

ESCOLA DE NEGÓCIOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA DO DESENVOLVIMENTO
MESTRADO EM ECONOMIA DO DESENVOLVIMENTO

MARIZA BETHANYA DALLA VECCHIA KORZENIEWICZ

**ANÁLISE DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA E A PARTICIPAÇÃO DAS ENERGIAS
RENOVÁVEIS A PARTIR DAS POLÍTICAS AMBIENTAIS ENERGÉTICAS**

Porto Alegre
2021

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

MARIZA BETHANYA DALLA VECCHIA KORZENIEWICZ

**ANÁLISE DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA E A PARTICIPAÇÃO
DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS A PARTIR DAS POLÍTICAS AMBIENTAIS
ENERGÉTICAS**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Economia, pelo Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento da Escola de Negócios da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Prof. Orientador: Dr. Osmar Tomaz de Souza

Porto Alegre

2021

Ficha Catalográfica

K85a Korzeniewicz, Mariza Bethanya Dalla Vecchia

Análise da matriz energética brasileira e a participação das energias renováveis a partir das políticas ambientais energéticas / Mariza Bethanya Dalla Vecchia Korzeniewicz. – 2021.

55 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Osmar Tomaz de Souza.

1. Matriz Energética. 2. Políticas Ambientais. 3. Economia da Energia. I. Souza, Osmar Tomaz de. II. Título.

Mariza Bethanya Dalla Vecchia Korzeniewicz

ANÁLISE DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA E A PARTICIPAÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS A PARTIR DAS POLÍTICAS AMBIENTAIS ENERGÉTICAS

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia, pelo Mestrado em Economia do Desenvolvimento da Escola de Negócios da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovado em 31 de maio de 2021, pela Banca Examinadora.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Osmar Tomaz de Souza
Orientador e presidente da Sessão

Prof. Dr. Augusto Mussi Alvim

Prof.^a Dr.^a Renata Aparecida de Souza Seidl

RESUMO

O Brasil é reconhecido por ter sua matriz energética de consumo composta majoritariamente por fontes renováveis, sendo que somente a participação da energia hidráulica representa 63,5% do total de consumo. Contudo, a matriz energética de produção não apresenta a mesma composição de fontes de energias renováveis. Sabe-se, ainda, que a matriz brasileira foi moldada ao longo dos anos e as fontes de energias foram gradativamente alteradas. Assim, é importante diferenciar a matriz energética de produção e a matriz energética de consumo, uma vez que a primeira é majoritariamente composta por fontes de energia não renováveis, ao contrário da segunda, na qual mais da metade das fontes de energia são renováveis. Logo, para esta análise, são apresentados os dados de acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN), disponibilizados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Além da apresentação e diferenciação da matriz, serão analisadas as fontes de energias segmentadas por renováveis e não renováveis, o que permitirá a discussão dos impactos ambientais causados pelas energias renováveis. Por fim, são apresentadas as políticas ambientais brasileiras adotadas ao longo dos anos, desde 1920, até as políticas mais atuais.

Palavras-Chaves: Matriz Energética; Políticas Ambientais; Economia da Energia.

ABSTRACT

Brazil is known for having the energy consumption matrix composed mainly of renewable sources, with the participation of hydraulic energy alone representing 63.5% of total consumption. However, the production energy matrix is not composed of the same amount of sources of renewable energy. It is also known that the Brazilian matrix was shaped over the years and energy sources were gradually changed. Thus, it is important to differentiate the production energy matrix and the consumption energy matrix, since the first is mostly composed of non-renewable energy sources, unlike the second, in which more than half of the energy sources are renewable. Therefore, for this analysis, the data is presented according to the National Energy Balance (BEN), available by the Energy Research Company (EPE). In addition to the presentation and differentiation of the matrix, the energy sources are segmented by renewable and non-renewable, which will allow the discussion of the environmental impacts caused by renewable energies. Finally, the Brazilian environmental policies adopted over the years, from 1920, to the most current policies are presented.

Key words: Energy Matrix; Environmental Policies; Energy Economics

Lista de Figuras

Figura 1: PIB Mundo em trilhões de dólares (1970 a 2020)	16
Figura 2: Consumo de Energia por fonte - Mundo (1965 a 2019)	16
Figura 3: PIB Brasil em trilhões de dólares (1970 a 2020)	17
Figura 4: Consumo de Energia por fonte - Brasil (1965 a 2019)	18
Figura 5: Produção de Energia Primária Brasileira de 1970 a 2019 (%)	21
Figura 6: Produção de Energia Primária Brasileira de 1970 a 2019 (em 10 ^e tep de Energia)	22
Figura 7: Produção de Energia Primária Brasileira por Fontes de 1970 a 2019 (em %)	22
Figura 8: Produção de Energia Primária Brasileira por Fontes de 1970 a 2019 (Energia)	23
Figura 9: Fonte de Geração de Energia Consumida no Brasil em 2017.....	25
Figura 10: Fontes de Energias da Matriz Energética Brasileira Pela Ótica do Consumo em 2019	25

Lista de Tabelas e Quadros

Tabela 1: Produção de Energia Primária no Brasil 2019.....	23
Quadro 1: Síntese das Políticas Ambientais Brasileiras	39

Lista de Siglas

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

BEN - Balanço Energético Nacional BEN

CGH - Centrais Geradoras Hidrelétricas

CONPET - Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e do Gás Natural

EIA - Energy Information Administration

Eletrobrás - Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

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

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MME - Ministério de Minas e Energia

ONU - Organização das Nações Unidas

PCH- Pequena Central Hidrelétrica

PDE-2024 - Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE-2024)

Petrobras - Petróleo Brasileiro S.A.

PIB - Produto Interno Bruto

PNPB - Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PPSA- Empresa Brasileira de Administração do Petróleo e Gás Natural – Pré-Sal Petróleo S.A

PROALCOOL - Programa Nacional do Alcool

PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

ProGD - Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica

UHE - Usinas Hidrelétricas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
O DEBATE SOBRE O CRESCIMENTO ECONÔMICO E ENERGIA	12
A MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA	19
Matriz Energética de Produção	21
Matriz Energética de Consumo de Energia Elétrica	24
TIPOS DE ENERGIAS	26
Fontes Renováveis.....	26
Fontes Não Renováveis.....	27
Os Impactos Ambientais Das Energias Renováveis	29
POLÍTICAS AMBIENTAIS BRASILEIRAS	31
Síntese das Políticas Ambientais Brasileiras.....	39
CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	46

INTRODUÇÃO

A demanda global por eletricidade vem crescendo ao longo das décadas. O Energy Information Administration (EIA) (2020) projeta que até 2050 essa demanda crescerá 3,1% por ano e que, ainda até 2050, 38% das fontes de energia podem se tornar renováveis, destacando as energias de fonte solar e eólica. Porém, os dados recentes desse estudo indicaram que 80% da matriz de energia de consumo global ainda era composta por fontes não renováveis.

Ostergaard et al. (2020) apontam que a energia é um pré-requisito para o desenvolvimento, da mesma forma que a energia sustentável é um pré-requisito para o desenvolvimento sustentável. Consequentemente, as preocupações relacionadas a energias renováveis guardam direta relação com questões de desenvolvimento sustentável.

A crescente preocupação com pautas relacionadas à energia renovável e ao desenvolvimento sustentável levou a organização de conferências internacionais voltadas para elaboração de acordos multilaterais, visando a comprometer as nações a reduzir a emissão de gases poluentes. Desse modo, os objetivos de desenvolvimento se transformaram ao longo dos anos, estando mais voltados às questões ambientais (TOMISLAV, 2018).

O Brasil é um dos países com a maior participação de energias renováveis na matriz energética de consumo do mundo. De acordo com os dados de 2017 do EIA, mais de 60% das fontes do consumo de energia do país são provenientes de energias renováveis, dando destaque ao baixo percentual em fonte de energia nuclear. Ao contextualizar historicamente a matriz energética brasileira, Lima et al. (2020) destacam a alta participação de fontes de energia hídrica, cuja participação representa mais da metade das fontes de energias da matriz. Apesar de sua participação ter se reduzido devido as crises de abastecimento, em 2015, este tipo de energia renovável representava 63,93% da matriz.

Diante de tal contexto, este trabalho tem como objetivo investigar a matriz energética brasileira, diferenciando-a em matriz energética de consumo e de produção, bem como apresentado suas fontes e sua evolução desde 1970 até 2020. Para isto, este trabalho se propõe a enfrentar os seguintes questionamentos: Como vem evoluindo a matriz energética brasileira? Políticas ambientais são capazes de moldar a matriz

energética de um país? As políticas ambientais impactaram na matriz energética do Brasil? Em caso afirmativo, de que forma?

Deste modo, para responder essas indagações, este trabalho apresentará primeiro o debate sobre economia de energia e desenvolvimento, a fim de contextualizá-lo com o cenário de aumento da preocupação com o desenvolvimento mundial aliado à preservação do meio ambiente. Em segundo momento, será apresentada a matriz energética brasileira, diferenciando-a em matriz energética de consumo e matriz energética de produção, bem como será apresentado como estas foram compostas ao longo dos anos, a partir dos dados do Balanço Energético Nacional (BEN) e da Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

Posteriormente, serão apresentados os tipos de energias que estão presentes na matriz, classificando-as em renováveis e não renováveis, com a análise de debate existente sobre os impactos ambientais das energias renováveis. Por fim, serão expostas e contextualizadas as políticas ambientais energéticas brasileiras, com destaque para seu possível impacto na matriz.

O DEBATE SOBRE O CRESCIMENTO ECONÔMICO E ENERGIA

Na área de pesquisa de economia da energia há diferentes linhas de estudos. Dentre essas vertentes, a causalidade de Granger (GRANGER, 1969) entende que o uso da energia tende a acompanhar o nível de produção e, conseqüentemente, o nível de renda. Da mesma forma, existem estudos que têm como base a Curva de Kuznets Ambiental (EKC)¹², nos quais se entende que a relação entre renda e poluição, em representação em gráfico, geraria uma projeção em formato da letra “u” invertida. No entanto, observou-se que, ao longo dos anos, os países apresentaram diferentes relações entre emissão de gases poluentes, desenvolvimento econômico e nível de renda, de modo que passou a se colocar em questionamento algumas teorias e suas aplicabilidades na prática (ALAM et al., 2016; SARKODIE e STREZOV, 2019).

Para muitos países, um crescimento no Produto Interno Bruto (PIB) acaba por significar também aumento no consumo de energia, dados dois aspectos centrais: o

¹ Cf. SARKODIE, Samuel Asumadu; STREZOV, Vladimir. A review on environmental Kuznets curve hypothesis using bibliometric and meta-analysis. **Science of the total environment**, v. 649, p. 128-145, 2019.

² Cf. ALAM, Md. Mahmudul et al. Relationships among carbon emissions, economic growth, energy consumption and population growth: Testing Environmental Kuznets Curve hypothesis for Brazil, China, India and Indonesia. **Ecological Indicators**, V. 70, P. 466-479, 2016.

aumento da produção e o crescimento da população. Em virtude do crescimento na produção, faz-se necessário um maior uso de insumos, como maquinários, os quais, por sua vez, necessitam de energia para funcionar. O aumento populacional que, de certo modo, leva a um deslocamento na demanda, geram aumento no consumo de energia interna. Assim, o consumo de energia aumenta (ou diminui) conforme as necessidades da população aumentam (ou diminuem) (NONG ET AL., 2020; SHALAEVA et al., 2020, TOPCU et al., 2020).

Como efeito, o rápido crescimento do PIB vem acompanhado de preocupação com os efeitos secundários do desenvolvimento acelerado. Tais efeitos (como o alto nível de produção de gás carbônico) se tornaram realidade e serviram como um incentivo e exemplo para a realização de debates internacionais e para a concretização de acordos ambientais com foco em redução de emissão de gases poluentes. Entre eles, podem ser citados os promovidos pela Organização das Nações Unidas, desde 1972, através da criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), na conferência de Estocolmo, que foi a primeira conferência ambiental (DAVID e DO VALE, 2018; SHALAEVA et al., 2020).

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) foi criado a partir da preocupação com o aquecimento global, é através do PNUMA que são determinadas as agendas internacionais, assim, difundiu-se por causa das alterações em ecossistemas. Em consequência processos de transformações mundiais que as nações vêm enfrentando têm causado impactos não somente na economia mundial, como também socioambientais, tendo consequências na agricultura, no turismo e no transporte. O PNUMA, por meio das agendas globais, tem como objetivo proteger o meio ambiente e comprometer e conscientizar as nações e as pessoas (PNUMA, 2021).

O aquecimento global é considerado um dos problemas ambientais mais importantes da atualidade, devido a seus intensos impactos no meio ambiente. Levando em consideração tais problemas, a Organização das Nações Unidas (ONU) passou a promover acordos entre os países com o objetivo de reduzir os impactos das nações no ecossistema do planeta (DAVID e DO VALE, 2018; TOMISLAV, 2018).

Diante de tal contexto, os acordos multilaterais ambientais são criados com o objetivo de transformar o desenvolvimento acelerado e inconsciente em um desenvolvimento mais verde e sustentável, priorizando a preservação dos recursos naturais e a redução dos impactos do desenvolvimento acelerado, que antes tinha como

foco principal o crescimento da nação, não levando em consideração os efeitos colaterais causados (MITCHELL, 2003; KIM, 2013; TOMISLAV, 2018).

A partir desta conscientização mundial, são organizadas conferências para a realização de acordos, voltadas para o meio ambiente, como a Conferência de Estocolmo, em 1972, o Protocolo de Quioto, em 1997, e, posteriormente, o Acordo de Paris, em 2015, os quais resultaram em nações cada vez mais comprometidas na realização de ações mais sustentáveis e alinhadas com o desenvolvimento com menos impactos socioambientais (SILVA ET AL., 2012; NONG ET AL., 2020; BEKUN et al., 2020).

Aumentar a participação de energias renováveis na matriz energética passou a ser uma preocupação geral das nações comprometidas com desenvolvimento sustentável, considerando um contexto internacional. Bersalli et al. (2020) enfatizam que agendas globais, como o Acordo de Paris, contribuíram no comprometimento dos países com estratégias de descarbonização, enfatizando o incentivo ao uso de energias renováveis como alternativa ao que vinha sendo utilizado até então.

O documento do Acordo de Paris foi elaborado na conferência pela ONU (2015) e a tradução foi disponibilizada pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio). O Acordo de Paris determina, conforme UNIC Rio (2015, p. 26), os seguintes compromissos aos signatários:

- (a) Manter o aumento da temperatura média global bem abaixo dos 2 °C acima dos níveis pré-industriais e buscar esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais, reconhecendo que isso reduziria significativamente os riscos e impactos das mudanças climáticas;
- (b) Aumentar a capacidade de adaptar-se aos impactos adversos das mudanças climáticas e fomentar a resiliência ao clima e o desenvolvimento de baixas emissões de gases de efeito estufa, de uma forma que não ameace a produção de alimentos;
- (c) Promover fluxos financeiros consistentes com um caminho de baixas emissões de gases de efeito estufa e de desenvolvimento resiliente ao clima.

Lefèvre et al. (2018) referem que o Brasil se comprometeu, no Acordo de Paris, a reduzir a emissão doméstica de CO₂ (conhecido como dióxido de carbono ou gás carbônico) O país visa a produzir barris de petróleo e derivados do pré-sal para exportar para outras nações, implicando, assim, aumento na emissão de CO₂ fora do Brasil.

Ademais, Bersalli et al. (2020) ressaltam que somente se torna viável e realizável o comprometimento dos países com os acordos ambientais se as políticas implementadas forem devidamente alinhadas com os objetivos sustentáveis dos acordos com os quais a

nação se comprometeu, apenas assim os acordos são cumpridos. Assim, é de salutar importância o alinhamento das políticas ambientais individuais das nações com o desenvolvimento sustentável, essenciais para o país se mover em direção a um desenvolvimento mais verde.

As políticas são, desta forma, ferramentas para concretizar os compromissos das agendas globais, de modo que, políticas ambientais voltadas para o subsídio de instalação de energia renovável tornam viável e acessível a instalação de energias consideradas mais limpas (GELLER, 2006; COPIELLO, 2017). Como exemplo, as políticas de subsídio ajudam a reduzir o custo de instalação e implementação de tecnologias de energias renováveis, como eólica e solar, que são energias conhecidas por terem um elevado custo de entrada, devido ao alto custo de instalação (BERSALLI et al., 2020).

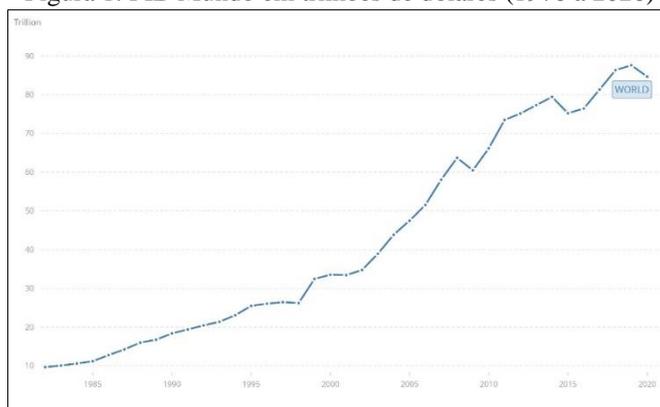
Contudo, Squalli (2007) enfatiza a importância de entender que quando uma economia depende de energia elétrica, é evidente que as políticas ambientais voltadas para energia irão afetar o crescimento econômico, de forma que as políticas impactam diretamente na economia. Da mesma forma, Abreu et al. (2012) ressaltam que institucionalizações dependem dos Estados, de modo que, para haver um senso comum de direção, é importante haver consenso nas diretrizes de tais instituições a serem formadas pelos países.

Nos estudos da linha de Economia da Energia, como citado anteriormente, há autores que apresentam que o nível de produção e o nível de consumo de energia estão atrelados, deste modo, ocasionando uma correlação conhecida como causalidade de Granger (GRANGER, 1969). Assim, um aumento no PIB do país, significa um aumento no consumo de energia, isto é, um crescimento na economia leva a um crescimento na estrutura produtiva, que, por sua vez, intensifica as atividades, bem como o uso de energia (APERGIS E PAYNE, 2009; PAO, 2009; PAO E FU, 2013; SOLOW, 2016).

De acordo com esta mesma linha de pesquisa, outros estudos apresentam resultados divergentes, no qual apontam que a energia representa uma pequena porção do PIB, de modo que não seria o suficiente para causar tanto impacto. Assim, considera-se que a energia e o PIB não estão necessariamente correlacionados, uma vez que o crescimento pode se dar com base em maior eficiência energética, bem como se evidencia que cada nação é diferente, de forma que não há uma fórmula específica para isso (SOYTAS E SARI, 2003; BELLOUMI, 2009).

Ao considerar o nível de produção global apresentado através dos dados do Banco Mundial (World Bank), o produto interno bruto (PIB) mundial apresentou um crescimento acelerado nas últimas décadas, como mostra na Figura 1, na qual é apresentado o nível do PIB do período de 1970 a 2020. O PIB mundial, que em 2009 era igual a 60,41 trilhões de dólares, cresceu para 84,70 trilhões de dólares em 2020, em um crescimento exponencial, com algumas pequenas quedas.

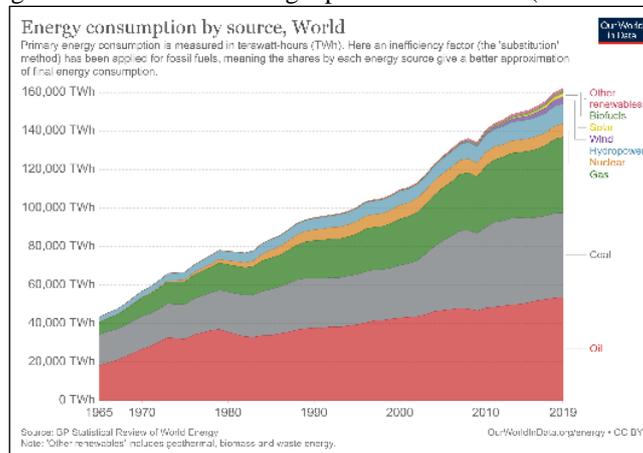
Figura 1: PIB Mundo em trilhões de dólares (1970 a 2020)



Fonte: World Bank (2021).

Na Figura 2, observa-se que o consumo de energia no mundo cresceu desde 1965 até 2019. Ritchie e Roser (2020) apresentam o consumo de energia mundial por fontes de energia, sendo possível, assim, perceber um crescimento do uso de energias renováveis, representada pelas cores azul (energia hidráulica), roxa (eólica), verde (biocombustíveis) e vermelha (outras fontes renováveis de energia).

Figura 2: Consumo de Energia por fonte - Mundo (1965 a 2019)

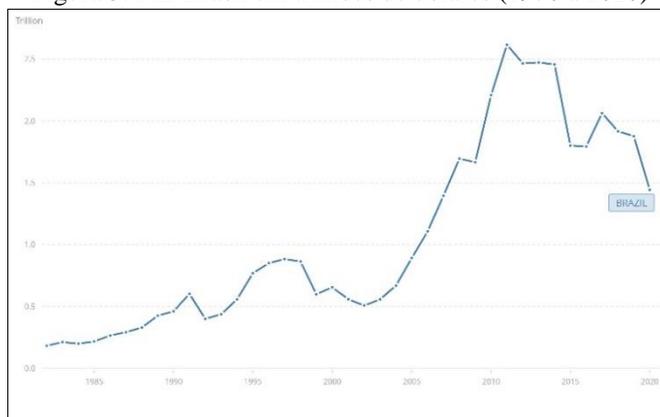


Fonte: World Bank (2021).

Portanto, observa-se a partir das figuras 1 e 2 que o PIB mundial e o consumo de energia global de fato tiveram o mesmo movimento crescente ao longo dos anos, de forma a se encaixar nos exemplos dos debates acerca do crescimento do consumo energético e do PIB, citados anteriormente.

Apesar deste cenário mundial, o mesmo crescimento exponencial mundial não ocorreu para o Brasil. Neste caso houve maiores quedas no PIB e deve ser levado em consideração a conjuntura econômica do país. Aqui, observa-se períodos recessivos, como o início dos anos 1990, final dessa década e início dos anos 2000, bem como entre 2010 e 2015, o que se identifica na própria figura 3.

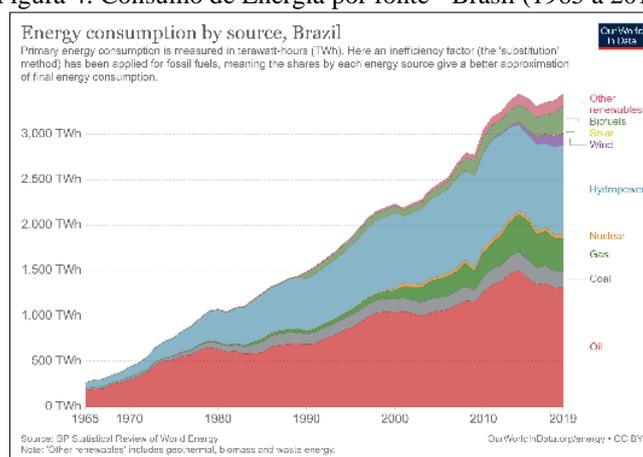
Figura 3: PIB Brasil em trilhões de dólares (1970 a 2020)



Fonte: World Bank (2021).

O consumo de energia de 1965 a 2019 são apresentados na Figura 4, também de acordo com os dados do Banco Mundial, pelos quais se observa que as energias renováveis, representada pelas cores azul (energia hidráulica), roxa (eólica), verde (biocombustíveis) e vermelha (outras fontes renováveis de energia), já faziam parte das fontes de energia de consumo do Brasil desde 1965 e foram aumentando sua participação ao longo dos anos.

Figura 4: Consumo de Energia por fonte - Brasil (1965 a 2019)



Fonte: World Bank (2021).

Pao e Fu (2013) estudaram a correlação entre PIB real e o consumo segmentado por quatro tipos de consumo de energia: energias renováveis não hidrelétricas, energia renovável total, energia não renovável e energia primária (que consiste nos recursos naturais empregados para a geração da energia) total. Em tal estudo, no qual se considerou o período de 1980 a 2010, no Brasil, a partir dos modelos rodados, chegou-se à conclusão de que, no longo prazo, há equilíbrio entre o PIB e essas quatro formas de segmentação da energia feita pelos autores.

Porém, Pao e Fu (2013) apontaram que o consumo de energias renováveis não hidrelétricas e o consumo de energia renovável total têm influência positiva e significativa na produção, sendo a primeira unidirecional e a segunda bidirecional. Logo, o consumo de energia não renovável e o consumo de energia primária total foram insignificantes. Assim, concluíram que não há correlação entre consumo de energia e PIB no Brasil, considerando um cenário de longo prazo, de modo que é uma economia de energia independente.

Do mesmo modo, Banday e Aneja (2020), quando analisaram a correlação do PIB e do consumo de energia para os BRICS, observaram que, tanto para o Brasil como para a China, existe causalidade bidirecional entre o consumo de energias renováveis e o PIB. Isto significa que adotar estratégias de restrição do consumo de energia renovável pode afetar negativamente o crescimento econômico e que alterações no PIB, sejam positivas ou negativas, poderão impactar negativamente no consumo das energias renováveis.

Contrapondo os resultados dos autores anteriores, Destek e Aslan (2017), utilizando-se do painel de *bootstrap* para 17 países emergentes, entre eles o Brasil, e de dados de 1980 a 2012, verificaram que o Brasil se encaixa na categoria dos países em

hipótese de neutralidade, uma vez que, quando analisado o consumo de energia renovável e crescimento econômico (PIB), não houve relação direta entre tais fatores, assim como não houve quando verificada a relação entre desenvolvimento econômico e uso de energias não renováveis. Isto é, não há uma relação de causalidade entre crescimento econômico e uso de energia renovável, de modo que a variação de um não impacta no aumento ou redução do outro.

A hipótese de neutralidade (neutrality hypothesis), dentro dos estudos da Economia da Energia, é válida quando não há relação de causalidade entre o PIB/crescimento econômico e consumo de energia. Em tais circunstâncias, um aumento ou queda no consumo de energia não tem efeito algum no PIB do país (Menegaki, 2011; KOÇAK e ŞARKGÜNEŞI, 2017).

Ainda assim, independentemente do PIB e do consumo energético terem correlação, o consumo de energia tornou-se crucial para a maior parte da população mundial. A energia é um componente necessário para a evolução do sistema de vida, cuja evolução acompanha o desenvolvimento e progresso da própria humanidade. Basta pensar que a energia, inicialmente, era extraída do uso da madeira, passando ao carvão, e, posteriormente, para o óleo, de forma que, em cada progresso, gradativamente passou a vir de fontes mais eficientes e sustentáveis, como as energias renováveis disponíveis na atualidade (LEPOIRE E CHANDRANKUNNEL, 2020).

A MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

De acordo com o “ABC da energia”, produzido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), a matriz energética é formada a partir do conjunto de fontes de energia e, deste modo, representa as fontes de energia disponíveis para consumo e demanda. A matriz elétrica, a seu turno, representa o conjunto de fontes energéticas para geração de energia, logo, a matriz elétrica integra a matriz energética. Ainda, de acordo com o MME e a resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) de n. 094, a capacidade instalada representa a soma dos sistemas interligados, acrescida das capacidades instaladas dos sistemas isolados e o consumo de energia.

O consumo de energia no Brasil, de acordo com o Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020 do EPE, é segmentado por 8 classes (residencial, industrial, comercial,

rural, poder público, iluminação pública, serviço público e consumidor próprio) e 2 tipos (consumo cativo e consumo livre), deste modo, o consumo é o somatório de todas as classes e tipos. O consumo cativo é aquele consumo de energia regulada por um órgão distribuidor de energia. Neste tipo de consumo, o indivíduo recebe a conta de energia da distribuidora. Já o mercado livre de energia se refere ao consumo de energia comprada diretamente dos geradores por livre negociação, uma vez que os geradores de energia têm a opção de vender a energia para o mercado regulado (cativo) ou livre.

De acordo com o Anuário do EPE de 2019, o consumo cativo é superior ao consumo livre, com base nos dados históricos. Contudo, apesar daquele ser superior, o consumo livre tem apresentado crescimento, justamente porque seus compradores recebem descontos na tarifa de uso do sistema de distribuição, como aponta o Mercado Livre de Energia (2021), o que torna mais acessível o consumo, como no caso das energias renováveis, em destaque as fontes de energia eólica e solar.

O Brasil já apresentava uma matriz energética de consumo majoritariamente composta por fontes de energias renováveis anteriormente ao Acordo de Paris. Contudo, conforme citado anteriormente, Lefèvre et al. (2018) aduziram que o Brasil, ao assinar o Acordo de Paris, se comprometeu em reduzir a emissão doméstica de CO₂. Isto significa uma contradição do país no que tange à sua matriz de produção, uma vez que seguirá produzindo petróleo para fins de exportação.

Ainda, conforme o estudo disponibilizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), cabe esclarecer que os dados serão apresentados por diferentes óticas, isto é, a produção de energia do país representa a matriz energética de produção, e o consumo de energia é representado pela matriz energética de consumo. Logo, a matriz energética de produção diverge da matriz energética de consumo, uma vez que a energia produzida não necessariamente é consumida no mesmo local, como o que ocorre no Brasil, em que parte da energia produzida é exportada. Como exemplo, no ano de 2019, o petróleo representou 81% das exportações de energia. Assim, divergindo da matriz de consumo, a matriz energética de produção é composta majoritariamente por energias renováveis.

Portanto, para melhor exposição dos gráficos referentes à matriz energética, este tópico foi dividido em duas partes: primeiramente serão apresentados os dados referentes à matriz energética de produção e, posteriormente, os dados da matriz energética de consumo de energia elétrica.

Matriz Energética de Produção

Conforme os dados disponibilizados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), disponibilizados através do site do Balanço Energético Nacional (BEN) interativo, são apresentadas, nas figuras 5, 6, 7 e 8, a produção de energia primária no Brasil desde 1970 até o início de 2020, segmentada em energia não renovável e energia renovável, sendo os valores apresentados nas Figuras 5 e 7, em percentual, e, nas Figuras 6 e 8, em valores absolutos.

Conforme a Aneel (2020), a energia primária consiste nas fontes de recursos naturais de energias empregadas para a geração da energia, como a água, o carvão mineral, o petróleo, a biomassa, o vento (energia eólica), a irradiação solar (energia solar), entre outros, sendo estes elementos apresentados e contabilizados em sua forma química. Em razão disto, o petróleo, o gás natural e a lenha, por exemplo, são contabilizados na sua forma direta, ao passo que a energia hidráulica e a energia eólica são apresentadas considerando sua capacidade de gerar energia.

As figuras 5 e 6 mostram a produção de energia primária no Brasil, distinguindo-a apenas por energia não renovável e energia renovável. A figura 5 apresenta o percentual de participação de cada uma dessas energias, de forma que as energias não renováveis representaram 59% da produção de energia primária brasileira em 2019.

Figura 5: Produção de Energia Primária Brasileira de 1970 a 2019 (%)



Fonte: BEN Interativo (2021).

Figura 6: Produção de Energia Primária Brasileira de 1970 a 2019 (em 10⁶ tep de Energia)

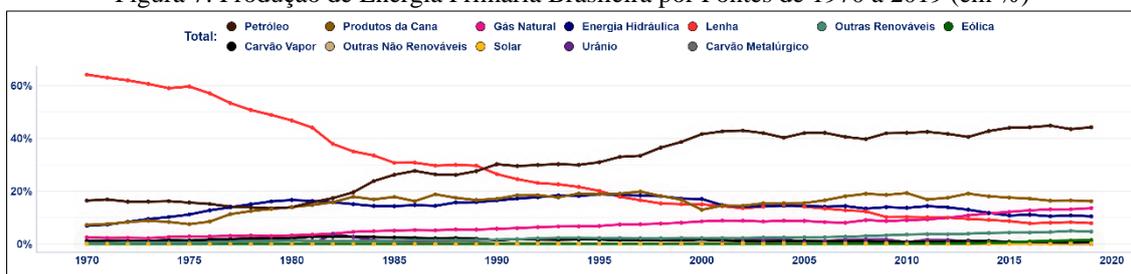


Fonte: BEN Interativo (2021).

Até os anos 2000, o Brasil se mostrava à frente dos outros países quando se tratava de ter uma matriz energética limpa, composta por energias renováveis. Entretanto, foi a partir deste período que o país começou a mudar o cenário, ao apresentar um declínio na produção de energias renováveis, de forma a ir contra a conjuntura mundial e as agendas globais com foco no desenvolvimento sustentável (GIELEN et al., 2019; KRELL e SOUZA, 2021).

A produção de energia primária brasileira por fontes, de 1970 a 2019, é ilustrada pelas Figuras 7 e 8, sendo os valores da figura 7 apresentados em valor percentual e os da figura 8 em valor absoluto. Na figura 7, verifica-se que a produção de petróleo cresceu, ultrapassando o percentual da produção de energia obtida pela lenha a partir dos anos 90, de modo que em 2019, o petróleo representava 44% da produção de energia primária, seguido pelos produtos da cana (16%), gás natural (13%) e energia hidráulica (10%). Tal acontecimento se deve aos investimentos na exploração do petróleo impulsionados pelo Pré-sal.

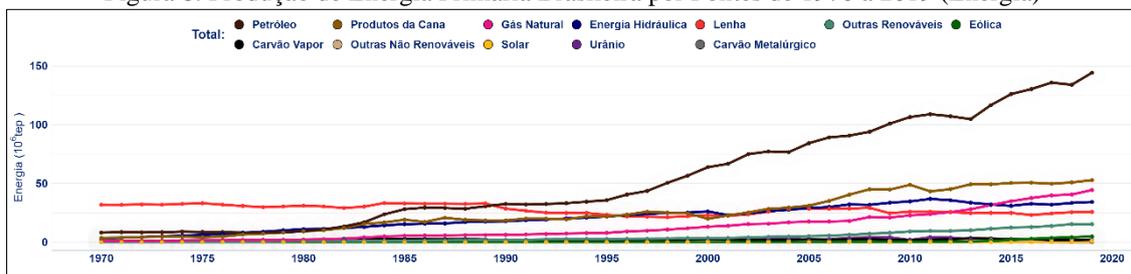
Figura 7: Produção de Energia Primária Brasileira por Fontes de 1970 a 2019 (em %)



Fonte: BEN Interativo (2021).

Na Figura 8 são apresentados os valores absolutos, permitindo visualizar que, apesar da produção de petróleo ter apresentado uma tendência crescente nas últimas décadas devido à exportação, também houve um aumento na produção de energias renováveis, usadas para consumo do Brasil.

Figura 8: Produção de Energia Primária Brasileira por Fontes de 1970 a 2019 (Energia)



Fonte: BEN Interativo (2021).

De acordo com o Anuário Estatístico de Energia Elétrica do EPE de 2020, em 2017 o Brasil ocupava o 3º lugar em capacidade instalada de geração hidrelétrica no mundo, atrás da China e Estados Unidos e o 7º lugar em geração por fontes alternativas no mundo, sendo os três primeiros China, Estados Unidos e Alemanha.

Ainda, a tabela 1, também extraída de estudos do EPE, mostra em percentual a produção de energia primária no Brasil no ano de 2019, por fonte de energia. Neste período, 59,1% da produção de energia primária era composta por fontes de energias não renováveis e 40,9% da produção por energias renováveis.

Tabela 1: Produção de Energia Primária no Brasil 2019

PRODUÇÃO DE ENERGIA PRIMÁRIA	
FONTES	2019
NÃO RENOVÁVEL	59,1
PETRÓLEO	44,2
GÁS NATURAL	13,6
CARVÃO VAPOR	0,7
CARVÃO METALÚRGICO	0,0
URÂNIO (U ₃ O ₈)	0,0
OUTRAS NÃO RENOVÁVEIS	1
RENOVÁVEL	40,9
ENERGIA HIDRÁULICA	10,5
LENHA	7,9
PRODUTOS DA CANA	16,2
EÓLICA	1,5
SOLAR	0,2
OUTRAS RENOVÁVEIS	4,7
TOTAL	100,0

Fonte: Empresa de Pesquisa energética (2021).

A partir dos dados apresentados é possível observar que a produção de energia do Brasil é composta majoritariamente por energias provenientes de fontes não renováveis. Diante deste contexto, o governo busca justificar tais dados sob o argumento de que a

partir da exploração do pré-sal destinado à exportação é possível obter recursos e destiná-los a investimentos em saúde e educação. Desta forma, o governo defende que o Brasil não está de fato consumindo, apenas produzindo para consumo externo (LA ROVERE et al., 2018; VIGLIO et al., 2019).

Matriz Energética de Consumo de Energia Elétrica

A matriz energética de consumo brasileira teve grandes investimentos a partir da década de 1990, sendo que boa parte foram destinados à área de infraestrutura, facilitando o consumo. Isso fez com que o consumo de energia crescesse 120%, conforme apontam Soares e De Lima (2013), de modo a contribuir para que o país passasse por grandes transformações neste período.

Krell e Souza (2021) destacam que a matriz energética nacional é composta majoritariamente por fontes renováveis, enquanto no resto do mundo a participação das energias renováveis representava apenas 1,5% da geração de energia global.

Por definição, energia renovável é:

Uma fonte é de energia renovável quando emprega como matéria-prima elementos que podem ser recompostos na natureza em um processo inesgotável, ou em processos cujas reposições são realizadas em curto prazo, ou, ainda, quando a fonte de suprimento é considerada inesgotável em longo prazo (como o Sol). Isso significa que a fonte de energia poderá durar para sempre, desde que se tenha o cuidado de recolocar na natureza aquilo que é retirado. Assim, fontes renováveis de energia são formas inteligentes de aproveitamento dos recursos do planeta. (LELLIS, 2007, p. 34).

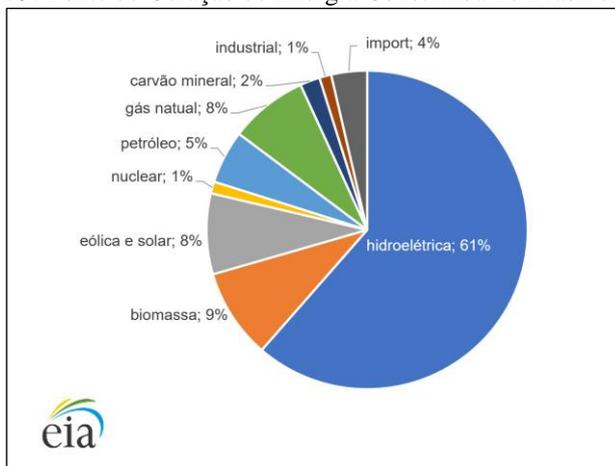
No Brasil, em 2017, a matriz energética, na qual se incluem as fontes de energias destinadas à transporte e à eletricidade, era composta por fontes renováveis, as quais representavam o percentual de 42%. Quando considerando apenas a matriz elétrica, que se refere apenas às fontes de energias usadas para gerar energia elétrica no país, o percentual do uso das fontes renováveis aumentava para 80,3%, para o mesmo ano (SCARPATI e CAMPOS, 2017; KRELL e SOUZA, 2021).

De acordo com Berni (2018), o Brasil é o terceiro país da América Latina com a maior participação de energias renováveis em sua matriz energética, ficando atrás apenas do Paraguai (67%) e do Uruguai (54%).

A Figura 9 apresenta as fontes de geração de energia consumida no Brasil no ano de 2017, de acordo com o EIA, sendo a fonte principal de energia do país a energia

hidrelétrica (61%), seguida por energia proveniente de biomassa (9%), eólica e solar (8%) e gás natural (8%). Cabe destacar o baixo percentual de fonte de energia nuclear, a qual representou 1% entre as fontes de energia.

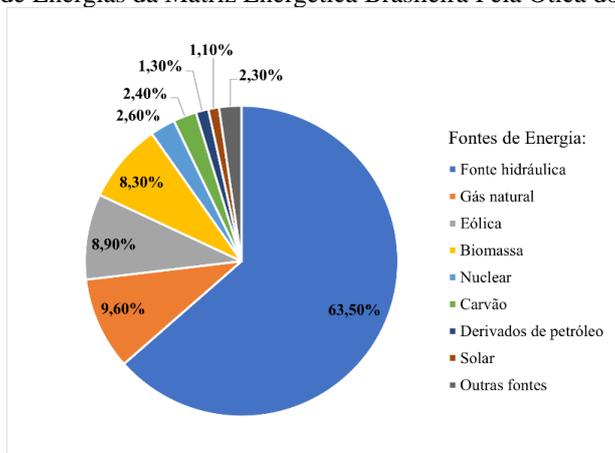
Figura 9: Fonte de Geração de Energia Consumida no Brasil em 2017



Fonte: Energy Information Administration (2017).

Porém, Ferraz e Codiceira (2017) salientam que, apesar do país ser considerado um agente acima da média global, em termos de participação de energia renovável na composição da matriz energética, existe ainda uma necessidade de diversificar a matriz energética para que a produção de energia seja mais eficiente. Além disso, os autores exemplificam políticas de incentivos implementadas pelo governo que ajudaram a crescer a instalação de energias como a solar em domicílios.

Figura 10: Fontes de Energias da Matriz Energética Brasileira Pela Ótica do Consumo em 2019



Fonte: O autor (2021).

Partindo dos dados apresentados na Figura 10, é essencial entender as fontes de energias mais participativas na matriz energética de consumo brasileira. De acordo com o anuário estatístico de energia elétrica 2020, que tem como ano base o ano de 2019, são elas: fonte hidráulica (63,5%), gás natural (9,6%), eólica (8,9%), biomassa (8,3%), nuclear (2,6%), carvão (2,4%), outras (2,3%), derivados de petróleo (1,3%) e solar (1,1%).

TIPOS DE ENERGIAS

A definição de energia pela ótica da física está associada à capacidade de um corpo, substância ou sistema físico de realizar trabalho. A energia pode ser considerada renovável ou não renovável a depender a fonte utilizada para produzi-la. As energias renováveis são aquelas cujas fontes possuem capacidade de se manter no longo prazo, considerando que, em muitas vezes, seus recursos são infinitos, como sol, vento e água. Já nos casos de fontes de energias não renováveis, sua origem tem quantidade finita e limitada, uma vez que se tornam escassas à medida que são utilizadas, como urânio e combustíveis de origens fósseis (BOYLE, 2004; MANTOVANI et al., 2017). De acordo com a Aneel (2020), as fontes de energias são os recursos naturais que são empregados para estimular maquinários e equipamentos e produzir energia, podendo ser este recurso a água, carvão, derivados do petróleo, biomassa, vento, irradiação solar e gás natural.

Fontes Renováveis

A fonte de maior participação na matriz de energia do país, a fonte hidráulica, representa 63,5% das fontes de energia da matriz energética de consumo. A fonte hidráulica é formada por Usinas Hidrelétricas (UHE), Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) e Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH). O funcionamento das usinas hidrelétricas se dá através da transformação de energia cinética em energia elétrica a partir da captação do movimento das águas (DE QUEIROZ et al., 2013; MORAN et al. 2018). De acordo com o Atlas Nacional de Energia Elétrica, disponibilizado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em 2002, cabe destacar as características energéticas mais importantes da fonte de energia hidráulica: a disponibilidade de recursos

no país, a facilidade de aproveitamento e rendimento deste tipo de energia e, principalmente, seu caráter renovável.

A fonte de energia proveniente da energia cinética derivada das massas de ar em movimento, conhecida como fonte eólica, tem uma participação de 8,9% na matriz energética. É gerada por meio da conversão dessa energia derivada dos ventos por intermédio de turbinas, conhecidas como turbinas eólicas ou aerogeradores (ANEEL, 2002). Esta fonte de energia tem apresentado um crescimento com o avanço da tecnologia nos últimos 30 anos, e, atualmente, a energia eólica se tornou uma fonte importante entre as modernas fontes de energias (BLAABJERG e MA, 2017).

A biomassa representa 8,3% do consumo da matriz energética brasileira. Biomassa é a matéria orgânica, podendo ser de origem animal ou vegetal. Quando utilizada como fonte de energia, a biomassa é vista como uma forma indireta de energia solar. Conforme o Atlas de Energia Elétrica do Brasil, produzido pela ANEEL (2002, p. 51), “assim como a energia hidráulica e outras fontes renováveis, a biomassa é uma forma indireta de energia solar. A energia solar é convertida em energia química, através da fotossíntese, base dos processos biológicos de todos os seres vivos.”. A obtenção da energia da biomassa pode ser classificada em duas categorias: tradicional, através da combustão de madeira, lenha, resíduos agrícolas, e urbanos ou moderno, como a produção de biocombustíveis (DE MORAES, et al., 2017; GÜNEY e KANTAR, 2020).

Embora a energia solar representar apenas 1,1% da energia na matriz energética, a geração fotovoltaica cresceu 92,1% de 2018 para 2019, no Brasil. Cabe destacar que todas as outras fontes de energia (hidráulica, biomassa, eólica e de combustíveis fósseis) são energia solar indireta. O sistema de energia fotovoltaica, como também é conhecida a energia solar, capta a potência elétrica dos raios solares através de placas, nas quais são integradas células fotovoltaicas. Para isso, existem três tipos de equipamentos utilizados para captar energia solar: painel rígido, filmes finos e a célula orgânica (OPV) (ANEEL, 2002; SAMPAIO e GONZÁLEZ, 2017; KABIR, 2018; FOCHEZATTO et al., 2020).

Fontes Não Renováveis

A segunda fonte de energia com maior participação na matriz energética, o gás natural (9,6%), de acordo com a Gasnet, é uma substância em estado gasoso com características físico-químicas naturais, não renovável, encontrado em reservatórios

subterrâneos, sendo proveniente da decomposição da matéria orgânica. Assim como o petróleo, é encontrado tanto em terra quanto em mar, sendo muitas vezes encontrando em reservatórios de petróleo. Pode ser considerado associado, quando contém alguma quantidade de petróleo ou não associado, quando não contém nenhuma quantidade. Veluswamy (2018) aponta que é o combustível fóssil de queima mais limpa e abundante disponível na natureza.

A energia nuclear tem 2,6% de participação na matriz energética, podendo ser chamada de energia nuclear ou nucleoe elétrica. De acordo com a Eletrobrás Termonuclear S.A. (ELETRONUCLEAR), essa energia é gerada a partir da fissão do urânio por meio de um reator nuclear, no qual, a partir do calor gerado pelo urânio, é produzida corrente elétrica a partir de três circuitos: primário (no qual aquece a água), secundário (vaporização da água aquecida e este vapor gera a corrente elétrica) e o circuito de refrigeração. Tal sistema é similar ao de termelétrica convencional, no qual se obtém energia por meio do vapor que gera a corrente elétrica. Cabe ressaltar que o Brasil possui a 6ª maior reserva de urânio do mundo.

O carvão mineral ocupa 2,4% da matriz energética. Em 2019 representava 27,04% do total do consumo de energia mundial. Assim como todos os combustíveis fósseis, o carvão mineral nada mais é do que um composto de orgânicos sólidos que foram fossilizados ao longo dos anos (ANEEL, 2002). A exploração do carvão mineral pode ser de forma subterrânea ou a céu aberto. De acordo com Campos et al. (2010, p. 199), “o carvão mineral constitui dois terços dos recursos energéticos não renováveis do Brasil, sendo suas reservas 20 vezes maiores do que as de petróleo e 75 vezes superiores as de gás natural”. O autor também aponta que existem dois tipos de mineração: a subterrânea (que é especificamente a mineração realizada através da abertura de poços, por meio de planos inclinados ou de galerias de encosta) e a lavra a céu aberto (que implica retirar a camada de material puro e extrair o carvão). Porém, tais processos causam grandes danos socioambientais, que afetam não somente os recursos hídricos, o solo e o relevo das áreas, mas também contribuem para a emissão de gases poluentes como o óxido de enxofre e óxido de nitrogênio.

A participação dos derivados de petróleo na matriz representa 1,3%. Apesar de existirem investimentos em outras fontes de energias menos danosas em nível socioambiental e com preços inferiores, a participação do petróleo na matriz energética mundial ainda é significativa. Esta fonte de energia conhecida como o petróleo é

originada a partir da decomposição de matéria orgânica (plâncton), produzida a partir da ação bacteriana em lugares com baixo teor de oxigenação, decomposta nas profundezas de mares, oceanos e lagos que acaba por se transformar em óleo. Porém, para ser utilizado e transformado no petróleo e seus derivados, o óleo é submetido a processos de refinamento para então ser distribuído. Contudo, assim como as energias não renováveis citadas anteriormente, o petróleo, apesar de apresentar vantagens socioeconômicas, apresenta desvantagens socioambientais, uma vez que coloca em perigo a fauna e a flora, em razão de riscos de vazamento deste óleo (ANEEL, 2002; MANTOVANI et al., 2017).

Os Impactos Ambientais Das Energias Renováveis

Cada fonte de energia tem seus prós e contras, que devem ser levados em consideração antes de implementar uma fonte de energia em determinado local, pois, além dos aspectos positivos de geração de energia e da necessidade de se tornar economicamente mais eficiente o uso de energia elétrica, há diversos impactos socioambientais que por vezes são ignorados. Muito se sabe sobre como as energias de fontes não renováveis afetam o meio ambiente em razão das emissões de gases poluentes que causam o efeito estufa. Contudo, as energias renováveis também têm impactos socioambientais irreversíveis, como por exemplo os impactos causados para a construção de usinas hidrelétricas. Clauberg (2020) aponta que os efeitos negativos vão além de aspectos físicos irreversíveis, uma vez que incluem também questões biológicas e socioeconômicas, além dos altos riscos de inundação de regiões.

Baitelo (2009) enfatiza que apesar da matriz energética brasileira ter majoritariamente participação de energias renováveis, a fonte de energia renovável com maior participação é a de hidrelétricas. O que pode parecer um ponto positivo à primeira vista, se torna também um ponto fraco, uma vez que este tipo de energia é dependente de regimes de chuva, de forma que períodos de seca se tornam uma ameaça para o país. De acordo com o autor, para garantir que os reservatórios estarão abastecidos, são usadas usinas térmicas, que utilizam como fonte de energia combustíveis fósseis.

Um ponto positivo a respeito das energias renováveis, destacado por Baitelo (2009, p.5) diz respeito ao fato de que “o estímulo à geração de energia renovável não é apenas uma questão ambiental, mas econômica e de segurança energética.”. Em 2007, o

Brasil apresentou taxas anuais de crescimento do setor de energia renovável próximas a 30% e, no mesmo ano, o mercado brasileiro movimentou cerca de US\$148 bilhões

No entanto, a construção de hidrelétrica se dá por meio de altos impactos socioambientais. O fato de a construção precisar ser licenciada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) faz crescer questionamentos a respeito da idoneidade dos métodos utilizados por este órgão (DE LIMA ANDRADE e DOS SANTOS, 2018). Entre as externalidades negativas provenientes da construção das usinas hidrelétricas, cabe citar, exemplificativamente, os seguintes aspectos: alagamentos ocorridos por conta da construção dos reservatórios das usinas; impactos socioespaciais causados quando os alagamentos atingem áreas rurais nas quais há plantações, repercutindo no solo; impacto ambiental na fauna e a flora, ocasionando a extinção de espécies; deslocamento humano e de animais em razão das grandes inundações (MORAN et al., 2018; FEARNSSIDE, 2019; TERRIN E BLANCHET, 2019).

Ainda sobre a fonte hidráulica, Gils et al. (2017) apontam que a significativa participação desta na matriz acaba inibindo a participação da energia solar e da energia eólica. Comparando-se a matriz energética brasileira com a de outros países que se utilizam destas energias renováveis, verifica-se que a participação de tais energias, nos demais países, é consideravelmente mais significativa.

No que diz respeito à energia eólica, cabe citar que, dentre os seus impactos negativos, encontram-se a morte de aves, poluição sonora, alteração do clima local (causando resfriamento ou aquecimento da região), impactos visuais, erosão dos solos e desmatamento da região e, por fim, interferências eletromagnéticas (IEM). Em decorrência disto, as fazendas e parques eólicos devem ser localizados em zonas livres, para que assim as interferências e danos sejam minimizados (DE AZEVEDO et al., 2017; NAZIR, 2020).

No que tange à energia proveniente da biomassa, entre os seus aspectos positivos, destaca-se a baixa emissão de gás carbônico. Ademais, por ser uma fonte que se concentra em meios rurais e nas florestas, contribuiu e ainda contribui para fomentar a mão de obra em tais localidades, gerando empregos e reduzindo o êxodo rural, o que reflete na descentralização da população (SIMIONI e HOEFLICH, 2010; DE MIRANDA et al., 2019).

Porém, há questionamentos sobre a utilização da biomassa como fonte de energia. Demirbas (2007) destaca entre os malefícios a forma como é feita a combustão da biomassa, ao indicar que a queima de compostos existentes em matérias vegetais libera mais metais pesados (como o cobre e o mercúrio) do que a queima de carvão. Ademais, Bryngelsson e Lindgren (2013) e Borges et al. (2016) indicam outras externalidades de igual relevância, como a flutuação de preço dos alimentos, causada pelo aumento na demanda da bioenergia, e o desmatamento de grandes áreas para viabilizar a produção bioenergética.

Fochezatto et al. (2020) apresentam que a instalação de placas solares em residências no Brasil foi maior na região sul do país, em que pese esta região não possua tanta incidência solar quanto a região norte. A partir de tal estudo, foi verificado que um dos fatores determinantes para a instalação de placas solares, e por sua vez, para o uso da energia solar, foi o PIB per capita, e não o nível de incidência solar.

POLÍTICAS AMBIENTAIS BRASILEIRAS

Apesar dos danos ambientais irreversíveis que as energias renováveis podem causar, ainda assim são consideradas menos danosas quando levados em consideração os impactos ambientais causados por energias não-renováveis. No que diz respeito à temática, cabe ressaltar que não existe energia de impacto zero. Desse modo, deve ser levado em consideração o sopesamento entre as opções existentes.

A fim de compreender a composição da matriz energética do Brasil, serão apresentadas as políticas ambientais que contribuíram para moldar a matriz energética de consumo do Brasil e, conseqüentemente, a matriz energética de produção. É importante que se traga ao foco a contextualização do cenário em que foi criada a política, porém, sem necessariamente apresentar o contexto presidencial³⁴⁵ no país. Ato contínuo, será apresentado um quadro síntese com a ordem cronológica das políticas ambientais energéticas brasileiras no Brasil, de acordo com a contextualização apresentada na presente revisão.

³ Cf. BAJAY, Sergio V. National energy policy: Brazil. **Encyclopedia of energy**, v. 4, p. 111-25, 2004.

⁴ Cf. MENKES, Monica. **Eficiência energética, Políticas públicas e sustentabilidade**. 2004. 293 f. Tese (doutorado) Universidade de Brasília. Centro de desenvolvimento sustentável, Brasília. 2004.

⁵ Cf. MOURA, Adriana Maria Magalhães de. Trajetória da política ambiental federal no Brasil. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)** 2016.

Antes de apresentar as políticas ambientais e a contextualização delas, é importante esclarecer sua definição. Nesse contexto, Ribeiro (2008) define como políticas ambientais as ações estimuladas pelo governo, no âmbito federal, estadual ou municipal com o propósito de melhorar o bem coletivo, as quais podem ocorrer, ainda, mediante parceria com a iniciativa privada.

Um fator relevante à implementação de políticas e à efetivação delas são as instituições apresentadas por North (1999) e posteriormente desenvolvidas por Mantzavinos e North (2004). North (1999) aponta que instituições se referem às “regras do jogo” de uma sociedade. Mantzavinos e North (2004), a seu turno, aduzem que estas contemplam a estrutura humana de interação, podendo ser formais (como leis e regulamentações) ou informais (que são regras morais e normas sociais).

Desta forma, entender o que são instituições implica compreendê-las a partir da análise de como agentes irão absorver e interpretar as políticas adotadas no país (AGUILAR FILHO e FONSECA, 2011; LOPES, 2013). Logo, são levadas em consideração as instituições do país quando estão sendo formuladas políticas, uma vez que se trata de uma variável de impacto para a eficácia das políticas do país. Por meio da implementação de políticas é possível gerar, inclusive, mudanças nas próprias instituições. Assim, é por meio de políticas ambientais voltadas para energias renováveis que é possível transformar o desenvolvimento atual em um desenvolvimento mais sustentável (SQUALLI, 2007; BERSALLI ET AL., 2020).

A partir da análise dos períodos de 1930 a 1960, Moura (2016) aponta que, no Brasil, ainda não havia políticas ambientais devidamente constituídas, tampouco uma gestão para temas ambientais. Nesse período, o foco das políticas estava na exploração dos recursos naturais, havendo a menção da questão da proteção ambiental de forma superficial. Apenas no final dos anos 60 que houve o afloramento de preocupações com os danos ambientais, porquanto a sociedade brasileira passou a sentir os impactos da poluição industrial, causada pelas crescentes atividades de produção do país.

O período de 1920 a 1950 foi marcado por mudanças no Brasil. Araújo e Oliveira (2003) indicam que o contexto da aceleração da exportação do café e o crescimento da produção industrial fez com que a demanda por energia aumentasse a cada ano. Com isso os autores levantam um ponto importante: apesar de a demanda interna por energia elétrica ter crescido, o país ainda não possuía a estrutura apta a atendê-la.

O problema era que o desenvolvimento industrial do Brasil tinha que fazer uma transição direta da lenha para o petróleo e eletricidade, e a construção deste sistema energético moderno esbarrava na

incapacidade do capital privado nacional de mobilizar volumosos recursos financeiros necessários a empreendimentos de longa maturação e risco elevado, como é o caso do setor energético. Só o capital internacional ou o Estado estavam em condições de promover aqueles investimentos. (ARAÚJO E OLIVEIRA, 2003, P. 628).

Como resultado do crescimento que o país vivia, o governo optou por começar a investir na capacidade interna, desenvolvendo e criando políticas. É de se ressaltar que o contexto político possibilitou tais investimentos, bem como o cenário mundial e a demanda interna, levando à busca por um desenvolvimento autônomo. Como Lima e Bermann (2004) destacam, a exploração das fontes de energias renováveis no país deu-se, primeiramente, no intuito de escapar da dependência do petróleo, todavia, se tornou propícia para maior exploração e desenvolvimento das regiões devido a especificidade das instalações necessárias para a geração da energia.

Consequentemente, foi durante as décadas de 1940, 1950 e 1960 que o Brasil enfrentou mudanças estruturais para assegurar que companhias estatais ofertassem a maior parte da eletricidade, gás e óleo demandados internamente, dando origem a Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras) (1953) e a Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás) (1954). Leite (2007) aponta que, entre 1945 e 1964, passou-se por um período de estratégias desenvolvimentistas, visto que foi neste cenário que o governo criou estatais que ajudaram no crescimento e fortalecimento econômico e governamental.

Como resultado, tanto a Petrobras quanto a Eletrobras tiveram um papel importante na organização do mercado de energia nacional. Araújo e Oliveira (2003) esclarecem que a Petrobras conferiu ao Brasil a possibilidade de operar em escala mundial na extração de petróleo e de capacitar tecnologicamente o país, ao passo que a Eletrobras permitiu o progresso hidrelétrico, ainda que, à época, esta empresa ainda não possuía o monopólio de produção ou transmissão de energia, possuindo apenas o papel de coordenar o setor. Ademais, o governo também deu origem a Eletrosul, Furnas e outras companhias estatais que tinham como objetivo suprir a demanda de consumo de energia no país, possuindo o governo controle sobre elas.

Conforme aponta Corrêa (2007, p.3) “o Ministério das Minas e Energia foi criado pela Lei n.º 3.782, de julho de 1960, como órgão encarregado de todos os assuntos relativos à produção mineral e energia, excluindo-se de sua alçada os setores metalúrgico e de siderurgia (...)”. Contudo, Corrêa (2007) salienta que já haviam ocorrido esforços para a criação do MME em período anterior, mas apenas em 1960 a criação deste Ministério foi concretizada. Bajay (2004) aponta que o sistema de operação que vinha

sendo realizado no Brasil beneficiou a criação de políticas ambientais de energia em conjunto com o Ministério de Minas e Energia.

Cabe referir que as grandes hidrelétricas no Brasil surgiram no contexto de forte industrialização. Como destaca Bortoleto (2001), foi um período de grandes construções e nesta época o governo visava a aumentar a produção de energia elétrica por meio da Eletrobrás, criada oficialmente em 1962. Contudo, a autora ressalta que foram desconsiderados os impactos da construção das hidrelétricas, pois entedia-se que os benefícios seriam superiores às externalidades negativas. Tal contexto justifica o fato de haver participação significativa da fonte de energia hidráulica na matriz de consumo. Desta forma, as hidrelétricas cresceram no país como uma forma de suprir a demanda interna de consumo de energia, por meio de investimentos do governo.

A “era do petróleo”, por sua vez, proporcionou um contínuo crescimento econômico depois das Guerras Mundiais, o que levou os países produtores de petróleo a organizarem cartel para estabelecer políticas de preços, culminando no “choque do petróleo”, em 1973. Além da crise dos preços, também emergiam novas percepções a respeito do desenvolvimento econômico e dos recursos naturais (HAGE et al., 2020).

À vista disso, durante os anos 70, Costa e Prates (2005) mencionam que houve a busca por fontes geradoras de energias alternativas, mormente pelo fato de que o preço do preço do barril de petróleo passou de US\$3 para US\$12, chegando a custar até US\$32 (em valores correntes da época). Como resultado deste contexto, o Brasil procurou substituir o petróleo por energias provenientes de fontes hídricas e pelo álcool, investir em inovação tecnológica em energia, bem como explorar reservas de petróleo em águas profundas.

Foi também nos anos 70, mais precisamente em 1971, segundo Carvalho (2012), que o governo implantou uma central nuclear em Angra dos Reis, no Estado do Rio de Janeiro. À época, a energia nuclear era considerada uma alternativa promissora, motivo pelo qual recebeu significativos investimentos, em diversos países, aumentando rapidamente sua proporção na produção energética em escala mundial. Nesta mesma década foram criadas políticas que deram continuidade ao cenário de desenvolvimento de energias mais limpas no país. Como citado anteriormente, em 1975, foi desenvolvido o projeto chamado “PROALCOOL”, que impulsionou a produção de etanol, fomentando, assim, a produção de cana-de-açúcar (RIBEIRO, 2008; PISCHKE ET AL., 2019).

Diante disto, Pischke et al. (2019) citam que o Programa Nacional do Álcool – PROALCOOL colaborou para a atual constituição da matriz energética ter energias

renováveis. Alia-se a tal circunstância o fato de que, desde os anos 70, o Brasil já utilizava energia hídrica e biocombustíveis. Assim, o crescimento da utilização do etanol se deu justamente pelo estímulo governamental, que buscava incentivar a sua produção como uma energia alternativa ao petróleo, como ressalta Freitas (2011). Contudo, a autora também expõe que o governo, por meio de políticas públicas, atuou como mediador da utilização da cana-de-açúcar que será destinada à produção de etanol e a que será destinada à produção de açúcar.

Assim, é justamente devido às crises do petróleo que a biomassa se destacou como uma fonte de energia moderna e viável para atender às demandas de energia, como Borges et al. (2016) expõem. Entretanto, os autores também ressaltam que a biomassa acabou sendo deixada em segundo plano em 1985, quando os preços do petróleo caíram, passando a retomar a sua notabilidade devido ao cenário de debates ambientais do Protocolo de Kyoto, em 1997, e devido às evoluções tecnológicas proporcionadas pelo avanço da ciência.

Como forma de desviar dos altos preços do petróleo, Costa e Prates (2005) ressaltam que os países tomam medidas para mudar a oferta e a demanda, assim como adotaram medidas para mudar o hábito de consumo, melhorar a eficiência energética e investir em inovação e tecnologia para a oferta. No contexto nacional, Freitas (2011) aponta que, de 1973 a 1986, foram feitos incentivos para a produção e consumo da cana-de-açúcar, em detrimento do consumo do petróleo. Assim, a autora enfatiza que só foi possível essa transição, tanto de produção quanto de consumo, devido às políticas públicas, sendo possível monitorar os preços de mercado, como a autora destaca.

A década de 1980 foi marcada pelo surgimento dos debates referentes ao planejamento energético e pela pesquisa por fontes cujas implementações não provocassem impactos ambientais tão danosos quanto as que vinham sendo utilizadas (FREITAS, 2011; GOMES, 2018). Então, nos anos 80, mais especificamente em 1985, a partir de uma ação do Ministério de Minas e Energia e do Ministério de Indústria e Comércio, foi criado o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL, o qual tinha como fundamento a redução da perda de energia no processo de geração (ANEEL, 2002; RIBEIRO, 2008).

Posteriormente, no início dos anos 90, foi criado pelo Ministério de Minas e Energia o Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET), cuja finalidade era colocar metas visando à redução da demanda brasileira por petróleo, bem como a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), com

o objetivo de regular o setor elétrico e estimular a sua eficiência. O projeto do governo era privatizar todo o setor, contudo, a ausência de marcos regulatórios serviu como desestímulo para o investimento privado (BAJAY, 2004; FREITAS, 2011; GOMES, 2018).

A década de 1990 também ficou marcada pelo desenvolvimento de políticas ambientais. Como Boeira (2004, p. 535) destaca, “houve um grande avanço legislativo na área, com a aprovação de várias leis setoriais, como a Lei Nacional de Política de Recursos Hídricos (1997), a de Crimes Ambientais (1998) e a da Política Nacional de Educação Ambiental (1999).”.

No final nos anos 90 e início dos anos 2000 houve crises de abastecimento de energia no Brasil que serviram para exteriorizar que, no setor elétrico, ainda havia fragilidades. Como refere Freitas (2011), tais fragilidades eram tanto na produção da energia quanto na distribuição. Bajay (2004) e Menkes (2004) citam os conflitos que existiram durante as mudanças de governo, no início dos anos 2000, os quais repercutiram estruturalmente nas empresas de energia, como a privatizações de companhias de energia estatais, que levaram à competição na exploração de energia. Ainda, Bajay (2004) cita que ao longo dos anos, desde 1998, houve maior comprometimento, por parte do governo, em destinar parte da renda captada de pagamentos de energia para pesquisa e desenvolvimento, através de contratos de concessão de distribuição de energia elétrica, destinando 1% da renda anual para estas atividades.

O ano de 2002 é considerado um ano importante para a pauta energética, devido à criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), como Lopes e Taques (2016) apontam. O objetivo do programa era diversificar a matriz energética do país, valorizando as características das regiões, em conjunto com leis que concedessem recompensas tarifárias, com propósito de fomentar a expansão da produção a energia elétrica. O Proinfa passou a ser considerado o maior programa de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica do mundo e, assim, contribui para diversificar a matriz energética nacional, bem como para fomentar a geração de empregos em todo o país, tanto diretamente, quanto indiretamente, com garantia de contrato pela Eletrobrás durante 20 anos (DUTRA E SZKLO, 2006; BAITELO, 2009; JANNUZZI, 2012; JÚNIOR E MOREIRA, 2020; ELETROBRAS, 2021).

A preocupação em valorizar as características das regiões salienta a importância do cuidado necessário que se deve ter antes de realizar investimentos em grandes

empreendimentos, o que enfatiza a necessidade de conhecer seu território nacional e de entender como é possível se beneficiar de seus recursos naturais de maneira a reduzir os impactos socioambientais que possam advir destas mega construções irreversíveis, como as usinas hidrelétricas e usinas nucleares. Tendo isto em vista, em 2004 foi criada a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), destinada à realização de estudos e pesquisas no setor energético. A EPE é responsável pelo Balanço Energético Nacional (BEN) e, como consequência, por estimar a oferta e o consumo de energia nacional. Em seguida, no ano de 2005, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) criou o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), com o intuito de promover a produção e o desenvolvimento rural sustentável através da produção e uso do biodiesel (BAJAY, 2004; RIBEIRO, 2008; PNPB, 2021).

Em 2006 a Petrobrás comunicou ter encontrado pré-sal em território nacional, o que fez o Brasil se destacar ainda mais na produção de petróleo. O pré-sal ganhou tanto destaque que este período ficou caracterizado como “a segunda independência do Brasil”, pois tal descoberta representaria a autossuficiência do país, isto é, acabaria com a dependência externa de energia, colocando o Brasil em posição privilegiada a possíveis crises de abastecimentos (SCHUTTE, 2012). O pré-sal foi uma revolução para as estruturas nacionais, impactando tanto no âmbito energético, como no âmbito econômico, além de simbolizar a esperança de uma nova era de crescimento e desenvolvimento para o Brasil. Em decorrência disto, o governo se voltou para estruturar e planejar ações que garantissem a regulação dessa exploração de petróleo. Neste contexto, foi criada, em 2010, a Empresa Brasileira de Administração do Petróleo e Gás Natural – Pré-Sal Petróleo S.A (PPSA) com a função regulatória vinculada ao Ministério de Minas e Energia (BULHÕES, 2007; MARTINEZ E COLACIOS, 2016).

Ainda nos anos 2000, foram criados os planos decenais de expansão de energia. De acordo com a EPE, o Plano Decenal de Expansão de Energia é um documento voltado para a sociedade, com o objetivo de indicar as perspectivas de expansão da energia de acordo com os planos do governo para um período de dez anos. Desta forma, o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE-2024) aponta que a energia no Brasil tende a seguir o crescimento do PIB, e que, para haver maior produtividade na economia do país, deve-se aumentar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento, bem como investimentos em capacitação de pessoas.

Por meio dos Planos Decenais é possível perceber que cada vez mais, desde os anos 90, o Governo brasileiro começou a trazer as preocupações ambientais e sociais para

a sociedade poder acompanhar os projetos suas movimentações. Busca-se, assim, moldar a forma como a população pode absorver este tipo de informação e facilitar a compreensão, pelos cidadãos, dos objetivos, metas e movimentos que o governo tem feito, como são expostos pelos relatórios da EPE pelo BEM. O mesmo pode ser observado posteriormente, em 2015, quando o Ministério de Minas e Energia (MME) publicou o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), cujo objetivo era ampliar e aprofundar as ações de estímulo à geração de energia pelos próprios consumidores, microgeração e minigeração de energia, com base nas fontes renováveis de energia, em especial a energia solar fotovoltaica (MME, 2015; SARTORI, 2019).

Como forma de complementar e elucidar esta revisão, foi desenvolvido o quadro 1, o qual apresenta de forma resumida e em ordem cronológica os eventos ou políticas energéticas ambientais, contextualizando-os com a conjuntura econômica e o consumo/produção de energia no período.

Diante dos eventos mencionados, é possível verificar que, até a década de 1960, destacou-se a falta de políticas ambientais devidamente constituídas e o início da criação de uma estrutura voltada à questão energética (Petrobrás, Eletrobrás, MME), principalmente em decorrência do aumento da demanda resultante do próprio crescimento econômico.

Os anos 1970, por sua vez, foram marcados pelo aumento das preocupações ambientais e pelos choques de preços no petróleo, o que induziu as políticas a se direcionarem para a busca de fontes alternativas de energia. Nesse contexto surgiu o Programa Nacional do Alcool – PROALCOOL.

Além do PROALCOOL, outro marco na linha de fontes renováveis, posteriormente, foi o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD) criado pelo governo em 2015. Este possibilitou o uso de fontes renováveis ao viabilizar, por meio de incentivos e subsídios, que o próprio consumidor pudesse se tornar produtor de energia, por meio de instalação de fontes geradoras de energia solar, eólica, biomassa ou até mesmo através da cogeração qualificada.

Mais recentemente, o que se destaca na produção brasileira é o aumento da produção de petróleo em decorrência do pré-sal. Este é um fato importante, pois marcou a própria estrutura da matriz de produção do país, que nos últimos anos mostrou um aumento na produção energética oriunda de fontes não-renováveis, como se viu anteriormente. Em virtude disto, o pré-sal apresenta controvérsia, ao representar um

retrocesso ao desenvolvimento na sustentabilidade ambiental, ao mesmo tempo em que impacta na independência/autossuficiência energética e no crescimento econômico.

É relevante destacar que tais eventos, como o crescimento acelerado de 1920 a 1960, favoreceram os investimentos em energia, estes motivados pelo governo, ao reduzir a dependência externa. Por sua vez, os choques nos preços do petróleo propulsionaram o investimento em fontes de energias alternativas para compor a matriz energética de consumo, originando o PROALCOOL. Por outro lado, como apontado acima, a descoberta do pré-sal trouxe uma reviravolta para a matriz energética de produção brasileira, transformando-a e deixando-a mais intensiva em fontes não-renováveis.

Conseqüentemente, infere-se que picos e vales de crescimentos econômicos motivaram o governo a se dedicar na busca de opções e soluções, estas refletidas em políticas energéticas ambientais. Igualmente, devem ser considerados os eventos do período, como a preocupação mundial com a emissão de gases poluentes (sendo estas preocupações formalizadas em acordos ambientais propostos pela ONU, como o Protocolo de Kyoto), bem como descobertas/desenvolvimentos de fontes de energias (ex: pré-sal e PROALCOOL). Posto isto, a matriz foi moldada através de eventos que afetaram a conjuntura econômica, nacional ou mundial, as quais levaram à criação de políticas ambientais, que, por sua vez, impactaram e ainda reverberam na matriz energética de consumo e produção.

Síntese das Políticas Ambientais Brasileiras

Quadro 1: Síntese das Políticas Ambientais Brasileiras

Ano (s)	Evento/política energética ambiental	Conjuntura econômica	Consumo/Produção de energia no período	Destaque
1920 a 1950	Crescimento acelerado na demanda por energia.	Crescimento econômico no país	Dependência de energia externa	Exportação do Café.
1930 a 1960	Ausência de políticas ambientais devidamente constituídas	Crescimento econômico no país	Expansão do consumo devido ao crescimento	Como consequência do crescimento, o governo passa a investir em capacidade interna.
1953	Criação da Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras)	Crescimento econômico		Papel importante na organização do mercado de energia.
1954	Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás)	Crescimento econômico		Papel importante na organização do mercado de energia.

1960	Criação do Ministério de Minas e Energia (MME)	Crescimento econômico moderado e preocupação com inflação		
Anos 60	Período de grandes construções	Crescimento econômico moderado e preocupação com inflação	Expansão do consumo devido ao crescimento	Foco em aumentar a produção de energia elétrica.
Final anos 1960	Aumento das preocupações ambientais	Aceleração do crescimento econômico (início do “milagre econômico”)	Expansão do consumo devido ao crescimento	Busca pelo fim da dependência externa de energia.
Anos 70	Busca por fontes de energias alternativas	Crescimento econômico (“milagre econômico”)	Consumo de energia até então baseada em petróleo - Produção de Energia primária intensiva em lenha	
1971	Central nuclear em Angra dos Reis	Crescimento econômico (“milagre econômico”)		
1973	Choque do petróleo	Recessão global e diminuição do crescimento nacional		Forte restrição à importação e ao consumo de petróleo em função ao aumento do preço.
1975	Programa Nacional do Álcool – PROALCOOL	Recessão global e retomada do crescimento nacional		a biomassa se destaca como uma fonte de energia moderna e viável.
Anos 80	Queda dos preços do petróleo	Recessão econômica e inflação	Volta do consumo do petróleo – Produção crescente de petróleo	
1985	Criação do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL	Recessão econômica e inflação		
Início anos 90	Criação do Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET)	Recessão até 1993 e combate à inflação	Reduzir a demanda brasileira por petróleo.	Privatização da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).
Anos 90	Aprovação de leis: Lei Nacional de Política de Recursos Hídricos (1997), a de Crimes Ambientais (1998) e a da Política Nacional de Educação Ambiental (1999)	Combate à inflação – Plano Real e retomada do crescimento pós-1993	Final dos anos 90: crise no abastecimento de energia	Protocolo de Kyoto traz a preocupação ambiental e energética ao foco novamente.
Início anos 2000	Privatizações de companhias de energia estatais	Crescimento econômico moderado na primeira metade da década	Produção Intensiva do Petróleo para exportação	
2002	Criação do Programa de Incentivo às Fontes	Crescimento econômico		É o maior programa de incentivo às fontes

	Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA)			alternativas de energia elétrica do mundo.
2004	Criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE)	Forte crescimento econômico no ano		
2005	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) cria o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)	Crescimento econômico		
2006	Descoberta do Pré-Sal	Crescimento econômico		
2010	Empresa Brasileira de Administração do Petróleo e Gás Natural – Pré-Sal Petróleo S.A (PPSA)	Crescimento econômico		
2015	Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD)	Forte recessão econômica	Produção Intensiva do Petróleo para exportação e crescimento das fontes alternativas de energias renováveis.	

Fonte: O autor (2021).

Como Pischke et al. (2019) apontam, o Brasil apresenta um número significativo de políticas ambientais voltadas para energia renovável e um alto índice de controle para verificar a eficácia de tais políticas. Outro ponto enfatizado pelos autores é que a matriz energética tem participação considerável de energias renováveis, de modo que as políticas ambientais voltadas para energia não são tão densas quando comparado a países como Estados Unidos e Canadá.

Deste modo, é possível compreender através do período em que houve os choques do petróleo, que estes forçaram os governos a se adaptarem e buscarem outras fontes de energias que poderiam ser mais exploradas no país. Evidencia-se, desta forma, que as políticas implementadas pelo governo, de fato, moldam a matriz energética, mas estas políticas ocorreram como esforços do governo para se adaptar ao contexto do que estava ocorrendo no cenário mundial. Da mesma forma que, posteriormente, as agendas mundiais foram voltadas para a redução de emissão de gases poluentes e acabaram por incentivar movimentos de preocupação com o desenvolvimento sustentável, levando os países a buscarem o desenvolvimento e a utilização de mais fontes renováveis de energia.

Infere-se, desta forma, que as políticas ambientais energéticas, bem como as ações implementadas pelo governo moldaram a matriz energética, pois desempenham o papel de ferramenta para modificar os hábitos e comportamentos da população e da produção do país. Contudo, estas políticas só foram formuladas devido aos acontecimentos do período em que estão inseridas. Assim, nota-se que as políticas ambientais energéticas adotadas pelo governo foram implementadas em razão de fatores externos, inicialmente,

como uma solução para escapar dependência externa de produção de energia, ou como uma alternativa para sobreviver aos choques dos altos preços do petróleo. Como resultado, cabe destacar que, o que de fato moldou e ainda molda a matriz energética é a conjuntura nacional e mundial do período em que estas estão inseridas. Assim, a conjuntura age como incentivo para a formulação das políticas.

Neste sentido, se observa que as políticas ambientais energéticas decorrem do papel central que o cenário mundial exerceu e ainda exerce nas formulações de políticas ambientais energéticas e nas ações do governo, bem como da contextualização do que se está vivendo no período, dentro do território nacional, no qual as políticas são formuladas e implementadas. Tendo em isto vista, as políticas não devem e nem podem ser analisadas, muito menos desenvolvidas desconsiderando o cenário do período que se vive. Ainda, devem levar em considerações os hábitos de consumos e choques de preços que alteram a percepção das políticas, o que demonstra que, de fato, o que molda a matriz energética é o contexto mundial (seja o contexto das ações, dos preços, das preocupações e/ou mudanças de consumo), porquanto, o que ocorre externamente atua como incentivo para a formulação de ações do governo que ocasionam a implementação de modificações na matriz.

Outro ponto a ser destacado é o fato de políticas ambientais adotadas em um país podem influenciar seus países vizinhos, causando, assim, o chamado efeito de *spillover*, como destaca Macca (2015). Pelo fato de o Brasil possuir políticas ambientais orientadas para o incentivo do uso de energias renováveis, pode então influenciar os países vizinhos a terem políticas ambientais de mesmo cunho e vice-versa. Isto é, o cenário mundial impacta e impulsiona o desenvolvimento de políticas ambientais que, por sua vez, moldam a matriz energética. Porém, é por meio de políticas ambientais que o comportamento de consumo se mantém e é direcionado, e, quando as políticas em um determinado país são consistentes e bem implementadas, acabam influenciando países vizinhos a adotarem a mesma postura, por entenderem a sua aplicação na prática.

Logo, a partir da contextualização apresentada nesta seção é possível entender como as políticas públicas formuladas pelo governo são fundamentais para moldar a matriz energética, pois são por meio destas que o governo transforma os hábitos de consumo e gera incentivos para mudar a oferta no mercado (BURSZTYN, 2001; MENKES, 2004; COSTA E PRATES, 2005). Ademais, como Freitas (2011) ressalta, a matriz energética é resultado de diversos fatores e sofre alterações conforme a disponibilidade de recursos, custos e devido à preocupação com desenvolvimento

sustentável, direcionado a mudar o consumo de energia para energias renováveis e menos danosas ao meio ambiente.

CONCLUSÃO

A matriz energética brasileira, deu-se a partir de um conjunto de fatores que favoreceram o fato de o país ter, na atualidade, uma matriz energética com participação de energias renováveis mais significativas. Dentre os fatores que contribuíram para tal contexto, é importante destacar as políticas ambientais energéticas adotadas pelo governo, uma vez que através delas que são direcionadas as ações da sociedade.

Outro fator que determinou o uso das energias é o cenário mundial. Logo, a partir do contexto apresentado, é possível interpretar que as políticas ambientais energéticas brasileiras são desenvolvidas levando em consideração o contexto em que serão implementadas. Como exemplos, é adequado mencionar as crises do petróleo que atuaram como incentivos para que o Brasil se dedicasse mais à exploração do petróleo destinado à exportação, assim como a descoberta do pré-sal, que teve efeitos na matriz energética de produção, propiciando a exploração mais intensa do petróleo, aumentando a participação de fontes de energias não-renováveis.

Por outro lado, os choques dos preços do petróleo serviram como incentivo para o Brasil investir em fontes alternativas ao petróleo para consumo, como a energia proveniente das hidrelétricas, que hoje representam mais da metade da matriz energética de consumo do país.

Desta forma, é possível constatar que as políticas são formuladas considerando os preços do mercado, bem como os custos de instalação da energia e os hábitos de consumo da população, podendo este último ser modificado através das próprias políticas. Além dos choques do petróleo terem impulsionado os governos a explorarem outras fontes de energias, os movimentos de preocupação com o desenvolvimento sustentável propostos pelas agendas globais da ONU também serviram como incentivo para que o Brasil buscasse se desenvolver e se comprometer ainda mais com o uso e exploração de fontes renováveis de energia para consumo.

Todavia, cada tipo de energia apresentada possui prós e contras. Nesse sentido, cabe ressaltar que mesmo as fontes de energia renovável, em que pese sejam consideradas mais limpas, também causam impactos socioambientais que devem ser levados em consideração antes de implementá-las na matriz energética.

Assim, a inserção das fontes de energia no país depende não apenas de estudos voltados para aquela fonte, como também de conhecimento dos recursos naturais disponíveis. Então, cabe aos líderes e formuladores de políticas a expansão do conhecimento sobre a temática, a fim de que se leve em consideração os recursos naturais disponíveis no país no qual a política ambiental será implementada. Nesse contexto, a exploração de recursos hídricos como fonte de energia no Brasil se fez possível apenas por ser um recurso natural abundante no país; e apesar disso, este tipo de energia tem grandes impactos ambientais e sociais irreversíveis.

À vista disso, é necessário, ainda, que se conheça cada região e suas peculiaridades, uma vez que nem sempre fará sentido adotar a mesma fonte de energia, mormente se considerar países de amplos territórios, como o Brasil. Assim, em determinadas regiões do Brasil onde há maior incidência de vento é mais propícia a instalação de fontes de energia eólica. Não raras vezes, incentivos governamentais podem facilitar e tornar mais rápida a adoção de modalidades de energia de forma mais racionalizada, aproveitando-se a potencialidade de cada região.

Como exemplo de incentivos governamentais, cabe citar que o impulsionamento da exploração da fonte de energia solar foi gerado por meio de ações governamentais de incentivo, tais como políticas de subsídios de tarifas realizadas nos últimos anos, que apresentaram um impacto positivo no consumo deste tipo de energia, passando a participar de forma mais acentuada na matriz energética de consumo, mostrando-se como uma fonte de energia renovável promissora, devido a seus impactos e por ter se tornado mais acessível.

Além disso, para se obter mudanças na forma pelas quais as nações se desenvolvem e consomem energia, sendo estas emissoras ou não de gases poluentes, é extremamente necessário que os acordos multilaterais propostos pela ONU estejam alinhados com as políticas ambientais dos países em questão, uma vez que, se os países estão comprometidos a ter um desenvolvimento sustentável, existe o efeito de spillover entre as nações de forma que um país bem direcionado com suas políticas ambientais, acaba por influenciar os países vizinhos.

Observa-se que o Brasil está avançado em termos de uso de energias renováveis, quando comparado a outros países. Este avanço tem se dado devido as formulações de políticas ambientais energéticas e de uma estruturação governamental que deu mais atenção ao uso de energias renováveis, vendo nelas não apenas uma forma de fugir de crises de preços, como também de propiciar um desenvolvimento mais sustentável. Além

disso, contribuíram para o desenvolvimento a criação do Ministério de Minas e Energia (MME) e da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a destinação de parte dos lucros de licitações à pesquisa.

Entretanto, através da contextualização das políticas ambientais e entendimento do cenário mundial e nacional, é possível perceber que as políticas ambientais energéticas são moldadas através do que está ocorrendo no mundo e na economia, isto é, estão sempre se adaptando ao mercado, às necessidades globais, às mudanças de preços e às tendências de desenvolvimento voltadas a melhorar o bem-estar social.

Consequentemente, o resultado da composição da matriz energética atual ser majoritariamente composta por energias renováveis é a soma de três fatores: políticas ambientais, contexto histórico e conhecimento dos recursos naturais disponíveis no território nacional. Foi esta tríade que propiciou e impulsionou a exploração de fontes de energias renováveis, aliada a um governo motivado em não querer mais depender externamente de energia para abastecer o consumo do país. Assim, o somatório desses fatores conduziu à formulação de políticas ambientais energéticas que direcionaram o Brasil para ter uma matriz energética de consumo composta por fontes de energia mais renováveis.

REFERÊNCIAS

ABREU, Ana Flávia Araujo de; NASCIMENTO, Béthany Oliveira; FAUSTINO, Bruna Pereira; FREITAS, Gil. O PNUMA e suas limitações para a governança ambiental internacional. **Fronteira**, Belo Horizonte, v. 11, n. 22, p. 141 - 169, 2012.

Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL, 2002.

Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020**. Brasília: ANEEL, 2002. Disponível em: http://shinyepe.brazilsouth.cloudapp.azure.com:3838/anoario/AnuarioEE_2020.pdf
Acesso em: 10 abr. 2020

AGUILAR FILHO, Hélio Afonso de; FONSECA, Pedro Cezar Dutra. Instituições e cooperação social em Douglass North e nos intérpretes weberianos do atraso brasileiro. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 41, n. 3, p. 551-571, 2011.

ALAM, Md. Mahmudul et al. Relationships among carbon emissions, economic growth, energy consumption and population growth: Testing Environmental Kuznets Curve hypothesis for Brazil, China, India and Indonesia. **Ecological Indicators**, V. 70, P. 466-479, 2016.

APERGIS, Nicholas; PAYNE, James E. Energy consumption and economic growth in Central America: evidence from a panel cointegration and error correction model. **Energy Economics**, v. 31, n. 2, p. 211-216, 2009.

ARAÚJO, João Lizardo Rodrigues Hermes de ; OLIVEIRA, Adilson de. Política energética brasileira: mudança de rumo?. 2003. *IN: Coloquio Internacional “Energía, Reformas Institucionales y Desarrollo en América Latina”* Universidad Nacional Autónoma de México – Université PMF de Grenoble, México, D.F., 5-7 nov. 2003.

BAITELO, Ricardo. **Lei de energias renováveis**: propostas para a sustentabilidade energética brasileira. Greenpeace. 2009.

BANDAY, Umer Jeelanie; ANEJA, Ranjan. Renewable and non-renewable energy consumption, economic growth and carbon emission in BRICS. **International Journal of Energy Sector Management**, 2020.

BAJAY, Sergio V. National energy policy: Brazil. **Encyclopedia of energy**, v. 4, p. 111-25, 2004.

BEN Interativo. Rio de Janeiro, [2020]. Disponível em: <http://shinyepe.brazilsouth.cloudapp.azure.com:3838/ben/>. Acesso em: 08 de março de 2021.

BEKUN, Festus Victor et al. Renewed evidence of environmental sustainability from globalization and energy consumption over economic growth in China. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, p. 29644-29658, 2020.

BELLOUMI, Mounir. Energy consumption and GDP in Tunisia: Cointegration and causality analysis. **Energy policy**, v. 37, n. 7, p. 2745-2753, 2009.

BERNI, Mauro D. Coluna biomassa e energia renovável: Energias renováveis na América do Sul. **O Papel: revista mensal de tecnologia em celulose e papel**, v. 79, n. 7, p. 71-71, 2018.

BERSALLI, German; MENANTEAU, Philippe; EL-METHNI, Jonathan. Renewable energy policy effectiveness: A panel data analysis across Europe and Latin America. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 133, p. 110351, 2020.

BLAABJERG, Frede; MA, Ke. Wind energy systems. **Proceedings of the IEEE**, v. 105, n. 11, p. 2116-2131, 2017.

BOEIRA, Sérgio Luís. **Política & Gestão Ambiental no Brasil: da Rio-92 ao Estatuto da Cidade**. Revista Alcance – UNIVALI, Itajaí - Vol.10 - n.3 p. 525 - 558 - Set. / Dez. 2003.

BORGES, Ane Caroline Pereira et al. Energias renováveis: uma contextualização da biomassa como fonte de energia. **Rede–Revista Eletrônica do Prodem**, p. 23-36, 2016.

BOYLE, Godfrey. **Renewable energy**. Power for a Sustainable Future. Oxford: Oxford University Press. 2004.

BRYNGELSSON, David K.; LINDGREN, Kristian. Why large-scale bioenergy production on marginal land is unfeasible: A conceptual partial equilibrium analysis. **Energy Policy**, v. 55, p. 454-466, 2013.

BULHÕES, Daniel Bruno Damasceno. A pré-sal petróleo SA e o novo marco regulatório brasileiro. **Interciência**, p. 1, 2007.

BURSZTYN, Marcel. Políticas públicas para o desenvolvimento (sustentável). **A difícil sustentabilidade: política energética e conflitos ambientais**. Rio de Janeiro: Garamond, v. 259, p. 59-76, 2001.

CAMPOS, Mari Lucia et al. Impactos no solo provocados pela mineração e depósito de rejeitos de carvão mineral. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 9, n. 2, p. 198-205, 2010.

CARVALHO, Joaquim Francisco de. O espaço da energia nuclear no Brasil. **estudos avançados**, v. 26, n. 74, p. 293-308, 2012.

Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio). **Acordo de Paris sobre o Clima**. p. 1- 42, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/node/88191> Acesso em: 14 maio 2021.

CLAUBERG, Ana Paula Coelho et al. Análise Conjuntural Da Predição De Impactos Ambientais Relacionados Às Centrais Hidrelétricas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 44-66, 2020.

COSTA, Ricardo Cunha da; PRATES, Cláudia Pimentel Trindade. O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.21, p. 5-30, mar. 2005.

COPIELLO, Sergio. Building energy efficiency: A research branch made of paradoxes. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 69, p. 1064-1076, 2017.

CORRÊA, Maria Letícia. Estado e políticas públicas no setor de energia elétrica: a implantação do Ministério das Minas e Energia (1961-1968). In: Simpósio Nacional De História, 24., 2007, São Leopoldo, RS. **Anais do XXIV Simpósio Nacional de História – História e multidisciplinaridade: territórios e deslocamentos**. São Leopoldo: Unisinos, 2007.

DAVID, Ana Paula Sawaya Pereira do Vale B.; DO VALE, Ana Luiza Sawaya de Castro Pereira. O Surgimento Do Desenvolvimento Sustentável E Da Sustentabilidade. **A Contemporaneidade Dos Direitos Civis, Difusos e Coletivos**, p.54 – 73. Rio de Janeiro: Jurismestre, 2018.

DE AZEVEDO, João Paulo Minardi; DO NASCIMENTO, Raphael Santos; SCHRAM, Igor Bertolino. Energia eólica e os impactos ambientais: um estudo de revisão. **Revista Uningá**, v. 51, n. 1, 2017.

DE LIMA ANDRADE, Andre; DOS SANTOS, Marco Aurélio. Critérios utilizados pelo IBAMA para definição da viabilidade ambiental de hidrelétricas no Brasil. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade: GeAS**, v. 7, n. 2, p. 284-299, 2018.

DE MIRANDA, Ronaldo Leão; MARTINS, Eliane Maria; LOPES, Kamila. A potencialidade energética da biomassa no Brasil. **Desenvolvimento Socioeconômico em Debate**, v. 5, n. 1, p. 94-106, 2019.

DEMIRBAS, A.M. Combustion of Biomass. *Energy Sources Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, v. 29, n.5, p. 549-561, 2007.

DE MORAES, Sandra Lúcia et al. Cenário brasileiro da geração e uso de biomassa adensada. **Revista IPT: Tecnologia e Inovação**, v. 1, n. 4, 2017.

DE QUEIROZ, Rosemar et al. Geração de energia elétrica através da energia hidráulica e seus impactos ambientais. **Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**. Universidad federal de santa maria, p. 2774-2784, 2013.

DESTEK, Mehmet Akif; ASLAN, Alper. Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth in emerging economies: Evidence from bootstrap panel causality. **Renewable Energy**, v. 111, p. 757-763, 2017.

DUTRA, Ricardo Marques; SZKLO, Alexandre Salem. A energia eólica no Brasil: Proinfa e o novo modelo do Setor Elétrico. In: **Anais do XI Congresso Brasileiro de Energia-CBE**. p. 842-868, 2006.

ELEKTROBRAS. (Proinfa) 2021 Disponível em: <https://elektrobras.com/pt/Paginas/Proinfa.aspx> Acesso em: 18 mar. 2021.

Eletrobrás Termonuclear. S.A. (**ELETRONUCLEAR**) 2020. A Energia Nuclear – História, Princípios de Funcionamento. Disponível em: <https://www.eletronuclear.gov.br/Sociedade-e-Meio-Ambiente/espaco-do-conhecimento/Paginas/Energia-Nuclear.aspx> Acesso em: 6 de março de 2021

Empresa De Pesquisa Energética (EPE). **Matriz Energética e Elétrica**. Disponível em: <http://bit.ly/2T44ICD>, Acesso em: 11 de março de 2021.

Empresa De Pesquisa Energética (EPE). **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202020.pdf> Acesso em: 03 de março de 2021.

EIA. Annual energy outlook 2020 with projections to 2050. **US Energy Information Administration**. 2020.

FEARNSIDE, Philip Martin. Impactos das hidrelétricas na Amazônia e a tomada de decisão. **Novos Cadernos NAEA**, v. 22, n. 3, 2019.

FERRAZ, Renan Teófilo; CODICEIRA, Alcides. Diversificação da Matriz de Energias Renováveis no Brasil: O Desenvolvimento das Novas Fontes de 2010 a 2016. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 2, n. 4, 2017.

FOCHEZATTO, Adelar; KORZENIEWICZ, Mariza Bethanya DV; FOCHEZATTO, Isabela Mallmann. Existem spillovers espaciais na expansão da energia solar no Brasil?. **XVIII Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos – XVIII ENABER**, 2020

FREITAS, Giovana Souza. **As modificações na matriz energética brasileira e as implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental**. Tese (Doutorado em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Porto Alegre, 2011.

GAS NET LTDA. O que é gás natural (**GASNET**). Disponível em: <https://gasnet.com.br/GasNatural/OGasCompleto#gas1> Acesso em: 11 de março de 2021.

GELLER, Howard et al. Policies for increasing energy efficiency: Thirty years of experience in OECD countries. **Energy policy**, v. 34, n. 5, p. 556-573, 2006.

GIELEN, Dolf et al. The role of renewable energy in the global energy transformation. **Energy Strategy Reviews**, v. 24, p. 38-50, 2019.

GILS, Hans Christian; SIMON, Sonja; SORIA, Rafael. 100% renewable energy supply for Brazil—The role of sector coupling and regional development. **Energies**, v. 10, n. 11, p. 1859, 2017.

GOMES, Denise Gomes de et al. **O setor elétrico brasileiro e sua transição para a economia verde no período 1970-2016**. 2018. Dissertação (Mestrado em Economia e Desenvolvimento), Programa de Pós-Graduação em Economia e Desenvolvimento (PPGE&D), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2018.

GRANGER, Clive WJ. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. **Econometrica: journal of the Econometric Society**, p. 424-438, 1969.

GÜNEY, Taner; KANTAR, Kevser. Biomass energy consumption and sustainable development. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 27, n. 8, p. 762-767, 2020.

HAGE, José Alexandre Altahyde; MANDUCA, Paulo Cesar; CANESIN, Ronaldo Montesano. A construção da política energética no Brasil: Avanços e Impasses em um Estado em Desenvolvimento. **Política Energética no Brasil: Sua Participação no Desenvolvimento e no Relacionamento Internacional**, 2020.

JANNUZZI, G. M. Além de grandes hidrelétricas: políticas para fontes renováveis de energia elétrica no Brasil. **Sumário WWF Brazil**, 2012.

JÚNIOR, Paulo Torres; MOREIRA, Carlos Américo Leire. O programa de incentivo às energias renováveis no Brasil (PROINFA) e a sua relação com a sustentabilidade: um estudo sobre a política energética brasileira sob a ótica neoliberal neoextrativista. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 15466-15478, 2020.

KABIR, Ehsanul et al. Solar energy: Potential and future prospects. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 82, p. 894-900, 2018.

KIM, Rakhyun E. The emergent network structure of the multilateral environmental agreement system. **Global Environmental Change**, v. 23, n. 5, p. 980-991, 2013.

KOÇAK, Emrah; ŞARKGÜNEŞİ, Aykut. The renewable energy and economic growth nexus in Black Sea and Balkan countries. **Energy Policy**, v. 100, p. 51-57, 2017.

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**, v. 11, n. 2, p. 157-188, 2021.

LA ROVERE, Emilio L. et al. Economic and social implications of low-emission development pathways in Brazil. **Carbon Management**, v. 9, n. 5, p. 563-574, 2018.

LEITE, Sandro Grangeiro. A evolução das empresas públicas e sociedades de economia mista no contexto jurídico brasileiro. **Revista do TCU**, n. 109, p. 99-110, 2007.

LELLIS, Mauro Maia. **Fontes Alternativas de Energia Elétrica no Contexto da Matriz Energética Brasileira: meio ambiente, mercado e aspectos jurídicos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia) Curso de Pós-Graduação da Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2007.

LEFÈVRE, Julien; WILLS, William; HOURCADE, Jean-Charles. Combining low-carbon economic development and oil exploration in Brazil? An energy–economy assessment. **Climate policy**, v. 18, n. 10, p. 1286-1295, 2018.

LEPOIRE, David J.; CHANDRANKUNNEL, Mathew. Energy flow trends in Big History. In: **The 21st Century Singularity and Global Futures**. Springer, Cham, p. 185-200, 2020.

LIMA, Felipe Palma; BERMANN, Célio. Política energética para as fontes de energia renovável. In: **IV Congresso Brasileiro De Planejamento Energético, 2004**. Itajubá. Anais. Itajubá: UNIFEI/SBPE, 2004.

LIMA, M. A. et al. Renewable energy in reducing greenhouse gas emissions: Reaching the goals of the Paris agreement in Brazil. **Environmental Development**, v. 33, p. 100504, 2020.

LOPES, Herton Castiglioni. Instituições e crescimento econômico: os modelos teóricos de Thorstein Veblen e Douglass North. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 33, n. 4, p. 619-637, 2013.

LOPES, Mariana Cristina; TAQUES, Fernando Henrique. O Desafio da Energia Sustentável no Brasil. **Revista Cadernos de Economia**, v. 20, n. 36, p. 71-96, 2016.

MACCA, Giuseppe. **Alternative ways of growth and institutions: a focus on Brazil**. 2015. Tese (doutorado) Libera Università Internazionale degli Studi Sociali (LUISS Guido Carli). Dipartimento di Scienze Politiche Cattedra di Sustainable Development, Roma, 2015.

MANTOVANI, Paula Renata Albrecht; NEUMANN, Pamela Nicole; EDLER, Marco Antonio Ribeiro. Matriz Energética Brasileira: Em busca de uma nova alternativa. **Revista Interdisciplinar De Ensino, Pesquisa E Extensão-Revint**, v. 4, n. 1, 2017.

MANTZAVINOS, Chrysostomos; NORTH, Douglass C.; SHARIQ, Syed. Learning, institutions, and economic performance. **Perspectives on politics**, p. 75-84, 2004.

MARTINEZ, Paulo Henrique; COLACIOS, Roger Domenech. Pré-Sal: Petróleo e políticas públicas no Brasil (2007-2016). **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 5, n. 1, p. 145-167, 2016.

MENEGAKI, Angeliki N. Growth and renewable energy in Europe: A random effect model with evidence for neutrality hypothesis. **Energy economics**, v. 33, n. 2, p. 257-263, 2011.

MENKES, Mônica. **Eficiência energética, políticas públicas e sustentabilidade**. 2004. 295 f. Tese (Doutorado) - Curso de Desenvolvimento Sustentável, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2004.

Mercado Livre de Energia, 2021. **Tipos de Energia no Mercado Livre de Energia**. Disponível em: <https://www.mercadolivredeenergia.com.br/> Acesso em: 17 jun. 2021

Ministério de Minas e Energia (MME), **Plano Decenal de Expansão de Energia. 2024**/Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2015. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados->

[abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-45/topico-79/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202024.pdf](#) Acesso em: 17 mar. 2021

MITCHELL, Ronald B. International environmental agreements: a survey of their features, formation, and effects. **Annual review of environment and resources**, v. 28, n. 1, p. 429-461, 2003.

MORAN, Emilio F. et al. Sustainable hydropower in the 21st century. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 115, n. 47, p. 11891-11898, 2018.

MOURA, Adriana Maria Magalhães de. Trajetória da política ambiental federal no Brasil. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)** 2016.

NAZIR, Muhammad Shahzad et al. Potential environmental impacts of wind energy development: a global perspective. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, v. 13, p. 85-90, 2020.

NORTH, Douglass C. Institutional change: a framework of analysis. **Social Rules: Origin; Character; Logic**, p. 189-201, 1999.

NONG, Duy; WANG, Can; AL-AMIN, Abul Quasem. A critical review of energy resources, policies and scientific studies towards a cleaner and more sustainable economy in Vietnam. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 134, p. 110117, 2020.

Organização das Nações Unidas (ONU). **Paris Agreement**. p.1-25, 2015 Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf Acesso em: 14 maio 2021

OSTERGAARD, Poul Alberg et al. Sustainable development using renewable energy technology. 2020. **Renewable Energy**. V. 146, Pages 2430-2437, Fev. 2020.

PAO, Hsiao-Tien. Forecast of electricity consumption and economic growth in Taiwan by state space modeling. **Energy**, v. 34, n. 11, p. 1779-1791, 2009.

PAO, Hsiao-Tien; FU, Hsin-Chia. Renewable energy, non-renewable energy and economic growth in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 25, p. 381-392, 2013.

PISCHKE, Erin C. et al. From Kyoto to Paris: measuring renewable energy policy regimes in Argentina, Brazil, Canada, Mexico and the United States. **Energy Research & Social Science**, v. 50, p. 82-91, 2019.

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). <https://www.unep.org/pt-br/sobre-onu-meio-ambiente> Acesso em: 17 jun. 2021.

Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel [PNPB]. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/biodiesel/programa-nacional-de-producao-e-uso-do-biodiesel-pnpb> Acesso em: 17 mar. 2021.

RIBEIRO, Wagner Costa. Políticas públicas ambientais no Brasil: mitigação das mudanças climáticas. **Scripta Nova**, v. 270, n. 25, 2008.

RITCHIE, Hannah; ROSER, Max. Energy. **Our World in Data**, 2020.

SAMPAIO, Priscila Gonçalves Vasconcelos; GONZÁLEZ, Mario Orestes Aguirre. Photovoltaic solar energy: Conceptual framework. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 74, p. 590-601, 2017.

SARKODIE, Samuel Asumadu; STREZOV, Vladimir. A review on environmental Kuznets curve hypothesis using bibliometric and meta-analysis. **Science of the total environment**, v. 649, p. 128-145, 2019.

SARTORI, Paola Mondardo. Energias Renováveis E Proteção Ambiental No Brasil: Uma Análise Sobre O Dever Fundamental De Proteção Pelo Poder Público E Sua Obrigatoriedade De Intervenção. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, V. 8, N. 1, P. 405-428, 2019.

SCARPATI, Cynthia de Barros Lima; CAMPOS, Adriana Fiorotti. POLÍTICAS DE INCENTIVO ÀS ENERGIAS RENOVÁVEIS NA AMÉRICA LATINA: A ENERGIA SOLAR NO BRASIL E NO CHILE. In: **Congresso Brasileiro de Energia**, 2017, Rio de Janeiro. Planejamento Energético e Novas Tecnologias, 2017.

SCHUTTE, Giorgio Romano. Panorama do pré-sal: desafios e oportunidades. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, Brasília, Texto para Discussão, 1791, 2012.

SILVA, Susana; SOARES, Isabel; PINHO, Carlos. The impact of renewable energy sources on economic growth and CO2 emissions: a SVAR approach. **European Research Studies Journal**, 15(4), 133-144, 2012.

SIMIONI, Flávio José; HOEFLICH, Vitor Afonso. Cadeia produtiva de energia de biomassa na região do Planalto Sul de Santa Catarina: uma abordagem prospectiva. **Revista Árvore**, v. 34, n. 6, p. 1091-1099, 2010.

SHALAEVA, D. S. et al. Analysis of the development of global energy production and consumption by fuel type in various regions of the world. In: **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. IOP Publishing, 952, 2020.

SOARES, Thiago Costa; DE LIMA, João Eustáquio. Uma análise entre a energia, renda e emissões de CO2: evidências para o Brasil, 1962-2007. **Textos de Economia**, v. 16, n. 1, p. 11-35, 2013.

SOLOW, Robert M. Resources and economic growth. **The American Economist**, v. 61, n. 1, p. 52-60, 2016.

SOYTAS, Ugur; SARI, Ramazan. Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets. **Energy economics**, v. 25, n. 1, p. 33-37, 2003.

SQUALLI, Jay. Electricity consumption and economic growth: Bounds and causality analyses of OPEC members. **Energy Economics**, v. 29, n. 6, p. 1192-1205, 2007.

TERRIN, Kátia Alessandra Pastori; BLANCHET, Luiz Alberto. Direito de energia e sustentabilidade: uma análise dos impactos negativos das usinas hidrelétricas no Brasil. **Revista Videre**, v. 11, n. 22, p. 47-63, 2019.

TOMISLAV, Klarin. The concept of sustainable development From its beginning to the contemporary issues. **Zagreb International Review of Economics & Business**, v. 21, n. 1, p. 67-94, 2018.

TOPCU, Ebru; ALTINOZ, Buket; ASLAN, Alper. Global evidence from the link between economic growth, natural resources, energy consumption, and gross capital formation. **Resources Policy**, v. 66, p. 101622, 2020.

VELUSWAMY, Hari Prakash et al. A review of solidified natural gas (SNG) technology for gas storage via clathrate hydrates. **Applied Energy**, v. 216, p. 262-285, 2018.

VIGLIO, José Eduardo et al. Narrativas científicas sobre petróleo e mudanças do clima e suas reverberações na política climática brasileira. **Sociologias**, v. 21, n. 51, 2019.



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Pró-Reitoria de Graduação
Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 1 - 3º. andar
Porto Alegre - RS - Brasil
Fone: (51) 3320-3500 - Fax: (51) 3339-1564
E-mail: prograd@pucrs.br
Site: www.pucrs.br