sovacool (2020), esse crescimento no consumo e na capacidade de se utilizar cada vez mais energia foi fundamental para o desenvolvimento econômico desde a Revolução Industrial. Os níveis crescentes de extração de energia foram os responsáveis por abastecer o maquinário industrial e permitiu a iluminação elétrica e outros avanços.

Dessa forma, o uso amplo da energia é o fundamento sobre o qual a economia e o estilo de vida das sociedades contemporâneas foram construídos. Desde a energia elétrica que abastece nossas casas e equipamentos eletrônicos até o gás que usamos para cozinhar e os combustíveis que movem nossos veículos e indústrias, a sociedade moderna usa volumes elevados de energia para se manter funcionando.

Portanto, para manter seu funcionamento, uma das preocupações das sociedades modernas quanto à energia é evitar interrupções ou quedas na oferta de energia, já que estas poderiam causar efeitos negativos para a prosperidade e até para a sobrevivência da sociedade. Assim, a segurança energética é um objetivo das sociedades contemporâneas. Segundo o glossário do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (PIMC), a segurança

energética é “a meta de determinado país, ou da comunidade global como um todo, de manter um fornecimento de energia adequado, estável e previsível” (PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2018, s/p., tradução nossa).

A grande dificuldade em garantir a segurança energética parte, em grande medida, da distribuição geográfica desigual dos combustíveis fósseis. Esses combustíveis se apresentam distribuídos irregularmente em reservas concentradas em algumas partes do mundo. Os países com reservas grandes podem se beneficiar explorando suas reservas e lucrando com a sua exportação. Já para os países sem ou com poucas reservas, essa situação dificulta a garantia da segurança energética, pois torna esses países dependentes da importação de seus combustíveis. Esse quadro marcou a geopolítica do último século.

Não obstante o modelo de desenvolvimento econômico das sociedades contemporâneas e as fontes de energia que o propulsionaram, há outro aspecto marcante: a exploração desenfreada do meio ambiente, a poluição e a emissão de GEEs. Com o passar do tempo, foram ficando cada vez mais claros os efeitos negativos da emissão de GEEs e do modelo de desenvolvimento econômico dos países industriais, o que levou ao surgimento dos debates contemporâneos sobre mudanças climáticas e preservação ambiental. As principais questões acerca desses debates serão mais bem aprofundadas na seção seguinte.

2.2 O Debate Ambiental Contemporâneo e as Mudanças Climáticas

Apesar de ser uma discussão relativamente recente, a descoberta sobre as mudanças climáticas e o aumento da temperatura média na Terra aconteceu ainda na primeira metade do século XX. O responsável foi Guy Callendar, que publicou suas descobertas em 1938. Ele descobriu que as temperaturas haviam subido ao redor do mundo e que, ao mesmo tempo, a concentração de CO₂ na atmosfera havia crescido (BBC, 2013).

Assim, Callendar sugeriu que o aumento de temperatura poderia ter sido causado pelo aumento da concentração de CO₂ na atmosfera. Nesse momento, não havia grandes preocupações acerca do meio ambiente e das mudanças climáticas, e a pesquisa de Callendar não gerou grandes mudanças no cenário de então.

Segundo Lago (2006), a preocupação com a questão ambiental ganha força, gradualmente, partir dos anos de 1960. Primeiramente, o debate ambiental aparece sendo

discutido em alguns setores da comunidade civil de países ricos ocidentais, especialmente a classe média. A classe média dos países ricos já possuía suas necessidades básicas sanadas, como alimentação e habitação, e tinha acesso à educação e liberdade para desenvolver debates políticos. Assim, as consequências negativas da industrialização, principalmente a poluição sonora e atmosférica, se tornaram os focos da insatisfação da maioria da população dos países ricos (i. e., da classe média).

O debate ambiental, desenvolvido por alguns setores da sociedade civil dos países ricos na década de 1960, se expandiu rapidamente. Primeiramente, o debate ambiental enfocou problemas e na melhoria da qualidade de vida local. Contudo, logo recebeu grande apoio da opinião pública nos países ricos e ganhou espaço em discussões no campo nacional.

O crescimento da temática ambiental nos países ricos foi tamanha que, no final da década de 1960, a articulação destes países na ONU levou à convocação de uma conferência sobre o meio ambiente no âmbito das Nações Unidas, no ano de 1972, oficialmente conhecida como Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (BAPTISTA; OLIVEIRA, 2002). A cidade escolhida para sediar a conferência foi Estocolmo, motivo pelo qual a conferência ficou conhecida como Conferência de Estocolmo.

Como a mobilização para a conferência partiu dos países ricos, muitos países em desenvolvimento acreditavam que a discussão do meio ambiente estava evoluindo muito rapidamente e poderia prejudicar seu desenvolvimento econômico. O trabalho de Maurice Strong, Secretário-Geral da Conferência, assim como o Relatório Founex, foram fundamentais para garantir a participação dos países em desenvolvimento na conferência. O Relatório de Founex forneceu bases conceituais para debater o meio ambiente com relação ao desenvolvimento (LAGO, 2006).

A Conferência de Estocolmo, de 1972, foi um grande marco quanto ao debate ambiental internacional e representou a entrada definitiva desse debate na agenda internacional. Não poderia ser diferente, afinal, essa foi a primeira conferência internacional sobre o tema e contou com a participação de 250 ONGs (Organizações Não-Governamentais) e 113 países (BAPTISTA; OLIVEIRA, 2002).

Ademais, a conferência, segundo Lago (2006), estimulou a participação da sociedade civil, a criação de órgãos nacionais para tratar do meio ambiente, levou à criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), foram aprovadas a Declaração da

Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano (Declaração de Estocolmo) e o Plano de Ação para o Meio Ambiente Humano (Plano de Ação de Estocolmo).

Vale ressaltar que os documentos aprovados durante a conferência serviram como base para outros processos de negociação. Já a criação do PNUMA assegurou a continuidade da discussão ambiental dentro da ONU nos anos seguintes. Apesar disso, as mudanças climáticas não apareceram diretamente como fator central, com as discussões estando mais diretamente focadas na preservação ambiental e no que concerne à saúde humana.

Nos 20 anos seguintes à Conferência de Estocolmo, houve a celebração de alguns acordos internacionais importantes na discussão climática. Dentre estes, os mais importantes foram a Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio, de 1985, o Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio, de 1987, a fundação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (PIMC), em 1988. Vale destacar que o período foi marcado pela ampliação da discussão pelo governo e pela sociedade civil dos “novos temas”, dentre os quais o meio ambiente (SILVA, 2019).

A Convenção de Viena de 1985 e o Protocolo de Montreal foram marcantes para a agenda ambiental internacional. Conforme Lago (2006), os debates nestas duas instâncias foram marcados pela participação tanto de governos nacionais quanto da comunidade civil, como a mídia, a opinião pública e cientistas. A Convenção de Viena e o Protocolo de Montreal também foram marcos devido ao sucesso das negociações, mesmo com algumas incertezas científicas rondando o assunto.

O PIMC foi a primeira organização internacional no âmbito ONU especializada apenas nas questões climáticas. Segundo o website do PIMC, a tarefa inicial do painel era “preparar uma revisão ampla e recomendações a respeito do estado de conhecimento da ciência das mudanças climáticas; os impactos sociais e econômicos das mudanças climáticas, e possíveis respostas estratégicas e elementos para a inclusão em uma possível convenção internacional do clima no futuro” (PAINEL, 2022, s/p., tradução nossa). Em seu primeiro relatório, no ano de 1990, o PIMC destacou os desafios e possíveis consequências das mudanças climáticas e como a cooperação internacional era de suma importância para combatê-la.

De 1988 a 1990, começou-se a debater as mudanças climáticas, com auxílio dos estudos do PIMC, dentro do âmbito do PNUMA e da Organização Meteorológica Mundial. Lago (2006), elucida que, em 1990, foi criado o Comitê Intergovernamental Negociador de uma

Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima. Assim, a partir de 1990, as discussões foram transferidas do âmbito do PNUMA para a Assembleia Geral da ONU.

Publicado em 1987, o Relatório Brundtland, também conhecido como “Nosso Futuro Comum”, forneceu bases para articular a discussão entre meio ambiente e desenvolvimento durante a Conferência Rio-92. O Relatório Brundtland também traz um novo conceito, de alta relevância para a agenda ambiental desde então: o conceito de desenvolvimento sustentável (SILVA, 2019).

Para Silva (2019), o desenvolvimento sustentável poderia ser entendido como um princípio de desenvolvimento que se preocupa em atender as necessidades do presente ao mesmo tempo em que não prejudica as gerações futuras de fazerem o mesmo. Dessa forma, o desenvolvimento sustentável buscaria uma forma de conciliar a busca pelo desenvolvimento econômico e social com a proteção ambiental.

Finalmente, há a convocação de uma nova conferência da ONU sobre o meio ambiente para 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Rio-92, Eco-92 ou Cúpula da Terra. Essa conferência reuniu delegações de 172 países e levou ao Rio de Janeiro 116 Chefes de Estado e Governo, mais de 10 mil outros representantes, mais de 9 mil jornalistas e 1400 ONGs, aproximadamente (BAPTISTA; OLIVEIRA, 2006).

A Rio-92 produziu 2 convenções importantes: a Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas e a Convenção sobre Diversidade Biológica. Ambas as convenções são de grande relevância, mas, devido ao enfoque deste trabalho, nos concentraremos apenas na primeira.

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (CQNUMC ou UNFCCC, na sigla em inglês) foi de difícil negociação. A CQNUMC, segundo Lago (2006), passou por um longo processo de discussão e era o documento mais importante da RIO-92 para várias delegações.

Grande parte da polêmica se deu por incertezas científicas sobre um evento que aconteceria num futuro distante e os possíveis custos das medidas de prevenção. Por fim, diz Silva (2019), para ser possível assinar a CQNUMC mesmo com as opiniões antagônicas em relação ao assunto, a solução foi tratar de aspectos mais gerais e genéricos, servindo como arcabouço para acordos futuros.

Com a assinatura da CQNUMC foi criado, ainda em 1992, seu secretariado. O secretariado, segundo o website da Convenção-Quadro (2022a), é responsável por apoiar a resposta global às mudanças climáticas. Como parte da CQNUMC, ocorrem conferências, conhecidas como Conferências das Partes (CoP). As CoP ocorrem anualmente desde 1995, a não ser que as partes decidam não fazer a conferência. A CoP, segundo o website da Convenção-Quadro (2022b), é o corpo decisório da conferência, em que todos os Estados-parte são representados e revisam a implementação da convenção e de outros instrumentos legais adotados pela CoP e, finalmente, também devem tomar decisões que favoreçam a implementação da CQNUMC.

Um princípio político, que foi aceito pelos países desenvolvidos nesse momento, foi o das responsabilidades comuns, mas diferentes. Devido a tudo que foi conquistado na conferência, a Rio-92 foi extremamente importante e bem-sucedida, e um marco da subida das discussões ambientais para junto dos temas mais relevantes da agenda internacional. O desenvolvimento sustentável também ganhou mais espaço a partir dela.

Poucas foram as críticas aos resultados da Rio-92 e, segundo Lago (2006), as críticas dadas foram pontuais, de modo que o aspecto mais controverso da conferência possivelmente foi o lento progresso feito para sua implementação nos anos seguintes. Contudo, parte das dificuldades de implementação foram superadas pelo engajamento da sociedade civil e até mesmo dos governos locais. Outro fator relevante foi a difusão do pensamento ambientalista por países em desenvolvimento.

Ao longo da década de 1990, ficou mais claro que o desenvolvimento sustentável não seria tão custoso economicamente quanto muitos previam, o que favoreceu o desenvolvimento sustentável a ganhar maior aceitação dentro de círculos conservadores. Ademais, a aceitação do desenvolvimento sustentável pela opinião pública influenciou alguns governos locais e empresas a tomarem medidas que também seguissem esse princípio de desenvolvimento (LAGO, 2006). O engajamento fora da instância dos governos nacionais foi um ponto precioso para a próxima conferência sobre o tema.

A Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável aconteceu em 2002 na cidade de Joanesburgo, África do Sul. Por isso, pode ser chamada também de Cúpula ou Conferência de Joanesburgo ou Rio+10, por ter acontecido 10 anos após a Rio-92.

Conforme Lago (2006), na Rio+10, as iniciativas de Tipo 2, ou seja, envolvendo empresas, ONGs, comunidades e os governos locais, ganharam destaque em comparação com as conferências anteriores. Os principais documentos da cúpula foram a Declaração Política e o Plano de Implementação. Vale destacar que, no Plano de Implementação constava uma meta de aumento da participação das energias renováveis na matriz energética global.

A Conferência de Joanesburgo conseguiu reunir mais de 100 chefes de Estado e de governo, o que garantiu a atenção da mídia internacional à cúpula. Em grande parte, o evento reafirmou as metas e objetivos da Rio-92. Ainda assim, houve algumas novidades, como o supracitado crescimento das iniciativas de Tipo 2 e a inclusão dos temas de responsabilidade corporativa e das energias renováveis.

As maiores limitações da Conferência de Joanesburgo foram a dificuldade de coordenação e consenso. O contexto pós-11 de setembro não favoreceu, muito menos a dificuldade de assinatura e ratificação do Protocolo de Quioto pelos Estados Unidos. Não apenas isso, mas verificava-se que a globalização estava progredindo de forma mais veloz do que as ações para um mundo sustentável.

Nos anos que se seguiram a Cúpula de Joanesburgo, o tema ambiental e climático continuou sendo discutido. Os maiores destaques foram as ocorrências das CoP e a entrada em vigor do Protocolo de Quioto em 2005. Todavia, assim como durante a cúpula em si, as negociações eram complicadas e faltava vontade política para tomar medidas mais assertivas na arena climática.

Após pouco mais de uma década desde Joanesburgo, acontece a próxima grande conferência ambiental, a CoP 21. Como abordado anteriormente, as CoP são conferências que acontecem entre as partes da CQNUMC. Justamente por isso, a CoP 21 apresenta uma peculiaridade quando comparada às outras conferências aqui discutidas: ela tem como principal foco discutir as mudanças climáticas.

A CoP 21 contou com a participação de 195 Estados, e teve como principal feito a criação do Acordo de Paris. Por meio do acordo, estipularam-se metas que retardassem e limitassem o aquecimento global a temperaturas abaixo dos 2°C e de preferência se esforçando para não ultrapassar 1,5° C de aquecimento da biosfera até 2100.

Em contraste com as desavenças e dificuldades do avanço da cooperação internacional na arena climática que se estendiam, pelo menos, desde as preparações para Joanesburgo, a CoP 21 produziu o Acordo de Paris com unanimidade de todas as nações ali presentes. Parte dos desentendimentos quanto ao princípio das responsabilidades comuns, mas diferentes, foi superado, segundo Wedy (2019). Isso porque, com o Acordo de Paris, todas as partes presentes, sejam elas desenvolvidas ou não, se comprometeram com metas de redução das emissões, tendo o mesmo prazo e visando alcançar os mesmos objetivos.

Uma novidade do Acordo de Paris, de acordo com Wedy (2019), foi seu caráter legalmente vinculante. Assim, ao assinar e ratificar o acordo, os países se comprometiam juridicamente com suas metas e objetivos. Para cumprir com esse objetivo, cada Estado deveria estabelecer, segundo Silva (2019), suas metas voluntárias de redução de emissões de GEEs, também conhecidas como Contribuições Nacionalmente Determinadas pretendidas (iNDC, sigla em inglês).

O Brasil estipulou, como suas metas, redução de 37%, até 2025, e de 43%, até 2030, da emissão de CO₂ frente aos níveis de 2005 (SILVA, 2019). Vale notar que, mesmo com as metas sendo legalmente vinculantes, o corte nas emissões de GEEs não é obrigatório nem verificável.

Diversos outros compromissos e objetivos foram firmados. Um dos compromissos foi a formação de fundos verdes que custeariam projetos que favorecessem a luta contra as mudanças climáticas. Deveria haver uma contribuição mínima de US\$100 bilhões anualmente, começando a partir de 2020, com recursos oriundos dos Estados Unidos e da União Europeia. Não obstante, o documento encorajava que outros países oferecessem voluntariamente recursos para os fundos.

Pode-se destacar, conforme Wedy (2019), que os pontos centrais do acordo foram a descarbonização, contando com as iNDCs, a reparação de danos e a proteção ambiental. O financiamento direcionado a países mais pobres os possibilitaria a também perseguir esses objetivos. Enquanto isso, as principais críticas tecidas à CoP 21 e ao Acordo de Paris foram a insuficiência das medidas e metas estipuladas, que não seriam capazes de refrear o aquecimento global da forma pretendida.

Por fim, pode-se afirmar que o Acordo de Paris foi extremamente importante para avançar a discussão ambiental e das mudanças climáticas. Ele apresentou algumas novidades, como o fato de ser legalmente vinculante, e conseguiu um consenso acerca da ação climática,

influenciando diversas empresas e investidores a retirar aplicações e investimentos de projetos com base nas energias fósseis (WEDY, 2019).

2.3 Investimentos em Energias Renováveis Globalmente e a Variação da Matriz Energética Mundial

Com as mobilizações mais atuais para refrear as mudanças climáticas, o investimento em energias renováveis se expandiu consideravelmente e estas se tornaram as fontes de energia que mais recebem novos investimentos, ultrapassando as fontes de energia fóssil. Historicamente, desde a década de 1990, o investimento em energias renováveis vem crescendo.

As fontes renováveis são aquelas encontradas em abundância e de fácil reposição. Elas podem, ainda, serem diferenciadas em fontes renováveis tradicionais, convencionais e novas. As fontes renováveis tradicionais são aquelas usadas há muito pela humanidade, como a lenha e o carvão vegetal. As fontes renováveis convencionais se referem à hidreletricidade produzida por usinas de médio e grande porte. Já as novas fontes renováveis são aquelas que incluem diversas formas diferentes de energia, como hidrelétricas de pequeno porte, energia solar, geotérmica, eólica, maremotriz e da biomassa moderna – que inclui lenha replantada e culturas utilizadas para produção de biocombustível e termoeletricidade. Enquanto isso, as fontes não-renováveis se dividem em fontes fósseis, como o petróleo, o gás natural e o carvão mineral, e a energia nuclear (GOLDEMBERG; LUCON, 2006-7).

Conforme dados do *Renewables 2005 Global Status Report*, no período entre 1995 e 2004, o investimento em energias renováveis aumentou ano a ano. Dentro deste período, o investimento em renováveis saiu de US\$7 bilhões, em 1995, para alcançar US\$30 bilhões, no ano de 2004.

A tendência de crescimento contínuo do investimento em fontes renováveis permanece até a crise financeira de 2008. O relatório *Renewables 2015 Global Status Report* traz dados que mostram que o investimento em energias renováveis em 2009 foi de US\$178 bilhões. Mesmo esse valor sendo muito superior ao investido nos primeiros anos da década de 2000, ele representou uma queda frente ao investimento de US\$182 bilhões em 2008.

A partir de então, o crescimento do investimento deixa de ser contínuo, passando por anos de crescimento e queda no valor total investido. Ainda assim, há uma tendência de

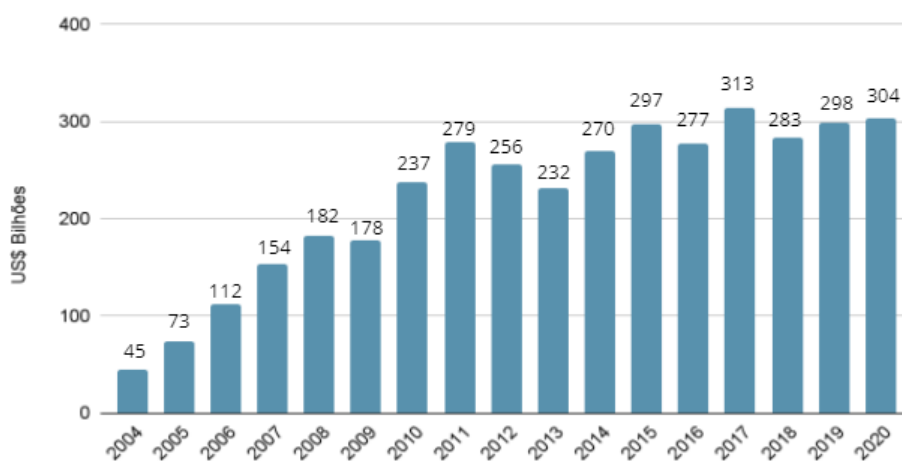
aumento médio nos investimentos mundiais em energias renováveis ao longo dos anos. Tanto é que, segundo dados do *Renewables 2015 Global Status Report*, o investimento em renováveis atingiu a marca de US\$270 bilhões de dólares em 2014.

Destacamos aqui o ano de 2014, pois ele marca uma mudança no grupo de países que mais investem em renováveis. Isso porque 2014 foi o último ano, até agora, em que o investimento em fontes renováveis foi maior nos países desenvolvidos do que no restante do mundo. Desde 2015, os países em desenvolvimento se tornaram os principais investidores em energias renováveis, principalmente a China (REN21, 2021).

Podemos observar essa tendência a partir de dados do relatório *Renewables 2021 Global Status Report*. Segundo o relatório, os países em desenvolvimento investiram, em 2015, mais de US\$165 bilhões em energias renováveis, dos quais cerca US\$115 bilhões foram investimentos chineses e pouco mais de US\$50 bilhões por outros países em desenvolvimento. Enquanto isso, os países desenvolvidos investiram pouco mais de US\$130 bilhões no mesmo ano.

Nos últimos anos, o investimento chinês vem diminuindo, mas outros países em desenvolvimento, juntamente com a UE e o Reino Unido, têm aumentado seus investimentos. Ainda segundo o *Renewables 2021 Global Status Report*, o investimento chinês caiu para pouco mais de US\$83 bilhões, enquanto os outros países em desenvolvimento investiram quase US\$70 bilhões. Já os países desenvolvidos investiram cerca de US\$150 bilhões, o que, somado aos investimentos de países em desenvolvimento, representou um investimento global de US\$304 bilhões em energias renováveis em 2020.

Gráfico 1 – Investimento Global em Energias Renováveis 2004-2020



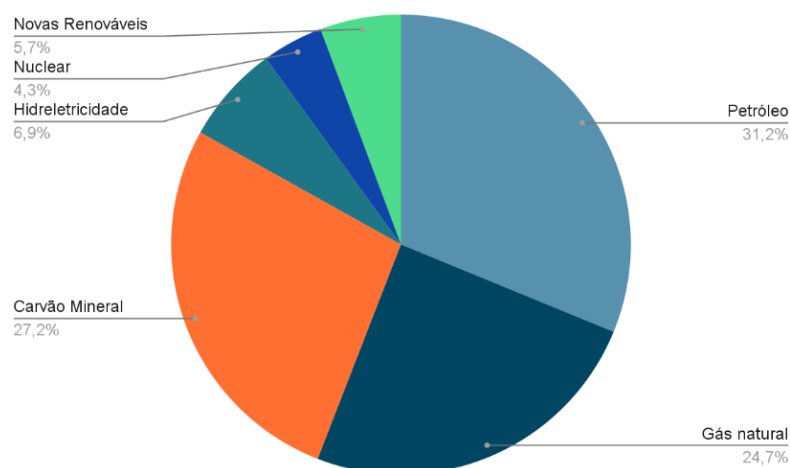
Fonte: Elaboração própria

No que tange a matriz energética global, podemos identificar algumas tendências nas últimas décadas. De acordo com o relatório *Statistical Review of World Energy 2021* da BP, o petróleo vem perdendo espaço na matriz energética global no período de 1995 a 2020. Em 1995, o petróleo respondia por 39% da matriz energética global, valor que caiu para 31,2% em 2020. Ainda assim, o petróleo é o principal componente da matriz energética mundial.

Também em tendência de queda, a energia nuclear perdeu participação, saindo de aproximadamente 7% em 1995 para 4,3% em 2020. Enquanto isso, o carvão e o gás natural foram as fontes não-renováveis que aumentaram sua participação na matriz energética global na comparação de 1995 com 2020. O carvão tinha uma participação de cerca de 26%, em 1995, subindo para 27,2% em 2020. O gás natural viu sua participação subir de 21%, em 1995, para 24,7%, em 2020.

As energias renováveis também viram sua participação crescer. Somadas, essas fontes de energia, à exceção da hidreletricidade, correspondiam a menos de 1% da matriz energética global em 1995. Desde então, a participação dessas fontes subiu, alcançando 5,7% em 2020. Na contramão das outras energias renováveis, a hidreletricidade teve uma leve queda de participação, saindo de pouco mais de 7%, em 1995, para 6,9% da matriz energética global, em 2020. Assim, a matriz energética global em 2020 apresentava-se da seguinte maneira:

Gráfico 2 – Matriz Energética Global 2020



Fonte: Elaboração Própria

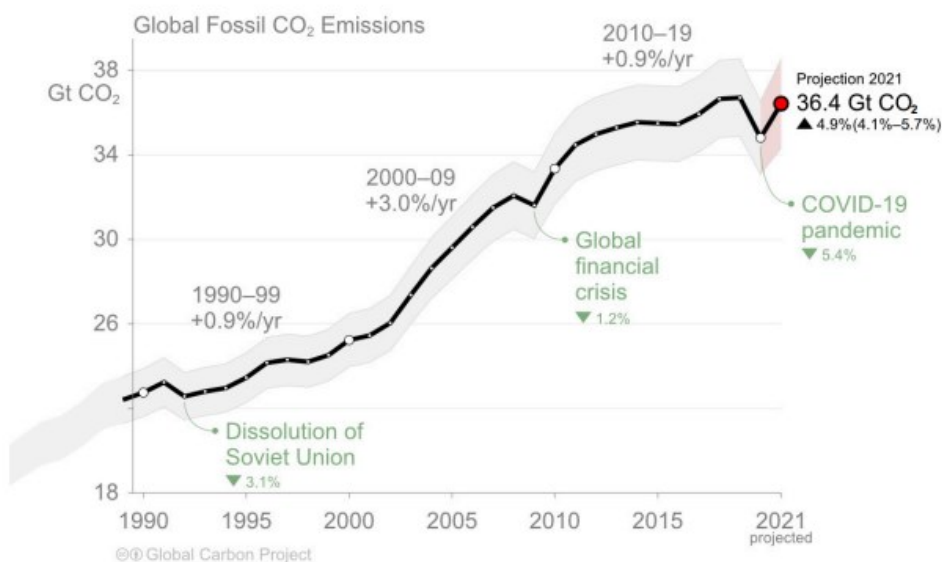
Em relação à produção de eletricidade, a participação das fontes renováveis é ainda mais forte. Segundo dados da Agência Internacional de Energia (2021a), as fontes renováveis perderam participação na geração global de energia desde 1971, quando representavam 23,60%,

até 2003, quando respondiam por 17,77%. Desde então, as energias vêm ganhando cada vez mais espaço na produção global de energia elétrica, conjuntamente com a ampliação de investimentos, alcançando 26,49%.

Atualmente, segundo o relatório *World Energy Investment 2021*, da Agência Internacional de Energia (2021b), as fontes renováveis são as que mais recebem investimento. Ainda assim, os investimentos nessas fontes ainda não são do porte necessário para conter as mudanças climáticas e cumprir com os objetivos do Acordo de Paris.

A carência de investimentos pode ser evidenciada pela emissão de GEEs no período. Segundo dados do Global Carbon Project (2021), mesmo com o alto investimento em fontes renováveis ao redor do mundo, as emissões de gás carbônico (CO₂) aumentaram ano após ano entre 2010 e 2019, a uma taxa média de 0,9% ao ano. Não obstante, os investimentos em renováveis estão ligados, pelo menos em parte, à queda na taxa de crescimento das emissões de carbono em comparação com a década anterior (2000-2009), que estavam no patamar de 3%. Pode-se observar esta tendência no gráfico a seguir:

Gráfico 3 – Emissões Globais de GEEs 1990-2020



Fonte: Global Carbon Project (2021)

Tendo em vista o desenvolvimento do direito ambiental e as mudanças na matriz energética global e nos investimentos mundiais em renováveis, torna-se relevante compreender as transformações ocorridas na matriz energética brasileira em relação às fontes renováveis no Brasil. A próxima seção do trabalho apresentará um histórico da emergência e evolução da política e matriz energética brasileiras a partir de 1960.

3 A EVOLUÇÃO DA POLÍTICA E DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRAS DE 1960 A 1990

Apesar das discussões ambientais ganharem força na década de 1960, o Brasil via esse debate, assim como outros países em desenvolvimento, como uma tentativa dos países desenvolvidos de barrar o desenvolvimento dos países de industrialização tardia (SILVA, 2019). Sem embargo, o Brasil amplia seu interesse em fontes renováveis ao longo do período, pois passa a perceber, como veremos adiante, a energia hidrelétrica como uma alternativa abundante e de baixo custo para impulsionar o desenvolvimento do país.

O ano de 1960 é utilizado neste trabalho como marco inicial para a discussão da política energética e matriz energética brasileira devido à importância de três eventos acontecidos nesta década: a criação do Ministério de Minas e Energia (MME), em 1960, das Centrais Elétricas Brasileiras S. A. (mais conhecida como Eletrobras), em 1962, e as reformas promovidas pelo governo militar.

O capítulo discutirá, então, como a política e a matriz energética brasileiras se desenvolveram até o final dos anos 1980, fornecendo, assim, um maior contexto para a discussão das fontes renováveis nos períodos mais recentes, tema do próximo capítulo.

A primeira parte do capítulo investigará especificamente a política energética brasileira, com ênfase na energia hidrelétrica e nos produtos de cana (as principais fontes de energia renovável em ascensão no país nesse período), analisando as fontes de financiamento e as dificuldades enfrentadas ao longo do período.

Na segunda parte, serão trazidos dados sobre a composição da matriz energética durante o período destacado, destacando as fontes de energia renovável. Os dados comparados serão do primeiro ano de cada década, a partir do ano de 1960 até o ano de 1990, nos permitindo observar como as transformações na política energética afetaram a matriz energética brasileira no período em destaque.

3.1 A Política Energética Brasileira de 1960 a 1990

A criação do Ministério de Minas e Energia representou uma reforma importante no setor energético brasileiro. Sua criação se deu através da Lei 3.782, de 22 de julho de 1960, que atribuiu ao MME como encargo “o estudo e despacho de todos os assuntos relativos à produção mineral e energia” (BRASIL, 1960), no governo de Juscelino Kubitschek.

A Lei 3.782 também incorporou ao MME os seguintes órgãos e repartições federais: o Departamento Nacional da Produção Mineral, o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica, o Conselho Nacional de Minas e Metalurgia, o Conselho Nacional de Petróleo e a Comissão de Exportação de Materiais Estratégicos. Ademais, foram incluídas na jurisdição do MME as companhias e entidades: Petróleo Brasileiro S. A., Companhia Hidrelétrica do São Francisco, Companhia Vale do Rio Doce S. A., Comissão Nacional de Energia Nuclear e a Comissão Executiva do Plano do Carvão Nacional (BRASIL, 1960).

A autorização para a criação da empresa Centrais Elétricas Brasileiras S. A. (Eletrobras) se deu pela lei 3.890-A, de 25 de abril de 1961. A lei supradita estipulava como objetivos da Eletrobras “a realização de estudos, projetos, construção e operação de usinas produtoras e linhas de transmissão e distribuição de energia elétrica” (BRASIL, 1961). A Eletrobras foi instituída oficialmente em 1962 e contava com 4 subsidiárias: a Eletrobras Chesf, Eletrobras Furnas, a Companhia Hidrelétrica do Vale do Paraíba e a Termelétrica de Charqueadas (ELETROBRAS, 2022).

Durante seus primeiros anos de operação, a Eletrobras ficou responsável pela construção da hidrelétrica de Furnas, a qual seria um marco na construção de grandes hidrelétricas no Brasil. O projeto foi considerado central, de forma que, nos primeiros dois anos de fundação, metade dos recursos da Eletrobras foram designados para o projeto de Furnas. A importância dada ao projeto se justificava pela tentativa de evitar o racionamento de energia no Brasil, com a entrada em operação da primeira unidade geradora ainda em 1963 e a conclusão da sexta unidade ocorrendo em julho de 1965 (ELETROBRAS, 2022).

A construção de Furnas também incluiu a construção de linhas de transmissão de 345 kV atravessando Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e parte do Centro-Oeste (ELETROBRAS, 2022). Essas linhas de transmissão serviram como base para o sistema interligado da Região Sudeste.

Ainda durante a década de 1960, foram contratadas empresas canadenses e estadunidenses, por meio do consórcio Canambra, para realizar estudos sobre a capacidade de geração de energia elétrica na região Sudeste. Para realização dos trabalhos, foi criado o Comitê Coordenador de Estudos Energéticos da Região Centro-Sul, que contava também com representantes do governo federal, do Bird (Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento), dos governos estaduais e da Eletrobras (ELETROBRAS, 2022). O relatório

da comissão foi entregue em 1966, e serviu de base para investimentos e planejamentos posteriores.

Os resultados da iniciativa supracitada foram vistos com bons olhos, de forma com que outras comissões, focadas nos estudos da capacidade de geração de energia elétrica das outras regiões, foram formadas. O relatório quanto à capacidade de geração da região Sul foi finalizado ainda em 1969. Já os relatórios relacionados à região Nordeste e Amazônica foram entregues em meados da década de 1970.

Os recursos que possibilitaram a expansão do sistema energético brasileiro na década de 1960 foram oriundos de investimentos externos e do aumento de arrecadação. Silva (2011) elucida a importância da reforma econômica promovida, durante 1964 e 1967, pelo PAEG (Plano de Ação Econômica do Governo) para a diferença de arrecadação. Segundo o autor, a autorização de emissão de obrigações do Tesouro Nacional e a possibilidade de correção monetária, inclusive sobre ativos imobilizados, acarretaram maior capacidade de financiamento do setor energético, principalmente de energia elétrica.

O fim da década de 1960 e o início dos anos 1970 foram marcados pelo chamado “milagre econômico brasileiro”. Além das altas taxas de crescimento econômico, vale notar que a dependência externa aumenta nesse período, tanto pela deterioração da balança comercial quanto pelo maior consumo de petróleo importado, de modo que, em 1973, 81% do consumo interno de petróleo era oriundo de importações (SILVA, 2011). Ademais, também crescia a dívida externa brasileira. Esses fatores são centrais para compreender a situação econômica do Brasil no início dos anos 1970, e porque o país foi tão afetado pelo Primeiro Choque do Petróleo.

O Choque do Petróleo de 1973 foi um aumento rápido no preço do barril do petróleo por parte da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Conforme Silva (2011), o preço médio do barril de petróleo saiu de US\$2,48 em 1972 para US\$11,58 em 1974, um aumento superior a 400%.

Esse aumento súbito gerou dificuldades para a economia brasileira, visto que grande parte do petróleo consumido pelo país era importado e o combustível correspondia a quase 40% da matriz energética brasileira no ano de 1973. Como consequências mais imediatas, o crescimento econômico caiu de 14%, em 1973, para 8,2%, em 1974. Outrossim, a balança

comercial brasileira, que estava equilibrada em 1973, ficou deficitária em US\$4,7 bilhões no ano de 1974 (SILVA, 2011).

Tendo em vista esse cenário, o governo militar elabora um plano que ficou conhecido como o II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND). Aprovado em 4 de dezembro de 1974, pela lei 6.151, o II PND buscou manter o crescimento econômico e em equilíbrio o balanço de pagamentos, ajudar o Brasil a conviver com os problemas internacionais, controlar a inflação, impulsionar o desenvolvimento do Centro-Oeste, Norte e Nordeste e o desenvolvimento social em todo o país (BRASIL, 1974). Para atingir esses objetivos, o II PND planejou investimentos para diversos setores da economia para o período de 1975 a 1979.

No campo energético e renovável, o II PND buscava substituir o petróleo, onde fosse possível, por meio da eletrificação e aumentar a produção de álcool visando adicioná-lo à gasolina. Segundo o plano, a eletrificação seria feita nos transportes ferroviários, ao mesmo tempo em que se expandiria o aproveitamento do potencial hidrelétrico nacional. Com o foco de incrementar os sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica, previam-se gastos de cerca de Cr\$200 bilhões (BRASIL, 1974).

O II PND reconhecia o grande potencial da energia hidrelétrica no Brasil e afirmava que o país deveria se utilizar desse potencial e seu baixo custo para potencializar a produção de energia elétrica no país. O plano previa, ainda, a utilização dessa energia elétrica na produção de bens que exigem alto consumo de energia elétrica, seja para o processo de substituição de exportações ou para a exportação. Para isso, o plano incluía previsão de investimentos em novas hidrelétricas em centros de tecnologia para manter a tecnologia de energia elétrica nacional no mesmo nível da tecnologia internacional (BRASIL, 1974).

Com a Eletrobras possuindo papel central na produção e distribuição da energia elétrica brasileira, a empresa possuiu atuação intensa na década de 1970. Concebido pelo MME em 1971, o Cepel (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica) é fundado no início de 1974 e desenvolveu pesquisas nas áreas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. As tecnologias desenvolvidas no âmbito da Cepel levaram a um aumento da capacidade das usinas brasileiras, com o centro de pesquisas recebendo notoriedade e boa reputação internacionalmente (ELETROBRAS, 2022).

A Eletrobras também se envolveu diretamente na construção e ampliação de usinas e linhas de transmissão. O conhecimento adquirido até o início da década de 1970 e a instauração

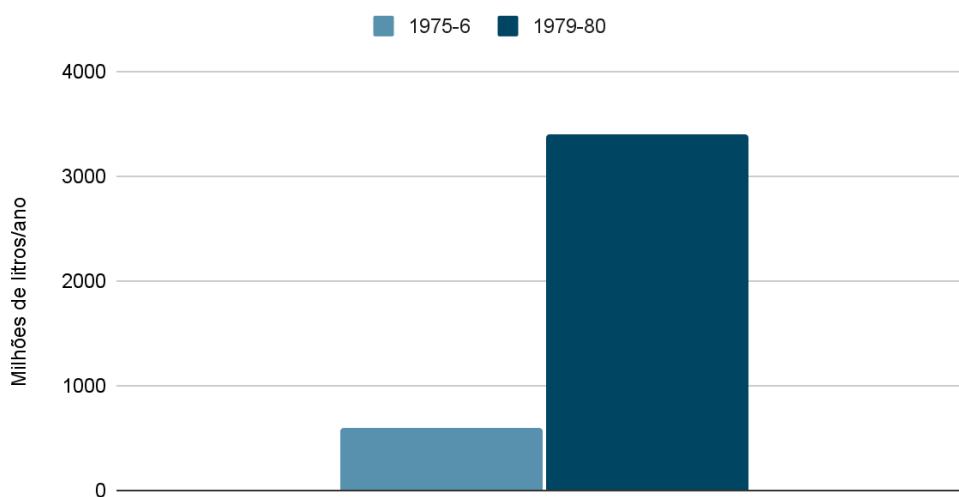
da Cepel permitiram a construção, a partir de meados dos anos 1970, de grandes hidrelétricas, principalmente com os investimentos oriundos do II PND. Dentre as principais usinas construídas nesse período, temos a hidrelétrica de Tucuruí e Itaipu Binacional, que tiveram as obras iniciadas em 1974 e 1975, respectivamente, e foram inauguradas no ano de 1984, adicionando mais de 22.000 megawatts à matriz elétrica do país (ELETROBRAS, 2022).

Para atender o plano de aumento da produção de álcool combustível, é criado o Programa Nacional do Álcool (Proálcool) pelo decreto 76.593, de 14 de novembro de 1975. O decreto definiu as condições de financiamento do programa, a paridade de preços do álcool anidro (desidratado) para fins carburantes e a indústria química, o preço básico do mel residual e instituiu a Comissão Nacional do Álcool (BRASIL, 1975).

Seguindo os objetivos do II PND, a primeira fase do Proálcool, de 1975 a 1979, favoreceu a produção de álcool anidro, que podia ser misturado com a gasolina. Neste momento, a produção do etanol acontecia, geralmente, com base no melaço e em destilarias anexas a usinas de açúcar (CORTEZ ET AL., 2016).

Como resultado dessa primeira fase, a produção de etanol cresceu mais de 5 vezes. De acordo com Cortez et al. (2016), a produção de álcool combustível cresceu de 600 milhões de litros/ano, no biênio 1975-76, para 3,4 bilhões de litros/ano, no biênio 1979-80. Isso colaborou para que a energia oriunda de produtos de cana ganhasse participação na matriz energética brasileira e impulsionou pesquisas na área de óleos vegetais e a produção de veículos com motor a álcool. O crescimento rápido pode ser observado no gráfico a seguir:

Gráfico 4 – Produção de Etanol em 1975-6 e 1979-80



Fonte: Elaboração própria

Dentre as principais pesquisas, conforme Cortez et al. (2016), podemos destacar: o desenvolvimento de motores a álcool e motores flex brasileiros; a pesquisa do uso de álcool combustível em motores a diesel; e o Centro de Apoio Tecnológico CAT/IPT que, com o apoio da Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério da Indústria e do Comércio, converteu motores de gasolina de frotas estatais para motores de Álcool Etílico Hidratado Carburante, comprovando a viabilidade do uso do biocombustível.

Vale notar que o Proálcool foi beneficiado por um programa precursor. O Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar (Planalsucar) tinha por objetivo contribuir para o aumento da produtividade da atividade canavieira do país, desenvolvendo regiões para o plantio de cana e adaptando diferentes tipos para essas regiões (CORTEZ ET AL., 2016).

Em termos de capacidade de financiamento, a década de 1970 pode ser dividida em até 1974 e pós-1974. Até 1974, a capacidade de autofinanciamento do setor energético era boa. Em 1971, a legislação tarifária sofre alterações que aumentam a taxa máxima de remuneração do capital investido de 10% para 12%, a alíquota do Imposto de Renda (IR) é reduzida de 17% para 6% e a Reserva Global de Reversão (RGR) é criada (SILVA, 2011). A RGR era um tributo cujo recolhimento era de responsabilidade da Eletrobras. O tributo formava um fundo para financiamento do setor e seus recursos poderiam ser transferidos para outras regiões, a critério da Eletrobras, facilitando com que o governo investisse em regiões consideradas prioritárias.

Quanto ao período pós-1974, a grandes mudanças acontecem. A primeira delas ocorre no final de 1974, com a equalização tarifária da energia elétrica. A equalização tarifária, segundo Silva (2011), foi uma política que buscava diminuir o peso da energia elétrica no bolso dos habitantes de regiões mais pobres. Para isso, havia uma transferência de recursos das empresas do Sul e Sudeste (superavitárias) para as empresas do Norte e Nordeste (deficitárias), de forma que o custo da energia elétrica fosse mais próximo em todas as regiões.

Para liquidar o subsídio pretendido, criou-se a Reserva Global de Garantia (RGG). Essa conta servia “para promover a transferência de recursos entre concessionárias superavitárias e deficitárias” (SILVA, 2011, p. 63). Também é criada a Conta de Resultados a Compensar (CRC), que registrava os déficits de remuneração de cada concessionária para que fossem incorporados à tarifa no próximo exercício fiscal (SILVA, 2011).

Em 1975, outra mudança relevante acontece na política econômica do governo e afeta as tarifas de energia elétrica. O Conselho de Desenvolvimento Econômico do governo decide limitar os reajustes tarifários a 20% em 1975 e 1976. Segundo Silva (2011), o atraso na correção da inflação atingiu 29,4% e 46,3% em 1975 e 1976, respectivamente. Na prática, essa política levou a uma deterioração real do preço do serviço público e reduziu os recursos próprios para investimento no setor. Em última instância, isso estimulou o setor elétrico a se endividar externamente para se financiar.

Antes de findar a década, acontece o Segundo Choque do Petróleo, em 1979. Novamente, instabilidades e crises se seguem ao choque. A elevação dos juros internacionalmente dificultou a manutenção do modelo de financiamento vigente e prejudicou as contas externas do país (SILVA, 2011). A situação leva o governo a fazer ajustes.

Entretanto, os ajustes foram infrutíferos, pois a inflação se acelera e corrói as elevações de preço e as desvalorizações cambiais. A preocupação com a inflação se intensifica e as tarifas do setor elétrico passam a ser controladas. Assim, a tarifa do setor elétrico deixa de se basear nos custos e começa a ser usada para conter a inflação (SILVA, 2011).

Dessa forma, a década de 1980 se abre com a tarifa elétrica sofrendo mais deterioração real de preço, o que diminuiu ainda mais a capacidade de autofinanciamento do setor elétrico. Porém, diferentemente de meados e fim dos anos 1970, o choque de 1979 diminui a capacidade de captação externa e, em 1982, essa capacidade é reduzida novamente, segundo Silva (2011), devido à moratória mexicana.

A situação de financiamento do setor não melhora com o passar da década de 1980. A inflação persiste e o preço dos serviços públicos são congelados. Com a redemocratização, uma nova Constituição Federal é adotada em 1988. A constituição elimina o Imposto Único sobre Energia Elétrica (IUEE) e o substitui pelo Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias (ICMS) (SILVA, 2011).

O ICMS foi instituído como um imposto estadual e sem destinação ao setor elétrico. Já o IUEE era um imposto de nível federal e os recursos coletados eram destinados ao setor elétrico. Não obstante, a alíquota do Imposto de Renda cobrado das empresas de energia elétrica é elevada de 6% para 40%. Destarte, o setor elétrico novamente tem uma redução em sua capacidade de financiamento. Com todos estes obstáculos em mente, o governo preparou dois

planos para lidar com a situação, o Plano de Recuperação Setorial (PRS) e o Revise (Revisão Institucional do Setor Elétrico).

O PRS, segundo Silva (2011), foi planejado inicialmente em 1985 e estabelecia metas para a recuperação da tarifa elétrica. Todavia, o plano é atrasado em razão do Plano Cruzado. O PRS é colocado em ação brevemente durante o biênio 1987-88 e leva as tarifas elétricas a subirem do patamar de US\$20 a US\$30 para ficarem em torno de US\$40 a US\$50. Em 1989, se inicia o Plano Verão, que reduziu as tarifas energéticas de volta aos níveis pré-PRS, na prática anulando o PRS.

Por sua vez, o Revise foi elaborado em 1987 e englobava análises dos problemas enfrentados, assim como recomendações para solucionar tais problemas. Contudo, as medidas do Revise nunca foram implementadas, apesar de influenciarem reformas realizadas na década de 1990.

Mesmo com as dificuldades apresentadas anteriormente, o Cepel teve uma atuação forte na década de 1980. Em 1980, o Cepel iniciou pesquisas de redes elétricas e inaugurou o laboratório de alta-tensão, em Nova Iguaçu. O centro também foi capaz de desenvolver equipamentos de controle e monitoramento de sistemas elétricos com base em um terminal remoto inteligente, expandiu suas pesquisas para as áreas de medição e controle de energia, desenvolveu estudos hidrológicos para calcular o nível de água nos rios ao longo do ano (ELETROBRAS, 2022).

Com a evolução da informática nos anos 1980, o Cepel desenvolveu sistemas digitalizados mais baratos, leves e menores. Os sistemas computacionais desenvolvidos pelo centro originaram o Bacus, direcionado ao planejamento da operação do sistema elétrico pelo Grupo Coordenador para Operação Interligada, e o Modelo de Simulação a Subsistema Equivalente, desenhado para o planejamento da expansão do sistema elétrico pelo Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (ELETROBRAS, 2022).

Em 1984, o Cepel adentrou pesquisas nas áreas de eficiência e conservação de energia, criando o laboratório de luminotécnica, o laboratório de eletrodomésticos e, este apenas em 1988, o Laboratório de Conservação de Energia (Lace) (ELETROBRAS, 2022). Dessa forma, o Cepel se expandiu para abranger todos os segmentos do setor de energia elétrica.

Para mais, o Cepel contribuiu para o aumento de confiabilidade no setor elétrico, ao mesmo tempo em que possibilitou contínuas reduções de custos e o aumento de capacidade das usinas (ELETROBRAS, 2022). A atuação do Cepel, mesmo diante das dificuldades de financiamento, foi bastante abrangente e muitas das tecnologias desenvolvidas lá foram essenciais para o desenvolvimento e expansão do setor elétrico brasileiro.

No setor de biocombustíveis, o mais notável projeto é a atuação do Proálcool, agora em sua segunda fase (1979-1985). Um dos principais aspectos dessa fase é criação de usinas dedicadas à produção de etanol, conhecidas como destilarias autônomas, e o maior enfoque se torna a produção de álcool hidratado.

O enfoque em destilarias autônomas acontece, segundo Cortez et al. (2016), devido ao crescimento do consumo de álcool combustível, que demandava um aumento da produção de álcool para um nível superior ao permitido pela produção baseada no melaço.

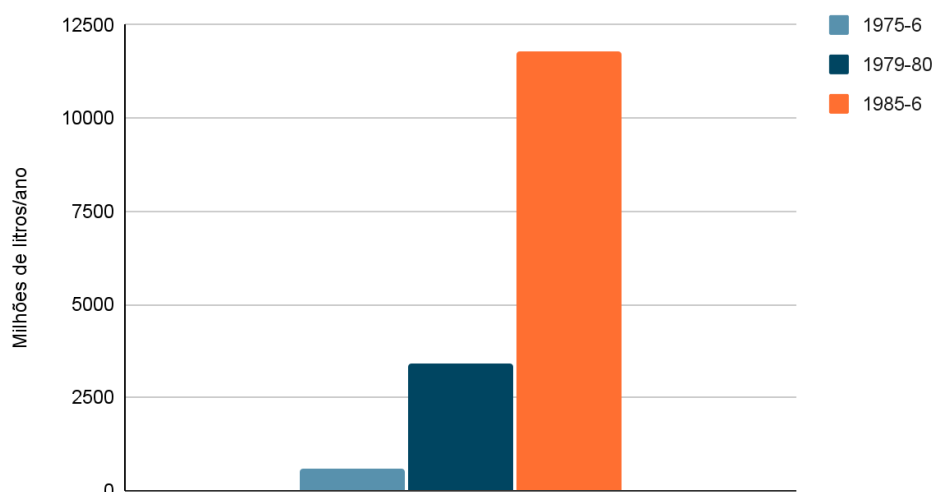
Nesta fase, o governo destinou investimentos mais volumosos ao programa e a Comissão Executiva Nacional do Álcool produziu documentos tratando de importantes questões relacionadas ao programa (CORTEZ ET AL., 2016). Apesar da predominância governamental, alguns órgãos externos, como o Banco Mundial, também apoiaram financeiramente projetos relacionados ao Proálcool.

Os investimentos do programa, embora mais focados na expansão da área de plantação de cana-de-açúcar e a construção de novas destilarias, também se direcionaram a outras áreas, como pesquisa e desenvolvimento.

O setor privado se beneficiou da ampliação do programa, de forma que foi desenvolvido um parque nacional de fornecedores e indústrias metalúrgicas importantes no processo de consolidação da indústria sucroenergética brasileira (CORTEZ ET AL., 2016).

Como resultados, a segunda fase do Proálcool leva a um aumento considerável da produção de etanol brasileira, saltando dos 3,4 bilhões de litros/ano médios, do biênio 1979-80, para 11,8 bilhões de litros nos anos de 1985-86 (CORTEZ ET AL., 2016). Um resultado não esperado foi a concentração das novas usinas no Sudeste, mesmo com os melhores incentivos sendo ofertados na região Nordeste. O aumento da produção de álcool na década de atuação do Proálcool pode ser visualizado a seguir:

Gráfico 5 – Produção de Álcool de 1975 a 1986



Fonte: Elaboração própria

Apesar dos bons resultados, o Proálcool foi oficialmente descontinuado como programa governamental com o fim do governo militar, em 1985. Apesar do fim oficial do Proálcool, políticas de apoio à indústria canavieira e ao uso do etanol continuaram existindo e o termo “Proálcool” permaneceu sendo usado para designar os esforços de desenvolvimento do setor por parte do governo, academia e empresas.

Além disso, duas importantes instituições são criadas após o fim do Proálcool, visando manter o desenvolvimento do setor sucroenergético: a União dos Produtores de Bioenergia (UDOP) e a Sociedade Brasileira de Biotecnologia (SBBIOTEC) (CORTEZ ET AL., 2016).

A UDOP foi fundada por diretores de destilarias autônomas no mesmo ano do fim do Proálcool (1985). Segundo Cortez et al. (2016), o objetivo da UDOP era a troca de conhecimentos e informações, assim como a capacitação de profissionais.

Três anos depois, em 1988, é fundada a SBBIOTEC. A organização visa contribuir para o avanço da pesquisa e desenvolvimento da biotecnologia no Brasil, bem como a capacitação de recursos humanos capazes de suprir as necessidades do setor acadêmico e empresarial (SBBIOTEC, 2017).

Ao longo da década de 1980, houve também o crescimento constante da produção de veículos movidos a álcool combustível. Em meados da década, os carros a álcool já correspondiam a 90% da produção total (CORTEZ ET AL., 2016). Todavia, como supramencionado, o Brasil enfrentou grandes problemas econômicos na década de 1980. Isso fez com que os investimentos na produção de etanol fossem amplamente reduzidos.

Esse cenário, de maior produção de veículos somado ao menor crescimento da produção de álcool, levou a uma crise de abastecimento de álcool em 1989. O governo logo se mobilizou para lidar com a situação, importando metanol, que seria misturado com o etanol e a gasolina, formando uma mistura chamada de MEG (33% metanol, 60% etanol e 7% gasolina) (CORTEZ ET AL., 2016).

Essa solução foi capaz de amenizar a escassez de etanol, mas os problemas de abastecimento foram suficientes para aumentar o interesse pelo carro à gasolina e fazendo com que as vendas de carros a álcool caíssem drasticamente. As consequências desse acontecimento se desdobram na década de 1990 e, por isso, serão abordadas no capítulo seguinte.

3.2 A Evolução da Matriz Energética Brasileira de 1960 a 1989

Como vimos, o setor energético brasileiro sofreu grandes transformações no período de 1960-1990. Consequentemente, a matriz energética brasileira também sofreu modificações consideráveis.

A mudança mais drástica foi a diminuição da participação percentual da lenha e do carvão vegetal. Segundo o Balanço Energético Nacional Interativo, de responsabilidade da EPE (2022), a lenha e carvão vegetal correspondiam por 63,9% da oferta interna de energia do Brasil em 1960. No ano de 1970, essa porcentagem estava em 47,6%. Em 1980, a participação da lenha e carvão vegetal já estava em 27,1%. Por fim, em 1990, lenha e carvão vegetal correspondiam a 20,1% da matriz energética.

É compreensível a redução no uso da lenha e do carvão vegetal, pois estas são fontes tradicionais de energia renovável geralmente ligadas ao ambiente rural. No período em destaque, no Brasil, acontecia um grande êxodo rural e industrialização, motivos pelo qual a lenha e carvão vegetal continuamente perderam e, como veremos no próximo capítulo, continuarão a perder espaço dentro da matriz energética nacional.

A queda de mais de 40% na participação da lenha e do carvão foi ocupada pela expansão de outros 5 grupos de produtos: petróleo, gás natural e derivados; produtos de cana; hidráulica e eletricidade; carvão mineral e derivados; e outras fontes de energia.

O grupo que mais cresceu, em termos absolutos, foi o do petróleo, gás natural e derivados. Em 1960, de acordo com a EPE (2022), esse grupo possuía participação de 25,7%, ficando com a segunda maior participação da matriz energética, atrás apenas de lenha e carvão

vegetal. O grupo permanece como o segundo maior no ano de 1970, e alcança 38% de participação.

Em 1980, a situação muda e o grupo petróleo, gás natural e derivados se torna o principal componente da matriz energética brasileira, com 49,3% de participação. Desde então, esse grupo se mantém com a maior participação dentro da matriz energética brasileira, conforme a EPE (2022). Contudo, no ano de 1990, o grupo viu sua participação cair para 43,7%.

Outro grupo de energia fóssil que cresceu no período foi o de carvão mineral e derivados. Com uma participação de 2,9% em 1960, o grupo se expande aos poucos, chegando a 3,6% em 1970. O grupo sofre um crescimento um pouco mais rápido nas décadas seguintes, alcançando 5,1% no ano de 1980 e 6,8% de participação em 1990.

O segundo grupo que mais cresceu foi o da energia hidráulica e eletricidade, ou seja, o grupo que inclui a hidreletricidade, portanto, um grupo de energia renovável. Em 1960, este era o segundo menor grupo, com apenas 3,2% de participação da OIE do Brasil, segundo a EPE (2022). Com as mudanças observadas ao longo da década de 1960, principalmente com a construção da hidrelétrica de Furnas, o grupo de energia hidráulica e eletricidade alcançou 5,1% de participação em 1970.

Da mesma forma, a contínua atenção em desenvolver o setor de energia elétrica durante a década de 1970 levou o grupo de hidráulica e eletricidade a atingir 9,6% de participação da matriz energética brasileira em 1980. Essa trajetória de crescimento permaneceu durante a última década do período em destaque, permitindo com que, no ano de 1990, o grupo alcançasse 14,1% de participação, já com as usinas de Itaipu e Tucuruí em operação.

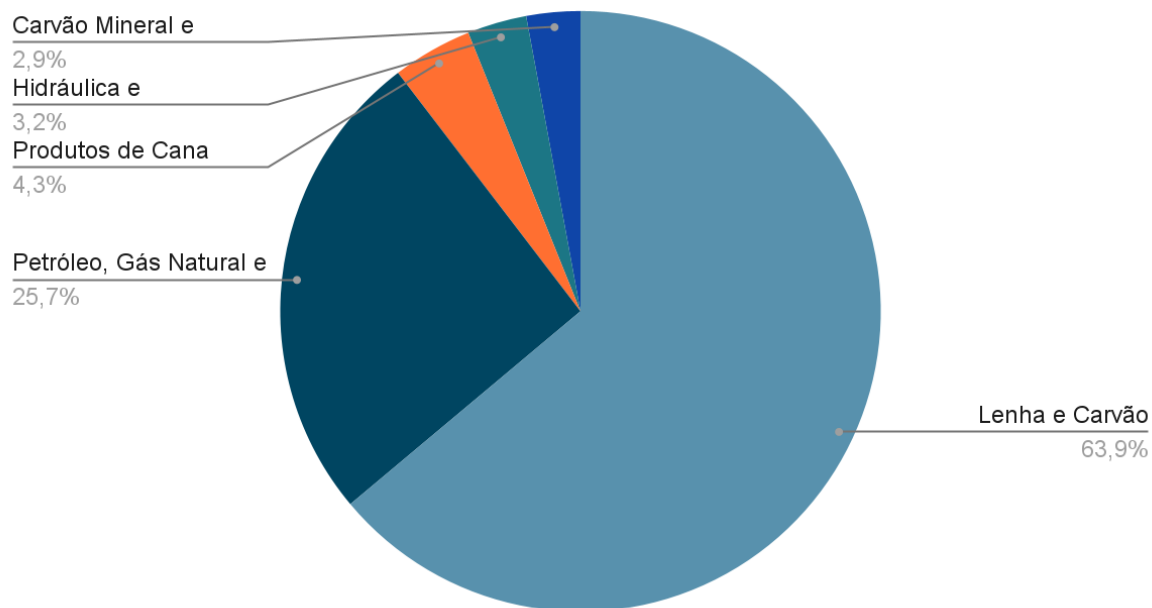
Outro grupo renovável, com um crescimento semelhante, foi o grupo dos produtos de cana. O grupo possuía participação de 4,3% no ano de 1960, crescendo levemente até atingir 5,4% de participação em 1970. O ritmo de crescimento desse grupo se eleva durante a década de 1970, especialmente com a instituição do Proálcool. Assim, a participação dos produtos de cana sobe para 8% em 1980, alcançando 13,4% no ano de 1990.

Finalmente, o grupo de outras fontes de energia inclui fontes de energia minoritárias dentro da matriz energética brasileira, como a energia nuclear. Esse grupo não tinha participação alguma na matriz energética brasileira até a década de 1960. No ano de 1970, esse grupo surge com 0,3% de participação. Em 1980, o grupo chega a 0,9% de participação e atinge

a marca de 2% de participação no ano de 1990, já com a operação da usina nuclear Angra 1, que entrou em atividade em 1985.

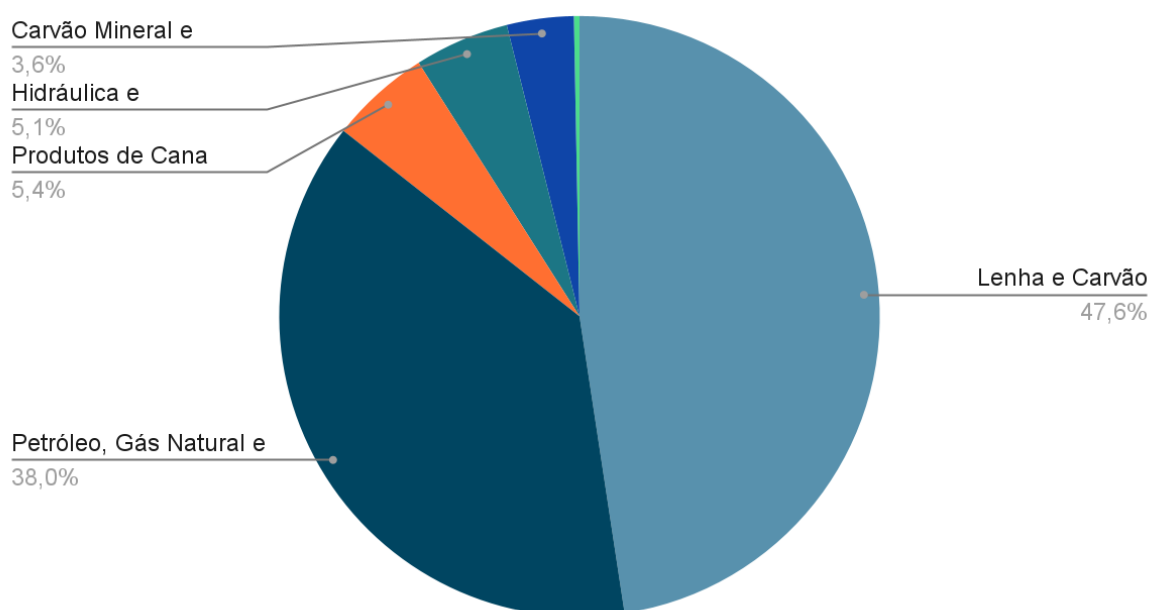
As transformações sofridas pela matriz energética brasileira desde a década de 1960 até o ano de 1990 pode ser observada nos gráficos a seguir:

Gráfico 6 – Matriz Energética Brasileira 1960



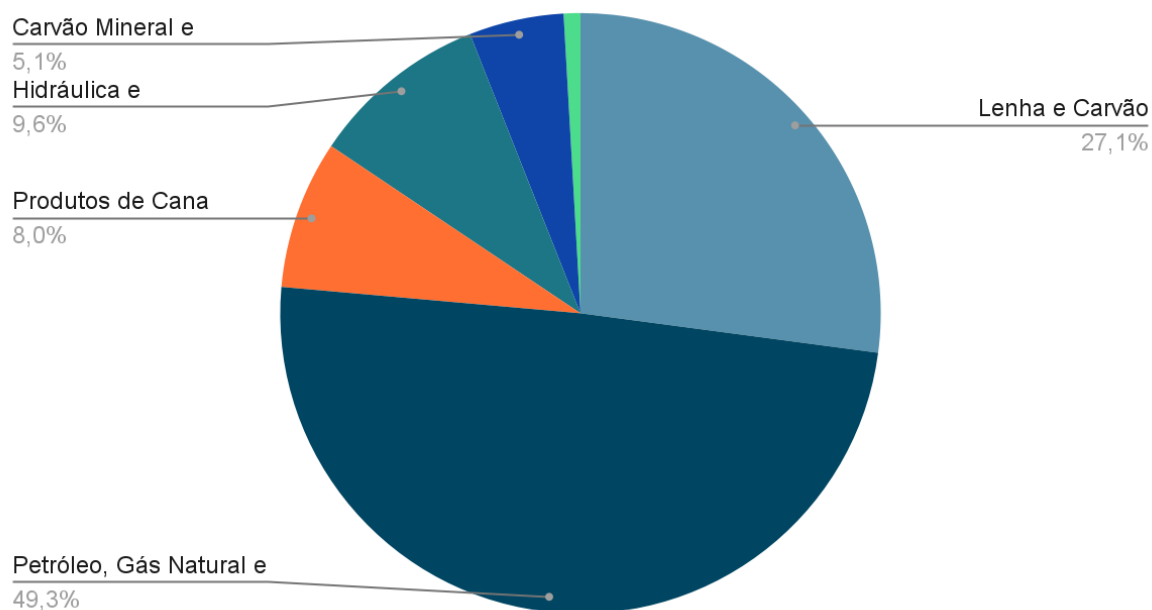
Fonte: Elaboração própria

Gráfico 7 – Matriz Energética Brasileira 1970



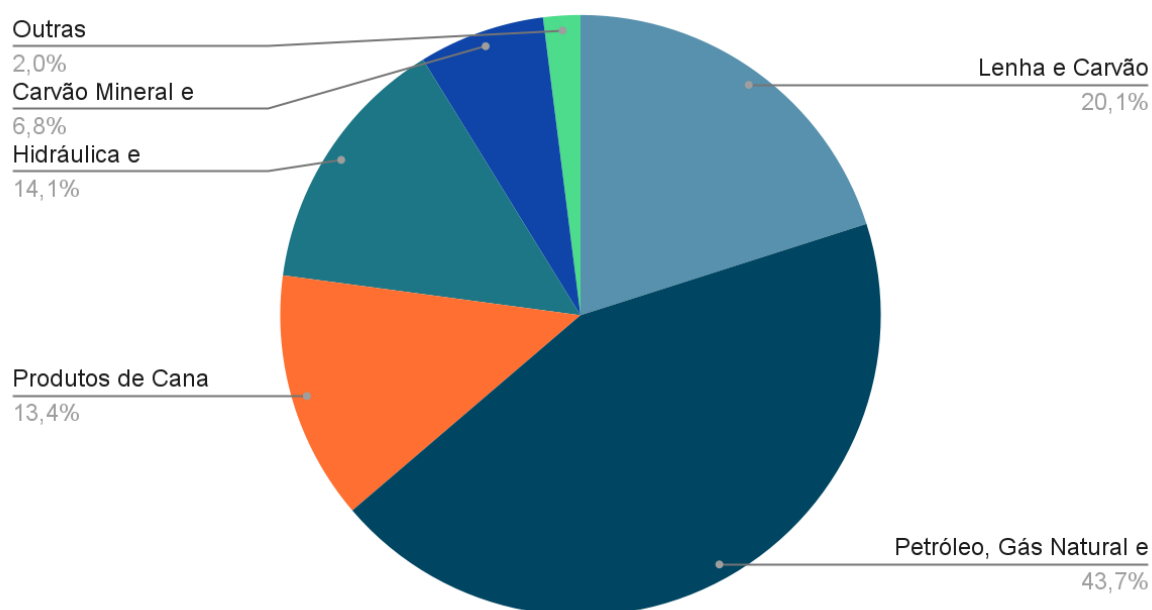
Fonte: Elaboração Própria

Gráfico 8 – Matriz Energética Brasileira 1980



Fonte: Elaboração Própria

Gráfico 9 – Matriz Energética Brasileira 1990



Fonte: Elaboração própria

É notável, então, que as dificuldades vividas pelo país e pelo setor elétrico, até esse momento, não alterou a trajetória de crescimento das energias renováveis e fósseis na matriz energética brasileira. Tanto é que, como será discutido, as fontes renováveis continuaram ganhando espaço, além de haver o desenvolvimento dos primeiros projetos das novas fontes renováveis no país a partir da década de 1990. No entanto, como analisaremos no próximo

capítulo, essas dificuldades acarretarão grandes mudanças no setor elétrico, como as reformas liberalizantes na década de 1990.

4 A EVOLUÇÃO DA POLÍTICA, DOS INVESTIMENTOS E DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA NO CONTEXTO DO DEBATE E EVOLUÇÃO DO REGIME GLOBAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS ENTRE 1990 E 2020

Após a redemocratização do Brasil, os governos democráticos buscaram maior integração internacional e participação na discussão dos temas ambientais, climáticos e de direitos humanos (WEDY, 2019). Ao mesmo tempo, o desenvolvimento de painéis solares fotovoltaicos e aerogeradores possibilitam novas formas de aproveitamento de energias renováveis.

Nessa conjuntura, o país sediou a Conferência Rio-92 e adotou políticas energéticas para expansão das fontes de energia renováveis. A energia solar e a energia eólica começaram a ser empregadas a partir da década de 1990, apesar de ganharem maior participação somente após o ano de 2015.

Para compreender tais mudanças, discutiremos, na primeira seção do capítulo, quais foram as principais políticas de incentivo às novas fontes renováveis (solar e eólica) e as reformas pelas quais o setor elétrico atravessou no período.

Na segunda parte do capítulo, apresentaremos dados disponíveis sobre o investimento em energias renováveis no Brasil para o período em destaque, contrastando com a variação da matriz energética brasileira.

4.1 Mapeamento da Política Energética Brasileira entre 1990 e 2020

O setor energético brasileiro, como mencionado no capítulo anterior, passava por uma grande crise desde o final dos anos 1980. Com o fracasso dos planos propostos para lidar com a crise, ela se aprofundou ainda mais no início dos anos 1990. Segundo Silva (2011), a inadimplência intrassetorial levou ao aumento da CRC, que alcançou US\$ 26 bilhões em 1993.

Visando melhorar a situação do setor, o governo aprova a lei 8.631, de 4 de março de 1993. Essa lei permitiu que, baseado no custo de prestação do serviço, as concessionárias propusessem reajustes das tarifas de energia elétrica que seriam homologadas pelo Poder Concedente (BRASIL, 1993).

A lei também extinguiu a CRC e o regime de remuneração garantida, mas essa extinção não eximia as concessionárias de quitarem suas dívidas. Ademais, a lei impedia que

concessionárias inadimplentes pudessem receber recursos e garantias da União e suas entidades relacionadas até que os débitos fossem quitados (BRASIL, 1993).

Ademais, de acordo com Silva (2011), essa lei marca a primeira etapa do processo de reestruturação do sistema elétrico brasileiro (RE-SEB). A lei 8.631 instituiu tarifas separadas para a geração e a distribuição de energia.

Mudanças importantes também ocorrem em âmbito nacional. Em 1994, entra em ação o Plano Real. Por meio deste plano, o governo logra o controle inflacionário por meio da apreciação cambial e da abertura comercial (SILVA, 2011). Esse fator foi bastante positivo para o contexto econômico nacional, contudo, levou a um processo de deterioração das contas externas brasileiras.

Frente a um cenário econômico interno menos marcado pela inflação e aos estímulos internacionais para o emprego de políticas amigáveis ao meio ambiente e ao clima, o governo decidiu por criar programas para a adoção das novas fontes renováveis. O primeiro destes planos foi o PRODEEM (Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios), de 1994.

Segundo Pereira (2019), o início da utilização da energia solar fotovoltaica no Brasil se deu a partir do PRODEEM, que utilizou, dentre outros, de sistemas fotovoltaicos e aerogeradores para fornecer energia elétrica a comunidades isoladas sem acesso à eletricidade até então. Krell e Souza (2020) elucidam que o programa possuía seis etapas e contava com o envolvimento e responsabilidade da Cepel e do MME para sua implementação.

Contudo, conforme Krell e Souza (2020), o andamento do PRODEEM sofreu com descontroles patrimoniais, baixo nível de participação da indústria nacional, de envolvimento com as comunidades favorecidas e pouca integração com outras políticas públicas. Isso levou à execução do “PRODEEM Revitalização e Capacitação”, direcionado para capacitar pessoas das comunidades beneficiadas e reabilitar os sistemas instalados.

Um ano após o início do PRODEEM é criado pela Cepel, em 1995, o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (Cresesb). O Cresesb foi instituído com foco em apoiar o desenvolvimento de estudos e projetos acerca das novas energias renováveis no Brasil, favorecendo sua futura inserção na matriz energética do país.

Também em 1995, a reestruturação do setor energético avança com as leis 8.987 e 9.074. Silva (2011) elucida que estas leis alteram o modelo estrutural das empresas do setor. A lei 8.987 regula a concessão de serviços públicos e afirma que as tarifas podem sofrer ajustes e revisões. A lei 9.074 definiu o modelo de privatizações a ser seguido, normas para autorizações e concessões do serviço público, criou a figura do produtor independente de energia elétrica e permitiu a grandes consumidores comprar energia de outros concessionários e de produtores independentes.

Como consequência, algumas empresas públicas de energia, como a Companhia de Eletricidade do Rio de Janeiro, foram privatizadas nos anos seguintes. Ainda assim, de acordo com Silva (2011), houve resistência política à privatização, de modo que muitas empresas permaneceram públicas, como Furnas e Chesf.

Já em 1996, cria-se a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que passa a operar efetivamente em 1997. Caberia, à agência, a regulamentação e fiscalização de todos os processos (geração, transmissão, distribuição e comercialização) ligados à eletricidade no país (SILVA, 2011).

Nos anos seguintes, medidas de reforma institucional se aprofundaram. Foi criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e a Política Nacional de Recursos Hídricos pela lei 9.433, de 1997. No mesmo ano, a portaria DNAEE 466, alinhado com o Código de Defesa do Consumidor, estabeleceu as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. A lei 9.648, de 1998, estabeleceu o Operador Nacional do Sistema e o Mercado Atacadista de Energia (SILVA, 2011).

Assim, até ao longo da década de 1990, o setor elétrico deixou de apresentar uma estrutura integrada e verticalizada de empresas públicas para se tornar um setor com separações em sua cadeia de produção e com a presença de agentes privados.

Ainda no final da década, a Eletrobras, com o crescimento das questões ambientais e climáticas internacionalmente, passou a considerar questões socioambientais em todas as suas esferas de atuação, desde o planejamento e a construção até a operação e gestão da empresa. Assim, a empresa se tornou referência no que tange a esfera socioambiental e no desenvolvimento de métodos e ferramentas direcionados para a otimização do uso da água. Também neste contexto, a Cepel cria a Casa Solar Eficiente, em 1997, servindo como espaço

de estímulo à pesquisa e exibindo a performance da energia solar fotovoltaica (ELETROBRAS, 2022).

Em 1998, cria-se o Sistema Interligado Nacional (SIN) e o Operador Nacional do Sistema (ONS). O SIN permite que grandes quantidades de energia sejam movidas ao redor do país, diminuindo o risco de desabastecimento e falha local no fornecimento de energia, como em caso de secas prolongadas que afetem o funcionamento de hidrelétricas. Enquanto isso, o ONS foi criado para operar o SIN (ELETROBRAS, 2022).

As mudanças, feitas para aprimorar o setor elétrico, acabaram se mostrando falhas em 2001. Nesse ano, ocorreu a Crise do Apagão de 2001, causada por ineficiências relacionadas às mudanças estruturais instituídas nos anos anteriores, como foi observado no relatório Kelman (SILVA, 2011).

Como consequências do Apagão de 2001, o governo adotou o racionamento de energia, contratou a construção emergencial de termelétricas e a Comercializadora Brasileira de Energia Elétrica, visando aumentar a oferta de energia elétrica. Foi criado, além disso, o Encargo de Capacidade Emergencial, direcionado para financiar os programas do governo (SILVA, 2011).

O governo também planejou lançar o Plano Emergência de Energia Eólica ainda em 2001. Porém, o plano nunca foi implementado, sendo criado, no ano seguinte, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), através da lei 10.438. O programa abriu caminho para a realização de leilões de energia renovável (KRELL; SOUZA, 2020).

Ferreira Junior e Rodrigues (2015) afirmam que o PROINFA foi capaz de estimular a adoção de fontes de energia renovável na matriz energética brasileira, se enfocando as usinas de biomassa, pequenas centrais hidrelétricas e usinas eólicas. Ademais, o programa também auxiliou a fixação da indústria de turbinas eólicas e seus componentes no Brasil, devido a um nível mínimo exigido de nacionalização de 60%.

Esse nível de nacionalização apresentou uma dificuldade para o PROINFA em seus primeiros anos, devido ao pequeno número de fabricantes no país. Segundo Ferreira Junior e Rodrigues (2015), até 2008 havia apenas uma fábrica de aerogeradores em operação no Brasil. Outra dificuldade apresentada pelos autores foram as exigências de garantias e as burocracias

envolvidas no programa, que dificultavam o acesso ao financiamento por parte de pequenos empreendedores.

Outro reflexo do Apagão de 2001 foram as reformas posteriores no modelo institucional do setor elétrico. Em 2003, o governo definiu as premissas para o Novo Modelo Institucional do setor, dispondo, por meio de medidas provisórias, sobre a comercialização de energia elétrica e a criação da Empresa de Planejamento Energético (EPE), que teve seu nome modificado para Empresa de Pesquisa Energética (EPE) posteriormente (SILVA, 2008).

As medidas provisórias do Novo Modelo Institucional se transformaram nas leis 10.847 e 10.848, em 2004. Os principais objetivos dessa reforma foram, conforme Silva (2008, p. 23): “promover a modicidade tarifária; garantir a segurança do suprimento de energia elétrica; assegurar a estabilidade do marco regulatório; promover a inserção social no setor elétrico brasileiro, principalmente pelos programas de universalização do atendimento”. Conforme o autor, as reformas também buscaram estimular o crescimento das fontes alternativas frente às fontes tradicionais fósseis.

Com essas reformas, os leilões se tornaram centrais no fechamento de contratos de compra e venda de energia. Os leilões ocorriam tanto para empreendimentos já existentes quanto para a expansão de geração. De acordo com Silva (2008), os leilões também serviram como instrumentos de estímulo para o crescimento das fontes renováveis, principalmente através do Decreto 6.048, de 2007, que estabeleceu leilões específicos para as fontes alternativas.

Como elucida Silva (2011), as reformas pelas quais passou o setor elétrico facilitaram os investimentos em fontes renováveis e garantiram, com mais eficiência e segurança, a expansão da oferta de energia elétrica. Essas fontes, que eram tidas como muito caras, se tornaram mais competitivas e seus preços foram se compatibilizando com o das fontes energéticas fósseis.

Quanto aos biocombustíveis, a década de 2000 mostrou avanços em sua adoção. Quanto ao álcool combustível, o principal destaque se dá ao lançamento de modelos de veículos com motores *flex*, que operam tanto com gasolina quanto com etanol. Em 2002, a Ford apresenta o primeiro modelo *flex* no mercado brasileiro (CORTEZ ET AL., 2016).

Contudo, o primeiro modelo do tipo lançado em terras tupiniquins é o Gol, da Volkswagen, que foi lançado em 2003. Desde então, outras marcas também lançaram modelos *flex* no país, o que favoreceu a expansão do consumo de etanol ao longo da década e, conseqüentemente, aumentou a participação dos produtos de cana na matriz energética brasileira no período, como veremos posteriormente (CORTEZ ET AL., 2016).

Outra inovação que impulsionou a adoção do etanol foi a criação de aviões movidos a etanol. Em 2005, a Embraer lançou seu primeiro avião agrícola movido à etanol. De acordo com Cortez et al. (2016), nos anos seguintes a empresa manteve esforços nessa área, lançando outros modelos de avião movidos a etanol, de modo que 40% da frota em operação, no ano de 2015, era movida a etanol. No mesmo ano, 80% dos aviões vendidos pela empresa, segundo o autor, eram movidos a álcool combustível.

Enquanto isso, o biodiesel ainda dava seus primeiros passos. Para estimular o desenvolvimento e a adoção do biodiesel, o governo lança, segundo Krell e Souza (2020), o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), instituído pela lei 11.097, de 2005. O programa estipulava, de acordo com Cortez et al. (2016), misturas de biodiesel no diesel comum, iniciando com 2% e atingindo 7% em 2014, estimulando o crescimento da produção de plantas e óleos vegetais para a produção de biodiesel.

A década de 2010 viu um rápido crescimento nas novas fontes de energia renovável no Brasil, com destaque para a energia eólica. Em parte, isso se deve à inclusão das fontes alternativas nos leilões de energia.

A partir de 2009, de acordo com Ferreira Junior e Rodrigues (2015), a fonte de energia eólica passou a ser contemplada em leilões de energia. Isso permitiu que essa fonte fosse adotada mais rapidamente desde então.

Em 2014, segundo Krell e Souza (2020), foi a vez da energia solar fotovoltaica ser incluída em leilões. Assim como no caso da energia eólica, isso favoreceu a expansão da energia solar no Brasil, porém com efeitos até então mais restritos devido à demora em se iniciar os leilões para essa fonte de energia.

Em 2010, foi fundado o Centro de Referência em Energia Solar de Petrolina (Cresp). O centro foi responsável pela implantação de uma usina fotovoltaica e suas pesquisas buscam

melhorar as usinas brasileiras e desenvolver estudos sobre a energia solar flutuante (ELETROBRAS, 2022).

Energia solar flutuante é o nome dado ao projeto de energia solar que também se utilizam de alguma outra fonte de energia no mesmo espaço, o que possibilita o uso da energia solar, quando a radiação solar está mais intensa, e o uso da outra fonte de energia, quando a radiação solar está menos intensa. Esse sistema permite a otimização do uso do terreno e permite a constância do fornecimento de energia, visto que quando há flutuação e diminuição da geração energética por uma fonte, pode-se usar a outra fonte para compensação. Inclusive, devido aos estudos de energia solar flutuante, o Cresp também pesquisa nas áreas de fontes eólicas e de hidrogênio (ELETROBRAS, 2022).

Devemos destacar, também, algumas das resoluções normativas da ANEEL. Segundo Pereira (2019), a Resolução Normativa (REN) 481/2012 autorizou que projetos de 30 a 300 MW, iniciados até o final de 2017 e que utilizem fontes renováveis, recebessem 80% de desconto na Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão e na Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição pelos primeiros 10 anos de operação dos projetos. Após 2017, o desconto nas tarifas continuaria existindo, mas seria reduzido a 50%.

Houve também a REN 482/2012, da ANEEL, que definiu condições para o funcionamento do sistema de compensação de energia elétrica fornecendo, assim, as condições para a geração em pequena escala (microgeração e minigeração). Posteriormente, a REN 687/2015 alterou a REN 482/2012, facilitando o processo burocrático relacionado, tornando mais rápido o processo de aprovação de sistemas fotovoltaicos e de inserção das unidades geradoras com as concessionárias de energia elétrica, além de alterar a potência limite para que a geração seja definida como microgeração ou minigeração. Ademais, foi proibida a venda de créditos energéticos, mas o prazo para uso dos créditos foi estendido e foi liberada a utilização destes créditos em locais diferentes ao da geração, desde que haja comprovação de titularidade (PEREIRA, 2019).

Desde então, o governo lançou outros incentivos às fontes renováveis. O Conselho Nacional de Política Fazendária realizou dois convênios, um em 1997 e outro em 2015, oferecendo isenção a alguns equipamentos relacionados à geração de energia solar e eólica e sobre a energia injetada na rede energética. O REIDI (Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento de Infraestrutura) incluía, em seus projetos de infraestrutura beneficiados,

energia solar fotovoltaica, dispensando tais empreendimentos de contribuírem com o PIS/PASEP/COFINS na compra e importação de máquinas, equipamentos e materiais de construção para o ativo imobilizado (PEREIRA, 2019).

Outros incentivos incluem o PADIS (Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores), que reduzia as alíquotas do PIS/PASEP/COFINS e do IPI quando a aquisição de máquinas e equipamentos no mercado interno ocorresse por Pessoa Jurídica e a isenção do PIS e COFINS para consumidores que produzam sua própria energia a partir de micro e minigeração. O governo federal reduziu o pagamento do Imposto de Renda das empresas instaladas nas Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia, Superintendência de Desenvolvimento do Centro-Oeste e Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste até 2023 (PEREIRA, 2022).

Para estimular a geração distribuída no país, o MME lançou, em 2015, o ProGD (Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica), por meio da Portaria 538, de 2015. De acordo com a portaria, a expansão da geração distribuída deveria se dar com base em fontes renováveis de energia. Também foram instaurados Grupos de Trabalho que atendessem aos objetivos de promoção da geração distribuída com base em energias renováveis e a implantação da geração distribuída em edificações públicas e comerciais. Segundo Pereira (2019), tanto bancos públicos quanto bancos privados possuem créditos para o setor elétrico, especialmente para a fonte solar, com taxas variando de 0,9% a 1,3% ao mês.

Nesse contexto, com diversos incentivos e a participação das novas fontes renováveis em leilões de energia, de 2010 até 2020 há grande crescimento do uso das novas fontes renováveis, principalmente eólica e, em menor medida, solar. Ainda assim, essas fontes ainda representam um percentual baixo da matriz energética brasileira, como veremos adiante.

4.2 A Evolução dos Investimentos em Energias Renováveis e da Matriz Energética Brasileira entre 1990 e 2020

Ao longo do período, a Oferta Interna de Energia brasileira se expandiu drasticamente. Em 1990, o Brasil possuía uma OIE de 142 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep). Esse valor alcançou, em 2020, 288,5 milhões de tep (EPE, 2022).

Em termos de participação da matriz energética, a energia hidrelétrica continuou crescendo, a priori, apesar de ter diminuído seu ritmo de expansão. Em 1990, a energia

hidrelétrica correspondia a 14,1% da oferta interna de energia do Brasil. Essa cifra aumentou para 15,8% no ano de 2000, tendo sido este o valor mais alto registrado até então (EPE, 2022).

Com o Apagão de 2001 e o início da busca por desenvolver outras formas de energia dentro da matriz brasileira nos anos 2000, a energia hidráulica recuou, respondendo por 14% da matriz em 2010. Essa situação se aprofundou na década de 2010, com os maiores incentivos às novas fontes renováveis e sua participação em leilões de energia, a participação da energia hidrelétrica recuou novamente, registrando 12,6% de participação na OIE, em 2020 (EPE, 2022).

Seguindo as tendências de redução das décadas anteriores, a lenha e o carvão vegetal continuaram vendo sua participação diminuir no período em destaque. De 20,1%, em 1990, esse grupo atingiu 12,1% de participação, em 2000, decrescendo para 9,7%, em 2010, e, finalmente, 8,9% em 2020 (EPE, 2022).

As fontes de combustíveis fósseis se expandiram no início do período em destaque. Em 1990, elas representavam 51% da matriz energética brasileira. Elas cresceram continuamente, atingindo seu pico em 2001, quando respondiam por 61% da OIE. Depois deste momento, elas decresceram e chegaram a 53% de participação em 2009. Contudo, desse ano até 2014, essas fontes de energia voltaram a ganhar espaço na matriz energética brasileira, retornando ao patamar de 61%. Desde então, as fontes fósseis voltaram a perder participação e respondiam, em 2020, por 51% da OIE, o mesmo nível identificado em 1990 (EPE, 2022).

Ao longo da década de 1990, a participação dos produtos derivados de cana, de acordo com dados do EPE (2022), sofreu uma leve redução, saindo de 13,4%, em 1990, para 10,9% de participação na matriz energética brasileira, em 2000. Isso se deve à maior desconfiança com o combustível de cana devido ao desabastecimento de 1989, como explicado no capítulo anterior.

A tendência é revertida, porém, com o começo das vendas e a popularização dos veículos *flex* e de aeronaves agrícolas movidas a etanol, desde o início dos anos 2000. Dessa forma, em 2010, os produtos de cana passam a representar 17,5% da matriz energética brasileira, alcançando um pico de 19% em 2020 (EPE, 2022).

No cenário da década de 1990, as novas fontes renováveis ainda não possuíam relevância na geração de energia brasileira, mesmo com os primeiros empreendimentos se formando ao

longo desse período. Dessa forma, até a década de 2010, as energias solar e eólica representavam 0,0% da matriz energética brasileira, segundo dados do EPE (2022).

Em relação à fonte eólica, podemos observar que as medidas tomadas para estimular sua adoção ao longo da década de 2010 surtiram efeito. Essa fonte de energia deixa de representar 0,0% da OIE brasileira em 2010, quando atinge 0,1% de participação. Contudo, ao longo da década, os empreendimentos em energia eólica se expandem consideravelmente, permitindo com que essa fonte de energia alcançasse 1,7% da OIE, em 2020 (EPE, 2022).

Como supramencionado, a fonte solar fotovoltaica também passou por um processo de acelerada expansão desde meados da década de 2010, mas ainda há muito a ser feito para esta alcançar o nível de adoção da energia eólica. Apenas em 2018, a energia solar passou a representar 0,1% da matriz energética nacional. Até 2020, essa fonte alcançou apenas 0,3% de participação (EPE, 2022).

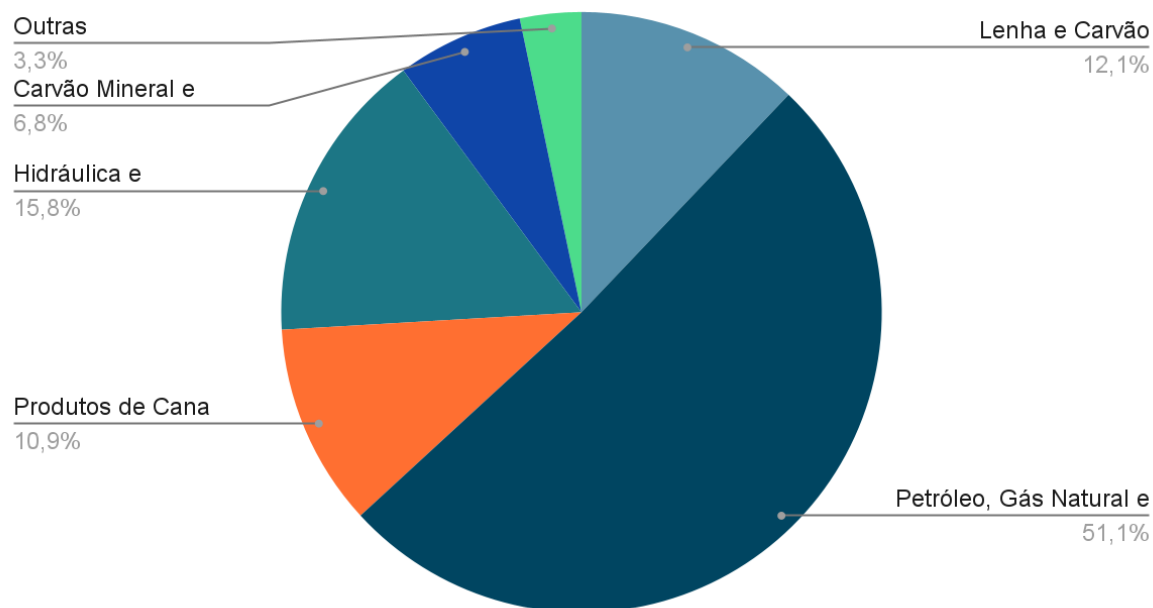
Entretanto, há grandes expectativas quanto a uma adoção mais profunda da energia solar no Brasil. Até o ano de 2012, a energia solar fotovoltaica possuía uma potência instalada de 7MW. Em setembro de 2020, essa cifra alcançava 6.727 MW, um crescimento considerável (ABSOLAR, 2020).

O custo da energia solar também caiu drasticamente desde 2013. Segundo publicação da ABSOLAR (2020), em 2013, a energia solar custava US\$103/MWh em leilões de energia. Em 2019, o valor foi reduzido para US\$20,33/MWh, sendo a fonte de energia mais competitiva economicamente nos leilões deste ano.

Vale destacar o crescimento da biomassa, que até o ano de 2000 representava cerca de 2% da matriz energética brasileira. Na década de 2000 e 2010, essa fonte de energia vê sua participação aumentar consideravelmente, alcançando mais de 8% de participação na OIE em meados dos anos 2010 (EPE, 2020).

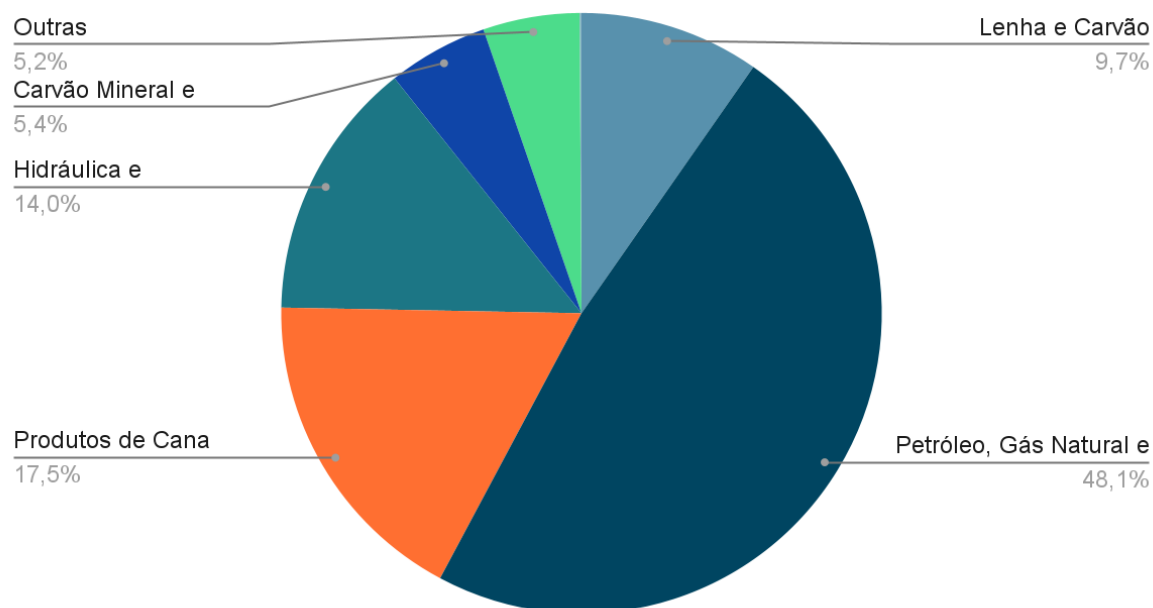
O grupo “outros”, onde se encontra, por exemplo, a energia nuclear, também se expande década após década. Em 1990, o grupo era responsável por 2% da OIE brasileira. Essa participação cresce para 3,3%, em 2000, e 5,2%, em 2010, alcançando 7,9% em 2020 (EPE, 2022). Podemos observar a evolução da matriz energética brasileira no período em destaque a partir dos gráficos que se seguem:

Gráfico 10 – Matriz Energética Brasileira 2000



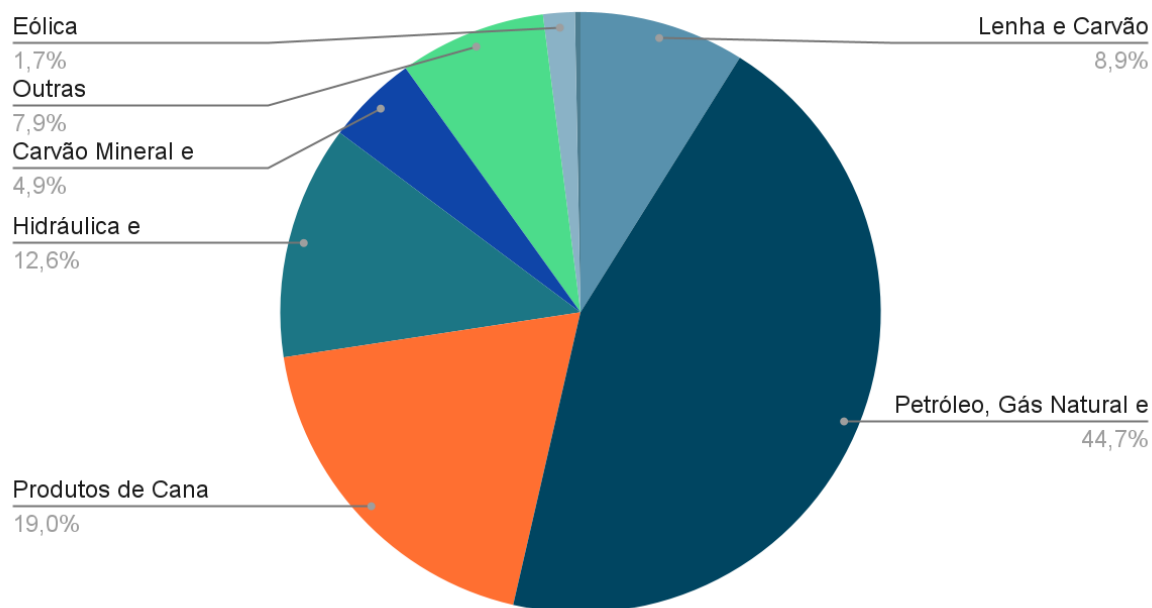
Fonte: Elaboração própria

Gráfico 11 – Matriz Energética Brasileira 2010



Fonte: Elaboração própria

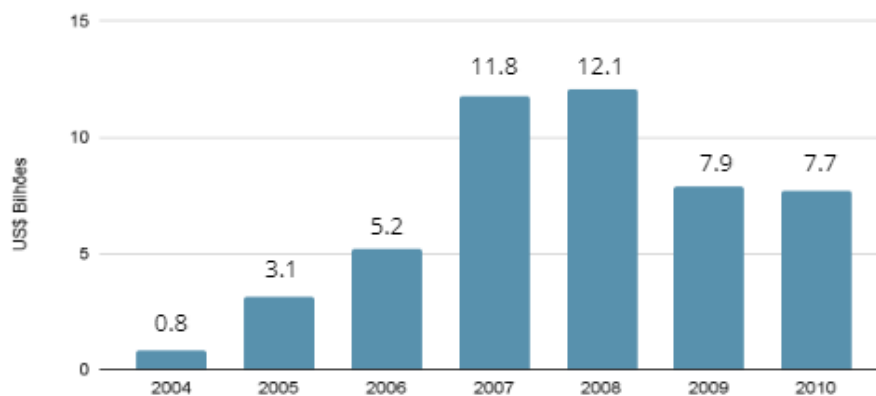
Gráfico 12 – Matriz Energética Brasileira 2020



Fonte: Elaboração própria

Os valores investidos em energias renováveis no Brasil apresentam grande variação. Contudo, os valores, em média, têm crescido. Segundo o *Renewables 2015 Global Status Report* (REN21, 2015), o investimento em renováveis no Brasil era de apenas US\$0,8 bilhão, em 2004. Com a reestruturação do setor elétrico e o início dos leilões de fontes alternativas, vê-se que o valor investido cresce consideravelmente, superando US\$11 bilhões em 2007 e 2008. Esse patamar de investimento, entretanto, não se mantém, de modo que, segundo o mesmo relatório, os investimentos em 2009 ficam em US\$7,9 bilhões. É possível visualizar a evolução dos investimentos na década de 2010 no gráfico a seguir:

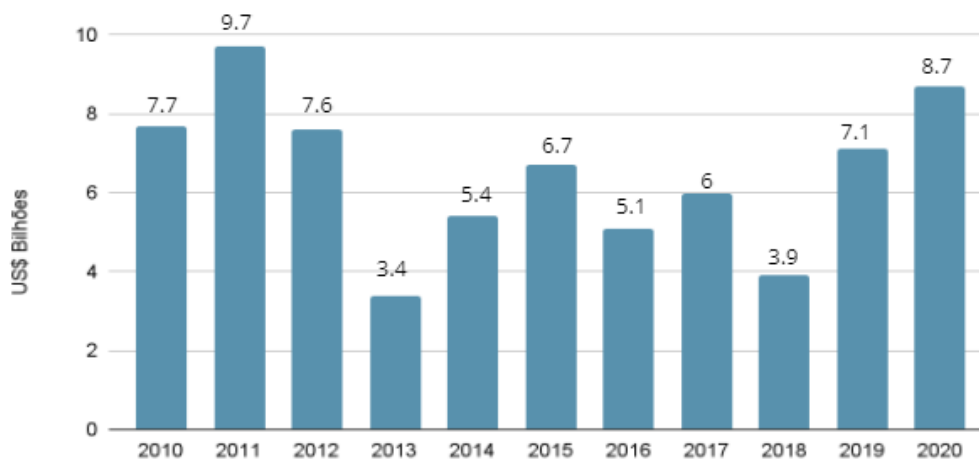
Gráfico 13 – Investimentos em Fontes Renováveis no Brasil – Anos 2000



Fonte: Elaboração própria

No período 2010-2020, é notável a inconstância dos investimentos em energia no Brasil. Com base nos dados do *Renewables 2021 Global Status Report* (REN21, 2021), a média de investimento no período ficou em torno de US\$6,3 bilhões, mas 2013 e 2018 terminaram com investimentos abaixo de US\$4 bilhões, com valores em US\$3,4 bilhões e US\$3,9 bilhões, respectivamente. Enquanto isso, três anos acabaram com investimento acima dos US\$7,5 bilhões, sendo eles: 2011, com US\$9,7 bilhões; 2012, com US\$7,6 bilhões; e 2020, com US\$8,7 bilhões. Os dados de investimento da década de 2010 são apresentados no gráfico seguinte:

Gráfico 14 – Investimento em Fontes Renováveis no Brasil – Anos 2010



Fonte: Elaboração própria

Apesar da inconstância nos valores investidos, o valor de 2020 representa um dado animador, dado que houve crescimento dos investimentos mesmo em um ambiente global de crise devido à pandemia da COVID-19. Além disso, segundo o relatório *Global Trends in Renewable Energy Investment* (FRANKFURT SCHOOL OF FINANCE AND MANAGEMENT et al, 2020), o Brasil, em 2019, era o país latino-americano com o maior investimento em energias renováveis. Com uma cifra de US\$6,5 bilhões, o investimento brasileiro no ano, segundo o relatório, havia crescido 74%.

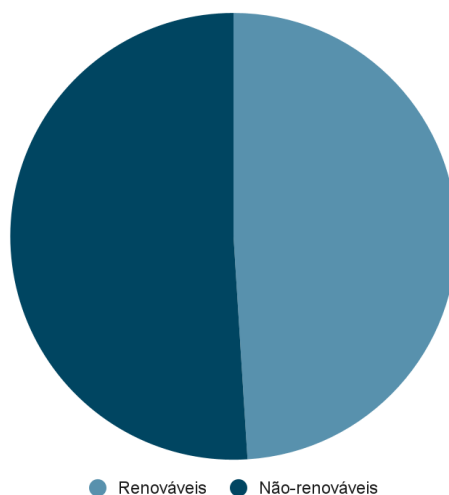
Nesse contexto, vale analisar como o Brasil tem se saído em relação a suas metas ambientais e comparar o desempenho brasileiro com o desempenho mundial.

4.3 Avaliação da Política e Matriz Energética Brasileira à Luz do Problema Ambiental entre 1990 e 2020

Mesmo com a matriz energética brasileira apresentando certa estagnação no nível percentual de renováveis, o Brasil possui uma matriz energética com participação de fontes

renováveis acima da média mundial. Em 2020, as fontes renováveis respondiam por 49% da matriz energética brasileira (EPE, 2022).

Gráfico 15 – Fontes Renováveis na Matriz Energética Brasileira 2020

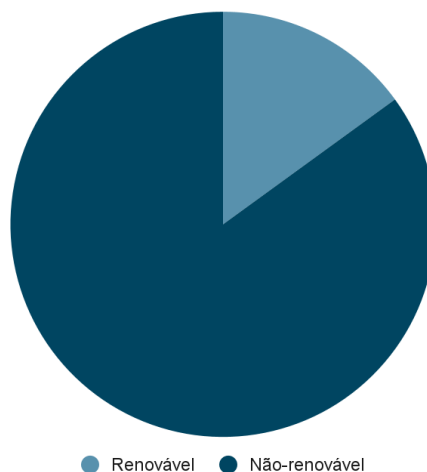


Fonte: Elaboração própria

Segundo o BEN 50 Anos (EPE, 2020), enquanto a matriz brasileira apresentou participação de renováveis acima de 40% em quase todos os anos desde a década de 1970, a média da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) ficou ao redor de 5% até o ano de 2000.

Desde então, houve um crescimento contínuo na participação de renováveis na OIE dos países OCDE, especialmente dos países europeus, mas estes ainda apresentavam apenas 15% de participação de fontes renováveis na sua matriz energética.

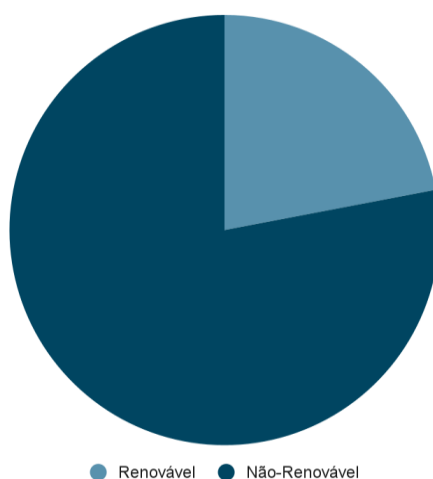
Gráfico 16 – Fontes Renováveis na Matriz Energética da OCDE 2018



Fonte: Elaboração própria

Ao mesmo tempo, Índia e China, o primeiro uma grande economia emergente e o segundo uma potência econômica global, ambos sendo ávidos consumidores de energia, sofreram quedas acentuadas na participação de renováveis em suas matrizes energéticas. No caso indiano, as fontes renováveis correspondiam a 60% da OIE da Índia até 1980. Durante a década de 1990, o valor caiu para menos de 40% e, em 2017, estava pouco acima de 20% (EPE, 2020).

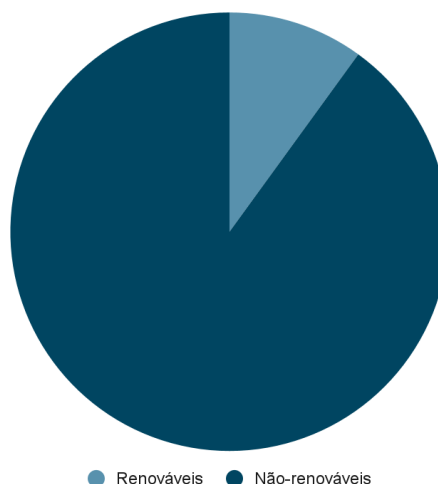
Gráfico 17 – Fontes Renováveis na Matriz Energética Indiana 2017



Fonte: Elaboração própria

A China possuía uma participação de renováveis de cerca de 40% de sua matriz energética em 1973. Esse número foi reduzido drasticamente nos anos seguintes, atingindo 20% em 2000. Ao longo da década seguinte, o valor foi reduzido pela metade novamente e, desde 2010, ele está próximo dos 10%.

Gráfico 18 – Fontes Renováveis na Matriz Energética Chinesa 2017

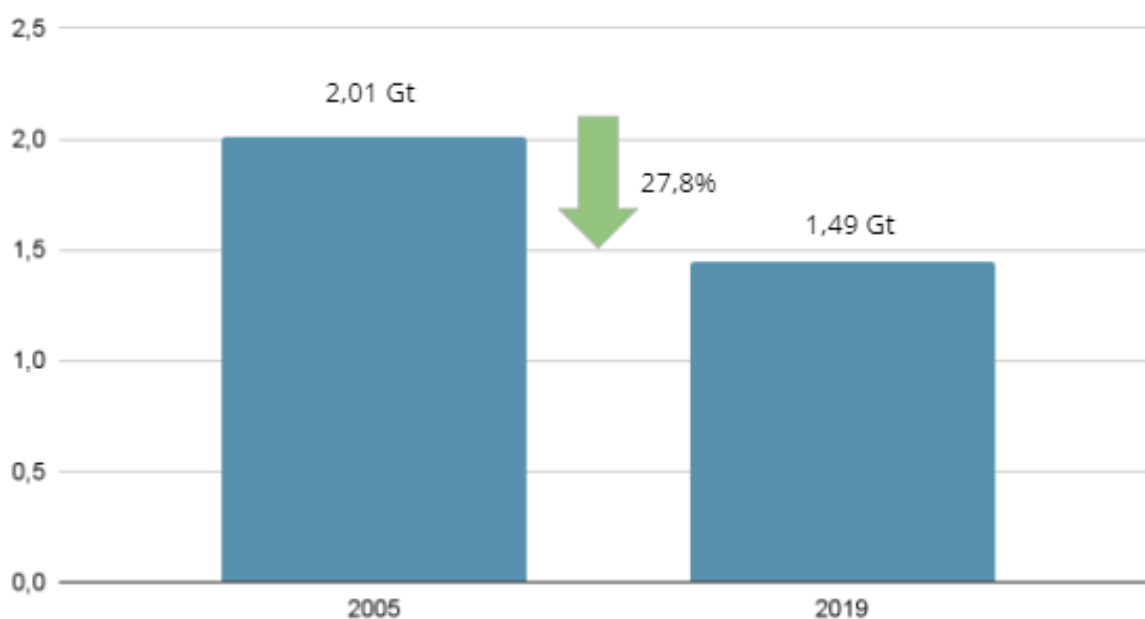


Fonte: Elaboração própria

Além de possuir uma matriz energética com maior participação de renováveis, o Brasil foi bem-sucedido, até o momento, em reduzir suas emissões de GEEs. A iNDC do país, como citado acima, foi de reduzir suas emissões de CO₂, em relação ao emitido em 2005, em 37% até o ano de 2025, alcançando redução de 43% até 2030.

Com base em dados do *Climate Watch* (2022), o Brasil reduziu em quase 28% suas emissões de GEEs até o ano de 2019, em comparação com 2005. Esse avanço se deve a uma redução considerável nas emissões relacionadas ao uso da terra e desmatamento desde 2011.

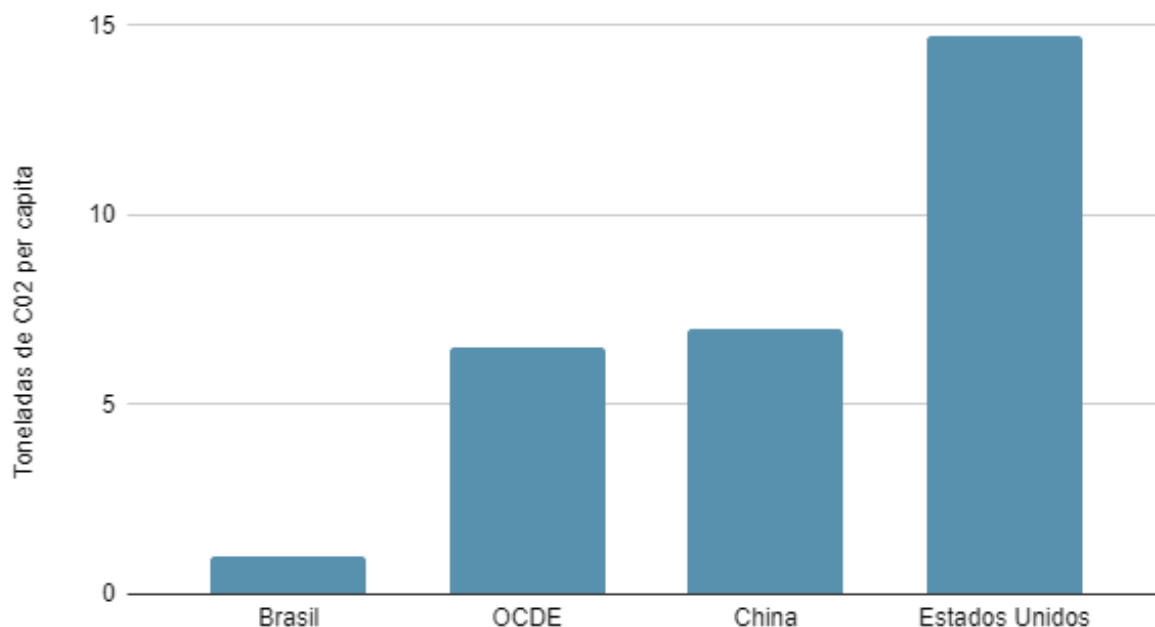
Gráfico 19 – Queda nas Emissões de CO₂ no Brasil 2005-2019



Fonte: Elaboração própria

Contudo, reduções da emissão de CO₂ em outros setores se mostra como uma tarefa mais difícil. Além disso, acredita-se que as metas estipuladas pelo Acordo de Paris são insuficientes para limitar o aquecimento médio do planeta em 1,5°C até o fim do século. Dessa forma, as transformações e adequações precisam acontecer mais rapidamente, o que exigiria mais esforços por mudanças mais céleres por parte do Brasil, assim como de todos os outros países.

Apesar de a situação requerer avanços mais rápidos por parte do país, o Brasil apresenta resultados positivos quanto à emissão de GEEs *per capita* quando comparado com os países da OCDE, Índia e China. Segundo EPE (2020), o Brasil emitia menos de 1 tonelada de CO₂ por habitante, em 2017. Enquanto isso, no mesmo ano, os países europeus da OCDE e a China emitiam mais de 5 toneladas de CO₂ por habitante e os Estados Unidos, por sua vez, emitiam pouco menos de 15 toneladas de CO₂ *per capita*.

Gráfico 20 – Emissão de CO₂ *per capita* de Brasil, China, Estados Unidos e OCDE 2017

Fonte: Elaboração própria

Os dados recentes nos mostram que o Brasil está privilegiando o desenvolvimento das novas fontes renováveis, que apresentam pouco ou nenhum impacto ambiental e climático, em detrimento de outras fontes, até mesmo das grandes e médias hidrelétricas. Isso porque as grandes e médias usinas hidrelétricas podem apresentar diversos problemas ambientais, tais como a emissão de GEEs, através da decomposição de biomassa no reservatório d'água; o deslocamento de populações para o alagamento de áreas que formarão o reservatório da usina; e a perda de espécies animais e vegetais (KRELL; SOUZA, 2020).

Contudo, é notável que o Brasil apresenta dificuldades em promover mudanças mais profundas rumo às suas metas ambientais, que necessitariam de alterações muito mais significativas do que as vistas atualmente. Inclusive, destaca-se o crescimento do uso de combustíveis fósseis, capazes de manter sua participação majoritária na matriz brasileira ao longo do período.

Desse modo, apesar dos avanços e altos investimentos em renováveis no Brasil, o país precisa diminuir mais suas emissões de GEEs para conseguir atingir suas metas ambientais, não sendo possível, ainda, dizer que o país está atravessando uma transição energética.

5 CONCLUSÃO

A energia é central para as sociedades contemporâneas e o Brasil não é uma exceção. Contudo, a produção e o uso da energia podem provocar efeitos adversos ao meio ambiente e ao clima. Preocupações acerca das mudanças climáticas impulsionaram a discussão acerca da transição energética, além de motivar a adoção de metas de crescimento das fontes de energia renovável na matriz energética dos países e de redução das emissões de GEEs.

Com base nos dados disponíveis, pode-se notar que, mesmo com o avanço das discussões e preocupações sobre o meio ambiente e o clima no Brasil, as fontes de energia renovável não avançaram, em termos percentuais, na matriz energética brasileira, entre 1990 e 2020.

Isso pode ser observado quando avaliamos a composição da matriz energética brasileira por fontes de energia. Tanto em 1990 quanto em 2020, a OIE brasileira apresentava 49% de participação de fontes renováveis e 51% de participação de fontes não-renováveis, sendo estes os valores mais altos de participação de energia renovável na OIE dentro do período destacado.

Não se pode dizer, porém, que não houve nenhuma mudança quanto ao nível de impacto ambiental do setor energético nesse período. As fontes de energia renovável que compõem a matriz energética se diversificaram, com destaque para a expansão da energia eólica, da biomassa, do biodiesel e da energia solar fotovoltaica.

A energia hidrelétrica tradicional, oriunda de grandes usinas e há muito a principal fonte renovável devido ao seu custo relativamente baixo, pode apresentar diversos problemas ambientais, como já discutido anteriormente.

Desse modo, a adoção das novas fontes renováveis pode representar uma mudança na forma como o país encara e trata as questões ambientais internamente, já que as novas fontes renováveis são mais amigáveis, ou seja, neutras ou não poluentes, em relação ao meio ambiente. Entretanto, essas fontes ainda representam uma parcela limitada da matriz energética brasileira e, ainda assim, a emissão de GEEs por parte do setor energético aumentou nas últimas décadas. De fato, o setor emitiu, em 2020, pouco mais de duas vezes o que ele emitiu no ano de 1990.

Resta, portanto, saber se o crescimento das novas fontes renováveis pode levar à transição energética no Brasil e a diminuição das emissões de GEEs. Atualmente, é difícil afirmar se as fontes renováveis conseguirão quebrar o padrão pendular, de crescimento seguido

de queda, de sua participação na matriz energética brasileira, mas o rápido crescimento da energia solar e eólica são um sinal positivo para o setor.

Entretanto, conforme já apresentado, o país enxerga as energias renováveis como formas complementares de energia, não havendo grandes demonstrações da intenção de substituir, progressiva e definitivamente, o uso das fontes não-renováveis.

Quanto à emissão de GEEs, o setor energético se apresenta, como mencionado anteriormente, como um dos grandes emissores de GEEs no Brasil, juntamente com o setor agropecuário. Desse modo, a redução de emissões por parte dos setores energético e agropecuário são de grande relevância para permitir que o Brasil alcance suas metas de emissões. Um bom prospecto é a redução das emissões de GEEs pelo setor energético desde 2014, ano em que as emissões do setor atingiram seu pico, conforme dados citados ao longo do trabalho.

Em termos de pesquisa futura, identifica-se a necessidade de trabalhos que continuem e aprofundem a avaliação da evolução das políticas e da matriz energética brasileira nos próximos anos e décadas, assim como trabalhos que enfoquem a avaliação e contribuição de outros setores da economia nacional na emissão de GEEs, bem como, potencialmente, uma comparação sistemática entre eles.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABSOLAR. **Energia solar fotovoltaica no Brasil**. São Paulo, 1 out. 2020. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/wp-content/uploads/2021/02/2020.10.08%20Infográfico%20ABSOLAR%20nº%2024.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2022.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **World energy balances: overview**. França: AIE, 2021a. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-balances-overview/world>. Acesso em: 11 ago. 2022.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **World energy investment 2021**. França: AIE, 2021b. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2021>. Acesso em: 11 jun. 2022.

BAPTISTA, Adriana Mathias; OLIVEIRA, Jaime César de Moura. O Brasil em Fóruns Internacionais sobre Meio Ambiente e os Reflexos da Rio 92 na Legislação Brasileira. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**. Curitiba, n. 102, jan./jun. 2002, p. 5-27.

BBC. **Guy Stewart Callendar: global warming discovery marked**. [Londres], 26 abr. 2013. Disponível em: <https://www.bbc.com/news/uk-england-norfolk-22283372>. Acesso em: 6 jun. 2022.

BP. **Statistical review of world energy 2021**. London: BP, 2021. Disponível em: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>. Acesso em: 11 jun. 2022.

BRASIL. Lei nº 3.782, de 22 de julho de 1960. Cria os Ministérios da Indústria e do Comércio e das Minas e Energia, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 22 jul. 1960.

BRASIL. Lei nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961. Autoriza a União a constituir a empresa Centrais Elétricas Brasileiras S. A. – ELETROBRÁS, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 28 abr. 1961.

BRASIL. Lei nº 6.151, de 4 de dezembro de 1974. Dispõe sobre o Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), para o período de 1975 a 1979. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 6 dez. 1974.

BRASIL. Lei nº 8.631, de 4 de março de 1993. Dispõe sobre a fixação dos níveis das tarifas para o serviço público de energia elétrica, extingue o regime de remuneração garantida e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 2.597, 5 mar. 1993. PL 3497/1993.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria nº 538**, de 15 de dezembro de 2015. Brasília, 2015.

CIA. **Brazil**. [S. l.], 22 mar. 2022. Disponível em: <https://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/brazil/#economy>. Acesso em: 26 mar. 2022.

CLIMATE WATCH. **Brazil**. [S. l.], c2022. Disponível em: https://www.climatewatchdata.org/countries/BRA?end_year=2019&start_year=1990. Acesso em: 15 ago. 2022.

CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **About the secretariat**. Bonn, c2022a. Disponível em: <https://unfccc.int/about-us/about-the-secretariat>. Acesso em: 9 jun. 2022.

CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Conference of the parties (COP)**. Bonn, c2022b. Disponível em: <https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop>. Acesso em: 9 jun. 2022.

CORTEZ, Luíz Augusto Barbosa; CRUZ, Carlos Henrique de Brito; SOUZA, Gláucia Mendes; CANTARELLA, Heitor; SLUYS, Marie-Anne van; MACIEL FILHO, Rubens. **Universidades e empresas: 40 anos de ciência e tecnologia para o etanol brasileiro**. São Paulo: Blucher, 2016.

DICIONÁRIO PRIBERAM DA LÍNGUA PORTUGUESA. **Energia**. [S. l.], c2022. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/energia>. Acesso em: 5 jun. 2022.

ELETOBRAS. **1962-2022: Seis décadas de inovação**. Rio de Janeiro: Memória da Eletricidade, 2022. Disponível em: <https://heyzine.com/flip-book/dab8f7b013.html#page/1>. Acesso em: 13 jul. 2022.

EPE. **BEN Interativo**. [Brasília], [2022]. Disponível em: <http://shinyepe.brazilsouth.cloudapp.azure.com:3838/ben/>. Acesso em: 26 mar. 2022.

EPE. **BEN 50 anos**. [Brasília], [2020]. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/BEN%2050%20anos.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2022

FRANKFURT SCHOOL OF FINANCE AND MANAGEMENT; PNUMA; BLOOMBERGNEF. **Global Trends in Renewable Energy Investment 2020**. Frankfurt, 2020. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/32700;jsessionid=BB8BA935628674E81184CF9DDDFDC9D1>. Acesso em: 26 mar. 2022.

FERREIRA JUNIOR, Júlio Cesar Gomes; RODRIGUES, Manoel Gonçalves. Um estudo sobre a energia eólica no Brasil. **Ciência Atual: Revista Científica Multidisciplinar da UniSãoJosé**. Rio de Janeiro, vol. 5, n. 1, 2015, p. 2-13.

GLOBAL CARBON PROJECT. **Global carbon budget 2021**. Canberra, 2021. Disponível em: https://www.globalcarbonproject.org/global/images/carbonbudget/Infographic_Emissions2021.pdf. Acesso em: 10 ago. 2022

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energias renováveis: um futuro sustentável. **Revista USP**, São Paulo, n. 72, dez./fev. 2006-2007, p. 6-15.

GRAAF, Thijs Van De; SOVACOOOL, Benjamin K. **Global energy politics**. Cambridge: Polity Press, 2020.

IBGE. **Projeção da População do Brasil e das Unidades da Federação**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>. Acesso em: 26 mar. 2022.

KRELL, Andreas Joachim; SOUZA, Carolina Barros de Castro e. A sustentabilidade da matriz energética brasileira: o marco regulatório das energias renováveis e o princípio do desenvolvimento sustentável. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**. Curitiba, v. 11, n. 2, 2020, p. 157–188.

LAGO, André Aranha Corrêa do. **Estocolmo, Rio, Joanesburgo**: o Brasil e as três conferências ambientais das Nações Unidas. Brasília: FUNAG, 2006.

LEITE, Alexandre César Cunha; ALVES, Elia Elisa Cia; PICCHI, Livia. A cooperação multilateral climática e a promoção da agenda da transição energética no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Curitiba, vol. 54, jul./dez. 2020, p. 379-403.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Glossary**. Genebra, 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/glossary/>. Acesso em: 7 jun. 2022.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **History of the IPCC**. Genebra, c2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/about/history/>. Acesso em: 8 jun. 2022.

PEREIRA, Reuler Cardoso. **Políticas públicas para expansão da energia solar fotovoltaica**: um estudo dos principais programas de incentivo da tecnologia no Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Itumbiara, 2019.

REN21. **Renewables 2005 global status report**. Paris: REN21, 2005. Disponível em: <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>. Acesso em: 11 jun. 2022.

REN21. **Renewables 2015 global status report**. Paris: REN21, 2015. Disponível em: <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>. Acesso em: 11 jun. 2022.

REN21. **Renewables 2021 global status report**. Paris: REN21, 2021. Disponível em: <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>. Acesso em: 11 jun. 2022.

SBBIOTEC. **Nossa História**. Brasília, c2017. Disponível em: <https://www.sbbiotech.org.br/nossa-historia>. Acesso em: 13 jul. 2022.

SILVA, Bruno Gonçalves da. **Evolução do setor elétrico brasileiro no contexto econômico nacional**: uma análise histórica e econométrica de longo prazo. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Energia – EP / FEA / IEE / IF, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SILVA, Raissa Pereira Araújo e. **O Brasil e o regime internacional de mudanças climáticas**: contribuições nacionalmente determinadas e o acordo de Paris (COP 21). (Especialização em Relações Internacionais) – Instituto de Relações Internacionais, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

SMIL, Vaclav. **Energy**: a beginner's guide. 2. ed. London: Oneworld Publications, 2017.

WEDY, Gabriel. O Acordo de Paris e as suas perspectivas. **Revista da Escola da Magistratura do TRF da 4ª Região**. Porto Alegre, ano 5, n. 12, 2019, p. 117-133.

YERGIN, Daniel. **The New Map**: Energy, Climate and the Clash of Nations. New York: Penguin Press, 2020.