

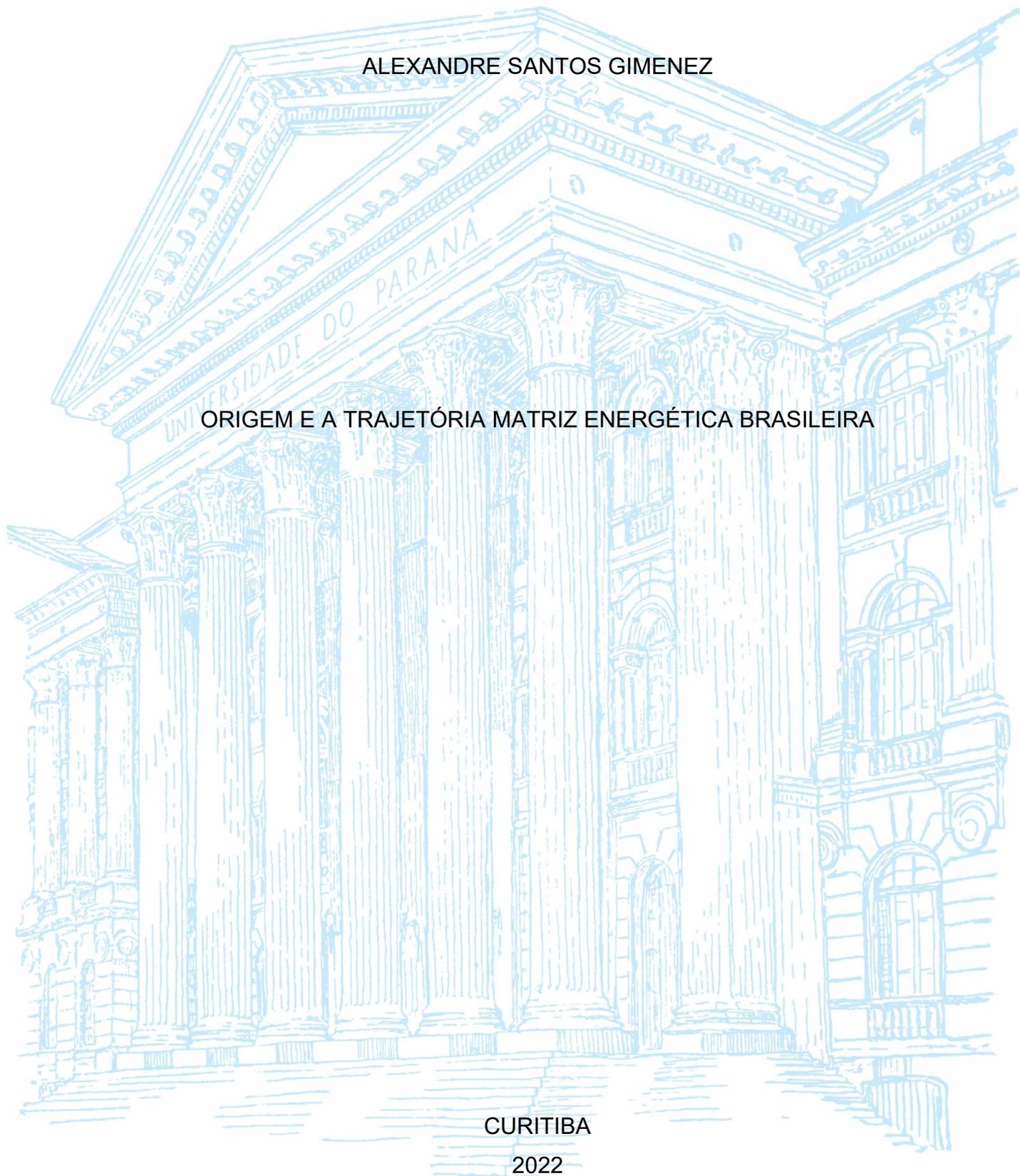
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ALEXANDRE SANTOS GIMENEZ

ORIGEM E A TRAJETÓRIA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

CURITIBA

2022



ALEXANDRE SANTOS GIMENEZ

ORIGEM E A TRAJETÓRIA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Ciências Econômicas, Setor de Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientadora: Prof. Dr. Rodrigo Leite Kremer

CURITIBA

2022

RESUMO

O debate envolvendo a importância da composição das matrizes energéticas frente aos indícios de mudanças climáticas vem ocupando diversos espaços de discussão atualmente. Esta monografia tem como objetivo expor a trajetória da atual matriz energética brasileira, destacando eventos que delinearão a sua configuração atual. E também fazendo uma comparação com outras matrizes energéticas mundiais, criando paralelos sobre o processo de desenvolvimento energético, a escolha de suas fontes energéticas, e o impacto destas decisões sobre as recentes necessidades mundiais de transição para matrizes energéticas limpas e renováveis. O processo de formação da matriz energética brasileira é comparado aos processos de França e Alemanha, onde existiram diferentes estratégias de desenvolvimento energético dada a diferença de potencial energético e de recursos naturais destes países, atingindo assim configurações e impactos diferentes. Foram analisados dados e indicadores referentes aos sistemas energéticos destes países, para que se possa entender e comparar as diferenças, e como esses países apresentam uma matriz mais limpa que o Brasil no caso da França, e tendências de transição mais aceleradas como a Alemanha.

Palavras-Chave: Energias renováveis. Matriz energética. Transição energética. Energia elétrica. Energia e Poluição.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1	A RELAÇÃO ENTRE A DISPONIBILIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO	8
2.2	A NECESSIDADE DO AUMENTO DE PRODUÇÃO ENERGÉTICA MUNDIAL	10
2.3	IMPACTOS AMBIENTAIS E NECESSIDADE DE DESENVOLVIMENTO DE FONTES LIMPAS.....	12
2.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	13
3	MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA.....	15
3.1	FORMAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA DO BRASIL	15
3.2	A PROGRESSÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL.....	19
3.3	O USO DAS FONTES EÓLICAS E SOLARES NA MATRIZ BRASILEIRA.....	22
4	BRASIL E AS TENDÊNCIAS MUNDIAIS NO SETOR ENERGÉTICO	27
4.1	TENDÊNCIAS MUNDIAIS PARA MATRIZES ENERGÉTICAS.....	27
4.1.1.	MATRIZ ENERGÉTICA FRANCESA.....	28
4.1.2.	MATRIZ ENERGÉTICA ALEMÃ.....	30
4.2	PANORAMA ENERGÉTICO BRASILEIRO	33
5	CONCLUSÃO.....	38
	REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

O debate sobre a utilização de combustíveis fósseis é cada dia mais importante no cenário mundial. Desde a década de 1980, a discussão sobre a emissão de gases do efeito estufa e do dióxido de carbono vem gerando preocupações sobre a orientação das matrizes energéticas mundiais, causando movimentações para que os países reorganizem suas matrizes.

Uma vez que as emissões de gases estão diretamente relacionadas com a utilização de combustíveis fósseis, encontrar novas fontes de energia limpa faz-se necessário. Essa reorganização busca evitar que os danos ambientais decorrentes da poluição sejam irreversíveis, a desertificação de regiões, alteração dos regimes de chuvas e aumento do nível dos oceanos são uma grande ameaça para o planeta.

Com o avanço das pesquisas, foi possível o desenvolvimento de tecnologias que permitem a geração de energias limpas de forma eficiente e economicamente viáveis, ano após ano é possível observar o crescimento da efetividade das fontes eólicas, solares, hidráulicas e nuclear. Esse avanço permite que exista a possibilidade de uma transição para uma matriz limpa entre os países que dependem fortemente de fontes como o petróleo e o gás natural.

Devido a pressões sob os governos, atualmente já existem esforços em países, principalmente europeus, para o desenvolvimento e aplicação de programas de transição da matriz energética, utilizando novas técnicas não poluentes e sustentáveis. De uma forma muito menos acelerada, esse movimento também ocorre no Brasil, que apesar de se posicionar acima da média mundial em taxas de energias limpas, ainda tem uma grande dependência de petróleo onde cerca de um terço da matriz energética brasileira é composta pelo petróleo e derivados, não apresentando tendências de alteração.

A matriz energética nacional representa a agregação de todas as fontes primárias de energia ofertadas para a utilização nos setores residenciais, comerciais e industriais dentro de um país. Normalmente essas fontes são divididas e classificadas em fontes renováveis como a eólica, solar, biomassa e nuclear que não dependem de recursos finitos da natureza para a sua geração. E as fontes não renováveis como o petróleo, o carvão e o gás natural, que tem reservas finitas espalhadas pelo globo.

Países emergentes enfrentam o desafio de aumentar as suas ofertas primárias de energia, uma vez que existe uma relação direta entre o uso de energia e o desenvolvimento de um país, dando preferência para fontes limpas e renováveis, um processo bem diferente pelo qual os países pioneiros no desenvolvimento tomaram, onde a disposição de sua matriz era fortemente concentrada em fontes não renováveis e poluentes como o petróleo e o carvão mineral.

Também é necessário definir um plano de transição energética para o Brasil, visto que pouco se é feito para que a necessidade de uso de combustíveis fósseis seja reduzida dentro do país.

Tendo em conta tudo o que foi exposto acima, essa monografia tem como objetivo analisar a formação e trajetória da matriz energética brasileira, verificando também como a matriz brasileira se compara em relação com outros países e de qual forma o Brasil está posicionado para o futuro de suas fontes de energia

Para completar essa análise, esse trabalho será dividido em três capítulos. O primeiro capítulo tem como objetivo expor conceitos teóricos e informações que servirão de base para a discussão do tema do trabalho. O segundo capítulo tem como objetivo apresentar o processo de originação da matriz brasileira, e de como se deu sua evolução e *status* atual. E por fim o terceiro capítulo onde é exposta a posição da matriz brasileira em relação a alguns exemplos e tendências mundiais, e as respectivas considerações para o futuro da base energética brasileira.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo busca criar uma base sólida, que permita a discussão em torno das questões econômicas que envolvem o problema da disposição e utilização de fontes de energia. Para isso ele será dividido em três seções, a primeira discutirá a relação observada entre a disponibilidade de energia e o desenvolvimento econômico, explicitando a importância da oferta de energia para o desenvolvimento econômico de um país. Na segunda seção será tratado os argumentos que mostram a necessidade do aumento da produção energética mundial e as preocupações que cercam o processo de crescimento da oferta mundial de energia. A terceira seção objetiva mostrar a importância do desenvolvimento e emprego de fontes de energia limpas e renováveis, explicitando os danos ambientais causados pelo uso de combustíveis fósseis e os possíveis futuros problemas caso esses problemas não sejam revertidos.

2.1 A RELAÇÃO ENTRE A DISPONIBILIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

A dinâmica entre o desenvolvimento econômico e a oferta de energia é amplamente debatida na literatura científica. Desde a revolução industrial, o desenvolvimento de tecnologias, e a melhoria das condições de vida na sociedade foram seguidas pelos aumentos e expansão da oferta de energia elétrica.

Desde a década de 1970, esse debate vem se intensificando, e aumentando a preocupação com o modelo e ritmo de desenvolvimento dos países em desenvolvimento (LEITE, 2014).

A observação da discrepância entre, os indicadores de disponibilidade de energia e renda per capita entre países de desenvolvimento tardio e países pioneiros na industrialização, denotam uma dificuldade para os próximos períodos, visto que o interesse por fontes renováveis de energia está mais presente nos países

desenvolvidos. Deixando a expansão da oferta de energia de países emergentes ainda dependente de combustíveis fósseis (LEITE, 2014, p. 36).

É possível observar essa discrepância na Tabela 1 abaixo. Que traz dados de renda *per capita*, e oferta interna de energia – OIE *per capita*. Para a comparação os países foram divididos em grupos, sendo uma parte os países pertencentes a OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*), e outra parte com o restante dos países em desenvolvimento ou pobres que não fazem parte da OECD. Também apresenta os dados referentes ao Brasil, para comparação.

Tabela 1 – Relação entre oferta interna de energia – OIE e PIB (2014)

Relação	Unidade	Mundo	OECD	Mundo s/ OECD	Brasil
PIB/per capita	US\$ PPC/per capita	8230	25340	4890	7530
OIE/per capita	tep/per capita	1,77	4,73	1,10	1,11
OIE/PIB	mil tep/US\$ PPC	0,21	0,19	0,25	0,15

Fonte: IEA, 2014. Elaboração: Própria.

Observando os dados da tabela, é clara a relação entre o desenvolvimento econômico e a disponibilidade de energia elétrica. Também é clara a desigualdade que existe entre essa disponibilidade entre os países, países em desenvolvimento atualmente precisam considerar os impactos ambientais para a ampliação de sua matriz energética. Enquanto países desenvolvidos não consideravam esses impactos durante o período de sua industrialização e se apoiaram em fontes não renováveis e poluentes para isso.

Outro aspecto que mostra essa relação são os índices de analfabetismo, mortalidade infantil e fertilidade alta nos países que apresentam o indicador de toneladas equivalentes de petróleo abaixo de uma tonelada por ano. Nesses países também se verifica uma baixa expectativa de vida e da relação PIB/per capita (GOLDENBERG, 1998).

Segundo Sen (1979, p.23), oferta de energia e serviços que dependem primariamente dessa disponibilidade são componentes fundamentais para o desenvolvimento e redução da desigualdade social.

Um dos principais problemas que dificultam o desenvolvimento de matrizes, é a dependência de recursos energéticos, e a sua dispersão geográfica. Alguns países não dispõem de reservas de petróleo, gás ou carvão mineral, criando dependências de fontes externas e impactando o seu desenvolvimento. Sobre o tema, Leite (2014, p.38) relata que essa relação também tem efeitos de desequilíbrio das contas externas, como foi evidenciado na crise do petróleo na década de 1970, onde o grande fluxo de petrodólares no mercado mundial e a disparada do preço do petróleo causou o endividamento imprudente de alguns países no cenário mundial.

Portanto, a relação desenvolvimento e oferta de energia, também depende da relação existente entre a disponibilidade de recursos naturais ou de tecnologia e a oferta primária de energia. Explicitando a importância desses recursos no desenvolvimento de um Estado (BOSERUP, 1981, p.3)

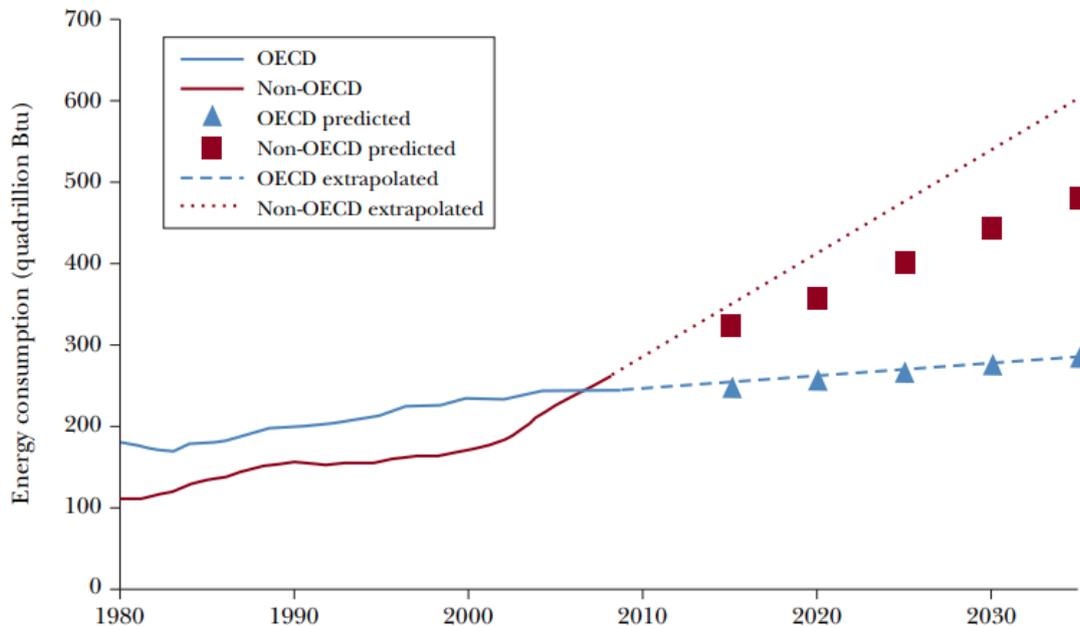
2.2 A NECESSIDADE DO AUMENTO DE PRODUÇÃO ENERGÉTICA MUNDIAL

Segundo o relatório *Perspectivas Mundiais de População 2019*, elaborado pela Divisão de População do Departamento da ONU, é esperado que a população mundial atinja a marca de 9,7 bilhões de pessoas nos próximos 30 anos, um aumento de 2,2 bilhões de pessoas ao índice atual. Esse crescimento, apontado principalmente em regiões em desenvolvimento, como o continente africano e o sudeste asiático também acompanha o crescimento dos níveis de renda e consumo dessas regiões, o que traz impactos para a demanda de energia mundial.

Países não membros da OCDE, tem uma expectativa de aumento na demanda por energia elétrica de 41% até 2040, segundo o relatório *International Energy Outlook* (2017, p.127), elaborado pela EIA. Populações em crescimento e com maior acesso a bens domésticos, são um ponto determinante para esse crescimento de demanda.

Esse crescimento de demanda e população, também afeta a preocupação com os impactos ambientais derivados da queima de combustíveis fósseis. É esperado que nos próximos 30 anos, todo o crescimento na demanda por combustíveis fósseis associados à poluição local e emissão dos gases do efeito estufa, venham de áreas em desenvolvimento (WOLFRAM; SHELEF; GERTLER, 2012, p.119)

Gráfico 1 – Consumo de energia em países desenvolvidos e em desenvolvimento



Fonte: International Energy Outlook (2011, p.120).

O gráfico acima apresenta a previsão dessa alteração de demanda no mundo, esse aumento principalmente nos países em desenvolvimento, é justificado pelo crescimento econômico que eleva os níveis de consumo da população que antes se encontravam na linha da pobreza. Onde considerando o processo de desenvolvimento desses países existe uma evolução de padrões e níveis de consumo (WOLFRAM; SHELEF; GERTLER, 2012, p.120).

Essas alterações também causam impactos nas necessidades de desenvolvimento de malhas de transmissão elétrica, trazendo a necessidade de elevar os níveis de infraestrutura em que esses países se encontram no momento.

Sobre o assunto, Keho (2016, p.235), analisando dados de países do continente africano concluiu-se que a demanda por energia nesses países está fortemente correlacionada com a renda, a produção industrial importações e o investimento estrangeiro direto, com essas relações se mantendo no longo prazo. E também denotando a importância de políticas públicas necessárias para mitigar os impactos ambientais trazidos pela expectativa de aumento das emissões de CO₂ oriundas do processo de intensificação da urbanização e do crescimento da

população. Políticas que incentivam o uso eficiente e a diversificação de fontes primárias de energia também são incentivadas.

2.3 IMPACTOS AMBIENTAIS E NECESSIDADE DE DESENVOLVIMENTO DE FONTES LIMPAS

A revolução industrial, impactou permanentemente a população mundial, trazendo aumentos produtivos e mudando completamente a forma de produção industrial presente na época. Mas também é o marco do início do uso de combustíveis fósseis para a geração de energia, a queima do carvão mineral e o uso do petróleo e seus derivados, formaram o alicerce para esse desenvolvimento.

Em relação à emissão de gases tóxicos prejudiciais ao meio ambiente, Leite (2016, p.47) faz as seguintes considerações:

As emissões de carbono feitas pela ação humana são de variadas origens e dispersas por todo o mundo, embora provenientes, predominantemente, dos países industrializados. Sua consequência se faz sentir na acumulação de carbono nas altas camadas atmosféricas, provocando o efeito estufa, o qual vem sendo analisado com intensidade crescente. O assunto da poluição e da proteção do meio ambiente entrou finalmente na ordem do dia e governos e organizações não governamentais foram compelidos a se pronunciar e a agir no sentido da proteção ambiental.

Levando em conta as considerações de Leite, é notável que os grandes responsáveis pela emissão de poluentes são as nações desenvolvidas, que tem se organizado para endereçar e tratar esse problema fortemente relacionado com o aquecimento global e as mudanças climáticas. Na tabela abaixo é possível identificar esse comportamento, observando os dados de renda e emissão de CO₂.

Tabela 2 – Relação entre população renda e emissão de CO₂ (2014)

Relação	Unidade	Mundo	OECD	Mundo s/ OECD	Brasil
CO₂/capita	t/capita	3,99	11,08	2,38	1,71
CO₂/PIB	Kg/US\$PPC	0,51	0,45	0,61	0,23
CO₂/OIE	t/tep	2,36	2,37	2,35	1,57

Fonte: Leite, 2014, p.36. Elaboração: Própria.

Essas evidências mostram a necessidade da organização de uma cooperação mundial, para que exista uma transição do uso intensivo de combustíveis fósseis para fontes limpas e não poluentes exista. Por isso surgiu o acordo de Paris, um acordo internacional que busca mediar e ajudar todos os países signatários a planejar uma matriz energética mais limpa. As intenções centrais do acordo são:

- “1. Assegurar que o aumento da temperatura média global fique 2°C abaixo dos níveis pré-industriais e prosseguir os esforços para limitar o aumento da temperatura a até 1,5°C acima dos níveis pré-industriais, reconhecendo que isto vai reduzir significativamente os riscos e impactos das alterações climáticas;
2. Aumentar a capacidade de adaptação aos impactos adversos das alterações climáticas e promover a resiliência do clima e o baixo desenvolvimento de emissões de gases do efeito estufa, de maneira que não ameace a produção de alimentos; das alterações climáticas e promover a resiliência do clima e o baixo desenvolvimento de emissões de gases do efeito estufa, de maneira que não ameace a produção de alimentos;
3. Criar fluxos financeiros consistentes na direção de promover baixas emissões de gases de efeito estufa e o desenvolvimento resistente ao clima” (ONU, 2015, p. 2).

Para que essas intenções tenham impacto real nas emissões mundiais de gases do efeito estufa e das mudanças climáticas, além de tudo será necessário o engajamento dos governos e a proliferação de políticas públicas, que tenham como objetivo promover o uso de fontes de energia mais limpas, investindo nessas tecnologias, para que além de limpas as fontes sejam economicamente viáveis.

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluindo os tópicos apresentados acima, é perceptível o papel fundamental da energia elétrica no desenvolvimento mundial e no cotidiano da população, e também a necessidade de que esse desenvolvimento venha acompanhado de uma renovação na forma em que os países configuram a sua matriz energética, dando preferência para fontes limpas e renováveis.

É imprescindível a profunda participação dos países e órgãos internacionais nesse assunto, guiando e incentivando políticas públicas que promovam o avanço e melhoria do mercado de energia internacional. Além dos benefícios de reversão das mudanças climáticas e redução da poluição nos grandes centros mundiais, esse

avanço nos mercados de energia também promovem uma vantagem econômica para os países, beneficiando principalmente os países com menor reserva de recursos naturais necessário para a sustentação de suas matrizes, o desenvolvimento de novas fontes limpas de energia, contribuem para uma menor dependência da oscilação dos preços do petróleo e do gás natural.

3 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Este capítulo, tem como objetivo traçar a trajetória da matriz energética brasileira, início do século XX até a sua configuração atual. Acentuando os principais acontecimentos que orientaram o seu desenvolvimento, passando de uma configuração primitiva, dependente de lenha até atingir a complexidade e maturidade atual, com forte presença do petróleo e hidráulica. Inicialmente será abordado o nascimento da matriz nacional, procurando destacar os fundamentos que levaram a sua constituição atual.

Em sua segunda parte, o objetivo será de mostrar a progressão da matriz energética brasileira, focando em analisar como os pontos apresentados no capítulo anterior evoluíram até alcançar a sua forma atual. Também iremos pontuar a participação de energias limpas e renováveis presentes na sua composição.

Na última parte, pensando nas tendências de futuro da matriz brasileira, será mostrado como se tem dado a participação das energias solares e eólicas no território nacional, mostrando como elas podem contribuir para a redução da dependência de combustíveis fósseis para a geração de energia e dessa forma tornar a matriz energética mais limpa e renovável.

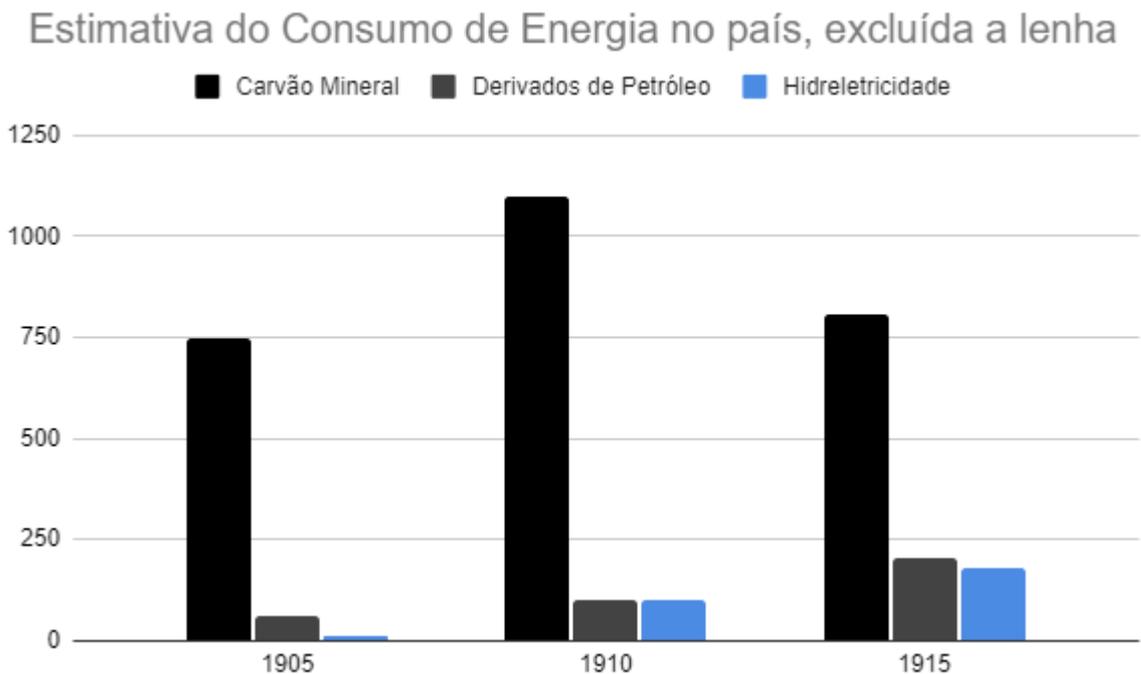
3.1 FORMAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA DO BRASIL

A configuração energética brasileira até 1915, foi apoiada principalmente no uso da lenha como fonte de energia. Devido a sua ainda pequena população, em comparação à sua extensão territorial, e o seu baixo nível de complexidade econômica, juntamente com a grande disponibilidade de lenha, devido ao desbravamento de territórios buscando o desenvolvimento de práticas agrícola e da pecuária, fez com que a lenha fosse o recurso energético predominante durante todo o início do século XIX no Brasil. (Leite, 2014, p.50)

No início do século XX, a disposição de recursos energético empregados no Brasil tem uma pequena alteração, ainda que fosse mantido a dominância do uso da lenha, foi iniciado um pequeno movimento de importação do carvão mineral, até 1913 onde o início da primeira guerra mundial dificultou o transporte marítimo desse recurso. Houveram tentativas de se iniciar a exploração do carvão mineral em minas no sul do país, mas sem o registro de nenhum grande êxito. Mesmo com importações, o uso de carvão pelo Brasil representou apenas 0,1% da demanda mundial do período.

Na virada do século XIX para o XX, o Brasil também iniciou suas primeiras incursões no desenvolvimento de energia com fonte hidráulica, com a formação da empresa Light, em uma parceria com técnicos e engenheiros canadenses, a empresa teve a operação liberada no país em 1895, construindo a usina hidrelétrica de Parnaíba no rio Tietê, com capacidade de gerar 2.000 KW e finalizada em 1901, esse foi um dos principais marcos da época da geração e futura configuração da matriz energética brasileira. Entre os anos de 1905 e 1915, a capacidade de geração de energia por meio de hidrelétricas cresceu sete vezes. (Leite, 2014, p.61)

Gráfico 2 – Estimativa de Consumo de Energia no Brasil



Fonte: IBGE, 1987. Elaboração Própria.

É notável no gráfico acima, o declínio do emprego do carvão mineral no Brasil após o início da primeira guerra mundial, e também do desenvolvimento de iniciativas hidrelétricas, aproveitando o potencial energético devido a disponibilidade de rios, e a parceria entre empresários brasileiros e estrangeiros, que abriram caminho para o aproveitamento do potencial de geração energia armazenado nos rios brasileiros.

O ano de 1915 marca os primeiros passos do Brasil rumo a uma tentativa de desenvolvimento industrial, com a importação de grandes volumes de maquinários que tinham objetivo de capacitar a formação de manufaturas no país. (Leite, 2014, p.64)

Essa entrada de novos equipamentos com objetivo de desenvolvimento industrial, trouxe juntamente com ela a necessidade de uma maior capacidade de geração de energia, e o emprego de novas fonte, no período também é registrado o grande influxo de imigrantes que já tinham contato anterior com a cultura industrial. Posto isso o Brasil registrou um aumento de 44% na produção industrial entre 1914-1920. (Leite, 2014, p.64)

Os primeiros passos nacionais rumo a tentativa de desenvolvimento industrial marca também o início do uso intensivo de derivados de petróleo como forma de fonte energética, uma vez que a importação de carvão mineral era dificultada pelo grande conflito que ocorria na Europa, a solução encontrada foi o início da importação do óleo combustível dos Estados Unidos. (Leite, 2014, p.65)

Também é notável a migração de uma parte do capital empregado nas atividades primárias para as cidades e o desenvolvimento urbano. Criando assim um clima favorável a expansão das energias de fonte hidráulica e dos derivados de petróleo, que viu a sua participação saltar 55% entre os anos de 1915 e 1920, e 48% no quinquênio seguinte. Em detrimento do carvão mineral que cresceu apenas 87% no período todo. (Leite, 2014, p.69)

No Brasil, é de conhecimento geral que o início dos anos 30 é marcado pelo começo do período conhecido como “Era Vargas”, onde o país ficaria sob o comando de Getúlio Vargas nos próximos quinze anos. Esse período é marcado por transformações em diversos setores nacionais, sendo também um deles o setor energético. (Leite, 2014, p.74)

Dentro desse movimento, se registra as primeiras intervenções do governo intervendo no mercado de energia elétrica, visto que a maioria da infraestrutura hidroelétrica brasileira havia se desenvolvido apoiada em capital privado, sem

participação do governo brasileiro, começam um processo de desenvolvimento de uma regulamentação para a exploração da capacidade hidroelétrica nacional. Como o código de águas, que regulamentava a exploração de quedas d'água, instituído no ano de 1934, e a fundação da CNAEE – Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica no ano de 1939, que tinha como objetivo principal, intermediar os planos de desenvolvimento, e regulamentar o relacionamento entre as concessionárias e a parte concedente da exploração, que era exercida pela Divisão de Águas do Ministério da Agricultura, e também garantir a soberania dos recursos hídricos. (Leite, 2014, p.78)

As décadas de 1950 e 1960 se destacaram pelo ideal desenvolvimentista, vindo principalmente do governo Kubitschek, onde o plano de metas impulsionou o emprego de petróleo e seus derivados, uma vez que se via a expansão da malha viária no país. As fontes energéticas movidas por carvão, hidroeletricidade e petróleo, tomaram dimensões industriais para suprir a rápida expansão pela qual o país passava (MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL 2030, 2007, p.107).

No decorrer da década de 1960, ocorre um importante acontecimento para a configuração da infraestrutura energética brasileira, onde o setor elétrico passou a ser constituído por entidades público-federais, gerindo este segmento desde a geração de energia até a sua distribuição. Também é de grande importância a construção de grandes complexos de geração e distribuição de energia nos anos subsequentes, unificando um sistema que antes era composto por unidades isoladas regionalmente (KESSLER, 2006, p.50).

Apesar da drástica redução de capital externo causada pela crise do petróleo nos anos 1970, o setor energético brasileiro continua em acelerada expansão durante o período, em contrapartida, essa expansão continuada gera um grande endividamento das entidades públicas que geriam o setor energético. A desaceleração desse contínuo desenvolvimento só se deu durante a pressão inflacionária sofrida pelo país nos anos 1980, essa situação só foi revertida após o início da reforma do setor elétrico nos anos 1990 (KESSLER, 2006, p.51).

A reestruturação do setor elétrico ocorrida durante a década de 1990, trouxe importantes transformações, onde a união passa de um papel de administrador para um cargo de regulador, ocorreu uma descentralização no modelo de entidade público-federais fundado anteriormente, transformando assim a forma com a qual as empresas do setor elétrico ofertavam seu serviço para a população brasileira. Essa transformação foi delineada pela fundação da Agência Nacional de Energia Elétrica -

ANEEL, que iniciou um projeto de desestatização das entidades operadoras, sob um regimento específico, onde essas entidades ainda eram ligadas ao Ministério de Minas e Energia, criando condições especiais para a sua autonomia (Kessler, 2006, p.56).

A fundação da ANEEL teve como foco o desenvolvimento de atividades fiscalizadoras na conjuntura do sistema energético nacional, fiscalizando os processos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, verificando se o alinhamento apresentado nesses processos pelas entidades responsáveis é condizente com as regulamentações apresentadas pelo Estado brasileiro. A criação dessa nova entidade também está diretamente ligada com a alteração no sistema de concessão do aproveitamento do potencial hídrico brasileiro, regendo um sistema de leilões para a definição da concessão de aproveitamento de tais recursos (GUERRA; YOUSSEF; URSAIA, 2011, p.16).

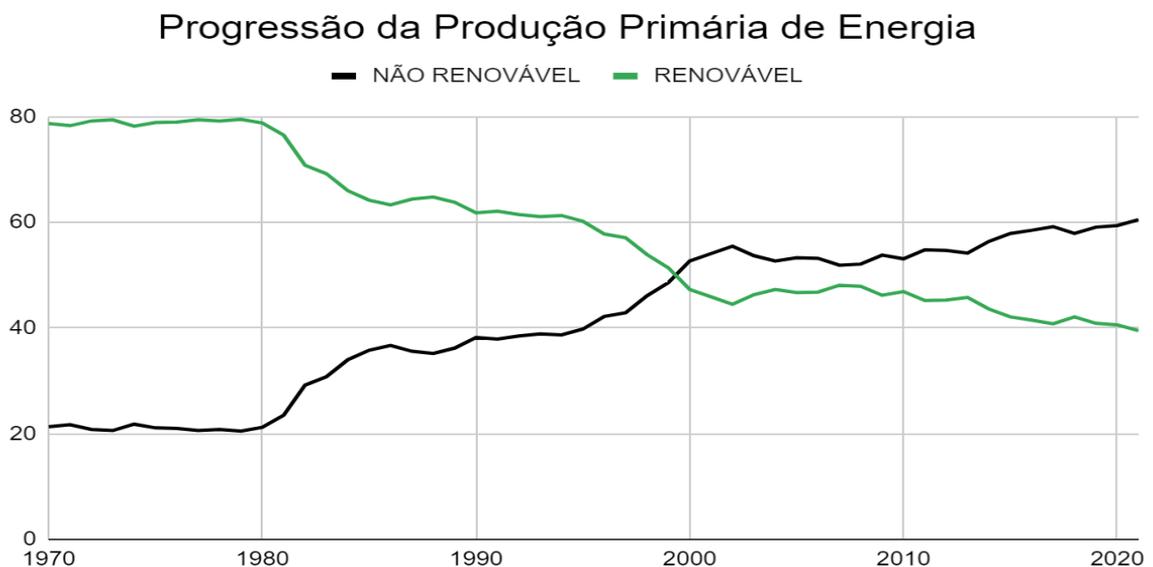
Para Leite (2014, p.285), o cenário do setor elétrico no Brasil nos anos 2000 se alterou notadamente em relação ao seu passado. Onde no período decorrido havia uma grande preocupação com a autossuficiência energética, diminuindo a participação de agentes externos no fornecimento de capacidade energética, nesse momento, em um cenário com a presença de uma relação internacional mais próxima entre os países, o Brasil tem como foco se tornar um ponto exportador de energia elétrica, principalmente de petróleo. Esse novo foco torna a conjuntura do setor elétrico mais complexa, trazendo um novo dinamismo internacional para as considerações do setor.

Leite classifica os meados da década de 2010 como sendo o período de desestruturação do setor de energia no Brasil, o autor pontua que o governo em uma manobra que visava a manutenção do poder, trouxe uma situação de aparelhamento das entidades governamentais, causando uma ineficiência na gestão dos órgãos públicos, afetando assim o setor de energia. Essa instabilidade também é marcada pela instabilidade financeira em duas das principais empresas estatais do setor energético, a Petrobrás e Eletrobrás, causados por aplicação de recursos em projetos ineficientes no caso da empresa petrolífera, e no caso da Eletrobrás, o marco regulatório aprovado em 2013, que visava objetivos de curto prazo e alterava a dinâmica das tarifas de energia, trazendo a dificuldade financeira para a companhia.

3.2 A PROGRESSÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL

Anteriormente, vimos como foram definidas as orientações pelas quais os recursos energéticos nacionais eram priorizados. Em várias etapas de alteração ou tentativas de desenvolvimento da nossa matriz, oportunidades de desenvolvimento de fontes renováveis foram perdidas. Analisando os dados fornecidos pelo Balanço Energético Nacional (2021), podemos observar com clareza, que ao longo do tempo o uso e desenvolvimento de fontes renováveis foi despriorizado.

Gráfico 3 – Progressão da produção primária de Energia no Brasil (1970 - 2021)

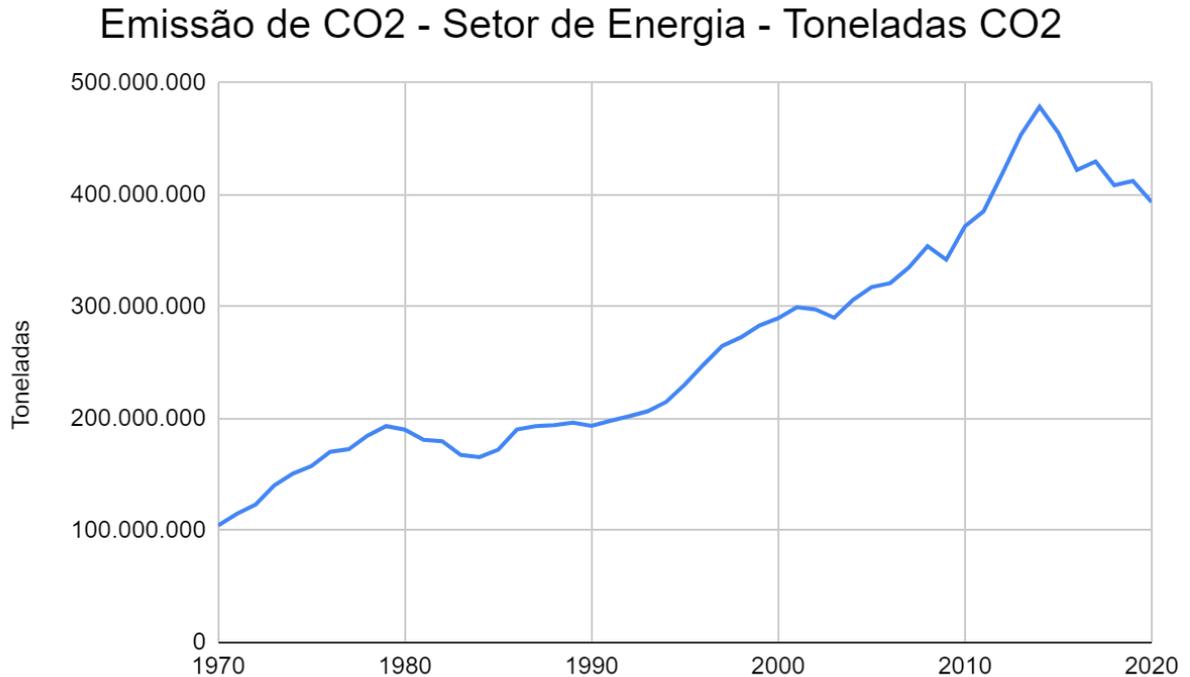


Fonte: Balanço Energético Nacional (2021). Elaboração própria.

Em seu texto, Leite (2014, p.74), discorre sobre a mudança nos objetivos energéticos brasileiros. Pretendendo alcançar níveis de eficiência energética maiores, o Brasil passou a adotar uma certa preferência pela utilização de petróleo e seus derivados, essa mudança de tendência pode ser facilmente observada na figura acima.

Essa alteração na política energética contribuiu para o aumento das emissões de CO₂, causada pelo setor de energia. Analisando dados do Sistema de Estimativa de Emissões de Gases do Efeito Estufa (SEEG), a partir da década de 1980 também observamos uma alteração na tendência emissões

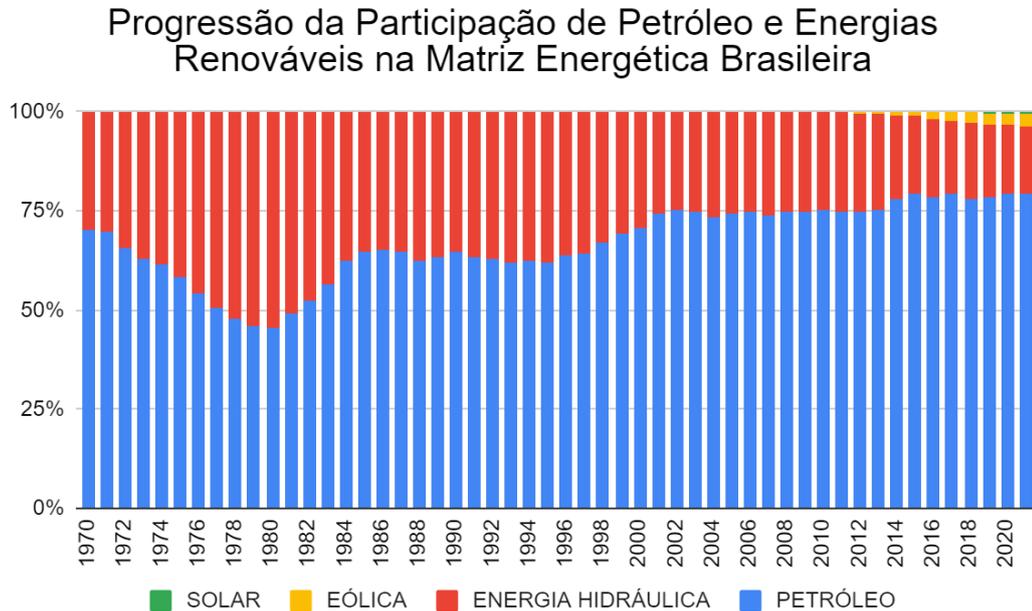
Gráfico 4 – Emissões de CO2 pelo Setor Energético (1970-2020)



Fonte: Sistema de Estimativa de Emissões de Gases do Efeito Estufa (2020).
Elaboração própria.

O Brasil que poderia ser utilizado como exemplo de matriz energética renovável durante a década de 1970, passa a ter uma configuração focada no emprego de petróleo e seus derivados. Essa tendência perdura até os dias de hoje, onde a utilização de fontes renováveis como a hidráulica, eólica e solar ainda não tem expressividade quando comparadas ao petróleo e seus derivados, como podemos observar no gráfico abaixo:

Gráfico 5 – Progressão da matriz energética do Brasil



Fonte: Balanço Energético Nacional (2021). Elaboração própria.

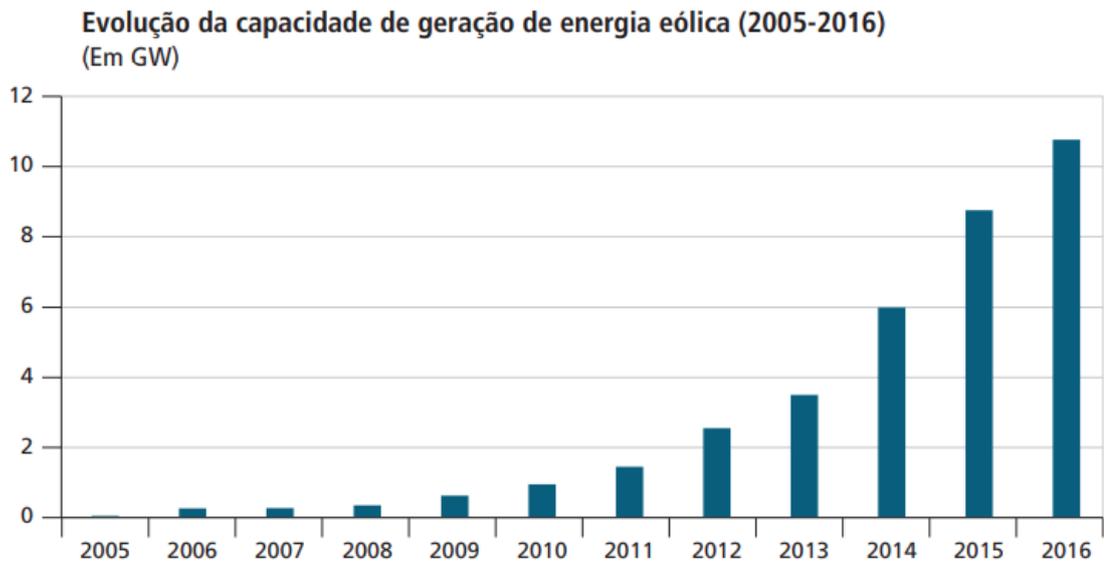
Apesar do cenário atual, nos últimos anos temos visto o crescimento no emprego de produção interna de energia de fontes solares e eólicas. Segundo Silva (2021, p.814), o uso dessas fontes no Brasil vem crescendo em tendência acelerada, e tem capacidade de reverter o cenário atual até 2050. Isso somado a participação do Brasil no acordo de Paris pode dar uma maior tração ao movimento de purificação da matriz energética, como apresentado por Robbins (2016, p.131), prevê que os países desenvolvidos forneçam auxílio para os países em desenvolvimento realizarem essa transição, podendo dessa forma habilitar o Brasil a realizar uma transição mais rápida do que o esperado.

3.3 O USO DAS FONTES EÓLICAS E SOLARES NA MATRIZ BRASILEIRA

Como observamos na seção anterior, juntamente com os dados referentes ao fornecimento primário de energia no Brasil organizados pelo Balanço Energético Nacional (2021), a principal fonte renovável na matriz brasileira continua sendo a produção elétrica por meio de fontes hidráulicas. Porém essa participação esteve

estagnada nos últimos 20 anos, enquanto vemos as fontes eólicas e solar se apresentarem como possíveis soluções para a transição de uma matriz baseada em recursos poluentes e não renováveis para uma matriz limpa apoiada em recursos renováveis.

Gráfico 6 – Evolução da capacidade de Geração Eólica no Brasil.



Fonte: (LOSEKANN; HALAAK, 2018, p.636).

Como podemos observar na figura, o emprego de energia eólica no Brasil tem crescido em ritmo acelerado ano após ano. O início dessa expansão se deu principalmente pela criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), que iniciou a sua participação no cenário no ano de 2002. O programa tinha como objetivo contratar a geração de 3,3 GW de capacidade, utilizando um programa de tarifas incentivadas (feed in) como mecanismo de engajamento da política (LOSEKANN; HALAAK, 2018, p.636).

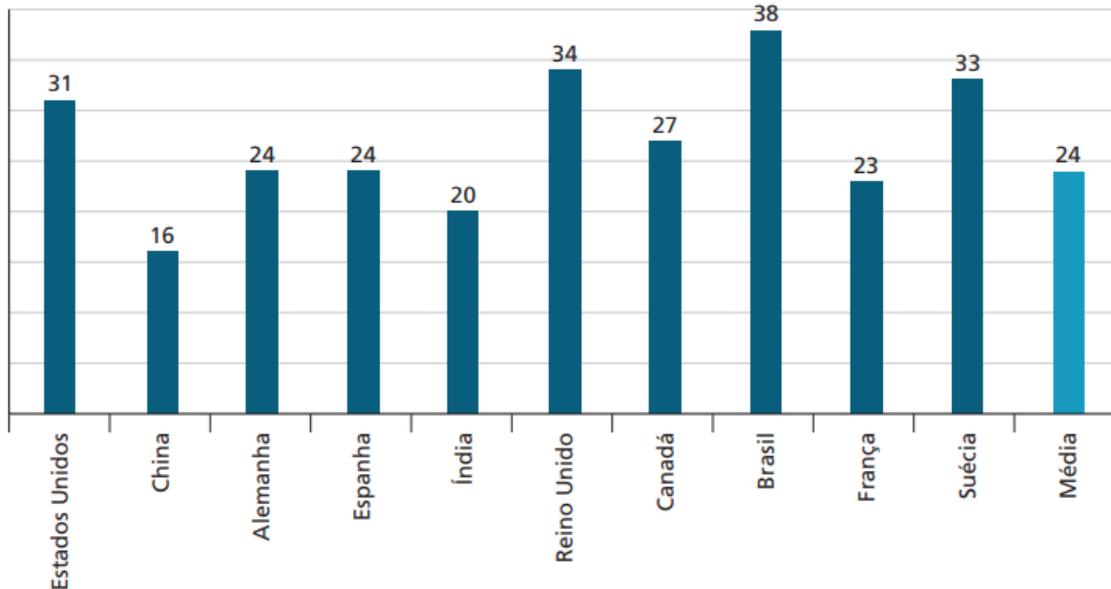
No ano de 2016, a energia fornecida por meio de parques eólicos já representava 7% da geração total de energia no Brasil, segundo a Associação Brasileira de Energia Eólica. Essa expansão foi impulsionada pelos leilões de expansão de parques eólicos, que se iniciaram em 2004. Com esses resultados combinados, o Brasil alcançou a marca de nona maior capacidade de geração de energia por fontes eólicas (Abeeólica, 2017).

Um dos principais fatores que contribuem para a expansão desse tipo de fonte energética no país é o grande potencial brasileiro, onde em suas regiões,

principalmente a nordeste temos um fator de constância e intensidade nos ventos, fazendo com que o potencial brasileiro seja superior à média mundial, como podemos observar no gráfico produzido com dados da Associação Brasileira de Energia Eólica.

Gráfico 7 – Fator de capacidade de parques eólicos.

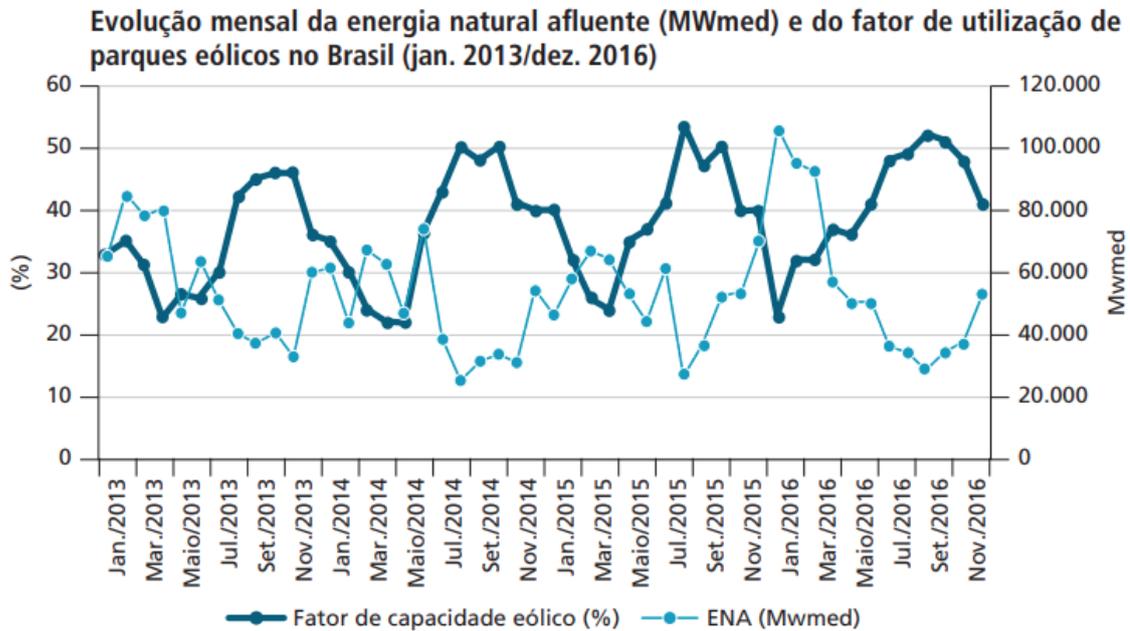
Fator de capacidade de parques eólicos – países selecionados
(Em %)



Fonte: (LOSEKANN; HALAAK, 2018, p.638).

Outro fator que contribui positivamente para a expansão dos parques eólicos é a sinergia dessa fonte com outra fonte utilizada em grande escala no Brasil, a energia proveniente de hidrelétricas. Observando dados podemos concluir que nos períodos de tempo onde temos uma menor ocorrência de fenômenos hidrológicos, temos em compensação um aumento na intensidade dos ventos, aumentando assim o fator de capacidade eólica do país, e neutralizando os efeitos sazonais que impactam as duas formas de geração de energia (GOLDENZWEIG, 2017, p.42)

Gráfico 8 – Evolução mensal da energia natural afluyente e do fator de utilização de parques eólicos no Brasil.



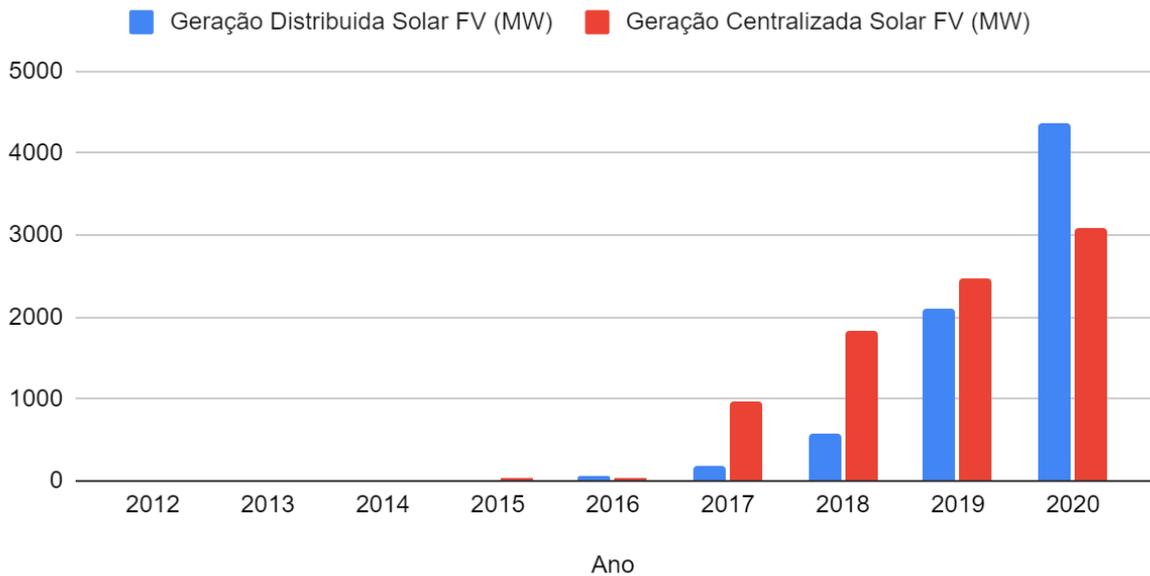
Fonte: (LOSEKANN; HALAAK, 2018, p.639).

Enquanto a energia proveniente dos parques eólicos brasileiros já tem uma expressiva participação na matriz energética brasileira, a energia solar que também conta com um grande potencial brasileiro para a sua produção ainda tem níveis de participação menos expressivos, apesar disso existem esforços para alavancar o seu desenvolvimento, estando divididos em dois grupos: a energia solar distribuída e a energia solar centralizada (Irena, 2017, p.128).

A energia solar distribuída está relacionada com a instalação de placas fotovoltaicas capazes de gerar energia elétrica e alimentar setores residenciais e comerciais, enquanto a energia solar centralizada está conectada ao Sistema Interligado Nacional, e apresenta instalação de placas fotovoltaicas em maior escala, geralmente em um parque solar fotovoltaico (LOSEKANN; HALAAK, 2018, p.641).

Gráfico 9 – Participação da Geração distribuída solar e da Geração Centralizada Solar.

Geração Distribuída Solar FV (MW) e Geração Centralizada Solar FV (MW)



Fonte: (Aneel/Absolar, 2022, p.1).

Apesar dos ganhos de escala na implementação de parques solares, a extensão territorial brasileira gera uma dificuldade na distribuição desse potencial, fazendo com que a geração distribuída tenha avançado em um ritmo mais acelerado em relação à geração centralizada de energia solar. Mesmo com o avanço da geração distribuída, ela ainda apresenta dificuldades para sua instalação no Brasil, uma vez que devido ao seu custo, a sua instalação está restrita aos estratos de maior renda dentro da população brasileira, e ao uso residencial, sendo esse responsável por 79% das ligações de geração distribuída (LOSEKANN; HALAAK, 2018, p.642).

4 BRASIL E AS TENDÊNCIAS MUNDIAIS NO SETOR ENERGÉTICO

Até aqui foi apresentado os acontecimentos que moldaram a matriz energética atual do Brasil. Nesse capítulo o objetivo é apresentar as tendências de algumas das principais referências no setor energético, colocando o Brasil como perspectiva, para podermos contrastar como o Brasil tem reagido às flutuações na orientação da política energética mundial em relação ao emprego de fontes renováveis em sua matriz energética.

Na primeira parte será apresentado como alguns países têm lidado com as tentativas de desenvolver o seu potencial em energias de fontes limpas e renováveis, apresentando o contexto histórico e sua orientação atual.

A segunda seção terá o objetivo de traçar paralelos entre os exemplos trazidos, e comparar com a situação brasileira, possibilitando assim que exista uma comparação entre os países.

4.1 TENDÊNCIAS MUNDIAIS PARA MATRIZES ENERGÉTICAS

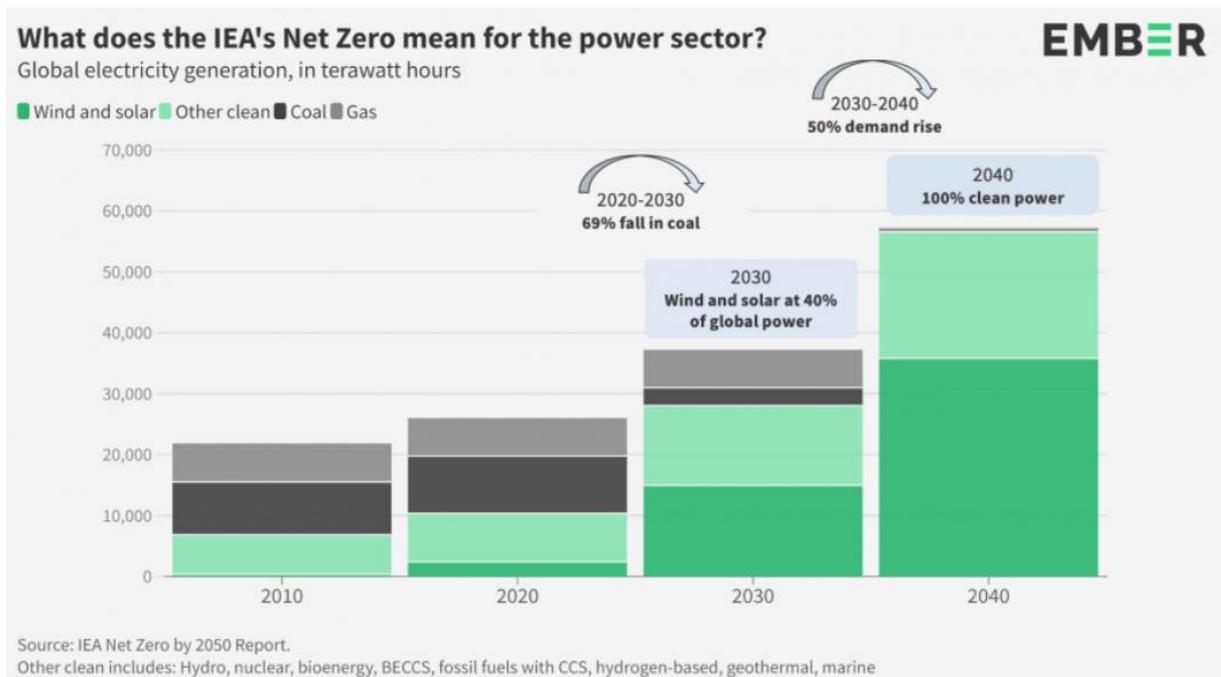
Como citado anteriormente, o mundo assiste hoje tentativas de se articular um esforço coletivo direcionado para que exista uma redução na dependência de fontes de energia poluentes e não renováveis. A Conferência das Nações Unidas para Mudanças Climáticas (COP 21), realizada em Paris em 2015, contou com a participação de diversos países, e concretizou o acordo onde 175 países se comprometiam com metas focadas em reverter as latentes mudanças climáticas. Esse comprometimento implica na necessidade de matrizes energéticas mais limpas, que explorem fontes de energia não poluentes (Robbins, 2016, p.132).

A configuração atual do sistema elétrico mundial, depende em grande parte de recursos não renováveis, trazendo um outro risco para o sistema, o esgotamento dos recursos naturais. Esse risco somado aos danos ambientais causados pela exploração de fontes poluentes, alavancam ainda mais a necessidade de buscar alternativas em recursos renováveis, possibilitando assim o alívio das crises ambientais e energéticas (GALBIATTI, 2018, p.123).

Outro indicador dessa mudança de tendência é o projeto conduzido pela Agência Internacional de Energia (IEA), apresentado como Net Zero by 2050, o

programa objetiva orientar as políticas públicas mundiais, visando reduzir a emissão de dióxido de carbono relacionada à produção de energia elétrica para zero até o ano de 2050. Podemos observar. Na figura abaixo podemos observar como são projetados os resultados do programa.

Figura 1 – Objetivos do programa IEA's Net zero

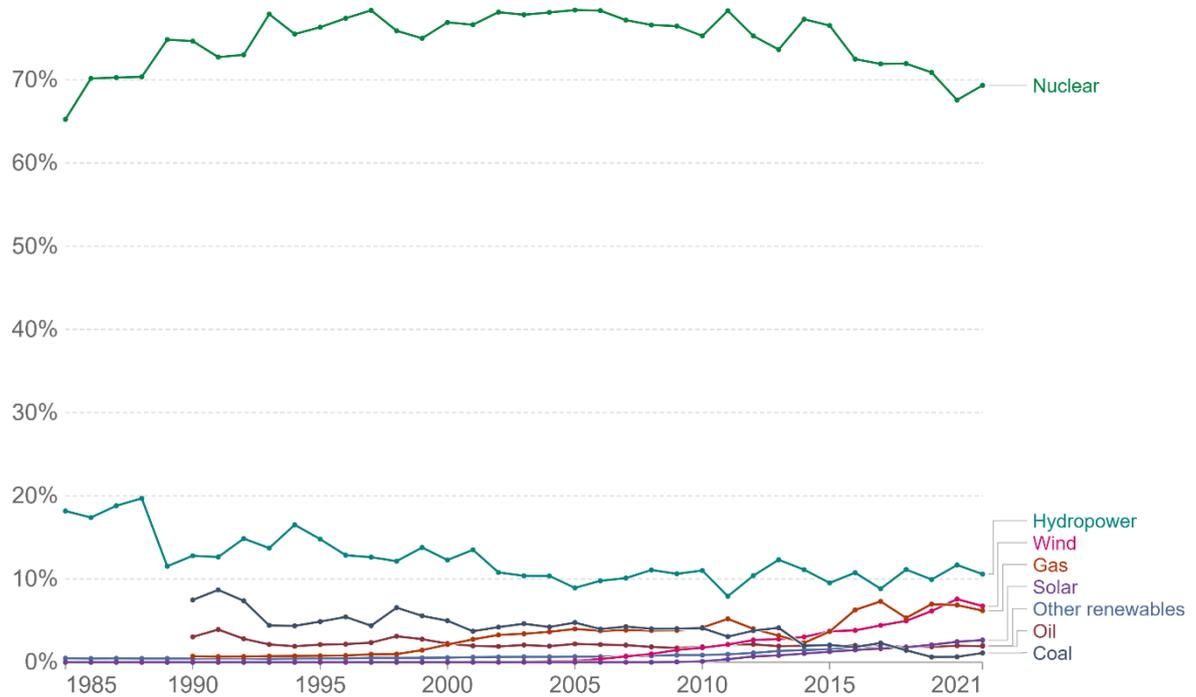


Fonte: IEA Net Zero by 2050 Report (2021, p.245).

4.1.1. MATRIZ ENERGÉTICA FRANCESA

A crise mundial do petróleo ocorrida na década de 1970, causou um grande impacto mundial, uma vez que alterou toda a dinâmica envolvida no uso do petróleo e seus derivados. Na França não foi diferente, buscando diminuir a sua dependência sobre esse recurso, foi iniciado o chamado Plano Messmer, onde o primeiro ministro francês Pierre Messmer acelerou o programa de energia nuclear francês, construindo 13 usinas nucleares, com capacidade de fornecer 13000 MW de capacidade adicional (LE GROS, 2020, p.56).

Gráfico 10 – Evolução da matriz energética francesa.



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy & Ember

OurWorldInData.org/energy • CC BY

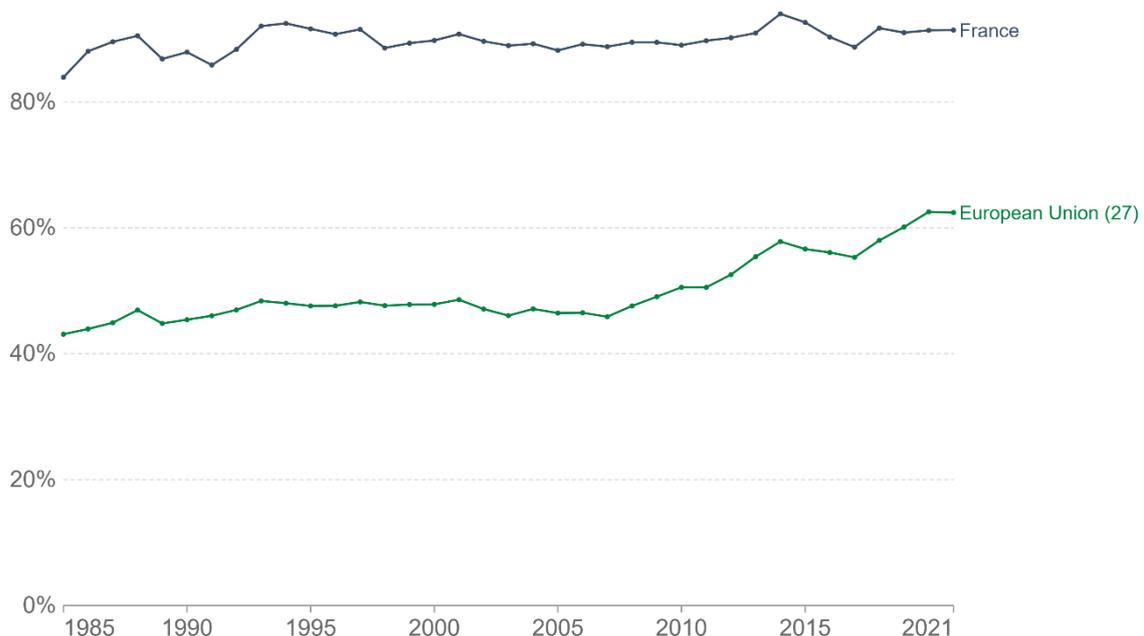
Fonte: Our World in Data, 2022.

O desenvolvimento do Plano Messmer deixa marcas até hoje na matriz energética francesa, pois influenciou toda a configuração de sua matriz energética até os dias de hoje. Atualmente 70% de toda energia produzida no país é originada em usinas nucleares, e o país possui uma matriz baseada em fontes de baixa emissão de carbono.

Segundo os dados fornecidos pela Ember Climate (2021, p.7), é possível pontuar a importância e a dependência da energia nuclear para a França. Porém, a utilização dessa fonte como provedora de energia levanta preocupações em meio a população, na década de 1970 é visto o nascimento de movimentos antinucleares na França. Preocupados com os impactos de segurança, econômicos e sociais o movimento advogava contra o desenvolvimento dos 40 reatores anunciados pelo governo na década. Entretanto com a crise do petróleo e as necessidades energéticas francesas o processo de desenvolvimento da energia nuclear no país teve continuidade (Rucht, 1990, p.200).

Apesar de não ser classificada como uma energia renovável, a energia nuclear é considerada como uma fonte limpa de energia, uma vez que em seu processo de produção, a emissão de gases como o dióxido de carbono e os gases responsáveis pelo efeito estufa são praticamente nulas. Isso contribui para que a França tenha uma das matrizes com a maior participação de fontes de baixa emissão de carbono da Europa, como é ilustrado na figura abaixo.

Gráfico 11 – Percentual de uso de energias de baixa intensidade de carbono.



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy (2022) ; Our World in Data based on Ember's Global Electricity Review (2022). ; Our World in Data based on Ember's European Electricity Review (2022).

Fonte: Our World in Data, 2022.

Em 2017, o presidente francês Emmanuel Macron anunciou a meta de reduzir a participação das fontes nucleares da matriz energética francesa, com o objetivo de reduzir de 75% para 50% a participação dessa fonte, em detrimento do desenvolvimento de fontes renováveis como a solar ou eólica.

4.1.2. MATRIZ ENERGÉTICA ALEMÃ

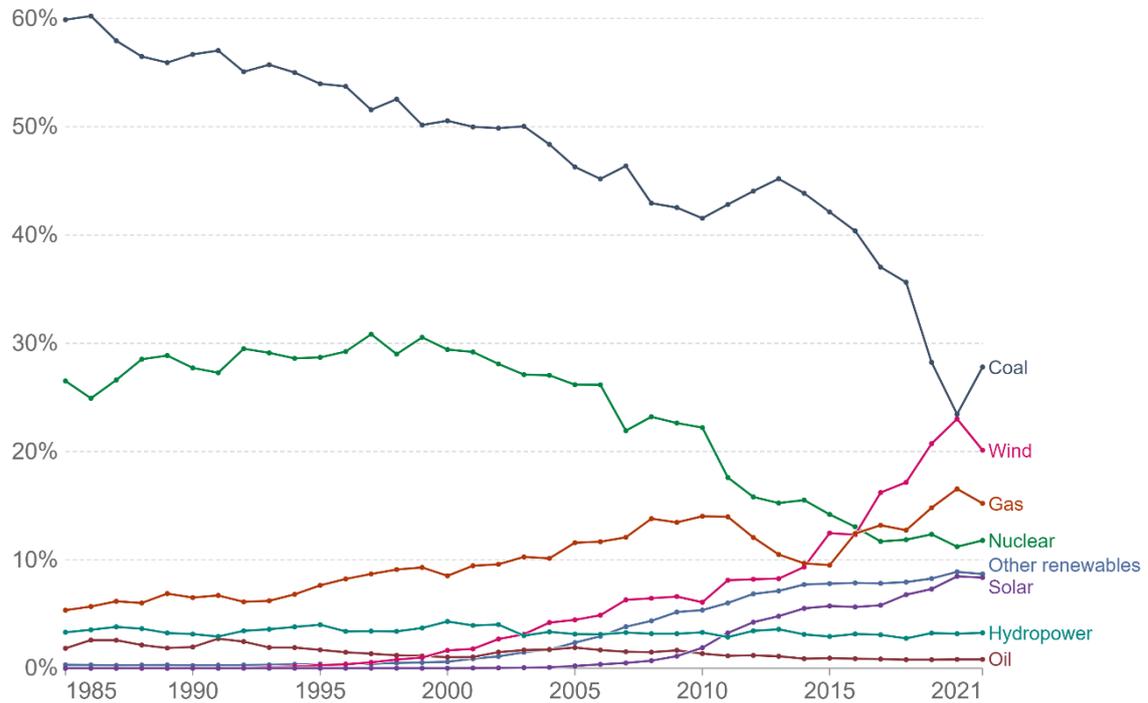
Assim como no caso francês, a Alemanha também foi duramente impactada pela crise do petróleo da década de 1970, entretanto não adotou a mesma alternativa escolhida pela França, devido à opinião popular, que se manifestava duramente contra a implementação de tecnologias nucleares após o acidente de Chernobyl.

Na época, a solução encontrada foi a implementação de uma tarifa incentivada que restituía o uso de painéis fotovoltaicos para a geração de energia, essa solução alavancou a produção de energias limpas na Alemanha, fazendo com que entre os anos de 2001 e 2006 a sua geração e energias não dependentes de combustíveis fósseis registrou um crescimento de 187%.

Essa necessidade e preocupação perduraram durante os anos, até que em 2010, foi criado oficialmente o *Energiewende*, um programa com objetivo de alterar a configuração da matriz energética alemã, reduzindo a dependência de fontes não renováveis em detrimento do uso de fontes solares e eólicas, visando alcançar até 2050 uma participação de 80% de fontes renováveis e limpas em sua matriz energética.

Como podemos observar nos dados abaixo fornecidos pela *BP Statistical Review of World Energy*, desde o início da década de 2010, onde tivemos o nascimento do *Energiewende*, a participação de fontes eólicas e solares vem crescendo rapidamente, registrando um salto de 16,9 p.p. para eólica, e 6,49 p.p. para a energia solar, em contrapartida, é nítida a mudança na tendência de fontes de energia nuclear e baseadas na queima de carvão.

Gráfico 12 – Evolução da matriz energética francesa por fonte.



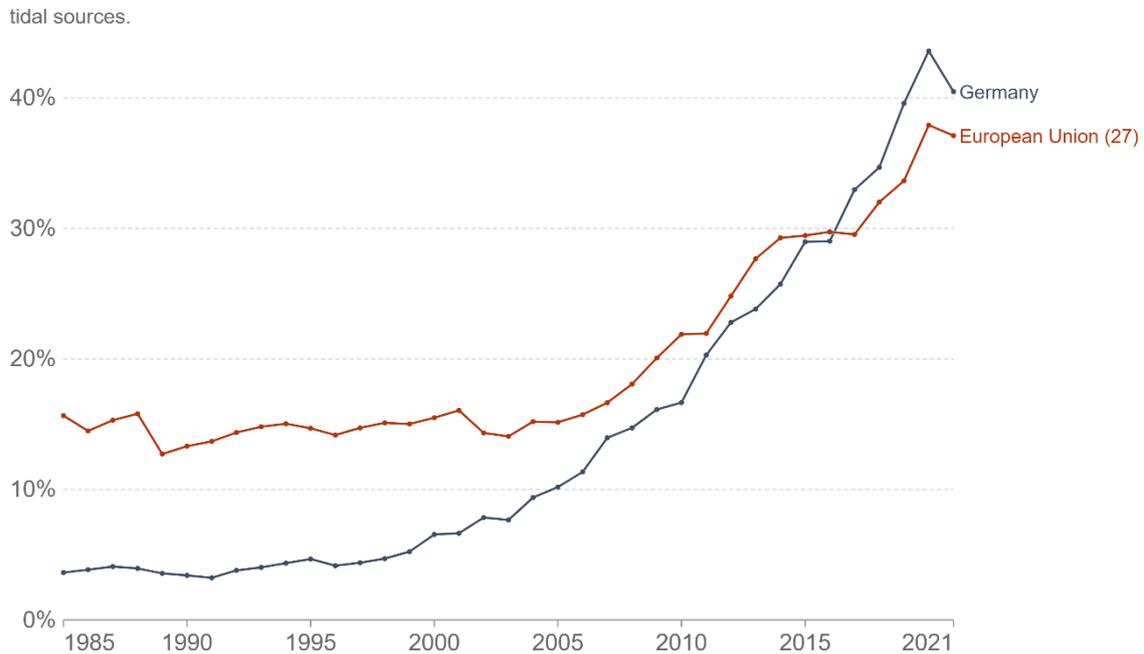
Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy & Ember

OurWorldInData.org/energy • CC BY

Fonte: Our World in Data, 2022.

Observando outros dados da mesma fonte, é claro o impacto do programa quando observamos a participação de fontes de baixa emissão de carbono no país, onde no ano de 2016, a Alemanha ultrapassou a média formada pelos países membros da União Europeia.

Gráfico 12 – Percentual do uso de energias renováveis na Alemanha.



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy (2022) ; Our World in Data based on Ember's Global Electricity Review (2022) ; Our World in Data based on Ember's European Electricity Review (2022).
OurWorldInData.org/energy • CC BY

Fonte: Our World in Data, 2022.

Com isso podemos observar que o programa de transição energética alemão vem obtendo sucesso em seu desenvolvimento, registrando boas perspectivas para a purificação de sua matriz energética. Reduzindo sua dependência em usinas de termoeletricas de carvão mineral, e aumentando a participação de fontes eólicas e solares.

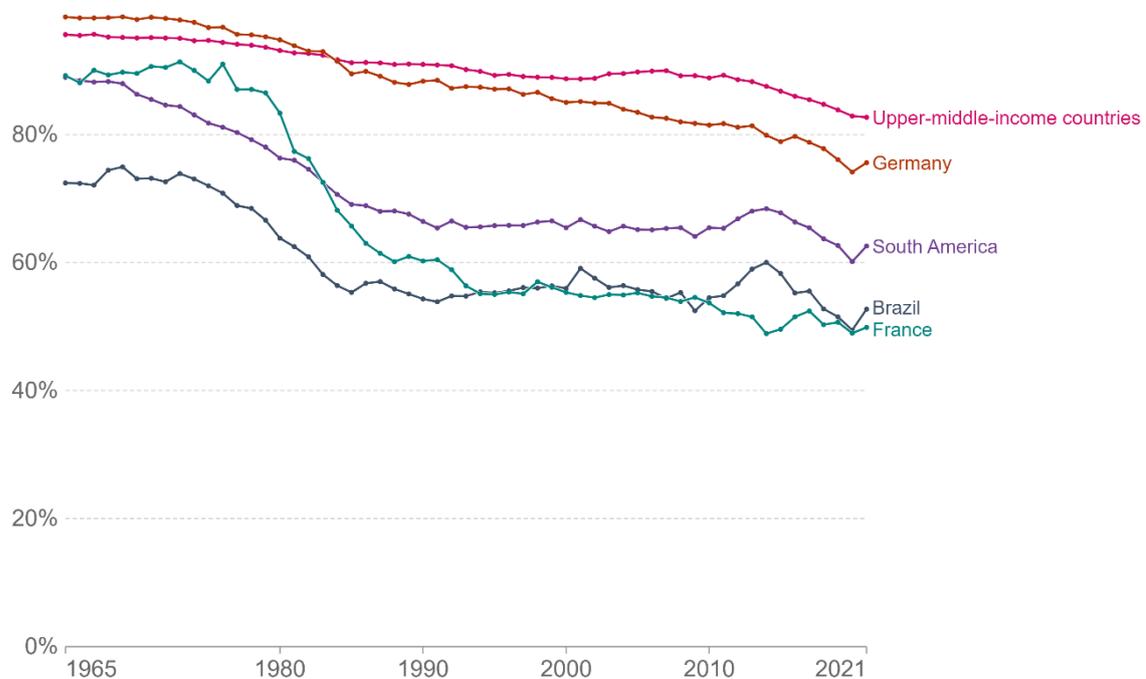
4.2 PANORAMA ENERGÉTICO BRASILEIRO

Anteriormente vimos dois exemplos de países que adotaram diferentes estratégias para garantir a sua produção energética, e diminuir as emissões de carbono relacionadas à produção de energia. Nos capítulos anteriores também foi apresentado a configuração e trajetória da matriz energética brasileira, agora é possível analisar os dados do perfil energético brasileiro em comparação com os exemplos citados anteriormente de países que já iniciaram projetos de produção

energética de baixa emissão de carbono, e também com países emergentes e da América Latina.

O setor de energia é um dos principais relacionados com emissões dos gases causadores do efeito estufa, uma vez que muitas nações dependem de combustíveis fósseis para a sustentação de sua necessidade energética. Podemos ver essa dependência olhando para o gráfico abaixo.

Gráfico 13 – Percentual da Oferta primária de energia em Combustíveis Fósseis – Alemanha, França, Brasil, América do Sul e Emergentes.



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy (2022)

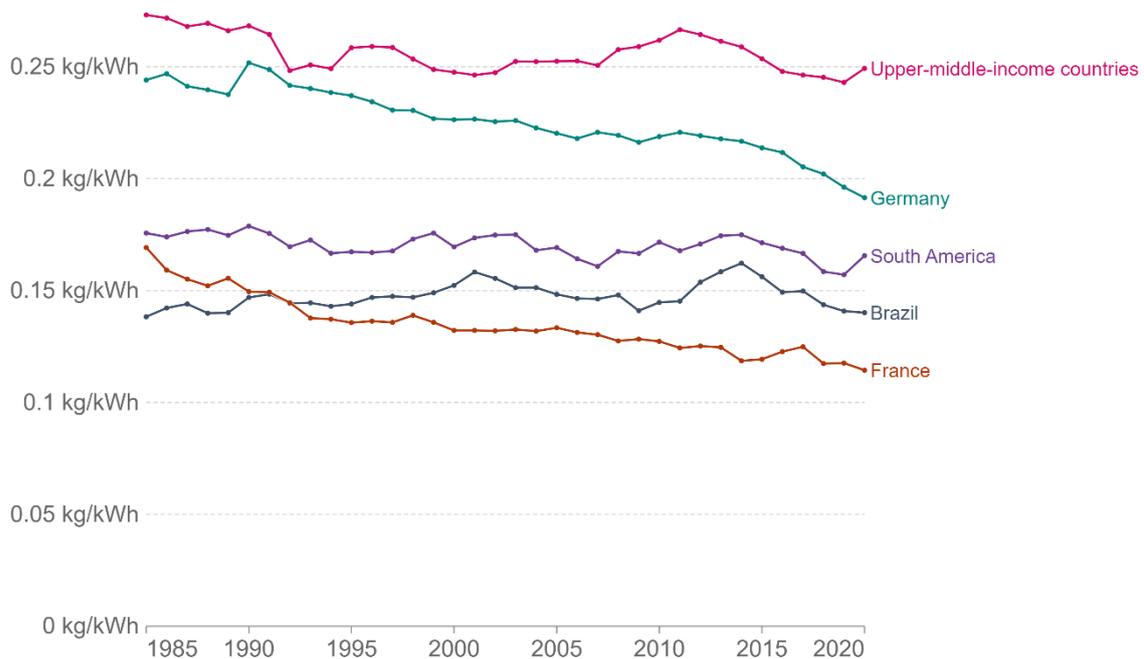
OurWorldInData.org/energy • CC BY

Note: Primary energy is calculated using the 'substitution method' which takes account of the inefficiencies energy production from fossil fuels.

Fonte: Our World in Data, 2022.

Podemos observar um claro movimento de reduzir a dependência de combustíveis fósseis após a crise do petróleo da década de 1970. Após isso também é registrado uma tendência de diminuição da participação desse tipo de fonte para as matrizes energéticas, porém com uma velocidade menor daquela registrada entre a década de 1960 e 1980, onde o Brasil reduziu 17,1 p.p. a sua dependência em combustíveis fósseis para necessidades energéticas.

Gráfico 14 – Intensidade em carbono das matrizes energéticas.



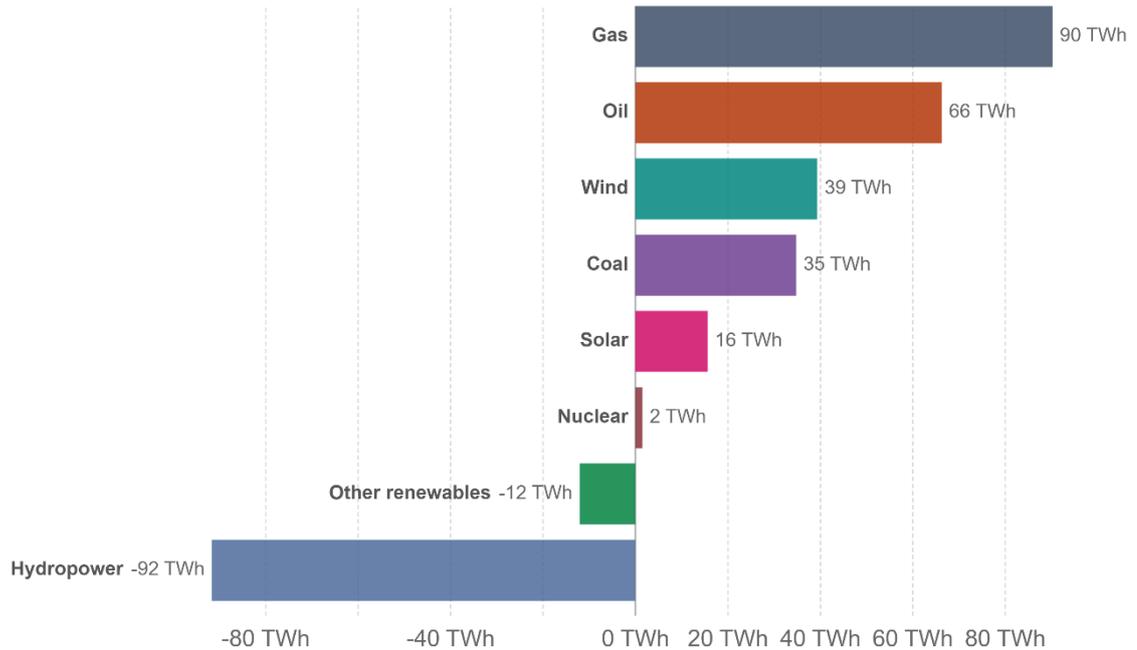
Source: Our World in Data based on the Global Carbon Project, BP and Shift Energy Data Portal OurWorldInData.org/emissions-drivers • CC BY

Fonte: Our World in Data, 2022.

Com os dados de intensidade de emissões de CO₂ por kilowatt hora, demonstrados acima podemos constatar que em comparação com países de renda parecida com o Brasil apresentamos uma configuração muito menos intensa na emissão de CO₂. Mas também é visível que países que tem investido na descarbonização de seus setores energéticos também apresentam bons resultados, como a Alemanha que apresenta uma acentuada tendência de queda, e a França que conseguiu reduzir sua emissão para níveis menores que o brasileiro, enquanto isso apesar de uma baixa taxa de emissão o Brasil segue com uma média estacionária.

Quando observada a taxa de alteração de energia por fonte, podemos entender melhor o cenário brasileiro. O Brasil vem perseguindo o objetivo de aumentar as participações de fontes de energia solar e eólica, porém nos últimos anos devido a alterações nos regimes de chuva, a produção de energia baseada em fontes hidroelétricas foi bastante prejudicada, fazendo com que o país recorresse para fontes intensivas em carbono, como o gás natural, o petróleo e o carvão mineral, como podemos constatar no gráfico abaixo.

Gráfico 15 – Mudança Anual no consumo de energia por fonte no Brasil.



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy (2022)

OurWorldInData.org/energy • CC BY

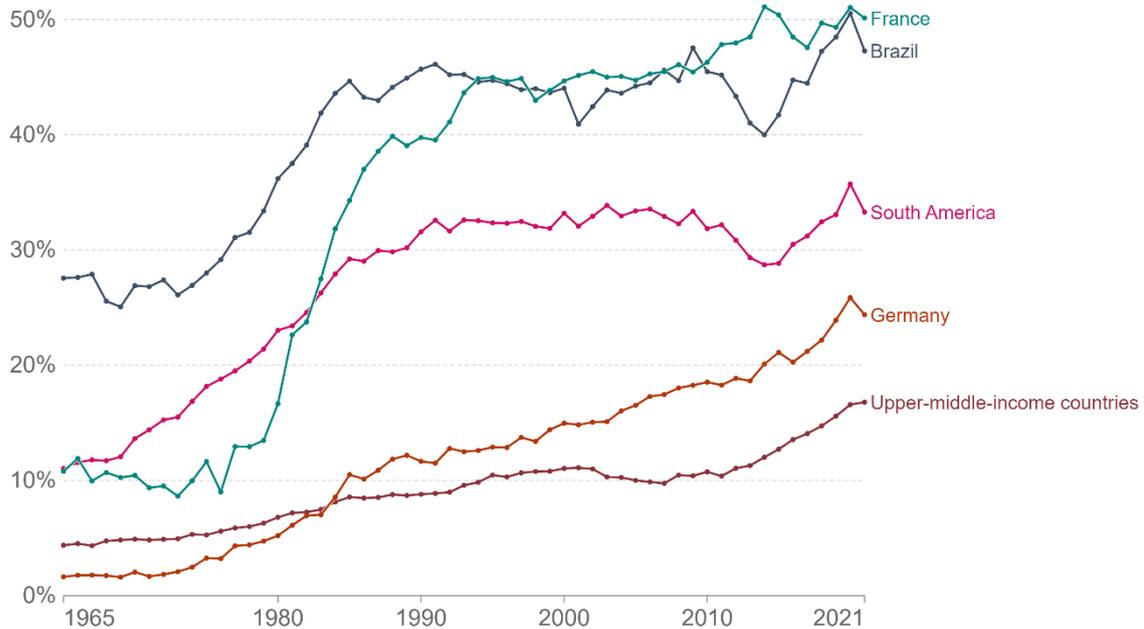
Note: 'Primary energy' refers to energy in its raw form, before conversion into electricity, heat or transport fuels. Primary energy for renewables and nuclear is here measured in terms of 'input equivalents' via the substitution method.

Fonte: Our World in Data, 2022.

O mesmo pode ser constatado com os dados referentes à participação de fontes de baixa intensidade de carbono durante o tempo. Onde os países com mesmo perfil de renda ao do Brasil tem apresentado tendências aceleradas de crescimento no uso de fontes de baixa intensidade de carbono, enquanto no cenário brasileiro existem crescimentos isolados, seguidos de declínios acentuados, delineando a ausência de um plano de transição energética focada em desenvolver fontes de energia limpas.

Entre os anos de 1985 e 2021 o Brasil apresentou uma variação positiva de 5% na participação de fontes de baixa intensidade de carbono, enquanto países com o mesmo perfil de renda apresentaram um crescimento de 96%.

Gráfico 16 – Participação de fontes de baixa intensidade em carbono na matriz energética



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy (2022)

OurWorldInData.org/energy • CC BY

Note: Primary energy is calculated using the 'substitution method' which takes account of the inefficiencies energy production from fossil fuels.

Fonte: Our World in Data, 2022.

Apesar de apresentar níveis de uso de fontes de energia de baixa intensidade de emissão de carbono acima da média mundial, a ausência de um plano bem definido de transição energética faz com que não exista um planejamento para o futuro do setor energético brasileiro, focado em reduzir as emissões de gases causadores do efeito estufa, enquanto outros países apresentam tendências aceleradas de descarbonização das linhas elétricas.

5 CONCLUSÃO

Ao longo de todo trabalho foi apresentado como se deu a forma atual da matriz energética brasileira, e a importância desse assunto na questão de emissões de gases do efeito estufa. Com as devidas comparações feitas com outros países com outros planejamentos para matrizes energéticas, é perceptível que o Brasil se encontra atrás em políticas de transição energética em relação à países desenvolvidos com planos de transição energética, e também se comparado com países de perfil de renda similares. Fazendo com que o Brasil tenha um resultado contraintuitivo quando se compara com alguns países como a França e Alemanha, que apresentam um quadro similar na questão de fontes limpas para a produção de energia.

As crises do petróleo que aconteceram na década de 1970, tiveram um grande impacto no setor energético mundial, fazendo com que diversos países buscassem alternativas ao petróleo como fonte principal. A França viu no plano Messmer a saída para a independência sobre o petróleo e seus derivados, apostando no desenvolvimento de usinas nucleares, que apesar de não ser baseada em uma fonte renovável, devido a dependência de elementos radioativos finitos, é considerada uma energia limpa onde não existe emissão e gases causadores do efeito estufa. Podemos considerar que o plano francês teve sucesso, fazendo com que hoje a França tenha uma matriz energética considerada limpa baseada em energia nuclear, enquanto desenvolve novas fontes baseadas em energias limpas e renováveis.

No caso alemão, devido à negativa opinião pública em relação ao desenvolvimento do potencial nuclear da Alemanha, impossibilitou o governo de construir usinas nucleares em grande escala, para suprir a demanda alemã por energia. Mas foi na descentralização do setor energético que se deu o início da transição energética do país, onde regiões da Alemanha passaram a oferecer incentivos fiscais e econômicos para que os cidadãos produzam sua própria energia baseado em fontes como energia solar e eólica, onde posteriormente esses incentivos foram formalizados nacionalmente em uma lei federal. O governo alemão também criou o programa “Energiewende”, buscando ampliar o ideal de transição energética apoiado na geração de energia limpa, renovável e produzida pelos próprios cidadãos alemães.

No caso brasileiro, também existiu um plano de redução de dependência ao petróleo após as crises do petróleo, onde o Brasil desenvolveu o programa

“Proálcool”, focado na produção de etanol tendo a cana de açúcar como principal fonte. O fato de a política energética brasileira ser totalmente planejada e conduzida pelo governo, trouxe problemas para o plano energético nacional, uma vez que o país sempre encontrou problemas para dar continuidade aos planos de desenvolvimento energético que eram iniciados no Brasil, pois dependiam do financiamento do governo que eram obrigados a descontinuar os projetos quando deixava de existir a capacidade de continuar financiando os projetos. Fazendo assim com que o país tivesse pouco progresso em desenvolver novas fontes limpas de energia nas últimas décadas, e também não tenha definido um plano ou iniciativa de desenvolvimento de novos potenciais limpos e renováveis para a diminuição do uso de energias de uso intensivo de carbono.

Outro fator determinante a ser considerado quando comparamos o Brasil com países como a França e a Alemanha, dentro do contexto de desenvolver fontes de energia não atreladas ao petróleo e seus derivados, é a existência de fontes de petróleo a serem exploradas dentro do território brasileiro, dessa forma o custo de oportunidade para a exploração de outras fontes limpas é muito maior para o Brasil quando comparado com esses outros países.

REFERÊNCIAS

ABEEólica - Associação Brasileira de Energia Eólica. Disponível em: <<https://abeeolica.org.br/energia-eolica/dados-abeeolica/>>. Acesso em 08 dez. 2022

Absolar – Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. Disponível em:<<https://www.absolar.org.br/wp-content/uploads/2022/09/2022.03.09-Infografico-ABSOLAR-no-41.pdf>>. Acesso em 08 dez. 2022

Balanco Energético Nacional 2021. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021>>. Acesso em 08 dez. 2022

BOSERUP, Ester. **Population and technological change: a study of long-term trends.** Chicago: University Of Chicago Press, 1981. cap. 1. p. 3-7.

Ember Climate. Disponível em: < <https://ember-climate.org/insights/research/global-electricity-review-2021/>>. Acesso em 08 dez. 2022

GALBIATTI, Paula. **Energia e mudanças climáticas: impactos socioambientais das hidrelétricas e diversificação da matriz energética brasileira.** P.123-147, 2018.

GOLDEMBERG, José. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento.** São Paulo: EDUSP. 1998.

GOLDENZWEIG, N. **Desafios e oportunidades da energia eólica na matriz energética brasileira: um estudo comparativo.** 2017. Monografia (Bacharelado) – Faculdade de Economia, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2017.

IEA Net Zero by 2050 Report. Disponível em: < <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050> >. Acesso em 08 dez. 2022

International Renewable Energy Agency. Disponível em: <<https://www.irena.org/publications/2017/Jul/Renewable-Energy-Statistics-2017>>. Acesso em 08 dez. 2022

Keho, Y. (2016). **What Drives Energy Consumption in Developing Countries? The Experience of Selected African Countries.** Energy Policy, 91, 233-246.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.01.010>

KESSLER, M. R. **A regulação econômica no setor elétrico brasileiro: teoria e evidências.** Porto Alegre: PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA/UFRGS, 2006.

Le Gros, G. (2020). **The beginning of nuclear energy in France: Messmer's plan.** *Revue Generale Nucleaire*, (5), 56-59.

LEITE, Antônio Dias. **A Energia do Brasil.** 3. Ed. Rio de Janeiro: Lexikon Editorial, 2014.

LOSEKANN; HALAAK. **Novas energias renováveis no Brasil : desafios e oportunidades.** p.639, 2018.

Matriz Energética Nacional 2030 / Ministério de Minas Energia; colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME: EPE, 2007. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/publicacoes/matriz-energetica-nacional-2030/matriz-energetica-nacional-2030.pdf>. Acesso em 08 dez. 2022

OLIVEIRA, A. L. A. **Desenvolvimento e Sustentabilidade.** Fonte Universitária, v. 3, p. 1, 2012.

OUR WORLD IN DATA. **Brazil: Energy Country Profile.** 2022. Disponível em: <https://ourworldindata.org/energy/country/brazil>. Acesso em: 08 dez. 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Adoption Of The Paris Agreement.** New York, 2016

ROBBINS, Anthony. **How to understand the results of the climate change summit: Conference of Parties21 (COP21) Paris 2015.** Journal of public health policy, 2016.

Rucht, Dieter (1990): **Campaigns, skirmishes and battles: anti-nuclear movements in the USA, France and West-Germany,** Industrial crisis quarterly: international journal of industrial and organizational crises, ISSN 0921-8106, Industrial Crisis Institute, Amsterdam, Vol. 4, Iss. 3, pp. 193-222

SEN, A. **The welfare basis of real income comparisons: A survey.** Journal of economic Literature, n. 17, p. 1-45. 1979.

SILVA, R. A.; AZEVEDO, F. F. **O desenvolvimento do setor eólico no Brasil e no mundo.** Formação (Online), v. 28, n. 53, p. 809-828, 2021.

Sistema de Estimativa de Emissões de Gases do Efeito Estufa. Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/total_emission>. Acesso em 08 dez. 2022

Statistical Review of World Energy 2021. Disponível em: <<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>>. Acesso em 08 dez. 2022

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). **World Population Prospects 2019: Highlights** (ST/ESA/SER.A/423)

Wolfram, Catherine, Orié Shelef, and Paul Gertler. 2012. **"How Will Energy Demand Develop in the Developing World?"**. Journal of Economic Perspectives, 26 (1): 119-38.

World Energy Outlook 2014 – IEA. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2014>>. Acesso em 08 dez. 2022