

VINICIUS DE CARVALHO PIRES

**A FORMAÇÃO DA MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA E OS FATORES DE
INCENTIVO NO DESENVOLVIMENTO DE FONTES ALTERNATIVAS**

Monografia apresentada ao curso de Ciências
Econômicas da Faculdade de Economia,
Administração, Contabilidade e Atuária da
Universidade de São Paulo

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Menon Simões Moita

São Paulo

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Pires, Vinicius de Carvalho

A Formação da Matriz Elétrica Brasileira e os Fatores de Incentivo no Desenvolvimento de Fontes Alternativas – São Paulo, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Menon Simões Moita.

Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária da Universidade de São Paulo.

1. Energia Elétrica; 2. Matriz Elétrica; 3. Incentivos; 4. Capacidade Instalada; 5. Modelos de Desenvolvimento.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Paula e Paulino, a eles todos os créditos, por serem minha
base e me apoiarem a todo momento...

AGRADECIMENTOS

Ao professor Rodrigo Menon Simões Moita, que aceitou meu convite para me orientar e guiar neste trabalho.

Aos meus colegas de equipe, que cooperaram para que eu me interessasse pelo tema e desenvolvesse este trabalho.

SUMÁRIO

| | |
|--|------------|
| LISTA DE ILUSTRAÇÕES | vii |
| RESUMO | ix |
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 ENERGIA ELÉTRICA E ECONOMIA | 14 |
| 2.1 Considerações gerais sobre energia | 14 |
| 2.2 Impacto do uso da energia na Economia | 15 |
| 2.3 Seguridade Energética | 16 |
| 2.4 Energia e Sustentabilidade | 17 |
| 2.5 Desenvolvimento das fontes alternativas de energia | 19 |
| 3 A HISTÓRIA DA ENERGIA ELÉTRICA E SUA MATRIZ NO BRASIL . | 21 |
| 3.1 Desenvolvimento Econômico do Brasil | 21 |
| 3.2 Formação e Histórico da Matriz Elétrica Brasileira | 22 |
| 3.3 Análise dos modelos empregados na construção da Matriz Elétrica Brasileira ao longo do tempo | 32 |
| 3.3.1 Modelo Oligárquico Privado Estrangeiro | 32 |
| 3.3.2 Modelo Estatal Expansionista Fracassado | 33 |
| 3.3.3 Modelo Estatal Desenvolvimentista | 34 |
| 3.3.4 Modelo Estatal Ampliado | 34 |
| 3.3.5 Modelo Controverso de combate à crise..... | 35 |
| 3.3.6 Modelo Híbrido de Desenvolvimento | 36 |
| 3.3.7 Modelo de Continuidade e adequação internacional | 37 |
| 4 CONJUNTURA ATUAL DA ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL | 38 |
| 4.1 Agentes institucionais e econômicos no setor elétrico brasileiro | 38 |
| 4.2 Análise atual da Matriz Elétrica Brasileira | 41 |
| 4.3 Disponibilidade e Consumo elétrico no Brasil | 43 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.4 | Crises na Oferta Interna de Energia no Brasil | 45 |
| 4.4.1 | Crise Energética de 2001 | 46 |
| 4.4.2 | Crise Energética de 2021 | 47 |
| 5 | FATORES DE INCENTIVO AO DESENVOLVIMENTO DE NOVAS FONTES ALTERNATIVAS | 50 |
| 5.1 | Fatores climáticos e a relação com o setor de energia | 50 |
| 5.2 | Fontes alternativas no mundo | 50 |
| 5.3 | Fatores de incentivo a fontes alternativas no Brasil | 52 |
| 5.3.1 | Reconhecimento brasileiro na questão renovável | 53 |
| 5.3.2 | Importância da diversificação da matriz elétrica | 53 |
| 5.3.3 | Relação entre modelo de desenvolvimento e incentivos..... | 54 |
| 5.3.4 | PROINFA | 55 |
| 5.3.5 | Análise da evolução da capacidade instalada para geração de energia elétrica a partir do PROINFA | 57 |
| 5.3.6 | Criação da EPE e da CCEE | 59 |
| 5.3.7 | Mercado Livre de Energia e os Leilões de Energia | 60 |
| 5.3.8 | MMGD | 67 |
| 5.3.9 | Eólicas Offshore | 69 |
| 5.4 | Análise do desenvolvimento de capacidade instalada de geração de energia elétrica no Brasil | 71 |
| 5.4.1 | Evolução da capacidade instalada de energia elétrica | 73 |
| 5.4.2 | Capacidade instalada de geração de energia elétrica no século XXI | 76 |
| 5.4.3 | Análise da Capacidade Instalada: Energia Eólica | 79 |
| 5.4.4 | Análise da Capacidade Instalada: Energia Fotovoltaica | 82 |
| 5.4.5 | Projeção da Capacidade Instalada de Energia: ONS 2026..... | 83 |
| 5.5 | Implicações para o desenvolvimento das fontes alternativas no Brasil .. | 89 |
| 6 | CONCLUSÃO | 91 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 94 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|-----------|
| FIGURA 1 – A PRINCIPAIS AGENTES DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO (1962) | 23 |
| FIGURA 2 – MATRIZ ELÉTRICA MUNDIAL POR REGIÃO – PLANOS 2030 A 2050 | 51 |
| FIGURA 3 – HISTÓRICO DE NEGOCIAÇÕES DE ENERGIA EM LEILÕES POR UNIDADE FEDERATIVA E POR FONTE | 62 |
| FIGURA 4 – PREÇO MÉDIO DA NEGOCIAÇÃO DE ENERGIA EM LEILÕES POR FONTE (R\$/MWh)..... | 63 |
| FIGURA 5 – PARQUE EÓLICO OFFSHORE | 69 |
| FIGURA 6 – CAPACIDADE INSTALADA E UNIDADES GERADORAS DE ENERGIA EÓLICA POR REGIÃO (2021) | 80 |
| GRÁFICO 1 – VARIAÇÃO DO PIB MUNDIAL E DO CONSUMO ENERGÉTICO PER CAPITA MUNDIAL DE 1998 A 2007 | 14 |
| GRÁFICO 2 – TOTAL DE CAPACIDADE INSTALADA (EM MW) POR FONTE E POR ANO (2006 – 2013) | 56 |
| GRÁFICO 3 – TOTAL DE CAPACIDADE INSTALADA (EM MW) POR FONTE E POR ANO (2014 – 2021) | 57 |
| GRÁFICO 4 – CONTRATAÇÃO DE ENERGIA NOS LEILÕES POR FONTE, POR HISTÓRICO E POR PROJETOS | 65 |
| GRÁFICO 5 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA PELA MMGD ATÉ 2021 | 67 |
| GRÁFICO 6 – CAPACIDADE INSTALADA DE PARQUES EÓLICOS OFFSHORE POR PAÍS (2019) | 69 |
| GRÁFICO 7 – DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE INSTALADA (EM MW) AO LONGO DOS ANOS | 71 |
| GRÁFICO 8 – CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA ELÉTRICA (EM MW) POR PERÍODO | 73 |

| | |
|---|-----------|
| GRÁFICO 9 – CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA ELÉTRICA (EM MW) POR FONTE E POR PERÍODO | 74 |
| GRÁFICO 10 – CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA (EM MW) POR FONTE E POR ANO (2003 – 2021) | 75 |
| GRÁFICO 11 – PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL POR CADA FONTE NA CAPACIDADE INSTALADA NO PERÍODO ENTRE 2006 E 2021 | 77 |
| GRÁFICO 12 – CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA EÓLICA (EM MW) EM OPERAÇÃO ENTRE 2006 E 2021 | 78 |
| GRÁFICO 13 – CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA (EM MW) EM OPERAÇÃO ENTRE 2006 E 2021 | 81 |
| GRÁFICO 14 – CAPACIDADE INSTALADA NO BRASIL: 2022 (ATÉ NOVEMBRO/22) X 2026 (PROJEÇÃO ONS) | 83 |
| GRÁFICO 15 – COMPOSIÇÃO PROJETADA PARA A CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL (DEZEMBRO/2026) | 86 |
| TABELA 1 – DEPENDÊNCIA DE IMPORTAÇÃO DE ENERGIA POR PAÍS (2012) | 16 |
| TABELA 2 – CRESCIMENTO DA DEMANDA POR ENERGIA NO MERCADO LIVRE – 1º E 2º SEMESTRE DE 2022 POR UNIDADE FEDERATIVA | 61 |
| TABELA 3 – CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA ELÉTRICA (EM MW) POR FONTE E POR PERÍODO | 74 |
| TABELA 4 – CAPACIDADE INSTALADA NO BRASIL: 2022 (ATÉ NOVEMBRO/22) X 2026 (PROJEÇÃO ONS) | 84 |

RESUMO

PIRES, V. C. A Formação da Matriz Elétrica Brasileira e os Fatores de Incentivo no Desenvolvimento de Fontes Alternativas. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

A energia elétrica é um produto fundamental no sistema econômico vigente. A utilização desse bem, além de corroborar para o desenvolvimento econômico do país, é capaz de promover qualidade de vida. Assim, a matriz elétrica, responsável pela geração de energia elétrica por diversas fontes renováveis ou não, é objeto de análise para tomada de decisões e diretrizes de políticas econômicas e investimentos. A Matriz Elétrica Brasileira é majoritariamente dependente da fonte hidráulica para geração de energia, o que acarreta problemas estruturais, como a falha no suprimento contínuo e seguro de energia. Além disso, crises hídricas, provocadas por períodos de baixa pluviosidade, abrem caminho para crises energéticas, como as vividas pelo Brasil no século XXI. O objetivo deste trabalho é evidenciar as causas da submissão da matriz elétrica brasileira às usinas hidrelétricas, entendendo como as políticas públicas e modelos de investimento público adotados pelos governos ao longo dos anos, desde a chegada da eletricidade no país, impactaram na formação da matriz. Além disso, busca entender o efeito dos incentivos instituídos pelos governos e de que maneira puderam cooperar para a diversificação da matriz elétrica brasileira e desenvolvimento de fontes de energia renováveis e alternativas, sobretudo, sob olhar de capacidade instalada para geração de energia elétrica. Para isso, de maneira exploratória (qualitativa) é feita uma revisão bibliográfica acerca dos fatos históricos sobre as iniciativas governamentais, entendendo os princípios de optarem pela subversão à fonte hidráulica. Sob olhar empírico (quantitativo), manipulando, consolidando e analisando dados dispostos em órgãos públicos é possível entender os impactos que os incentivos passados causaram na evolução da capacidade instalada e geração de energia por fontes alternativas às convencionais. Assim, é possível concluir que, para além do

difundido potencial hidráulico na extensão do território nacional, as diretrizes governamentais de planejamento e investimento público foram incapazes de diversificar a matriz elétrica antes de catastróficas e consecutivas crises energéticas vivenciadas pelo país no século XXI. Além disso, as medidas adotadas para estímulo de novas fontes de energia, renováveis e limpas, obtiveram êxito a partir da década de 2010, sobretudo, pela fonte eólica e solar. Os programas, políticas e incentivos devem ser atualizados para melhor atender a realidade e conjectura atual do país, além de promover estudo e pesquisa de novas tecnologias no campo elétrico.

Palavras-chave: Energia Elétrica, Matriz Elétrica, Incentivos, Capacidade Instalada, Modelos de Desenvolvimento.

1 INTRODUÇÃO

A geração de energia é um dos temas mais importantes quando se pensa na economia de um país, sobretudo, em países em desenvolvimento, onde o setor industrial e tecnológico está em fase embrionária ou em crescimento. O Brasil, conhecido mundialmente pelo grande potencial energético e utilização majoritária de fontes renováveis, tem histórico de passar por períodos de crise no fornecimento de energia, devido à alta dependência da fonte hidráulica. Este meio de geração de energia é fortemente vulnerável à sazonalidade, ou seja, em períodos baixa pluviosidade e, consequentemente, crise hídrica, como no inverno brasileiro (de julho a setembro), a escassez de chuvas faz com que os reservatórios de água fiquem limitados em baixo nível, o que acarreta em baixa geração de energia nas usinas hidrelétricas do país.

Assim, a economia se deteriora, fazendo o preço final da energia elétrica subir e impactar negativamente consumidor e firmas, pois, além de produto final, a energia elétrica é fundamental no processo de produção e prestação de serviço. Nesta ocasião, o governo implementa tarifação extraordinária e criação de novas bandeiras em períodos de baixa geração de energia elétrica, além de, para suprir a baixa Oferta Interna de Energia (OIE), acionar as termelétricas, acarretando o aumento do custo da energia, dado que, além de poluentes, esta fonte tem alto custo por capital empregado.

A formação da Matriz Elétrica Brasileira, revisando os fatos históricos e diretrizes governamentais, faz com que seja possível ser feita a análise dos motivos aos quais levaram o Estado Brasileiro a se apoiar em uma única fonte geradora de energia. Ao passo que o aproveitamento do potencial hidráulico do país traz consequências positivas, como maior retorno de geração por capital empreendido, deixa vulnerável o fornecimento contínuo e seguro de energia elétrica, dados fenômenos naturais. Os modelos de investimento público empregados pelos governos ao longo do tempo, desde a chegada da eletricidade em território nacional, são controversos e atrasados em tomar medidas sob uma ótica de onda global. Não houve planejamento de longo prazo e estudos sobre novas fontes de energia, alternativas às convencionais.

Para a mudança estrutural do setor elétrico brasileiro, é necessário incentivos capazes de atrair investimentos privados e parcerias público-privadas. Além disso, o planejamento e projetos de curto, médio e longo prazo, faz-se necessário para, além de permitir o desenvolvimento de novas fontes, suprir com segurança a energia elétrica em toda a extensão territorial.

Dá-se, então, a importância que as fontes alternativas têm para o mundo, sobretudo, para o Brasil, sendo necessária para a diversificação da matriz elétrica, o que amenizaria os impactos negativos das crises energéticas, não contribuindo para o aumento da inflação encadeada por este tipo de fenômeno.

Antes de ser iniciado a revisão histórica e bibliográfica da história da eletricidade e seu setor no Brasil, alguns conceitos são apresentados no capítulo dois. Além disso, busca dar importância ao estudo da energia, tanto para a Economia, como para o Meio Ambiente. Ademais, apresenta de forma sucinta fontes alternativas e breve situação dessas no país e no mundo.

No capítulo três do presente trabalho, a formação da matriz elétrica brasileira explica os motivos pelos quais os governos, ao longo da história, investiram majoritariamente em fonte hidráulica para geração de energia elétrica, para além do difundido potencial hidráulico que o Brasil possui. Além disso, é possível enquadrar os investimentos, incentivos e diretrizes governamentais em modelos de desenvolvimento do setor elétrico no país, mostrando suas controvérsias e falta de planejamento futuro.

O quarto capítulo traz a conjuntura da energia elétrica no Brasil, além de dar contexto ao campo institucional, apresentando os agentes envolvidos no setor elétrico, também traz uma análise da produção e consumo no país, fortalecendo o argumento da importância que o tema tem para a economia e sociedade. Ainda, traz dados do Balanço Energético Nacional que são de extrema relevância nos estudos e projeções do setor. Por fim, traz à tona os motivos e consequências das duas maiores crises energéticas vividas pelo país no século XXI.

O capítulo cinco, antes de partir de fato aos incentivos que foram capazes de viabilizar a incipiente geração de energia sob fontes alternativas às convencionais, traz um panorama geral das fontes renováveis no mundo e da

relação de causa e efeito que a energia tem com a economia e com o meio ambiente. Assim, é detalhado alguns programas, criações, leis, marcos e fatores de incentivo no geral que permitiram o aumento da capacidade instalada de geração de energia elétrica, além do barateamento do preço final e implicâncias que o país tem no desenvolvimento econômico baseado na geração de energia, sobretudo, por fontes renováveis, limpas e alternativas. Por fim, traz uma análise detalhada acerca da evolução e desenvolvimento de capacidade instalada de geração de energia elétrica, recortadas por período e fonte.

O sexto e último capítulo traz as conclusões acerca dos motivos aos quais fizeram o Brasil ser tão dependente de uma única fonte geradora de energia, para além de seu potencial hidráulico. Também traz uma revisão histórica dos incentivos que foram capazes de viabilizar um inicial desenvolvimento de fontes renováveis e limpas, sobretudo eólica e solar. Além disso, de maneira analítica, é destinchado a exploração e consolidação de dados disponibilizados sobre a capacidade instalada de geração de energia elétrica.

2 ENERGIA ELÉTRICA E ECONOMIA

A Economia vem sendo estudada desde o século XVIII. O mundo passou por transformações que agregaram complexidade à vida humana e às relações interpessoais. Trabalho, sistema econômico, produto, são exemplos de objetos de estudo da ciência econômica. A energia, seja como matéria-prima, bem, insumo, também é relevante de ser analisada. A energia elétrica transformou as relações de trabalho, cotidiano, comunicação, por isso é tão importante para a vida humana.

2.1 Considerações gerais sobre energia

Ante ao desenvolvimento do presente trabalho, vale ressaltar o conceito de energia. A energia está presente desde os primórdios da humanidade, inclusive abordada em teorias da gênese desta. No planeta, a energia se apresenta de diversas formas, seja na emissão de luz pelos astros celestiais, seja no caminhar de um animal silvestre. O homem explora as diversas fontes de energia desde seu nascimento, no descobrimento do fogo e na intensificação do uso energético na Revolução Industrial, do século XVIII. Aqui lidamos com a energia elétrica, a energia proveniente de diversas fontes, renováveis ou não, para o uso cotidiano, seja para tarefas básicas, seja para o funcionamento de grandes indústrias.

A energia elétrica é um produto em nosso sistema, utilizada para fabricação de um bem, como um lápis, ou execução de um serviço, como a locomoção de avançados carros tecnológicos movidos a eletricidade. O uso da eletricidade, na forma de energia elétrica, se intensificou com o desenvolvimento das grandes cidades e indústrias. A crescente população demandava maior oferta de energia, pois, ao passo que o número de pessoas crescia, aumentava também a necessidade de bens e serviços.

A globalização, em sua forma sintética, traz à tona teorias e discussões acerca da energia elétrica e seu uso responsável. O debate sobre métodos sustentáveis permeia a pauta de acordos climáticos, corroborando para o

desenvolvimento de fontes de energia consideradas limpas, chamadas de fontes renováveis.

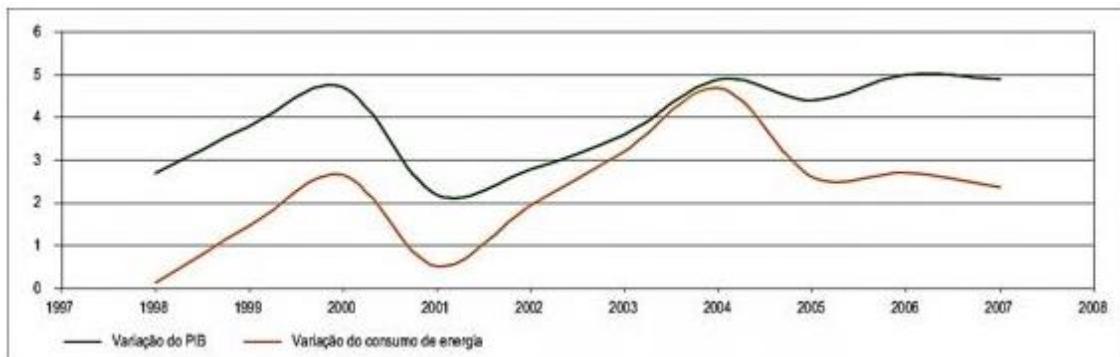
Previamente ao conceito de fonte renovável, destaca-se a energia proveniente de fontes não renováveis, denominadas também por convencionais. Essas fontes advêm de combustíveis fósseis, tal como o carvão, gás natural e petróleo, e se encontram na natureza de forma limitada, adquiridas por meio de exploração, corroborando para o problema da escassez do bem. Esses recursos são limitados, sem poder de renovação, utilizados em larga escala desde os primórdios das indústrias. A questão ambiental e o problema da escassez, fez com que necessitemos de novas fontes de energia, denominadas de alternativas ou renováveis.

Dentre as fontes de energia renováveis mais conhecidas e utilizadas, estão a energia solar, termelétrica, hidroelétrica e eólica. A energia renovável é abundante no globo terrestre, de maneira quase que inesgotável e não altera o balanço energético do planeta, devido sua característica de usar os recursos naturais de maneira limpa e reutilizável (PACHECO, 2006). Assim, dá-se a importância do uso deste tipo de fonte, bem como sua ampliação, investimento em desenvolvimento e pesquisa, para que, assim, possa se fazer o melhor uso possível dos recursos naturais disponíveis ao ser humano.

2.2 Impacto do uso da energia na Economia

A energia consumida pelos países é um dos tópicos mais discutidos para se identificar o desenvolvimento de uma nação. A qualidade de vida está interligada ao consumo energético, onde seu crescimento, possivelmente, indica também o crescimento do Produto Interno Bruto de um país. Ou seja, quanto maior o consumo de energia do país, maior seria o seu PIB. É isso que mostra a Figura abaixo:

GRÁFICO 1 – VARIAÇÃO DO PIB MUNDIAL E DO CONSUMO ENERGÉTICO PER CAPITA MUNDIAL DE 1998 A 2007



Fonte: ANEEL.

Esse fenômeno pode ser entendido como a utilização da energia como principal meio de funcionamento de um sistema, dentro das conjecturas atuais. Transporte, produção de insumos, geração de calor, conservação e outros produtos são dependentes do uso da energia. Logo, quando não há oferta de energia suficiente para corresponder à demanda de um país, há resfriamento do crescimento do PIB. A abundância de energia pode promover ao país em questão caminhos suficientes para o desenvolvimento de novos mercados e corroborar para inserção de novas tecnologias, ainda mais para países emergentes, que não possuem altos índices de tecnologia e mão-de-obra qualificada (GOLDEMBERG, 1998).

O desenvolvimento de novas fontes de energia, além de se alinhar às perspectivas de sustentabilidade e futuro que são discutidas no mundo hoje, promovem alternativas às fontes tradicionais e poluentes, além da geração de emprego e estudos e pesquisa direcionados (MARTINS, GUARNIEI E PEREIRA, 2007). Obviamente que, para tal feito, muitos países contam com empecilhos intrínsecos à especificidade de cada território, além de contexto social, econômico e político. O caso brasileiro será retratado ao longo deste trabalho.

2.3 Seguridade Energética

Este termo, Seguridade Energética, reflete a capacidade de um país de oferecer a energia necessária para suprir e expandir as necessidades da população. Ou seja, uma nação com Segurança Energética, promove o abastecimento completo de seus meios de produção e serviço, capacitando o

desenvolvimento econômico e sustentável dela, promovendo, também, o bem-estar geral.

A energia, como produto do sistema econômico, tem um preço, oferta e demanda. No mundo, as fontes de energia não renováveis ainda são maioria em seu consumo. Muitos países, sobretudo os desenvolvidos e emergentes, necessitam da importação de energia para suprir suas necessidades. No caso, o petróleo é o combustível mais utilizado como fonte de energia. Na tabela 1, podemos observar a quantidade de energia importada pelos principais países industrializados, em unidade (tonelada) equivalente ao petróleo (Tep):

TABELA 1 – DEPENDÊNCIA DE IMPORTAÇÃO DE ENERGIA POR PAÍS (2012)

| País | Produção de Energia (MTep ¹) | Importação de Energia (MTep) | Participação das Importações |
|----------------|--|------------------------------|------------------------------|
| Itália | 27 | 141 | 84% |
| Japão | 94 | 384 | 80% |
| Espanha | 30 | 111 | 78% |
| Alemanha | 127 | 203 | 62% |
| França | 130 | 134 | 51% |
| Estados Unidos | 1.686 | 559 | 25% |
| Reino Unido | 159 | 55 | 26% |

¹ MTep: milhões de toneladas equivalentes de petróleo.

Fonte: UZCAI e TAVARES, 2012.

Combustíveis fósseis ainda são a maior fonte de energia utilizada no mundo, dentre elas, o petróleo e o carvão mineral. Ambas, fontes não renováveis e altamente poluentes, que agridem o meio ambiente e provocam doenças respiratórias na população. A diversificação da matriz elétrica, sobretudo, por fontes renováveis e não-convenionais, contribui, não só para aspectos econômicos, já citados anteriormente, mas também para a conservação do ecossistema e sustabilidade.

2.4 Energia e Sustentabilidade

Antes de ser apresentado o tema da sustentabilidade: entende-se Matriz Energética como o conjunto de todas as fontes disponíveis para uso e consumo de energia em todos os âmbitos possíveis de serem explorados. Ou seja, além da energia elétrica, comumente disponível em grande parte das casas brasileiras, têm-se, dentro da matriz energética, a energia para locomoção, uso de transportes e agropecuária. Assim, temos a matriz elétrica, como o conjunto de fontes disponíveis para o uso da energia elétrica, a eletricidade, como um segmento da matriz energética.

O tema da sustentabilidade vem sendo um assunto amplamente discutido em todo o mundo. A urgência das discussões fica por conta dos graves efeitos relacionados ao mau uso da energia e suas devidas fontes geradoras. Com a crescente industrialização e globalização, uma nova demanda por produto e serviço foi acionada no mercado, fazendo os agentes exercerem novas formas de geração de energia. A energia provinda de combustíveis fósseis, ainda em maioria no globo, gera emissões de poluentes, agravando problemas ao meio ambiente e à vida dos indivíduos.

Dados do IEA (2022), mostram que mais de 86% de toda a energia consumida no mundo é de origem não renovável, sobretudo de combustíveis fósseis, onde se destacam o Petróleo (31,1%) e o Carvão (27%).

O Brasil, todavia, é destaque mundial na questão energética, onde 46% da energia consumida é renovável. Dentre as fontes de energia, sobressai a energia hidráulica, responsável por 16% na matriz energética e 65% na geração de energia elétrica. A grande porcentagem da qual se destina essa geração hidráulica se dá tanto pelo alto potencial geográfico que tem o território brasileiro, quanto por ações governamentais, que serão discutidas mais à frente, sobretudo, no entendimento da formação e consolidação da matriz elétrica brasileira (EPE, 2021).

Para além dos efeitos ao meio ambiente, a geração de energia por meios fósseis, provoca o efeito catalisador na economia de países dependentes destas fontes. A exemplo do Petróleo, onde poucos países detêm a posse deste bem, os preços ficam vulneráveis às oscilações do mesmo. Temos na história a crise

do Petróleo, ocorrida em 1973, que acarretou diversas consequências para os países afetados, tanto diretamente, como indiretamente. A elevação, sintética ou não, do preço do barril do petróleo, corrobora para um travamento da economia do país afetado, corroborando para uma elevação da inflação por se tratar do insumo, talvez, mais importante de uma economia.

A energia pode ser entendida como a força motriz do sistema capitalista, onde entende-se ser a chave da engrenagem do desenvolvimento ou arrefecimento da evolução econômica de um país. Tem-se, então, a relevância do produto para a manutenção do bem-estar de uma nação.

Assim, temos que o desenvolvimento da matriz energética, incluindo a matriz elétrica, deva ser feito de maneira consciente e constante por um país, optando, não só pela diversificação das fontes geradoras de energia, mas também sob um olhar sustentável, que garanta qualidade de vida, preservação do meio ambiente, geração de emprego e defronte à demanda de energia elétrica da nação.

2.5 Desenvolvimento das fontes alternativas de energia

A matriz elétrica de um país comporta todas as fontes geradoras de energia para uso e consumo da eletricidade por firmas e consumidores. De maneira trivial, entende-se que uma matriz elétrica, onde em sua grande maioria depende apenas de uma fonte, aquela fica vulnerável a qualquer tipo de fenômeno que afete a fonte geradora, seja este efeito de caráter natural, político ou econômico. A exemplo disso, temos a matriz elétrica brasileira, que depende na maior parte de sua geração da produção de energia elétrica pela fonte hidráulica (53,4%), a “geração das águas” (EPE, 2022).

A senso comum, o Brasil ficou conhecido pelo seu potencial hidráulico. A verdade é que, para além das “questões naturais”, houve incentivo governamental para a consolidação desta fonte de energia, sobretudo pelo desenvolvimento da capacidade instalada para geração de energia por meio desta. Esta fonte, aqui chamada de renovável e convencional, é extremamente vulnerável a situações de escassez hídrica, ocorrendo efeitos negativos na oferta

de energia elétrica. Grandes exemplos deste fenômeno marcam a história do Brasil, como o ocorrido em 2021. Ao passo que a precipitação de chuvas ocorre em menor escala, a quantidade de energia gerada pela fonte hidráulica também sofre o arrefecimento. Assim, como a demanda por energia possui elasticidade baixa e a oferta não é capaz de fazer frente a ela, ocorre o aumento do preço da energia, que corrobora para o aumento geral dos preços. Isso ocorre porque, além dos consumidores necessitarem diariamente da energia elétrica em atividades básicas, as indústrias a utilizam como o insumo básico em sua condução. Ocorrendo o aumento do preço do insumo, o acréscimo é parcialmente repassado ao preço final dos bens, acarretando o efeito “dominó” da inflação. Assim, fica evidente a necessidade de diversificação da matriz elétrica brasileira, sobretudo por meios alternativos e renováveis, cooperando para a estabilidade do preço da energia elétrica e bem-estar nacional.

O desenvolvimento de fontes alternativas de energia no Brasil começa a engrenar a partir dos anos 2010, sobretudo pelos incipientes esforços do governo federal com o Programa de Incentivo a Fontes Alternativas de Eletricidade (PROINFA), criado em 2004, e que será discutido nos próximos capítulos. Além disso, os incentivos necessários ao desenvolvimento da capacidade instalada para geração de energia renovável no Brasil serão apresentados ao longo do trabalho.

3 A HISTÓRIA DA ENERGIA ELÉTRICA E SUA MATRIZ NO BRASIL

3.1 Desenvolvimento Econômico do Brasil

A industrialização no Brasil foi tardia. Um século depois da consolidação da indústria na Europa é que tem o primeiro caminhar das indústrias brasileiras, já em meados dos anos 1900. Pequenas manufaturas eram vistas já em 1800, mas sem a presença de mercado interno e nenhum fluxo complexo de mercadorias.

A formação econômica do Brasil, no início de sua fase colonial, foi composta por grandes engenhos de açúcar, onde o fluxo de renda e mercadoria era oriundo da metrópole portuguesa. Com o desenvolver da economia escravista, pequenos pecuaristas sobreviviam da agricultura e pecuária de subsistência, concentrados nos campos do centro rural brasileiro. Com o fim da escravidão, nasce a economia assalariada em território nacional, emergindo a economia cafeeira, ainda de maneira incipiente.

A criação de pequenas manufaturas, sobretudo têxteis, alocaram a população para conglomerados urbanos, principalmente São Paulo e Rio de Janeiro, onde se localizavam as lavouras de algodão e café. Ainda assim, a atividade agrícola era a principal atividade de renda no Brasil.

A crise de 1929 corroborou para a queda substancial da exportação cafeeira, deixando o capital investido nesta monocultura ocioso. Deu-se início, assim, o investimento em atividade industrial. Indústrias surgiram, criando fortes centros urbanos, que culminaram no investimento em infraestrutura e transporte, sobretudo, criação de ferrovias e ampliação de portos. O Estado, participativo neste processo, criou grandes parques industriais nacionais, como a Petrobrás, Vale e Companhia Siderúrgica Nacional. Nestes processos e a declarada crise mundial, houve substituição das importações, onde a indústria brasileira passou a produzir estes bens, corroborando para o fortalecimento do mercado interno. Era a gênese de um mercado interno complexo. (FURTADO, 2007).

Após esse processo, houve gradativa entrada de capital estrangeiro, ainda que forte a presença do Estado na economia da época, responsável pelos

incentivos fiscais e criação da infraestrutura necessária para uma economia em crescimento.

3.2 Formação e Histórico da Matriz Elétrica Brasileira

O entendimento sobre a formação da matriz elétrica brasileira é de extrema importância para a compreensão do cenário atual e respectiva dependência do setor elétrico da fonte hidráulica. Além disso, é possível entender os fatores que levaram a esta situação, bem como os incentivos econômicos capazes de possibilitar a diversificação da matriz elétrica brasileira, sobretudo no investimento em fontes renováveis e limpas.

Na conjuntura da formação econômica brasileira, temos o nascimento e consolidação da matriz elétrica nacional. Como explicado, a matriz elétrica é o conjunto das fontes de produção de energia elétrica, processo de geração de eletricidade, comumente conhecido. Há grandes marcos na história e formação da matriz elétrica nacional, sobretudo, a partir de 1903, quando houve a primeira regulamentação, aprovada em Congresso Nacional, no setor elétrico.

O surgimento da energia elétrica no Brasil se deu no ano de 1879, onde era utilizada em locais públicos e, posteriormente, em campos fabris. Seguido pela implantação da República do Brasil, em teoria, os estados brasileiros teriam autonomia para negociar a entrada da capital estrangeiro, até os limites municipais. Foi o que ocorreu com as empresas estrangeiras de capital privado, Light e Amforp, estabelecendo-se, sobretudo, no eixo Rio-SP e, a outra, no Interior e demais capitais, respectivamente. Já na década de 1920, essas duas empresas monopolizavam o setor elétrico brasileiro. Além disso, duas hidrelétricas entraram em funcionamento: Hidrelétrica Fontes Velhas, em 1908, em Santa Catarina, e Hidrelétrica Delmiro Gouveia, 1913, em Alagoas.

Vale ressaltar que o primeiro registro legal que se têm sobre o setor elétrico brasileiro é no ano de 1903, aprovado pelo Congresso Nacional, já em poder da Constituição de 1889, que estabelecia o território nacional como uma República Federativa. Com a crise mundial de 1929, a Revolução de 30 pôs Getúlio Vargas ao poder, o que aumentaria o poder e influência do Estado,

também, no caso do setor elétrico, em detrimento dos interesses regionais. Uma das primeiras e principais medidas de Vargas ao setor elétrico era que os municípios já não teriam mais autonomia para autorizar a exploração dos recursos hídricos, competência, agora, da União. Essa operação foi consolidada com o Código das Águas, em 1934, imposto por Getúlio. Este fato corroborou para a insatisfação dos investidores estrangeiros, gerando insegurança quanto aos seus retornos financeiros no setor elétrico brasileiro. Assim, em 1930, já não se via mais injeções de capital estrangeiro, estagnando os investimentos e abrindo uma série de desinteresse por parte dos donos da Light e Amforp.

Com o Estado Novo, regime autoritário de Vargas, o investimento estrangeiro ficou ainda mais escasso, o que comprometera o abastecimento de energia no território nacional e a expansão de capital no setor elétrico. Dada a necessidade de regulamentação, que de um sistema elétrico ainda em consolidação, era simples e falha, o governo brasileiro cria o CNAEE (Conselho Nacional Águas e Energia Elétrica), em 1939, a fim de mitigar os problemas de investimento e falta de recursos, dada a escassez de importação, vinda de um mundo em recuperação financeira. A regulamentação pela União resultou em maior segurança dos retornos aos investimentos, dando frutos de uma expansão, sobretudo, nos centros industriais e até mesmo na região nordeste, por meio da CHESF (Companhia Hidroelétrica do São Francisco), a primeira companhia elétrica federal. A CNAEE ficou responsável pela regulamentação, já que seus recursos ainda eram diminutos, onde Light e Amforp ainda exerciam muita influência e controle de expansão no setor.

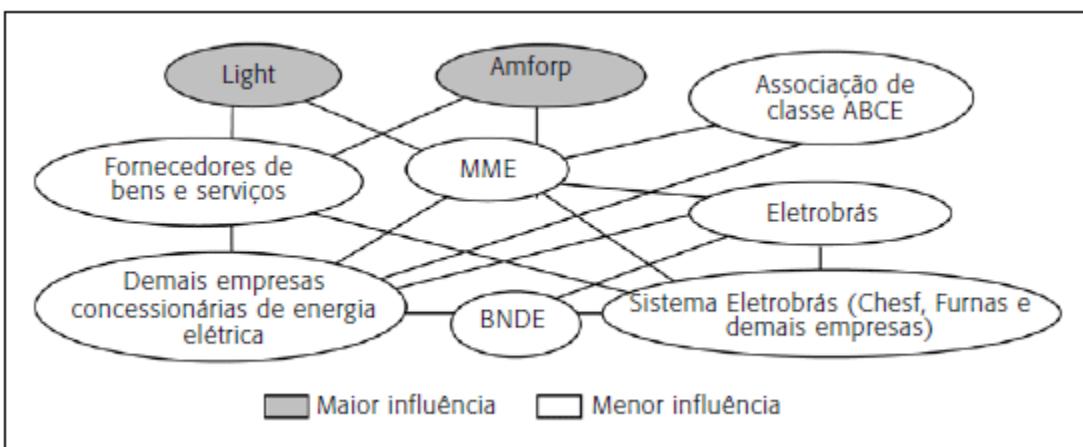
O fim da segunda guerra mundial e a ascensão dos Estados Unidos da América como a potência maior, tanto financeiramente como culturalmente, mudou o fluxo do sistema capitalista. Os bancos de fomento internacionais, Bird e Eximbank, deram suporte ao desenvolvimento econômico de países emergentes, como ocorreu com a criação do CMBEU (Comissão Mista Brasil-EUA). Todavia, devido aos problemas econômicos ainda persistentes na Europa, o Brasil não foi capaz de atrair o capital estrangeiro necessário para a consolidação e expansão do setor de infraestrutura.

Uma das mais importantes consequências desses fatos foi a criação, em 1952, do BNDE (Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico), que disponibilizaria recursos para o investimento em infraestrutura no âmbito nacional, dentre eles, transporte e energia. Assim, o governo envia ao Congresso os projetos de evolução e desenvolvimento da infraestrutura, dentre eles a criação de uma espécie de *holding* das empresas federais do setor elétrico, a Eletrobrás.

O período de acentuado investimento público no desenvolvimento do Brasil com Juscelino Kubitschek trouxe diversos avanços ao setor de energia elétrica no país. Dentre eles: a criação do MME (Ministério de Minas e Energia), sob auxílio do programa Plano de Metas; a criação da Central Elétrica de Furnas (conhecida como Furnas), com o objetivo de explorar o potencial hidrelétrico de Minas Gerais; e, também, a construção da primeira usina hidrelétrica do país Paulo Afonso I, em 1954. Vale ressaltar que o BNDE foi o banco fiador de todos esses projetos.

Em 1962, enfim, foi criada a Eletrobrás, com a função de guiar e promover estudos e pesquisa acerca do estado do setor elétrico, além de seu potencial na questão de fontes de energia elétrica, disseminando projetos por todo o país. Além do mais, a Eletrobrás era responsável por regular o setor de energia elétrica no Brasil, função que perdurou em discussão até os dias de hoje, sendo um dos principais argumentos daqueles que defendiam sua privatização. Abaixo, na figura 1, é possível observar os principais agentes econômicos no cenário do setor elétrico brasileiro:

FIGURA 1 - PRINCIPAIS AGENTES DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO (1962)



Fonte: GOMES e VIEIRA, 2009.

Na figura acima entendemos como a Eletrobrás se comportara como *holding* no setor, mesmo exercendo um papel antagonista entre Light e Amforp. Neste período, várias outras empresas ingressaram no setor, como concessionárias de energia elétrica, dando complexidade à oferta de energia que começaria a se consolidar no mercado interno do país. MME e Eletrobrás exerciam seu papel de projeto e desenvolvimento do setor elétrico, dando grande importância ao Estado no período. Vale ressaltar que a capacidade instalada para geração de energia elétrica aumentou em 326,90% (Boletim Anual do Comitê Nacional Brasileiro da Conferência Mundial da Energia, 1980), ainda nesse momento, pautado sobre a fonte hidráulica. Um fato marcante para este crescimento da capacidade instalada foi a criação da hidrelétrica de Furnas, maior usina do Brasil na época, que permitia a integração entre Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais.

Durante o período militar no Brasil, o protecionismo e o nacionalismo foram exaltados. As empresas nacionais eram motivos de exibicionismo no cenário nacional, sendo válvulas para investimento público, muito acentuado no período. Com as empresas do setor elétrico não foi diferente: a Eletrobrás foi destino de investimento público e externo, ampliando o papel do Estado neste setor. Essas empresas eram usadas como instrumento de política e desenvolvimento econômico.

No período, também, alguns fatores econômicos possibilitaram o crescimento e desenvolvimento da energia no Brasil. Podemos citar a correção

monetária da cunha brasileira, que corrigiria os ativos necessários para máquinas e equipamentos das usinas hidrelétricas e respectivas empresas do setor. Também foi reajustado o valor da tarifa sobre a energia elétrica, o que atraiu novos investimentos para o crescimento da capacidade instalada geradora de energia elétrica, aumentando significativamente o volume de capital destinado ao mesmo. Esses fatores de incentivo durante o período militar permitiram uma consolidação do setor elétrico brasileiro, que corroboram para o chamado “milagre econômico”.

Outro fator que contribui para a caracterização do já dito nacionalismo do período foi a aquisição da Amforp e suas controladas, grande empresa influente do setor elétrico, pela Eletrobrás. Além disso, em 1969, a Eletrobrás também adquiriu a Light, outra grande influenciadora do setor elétrico. Essas duas aquisições dão à Eletrobrás amplo controle do setor elétrico brasileiro, responsável pela regulamentação, projeção, geração, transmissão e distribuição da energia elétrica no território brasileiro. Se consolidava o maior agente já existente no cenário da energia elétrica no Brasil.

Procurando expandir a oferta interna de energia e explorar o potencial hidrelétrico do território brasileiro, o governo federal cria a Eletrosul, em 1968, e a Eletronorte, em 1973, geradoras de energia hidrelétrica no Sul e Norte do país, respectivamente, ambas controladas pela Eletrobrás. Em 1973, também, em um acordo bilateral, entre Brasil e Paraguai, promulgou a Lei de Itaipu, onde a principal medida foi a construção da maior usina hidrelétrica do mundo em capacidade instalada, a Usina Hidrelétrica de Itaipu Binacional. Também sob domínio da Eletrobrás, consolidava seu papel como planejadora central, financiadora e maior *holding* do setor elétrico em toda a extensão do território brasileiro. Ainda, as empresas subsidiadas pela Eletrobrás, podem ter sido usadas como instrumento político na nomeação de dirigentes pelo governo federal.

A integração do sistema elétrico do Brasil daria um passo importante com a conclusão da primeira etapa do sistema de transmissão Norte-Nordeste, na qual permitiu a transmissão de energia advinda da bacia amazônica para as regiões Norte e Nordeste. Na mesma toada, alguns anos depois, em 1986, a

mesma integração foi realizada entre as regiões Sul-Sudeste, com transmissão de energia elétrica da Usina de Itaipu para as regiões.

Ainda em relação a acordos internacionais, Brasil e Alemanha firmam pacto para a criação de oito usinas nucleares em território nacional, diversificando a matriz elétrica brasileira à época. Em 1985 foi criada a primeira usina nuclear brasileira, Angra I, no Rio de Janeiro, já iniciando suas atividades comerciais no mesmo ano.

Um fato importante no governo Geisel foi a equalização tarifária no setor de energia, onde, basicamente, as empresas que tivessem maiores lucros, deveriam repassar para aquelas com pouco ou nenhum lucro, ou ainda em prejuízo. A medida foi mal-recebida por grande parte dos estados, visto que, estados com maior lucratividade deveriam repassar certa rentabilidade para os estados ainda em crescimento econômico. Os estados tinham seus próprios interesses quanto à distribuição de energia elétrica, que por vezes, eram contrários à *holding*.

Vale ressaltar que, paralelo ao desenvolvimento da matriz elétrica brasileira e seus respectivos agentes e normalização, outros setores de infraestrutura foram beneficiados pelo desenvolvimento daquela, tal como o setor de transporte e construção civil. Neste momento, as instituições representantes do setor elétrico brasileiro eram bem sólidas. O papel de cada uma estava bem designado, o que facilitava a legalização e o desenvolvimento do setor. É visto que a capacidade instalada da época cresceu 388,22% no período militar.

As crises do petróleo e seus respectivos choques nos preços dos bens e serviços trouxeram consequências duradouras à economia brasileira na década de 1980. Houve bruta desvalorização da moeda brasileira e elevação da taxa de juros internacional, o que arrefeceu os investimentos públicos e privados da época, não só no setor elétrico, mas em toda a economia. Entende-se que investimento em capacidade instalada é de longo prazo, assim, a instabilidade econômica e a alta da taxa de juros desviam os investimentos para setores de menor aporte de capital e retornos mais seguros. Na tentativa de mitigar os problemas do setor, o Ministério de Minas e Energia criou o GCPS (Grupo

Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos), com o objetivo de estudar projetos viáveis em meio à crise financeira que atingiu o país.

Já no novo período democrático, o governo Sarney, em meio a toda crise, decide fixar a tarifa de energia abaixo de seu valor real, o que abate a receita das empresas do setor elétrico. Essa política econômica antinflacionária foi embrionária do congelamento da tarifa que ocorreria com a introdução do Plano Cruzado de 1986. A medida equalizadora de Geisel ainda estava em vigor, com isso, ocorria transferência de lucro para as empresas em prejuízo, que se localizavam, na maioria, no Norte e Nordeste do país. Vale ressaltar que, no período, houve a criação do “Revise”, uma espécie de fórum de debate entre todos os agentes do setor elétrico brasileiro, que de nada adiantou, a não ser um levante contra as ideias da Eletrobrás.

A Constituição Federal de 88 garantia a redemocratização do país e o poder dos estados. O que ocorre posterior a isso é a maior inadimplência do setor elétrico brasileiro: empresas de distribuição de energia passaram a postergar o pagamento da energia fornecida pelas geradoras federais, além de seus respectivos tributos. As leis sobre o setor elétrico ainda eram incompletas e, por vezes, sobrepostas, o que deixava um *gap* às distribuidoras para se manterem longe de honrar seus compromissos. Obviamente, a consequência destas ações fizeram com que se esgotassem os recursos do setor elétrico federal, mantendo obras inacabadas e projetos que nunca saíram do papel. Em 1992, sob o governo Collor, ocorreu o chamado “calote institucionalizado”, onde houve acentuada inadimplência no setor, com valores chegando a U\$ 25 bilhões totalizantes.

A partir de 1992, com Itamar Franco no poder executivo federal, podemos dizer que há uma virada de chave no modelo empregado no setor de energia no Brasil, dando continuidade à lei nº 8.031, de 1990, sobre o PND (Programa Nacional de Desestatização), que incluía o setor elétrico. Isso, pois, as parcerias público-privadas ficaram mais intensas e novas leis ditaram o ritmo da crescente capacidade instalada no país. Em 1995, as controladas da Eletrobrás foram incluídas no PND, permitindo a continuidade das privatizações no setor.

Em meio à crise institucional no campo organizacional do setor elétrico brasileiro, a promulgação da Lei nº 8.631/93 foi um marco na história do setor de energia do país. Essa lei rompeu com a equalização das tarifas criada no governo Geisel, além de criar um ambiente para discussão e resolução da dívida no setor entre todos os agentes. A lei permitiu projeções favoráveis, tanto de curto prazo, como de médio prazo, já que as dívidas estabelecidas durante a crise poderiam ser sanadas, dando segurança ao setor. Na questão da diversificação da matriz, sobretudo pela fonte eólica, a primeira turbina eólica no Brasil foi instalada em 1992, em Fernando de Noronha. Dois anos depois, em 1994, a primeira usina eólica conectada ao Sistema Nacional Integrado foi inaugurada em Gouveia, no estado de Minas Gerais.

Outro grande marco no período, dentro do primeiro governo de Fernando Henrique Cardoso, foi a criação da Lei de Concessões, onde todas as obras e serviços públicos, executadas em totalidade ou parceria com empresas privadas, deveriam ser feitas por meio de licitações. Esta medida daria continuidade ao pensamento liberal, já desenvolvido no governo Collor.

Ocorreria uma desnacionalização do setor de infraestrutura no país. No setor elétrico algumas privatizações ocorreram, como no caso da venda da Light em 1996. Outras privatizações no setor foram efetivadas e, em meio a tantas mudanças legislativas e institucionais, o governo decide criar o órgão regulador do setor, a ANEEL (Agência Nacional de energia elétrica), vinculada ao MME, responsável por regular os processos da energia elétrica (geração, transmissão e distribuição), criar ambiente à comercialização da energia elétrica, fiscalizar as concessões do setor, estabelecer as tarifas no período, dentre outras funções.

Outra medida que alterava o campo organizacional dos agentes do setor elétrico e suas funções foi a criação da ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico), em 1996, responsável por controlar as atividades de instalação de geração de energia elétrica no país, juntamente com o MAE (Mercado Atacadista de Energia), que criava um ambiente para negociação de energia elétrica a preço futuro. Além disso, o viabilizador financeiro do setor elétrico passou a ser o BNDES e o planejador central o MME, retirando ambas as funções da Eletrobrás, que agora passaria a ser responsável apenas pelos processos operacionais da

energia elétrica. O setor agora contava com melhor distribuição das funções regulatórias, financeiras e operacionais das empresas públicas, além de ver crescer o número de agentes privados no setor. As instituições do setor estavam mais sólidas e as relações entre todos os agentes ficaram mais intuitivas e seguras. Era a consolidação e fortalecimento do setor elétrico brasileiro, com alto grau de institucionalização, legislação e regulação.

Indo na contramão do otimismo institucional do setor à época, o Brasil passa por um período de escassez energética em 2001, conhecida como “a crise do apagão”. Dentro da crise, houve indisponibilidade de oferta interna de energia elétrica, fator que será aprofundado mais a frente. Além disso, houve racionamento de energia elétrica e de água, devido às hidrelétricas, principal fonte geradora de energia na matriz elétrica brasileira e sua respectiva escassez hídrica. Esse evento reforça ainda mais a necessidade de países diversificarem sua matriz energética e elétrica, dado que a dependência de um único fator de geração são vulneráveis a fenômenos naturais (sobretudo, fontes renováveis) ou político-financeiros (por exemplo, petróleo). Para a gestão dessa crise foi criado a CGE (Câmara de Gestão de Energia) com a função de administrar o uso da energia, redistribuir energia elétrica e aconselhar a tarifação junto à ANEEL. Junto a isso, devido ao acionamento emergencial das termelétricas para suprir a falta de oferta de energia elétrica, nasce a CBEE (Comercializadora Brasileira de Energia Elétrica).

Um marco extremamente importante para o setor elétrico brasileiro foi a criação do Ambiente de Contratação Livre (ACL) e do Ambiente de Contratação Regulado (ACR), referenciado como o Mercado Livre de Energia, onde grandes consumidores poderiam negociar diretamente com o fornecedor (distribuidor) de energia elétrica, ou por intermédio de comercializadoras.

Como dito anteriormente, houve disseminação da ideia de desestatização do setor elétrico brasileiro, seguindo uma certa tendência mundial à época. O Plano Nacional de Desestatização prezava por tirar das mãos da Eletrobrás o controle total da distribuição de energia elétrica no território do país. Isso pode ser entendido com a iniciativa de privatizar a Light (empresa fortemente influente na questão da distribuição) já em 1996. Além disso, diversas

medidas adotadas pelo governo, desamarraram o Estado de algumas partes do setor, como a Lei das Concessões. Todavia, ao final do governo de FHC, em 2002, ainda se via a Eletrobrás ser a responsável pela distribuição de energia elétrica em alguns estados brasileiros, como no caso de Piauí, Rondônia, Acre, Alagoas e Amazonas, onde não houve processo de privatização, deixando o processo incompleto, conduzido, por vezes, pelo BNDES, fiel credor das empresas privadas no setor. Com a falta da privatização completa do setor, além de algumas promessas econômicas de campanha malsucedidas, e a desvalorização do Real e estagnação econômica, os investimentos no fim do século XX não surtiram muitos efeitos na capacidade instalada, tendo expressado crescimento de apenas 36,17% (Boletim Anual do Comitê Brasileiro do Conselho Mundial de Energia, 2002) entre 1992 e 2002. Pode-se argumentar, também, que o novo modelo governamental para a condução do setor de energia (e infraestrutura) ainda era embrionário, em processo de estruturação.

Em 2000, ante aos pequenos avanços da capacidade instalada, é inaugurada a segunda usina nuclear no Brasil, Angra II, no Rio de Janeiro. Na tentativa de auxiliar o Presidente da República, por intermédio de propostas enviadas, cria-se o CNPE (Conselho Nacional de Política Energética), órgão ligado ao MME e que permanece em execução até hoje.

Ao assumir o governo federal, Luiz Inácio Lula da Silva traz um plano de administração pública com maior investimento do Estado, fortalecendo as bases estruturais para um melhor instrumento de política pública. Assim, tendo em vista o setor elétrico, em 2003, é criado o programa Luz para Todos, cujo objetivo era oferecer energia elétrica a 12 milhões de habitantes que não tinham acesso ao recurso, sendo 10 milhões moradores de zonas rurais. O programa foi coordenado pelo MME, em parceria com a Eletrobrás.

Ainda com o objetivo de efetivar a participação do Estado no setor elétrico, em 2004, houve a criação do PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica). A medida foi um marco histórico na diversificação da matriz elétrica brasileira, incentivando a geração de energia elétrica por meio de fontes alternativas à tradicional geração hidráulica e aos combustíveis fósseis, maléficos ao meio ambiente, dando continuidade ao

objetivo de oferecer segurança no fornecimento de energia. Dentre as fontes incentivadas estão a eólica, biomassa e PCH (Pequenas Centrais Hidrelétricas).

No mesmo ano foi criado a CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica), com o objetivo de fiscalizar e viabilizar a comercialização de energia elétrica no mercado livre. Também, nasce a EPE (Empresa de Pesquisa Energética, ligado ao MME, com o intuito de realizar estudos e planejamento de longo prazo sobre o setor elétrico brasileiro, bem como o fornecimento de energia elétrica.

A lei 10.848 instaurou os leilões de energia no setor elétrico brasileiro. Resumidamente, esta lei permitia que agentes participassem de leilões de energia a fim de vender e comprar energia elétrica em mercado livre. Estes leilões são coordenados pela ANEEL. Uma das requeridas consequências para esta implementação era o oferecimento de energia elétrica por uma tarifa mais adequada, impactando diretamente os consumidores.

Outros fatos da história da formação e consolidação da Matriz Elétrica Brasileira foram relevantes, como a construção da primeira usina solar instalada no país, em 2011, na cidade de Tauá, no Ceará e o marco legal da Micro e Minigeração Distribuída (MMGD), em 2012.

3.3 Análise dos modelos empregados na construção da Matriz Elétrica Brasileira ao longo do tempo

Como visto no tópico anterior, o Brasil passou por severas mudanças na matriz energética ao longo de sua história, no setor de infraestrutura e, sobretudo, no modelo empregado em seu crescimento. É factível a análise em uma visão de modelos, dado que os agentes presentes na economia brasileira e setor elétrico, mudaram entre décadas. Assim, os principais fatos já retratados, podem ser divididos entre períodos e modelos no desenvolvimento da matriz energética brasileira.

3.3.1 Modelo Oligárquico Privado Estrangeiro

A começar pela chegada da eletricidade no país, no começo de 1880, onde a energia elétrica era utilizada, basicamente, para iluminação de sítios públicos, a responsabilidade de geração de energia era destinada às empresas privadas, Light e Amforp, caracterizando um “modelo oligárquico privado estrangeiro”. Essas duas empresas estrangeiras, ao concretizar sua chegada ao Brasil, fizeram possível a monopolização da distribuição de energia elétrica pelos centros comerciais do país, inclusive controlando algumas geradoras de energia, que na época se limitavam a pequenas hidrelétricas espalhadas pelo território nacional.

Com a crescente demanda por energia elétrica, até pela industrialização (tardia) do país, cresceu também acentuadamente a capacidade instalada, sobretudo, financiada pelas empresas privadas, Light e Amforp. Era evidente que o Estado não possuía recursos suficientes para tal feito.

3.3.2 Modelo Estatal Expansionista Fracassado

Em 1929, com a crise internacional, que também levou o Brasil ao regime de Vargas, o Estado passou a ser mais presente no sistema econômico que estava abalado. Assim, os interesses federais passaram a prevalecer sobre os interesses regionais. Uma das medidas que caracterizaram essa nova dinâmica foi a proibição de municípios de explorarem os recursos naturais para a geração de energia elétrica, competência, agora, exclusiva do governo federal. Podemos chamar esta fase, que iria até meados de 1945, com o fim da Segunda Guerra Mundial, de “modelo expansionista estatal”.

Nesta fase foi visto a criação de diversos órgãos responsáveis pela fiscalização, controle, planejamento e atuação do setor elétrico. Além do mais, consolidam-se novas regulamentações acerca do assunto no país. A capacidade instalada, entretanto, devido também à falta de financiamento e disponibilidade de crédito, cresce pouco em todo o período, por isso, o fracasso em desenvolver um setor ainda incipiente, com muito recurso ocioso, além de grande espaço para crescimento da capacidade instalada.

3.3.3 Modelo Estatal Desenvolvimentista

Após a era ditatorial de Vargas, com o período democrático, houve tentativas de financiamento da infraestrutura brasileira com capital externo. Entretanto, essas tentativas foram falhas e, somente, com Juscelino Kubitschek no poder, se fez valer o desenvolvimento do setor no país.

Houve um acentuado crescimento econômico no Brasil, abrangendo também o setor elétrico. Foi visto a construção de várias usinas hidrelétricas, pautado, sobretudo, no difundido potencial hidráulico que o país possui. O Banco Mundial e o BNDE foram os financiadores de geradoras estatais, contribuindo grandemente para a capacidade instalada de energia elétrica. O Estado ainda estava presente, para o que podemos chamar de “Modelo Desenvolvimentista Estatal”. O financiamento era dividido entre governo brasileiro e recursos estrangeiros e, apesar das empresas geradoras serem primariamente estatais, muitas empresas privadas lançaram mão de seu capital para serem concessionárias do setor, provendo a distribuição e transmissão da energia elétrica no país.

Neste período, entre 1945 e 1963, viu-se a criação da Eletrobrás e do MME, grandes agentes do setor à época, que permanecem em atividade até hoje. E, como dito, muitas empresas passaram a ingressar no setor, além das criações estatais. Isso tudo contribui para o alto crescimento da capacidade instalada.

3.3.4 Modelo Estatal Ampliado

O regime militar é implementado no Brasil, e com isso aumenta o poder do Estado na economia do país. Os recursos externos estavam à disposição dos, até então, apoiados presidentes militares. Isto contribui para o chamado milagre econômico, período que se via o forte crescimento de estatais e maior participação do Estado na economia, o que corroborava também para o setor elétrico. Durante o período, ocorreu a fortificação da Eletrobrás, que passava de grande influente no setor, para o maior e mais consolidado agente econômico e

institucional do campo energético no país. Isso porque, além de ser responsável pelo regimento interno do setor, adquiriu as empresas estrangeiras, Light e Amforp, condicionando as influências de todas as suas ideias.

Entretanto, um fato marcante do modelo foi a equalização de lucratividade das empresas de distribuição, o que, vista com maus olhos, afastou o capital privado do setor, deixando o desenvolvimento deste a cargo prioritário do Estado.

Não menos importante, a construção da Usina Hidrelétrica de Itaipu atingia seus 50% de exigência, o que corroborou, também, para o grande crescimento da capacidade instalada de geração de energia elétrica no período.

3.3.5 Modelo Controverso de combate à crise

As consecutivas crises do Petróleo arrefeceram a economia do Brasil à época. Na verdade, as consequências graves no período corroboraram para a desestruturação do plano de desenvolvimento implantado na ditadura militar. Ocorreu queda acentuada da moeda brasileira, perante um aumento generalizado dos preços internacionais. Além disso, outra consequência foi a elevação acentuada da taxa de juros internacional, o que comprometeu as válvulas de investimento no país. A curva brasileira de crescimento econômico, antes crescente, agora via-se em curva decrescente e acentuada.

Tentando acalmar a grande inflação, o congelamento de preços foi uma das medidas adotadas pelo governo à época, que descapitalizou empresas do setor. Tanto que houve fixação das tarifas de energia, o que em nada refletia o real valor do recurso na economia. A política de equalização de lucratividade também foi mantida, afastando ainda mais os investimentos privados.

A redemocratização do país não surtiu efeito no sentido econômico do setor elétrico, sobretudo, pela inadimplência que se via no campo elétrico e seus agentes. Devido à falta de legislação concreta, abriu-se brechas para empresas de distribuição negarem pagar tributos à Federação e suas empresas geradoras de energia. Era visto uma grave crise no setor energético do país.

Já no fim dos anos 1990, o Estado não possuía recursos para investir no setor, vendo, também, empresas privadas endividadas e grande inadimplência. Uma das saídas foi o processo de privatização de empresas do setor, com o Plano Nacional de Desestatização, que incluía os agentes públicos do campo de energia.

Com a grave crise econômica e medidas certamente controversas, tanto no setor de infraestrutura, como no setor elétrico, propriamente dito, a capacidade instalada no Brasil, cresceu pouco entre os anos 1980 e 1992.

3.3.6 Modelo Híbrido de Desenvolvimento

A partir de 1993, era evidente a entrada de capital privado em detrimento do capital público. Por isso, interesses do Estado acabavam sendo esfacelados por novas alianças privadas entre as novas empresas do setor. Para corroborar com este fenômeno, as empresas subordinadas da Eletrobrás foram incluídas no PND. Assim, as privatizações ocorreram, não só com empresas distribuidoras, mas também, com empresas estatais, geradoras de energia, marco inédito na história do setor.

Entretanto, via-se que o dispêndio de capital privado, agora, não era na expansão da capacidade instalada (nem mesmo do setor público, que não via alternativa aos recursos escassos), mas sim, na aquisição de empresas geradoras, onde a lucratividade se apresentava mais consolidada, aproveitando uma onda de novidade quanto ao negócio no país.

Também contribuindo para a participação do capital privado, cada vez mais acentuado no setor, foi promulgada a Lei das Concessões, onde, em formato similar ao de um leilão, houve concessão de serviços públicos, incluindo distribuição de energia elétrica, por meio de licitações. Houve forte desestatização do setor elétrico no período de 1993 e 2002. No período, outros dois importantes agentes institucionais foram criados: ANEEL e ONS, responsáveis, sumariamente, pela regulação e fiscalização de geração, respectivamente.

Dessa forma, via-se um consolidado setor, com participação de diversos agentes, tanto públicos como privados. Além disso, a legislação passou a ser mais concreta. Vale ressaltar a importância do BNDES como condutor das privatizações do período, que prezaria, ainda, pelas concessões de distribuição de energia elétrica em estados onde não foi possível ser feita a privatização.

3.3.7 Modelo de Continuidade e adequação internacional

Com a perspectiva de novos acordos ambientais e de sustentabilidade na esfera global, devido aos grandes problemas e mudanças climáticas, o Brasil presencia a maior crise energética em território nacional em 2001. Devido à forte dependência da geração hidrelétrica, o país sofreu com restrições hidráulicas, por conta da escassez de chuvas no período. Assim, foi impossível atender à demanda por energia elétrica, elevando a tarifação, implementando bandeiras emergenciais e acionando as termelétricas, cara e poluente. Em decorrência disso, no mesmo ano, é criado a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica, para tentar conter, racionalizar e disponibilizar a energia em meio à escassez.

O impacto da escassez de energia elétrica, ou crise na Oferta Interna de Energia, é sentido por todos os setores da economia, dado que seu produto, a eletricidade, comumente conhecida, é insumo para praticamente todos os bens e serviços, produzidos e prestados no sistema.

Dando continuidade ao modelo adotado no período anterior, entra em vigor o PROINFA, programa que incentiva o desenvolvimento de fontes alternativas no Brasil. Apesar de o mundo já adotar medidas para a alternativa às fontes tradicionais e poluentes, o Brasil ainda era muito incipiente em suas questões, mesmo a maior parte de sua matriz energética advir de fontes renováveis. O problema brasileiro, na verdade, está na grande dependência da fonte hidráulica, suscetível a fatores climáticos, como a falta de chuvas. Essa dependência gera instabilidade na segurança no fornecimento de energia elétrica, que, por sua vez, pode gerar aumento de preços, racionamento de água e energia e, então, crise na oferta interna de energia.

4 CONJUNTURA ATUAL DA ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

A Matriz Elétrica Brasileira é o conjunto de todas as fontes geradoras de energia elétrica, que pode ser traduzida popularmente como a eletricidade para atividades comuns da população. Como já visto, o desenvolvimento econômico, intrinsecamente, depende da evolução dos mercados e consolidação da infraestrutura do país. Alguns setores são essenciais para o desenvolvimento econômico, dentre eles, Energia, Transporte e Construção Civil (GOLEMBERG, 1998). Assim, a análise da atual matriz elétrica brasileira pode contribuir para entender o desenvolvimento econômico do país, sob uma perspectiva da Oferta Interna de Energia, que diz respeito à segurança no abastecimento de energia para a população.

Visto a formação e consolidação da matriz elétrica brasileira, podemos entender os motivos que levaram à dependência energética da energia de fonte hidráulica. Além do potencial natural que o território brasileiro possui, a tecnologia da época permitiu ondas de investimento nessa fonte, o que acarretou o comprometimento dos investidores, tanto privados como públicos, dado a característica do retorno ser de longo prazo e o alto desembolso em Capex. Ainda, os modelos de investimento adotados pelo governo abriram caminho para o desenvolvimento dessa fonte, por vezes, usado como instrumento político e válvula de investimento público.

4.1 Agentes institucionais e econômicos presentes no campo energético brasileiro

As instituições brasileiras são complexas. E não seria diferente no setor elétrico. Existem muitas leis e agentes dentro do setor, que dão solidez a este, mas, ainda, há alguns fatores que se sobrepõem em função. Para deixar bem esclarecido o papel de cada agente no SIN (Sistema Interligado Nacional), tragamos os principais e suas respectivas funções:

i. BNDES¹: não exclusivo do setor elétrico, mas muito importante para a infraestrutura brasileira, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social teve papel fundamental no crescimento do setor estudado. Ele é responsável pelos financiamentos de longo prazo e fiador de projetos para construção de capacidade instalada, principalmente das novas fontes renováveis que estão em crescente no Brasil, solar e eólica.

ii. MME²: criado na intenção de assegurar o Plano de Metas na área energética, o Ministério de Minas e Energia tem por função elaborar programas e propor políticas públicas na área da Energia, além de auxiliar na tarifação (como preços de energia e combustível).

iii. ANEEL³: ligada ao MME, a Agência Nacional de Energia Elétrica é a principal responsável pela regulação do setor elétrico brasileiro. Suas competências abrangem o campo da geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica. Além disso, fiscaliza e promove as concessões feitas em limites municipais, trabalha no regime tarifário e implementa políticas governamentais que dizem respeito ao setor.

iv. EPE⁴: também ligada ao MME, a Empresa de Pesquisa Energética responsável pela área de estudos e pesquisa acerca das questões energéticas no Brasil. Sua atuação é vital por ter o objetivo de planejar o desenvolvimento sustentável do setor elétrico em território nacional. É, também, a responsável pelo PNE (Plano Nacional de Energia), lançado em 2020, que atenderá os investimentos e perspectivas no campo energético até 2050.

v. ONS⁵: o Operador Nacional do Sistema Elétrico é responsável por reger e coordenar o processo de instalação de meios de geração de energia elétrica, ou seja, pela capacidade instalada no Sistema Interligado Nacional. O órgão é ligado à ANEEL.

¹ Disponível em: <<https://www.bnDES.gov.br/wps/portal/site/home>>. Acesso em: 29 de setembro de 2022.

² Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br>>. Acesso em: 29 de setembro de 2022.

³ Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br>>. Acesso em: 29 de setembro de 2022.

⁴ Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt>>. Acesso em: 29 de setembro de 2022.

⁵ Disponível em: <<http://www.ons.org.br/>>. Acesso em: 29 de setembro de 2022.

vi. CCEE⁶: um grande agente do setor elétrico é a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. Ela é responsável por administrar todo o mercado de compra e venda de energia elétrica no Brasil. Funciona, também, como um ambientador entre geradores, distribuidores e consumidores, além das comercializadoras privadas, no Mercado Livre de Energia.

vii. CNPE⁷: o Conselho Nacional de Política Energética é um órgão intermediador entre as políticas públicas relacionadas à questão da energia e o Presidente da República. Ele formula políticas e diretrizes para garantir o suprimento de energia para a população.

viii. CMSE⁸: o Conselho Monitoramento do Sistema Elétrico tem a função de acompanhar a continuidade do fornecimento de energia elétrica no território nacional. O órgão é ligado ao MME.

ix. ANP⁹: acompanhando a crescente da Petrobrás, em 1998 foi criado a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, com o objetivo de fiscalizar, promover e regular as atividades relacionadas à exploração dessas fontes de energia que compõem o nome do órgão.

x. ANA¹⁰: dada a dependência brasileira das fontes hídricas, a Agências Nacional de Águas e Saneamento Básico é responsável por implementar e gerir os recursos hídricos do país, aproveitando-se de seu alto potencial e infraestrutura. Além disso, possui funções de regulação nas operações de saneamento básico.

⁶ Disponível em: <<https://www.ccee.org.br/en/web/guest/ccee>>. Acesso em: 29 de setembro de 2022.

⁷ Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cnpe>>. Acesso em: 23 de setembro de 2022.

⁸ Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cmse>>. Acesso em: 25 de setembro de 2022.

⁹ Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br>>. Acesso em: 25 de setembro de 2022.

¹⁰ Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br>>. Acesso em: 25 de setembro de 2022.

4.2 Análise atual da Matriz Elétrica Brasileira

O conceito de energia já foi destrinchado no capítulo 1, bem como sua fundamental importância para a Economia e desenvolvimento de um futuro mais próspero e sustentável. Assim, vale ressaltar o que é a Matriz Elétrica.

Antes, todas as formas de energia, bem como combustíveis para transporte, aquecimento e iluminação fazem parte da matriz energética. Assim, podemos entender que a matriz elétrica faz parte da matriz energética. A matriz elétrica é formada por toda fonte geradora de eletricidade, conhecida como a energia que chega nas casas e empresas da população.

Com as preocupações ambientais em destaque mundial, vale atenção ao conceito de energia renovável, que em contraponto às fontes não renováveis (ou tradicionais) são responsáveis pela emissão de gases poluentes, correspondentes ao fenômeno do Efeito Estufa. Além disso, as fontes não renováveis são caracterizadas pela destruição do ambiente ecológico e catalisadores de problemas ambientais. Por isso, o conceito de “Transição Energética” está sendo amplamente difundido. Esse conceito diz respeito à opção de se produzir e utilizar energia (não só a elétrica) por vias não tradicionais.

A matriz energética mundial tem apenas 14% de sua geração proveniente de fontes renováveis, pautada na geração pela biomassa, cerca de 9% (IEA, 2022). Como é conhecido, o Brasil se destaca mundialmente por sua produção de energia ser antagonista à tendência mundial. Isso porque, a matriz energética brasileira tem cerca de 46% proveniente de fontes renováveis. Como já mencionado, o potencial hidrelétrico brasileiro foi amplamente difundido e explorado, o que corrobora para cerca de 13% da matriz energética nacional (EPE, 2021).

Partindo para o conceito de matriz elétrica, o cenário global ainda fica em mais de 70% advindo de fontes não renováveis. Os protagonistas dessas fontes são o carvão mineral e o gás natural, que juntos somam para mais de 50% da geração de energia elétrica mundial (IEA, 2022). Novamente, o Brasil se destaca por sua produção de eletricidade, sobretudo, pela forte porcentagem vir

de fonte hidráulica, cerca de 53%. Além disso, as fontes renováveis somam 83% da produção de energia elétrica no território nacional (BEN, 2022).

Os pontos mencionados vão na contramão do cenário atual brasileiro: o país passou por duas grandes crises energéticas no século XXI e possui um dos preços mais altos de energia elétrica no mundo¹¹, além do crescente aumento de preço do bem¹². São muitos os fatores que corroboram para essa narrativa, dentre eles, a forte dependência brasileira da fonte hidráulica. Esta fonte, como mencionada, é vulnerável a fatores climáticos, como a escassez de chuvas. Isto porque, a fonte se baseia no acúmulo de água em suas barragens e, pela precipitação, abre-se as comportas das usinas, direcionando-a às turbinas, por meio dos aquedutos, transformando a força da água, energia mecânica, em energia elétrica, no transformador. Com escassez de chuvas, esta dinâmica não é feita com tamanha eficiência. Sendo assim, a oferta de energia elétrica não supre a demanda da população, ocorrendo o que chamamos de crise na oferta interna de energia.

Assim, fica evidente que o investimento na expansão e diversificação da matriz elétrica brasileira por fontes renováveis é o caminho mais sustentável e inteligente para, além de suprir a demanda de energia no país, corroborar para a sustentabilidade. Acontece que ao longo século XXI, e desde a formação da matriz elétrica brasileira, não houve investimento consolidado, seja público ou privado, no setor elétrico brasileiro por fontes alternativas às convencionais, sendo, basicamente, dependente da energia hidráulica e do petróleo e seus derivados.

O primeiro fator de entendimento de uma mentalidade que resultaria no rumo para essa diversificação foi a criação do PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas), em 2004, pela lei federal nº 10.438, coordenado pelo MME, com o objetivo de aumentar a geração de energia elétrica por fontes renováveis, como eólica, termelétrica a biomassa e pequenas fontes hidrelétricas (PCH). Este programa funciona pelo recolhimento de um encargo

¹¹ Disponível em: <<https://www.moneytimes.com.br/energia-eletrica-brasil-e-o-2o-pais-com-a-conta-mais-cara-no-mundo/>>. Acesso em: 14 de outubro de 2022.

¹² Disponível em: <<https://extra.globo.com/economia-e-financas/em-dez-anos-preco-da-energia-eletrica-subiu-82-expectativa-de-que-custo-supere-inflacao-25363814.html>>. Acesso em: 14 de outubro de 2022.

pelos distribuidores e comercializadores de energia elétrica no Brasil, transferindo esta cota aos empreendimentos fundados nessas fontes aderentes ao programa. O PROINFA será detalhado ao longo do trabalho.

Entretanto, fatores econômicos também interferem no desenvolvimento de capacidade instalada e, consequentemente, na geração de energia elétrica. Tomemos de análise a taxa de juros: desde 1995, a taxa básica da economia brasileira, a SELIC, ficou abaixo dos dois dígitos apenas quatro anos, até 2016 (IPEADATA, 2022).

Esse fator interno da economia é capaz de arrefecer os investimentos, sobretudo, em infraestrutura, onde, majoritariamente, são retornos de longo prazo, com alto capital para entrada. Assim, investidores tendem a alocar seu capital em investimentos mais dinâmicos, ou ainda, escapulir de investimentos no país.

4.3 Disponibilidade e consumo elétrico no Brasil

A Oferta Interna de Energia (OIE) de um país diz respeito a toda a energia disponível para consumo, seja ele final ou intermediário. Entende-se, então, que pessoas e firmas consomem de diversas formas a energia elétrica em disponibilidade no território nacional. A OIE tem dois principais fatores de crescimento: crescimento populacional e crescimento econômico. O primeiro fator decorre de uma evolução natural da população em si, por vezes, indiferente a fatores econômicos. A população brasileira cresce a taxas positivas, desde 2020, o que corrobora para o ditame de que a população está sempre em crescente (IBGE, 2022). Já o crescimento econômico, diz respeito ao aumento do produto total do país, por vezes, expresso pelo Produto Interno Bruto. Obviamente, o crescimento econômico está associado a diversos fatores intrínsecos, externos e específicos de cada país e região, dando complexidade ao tema. Entretanto, de maneira trivial, entendemos que com o crescimento econômico do país, cresce também sua demanda por energia elétrica, sobretudo, pelas características do sistema econômico vigente, como mostrado

nos capítulos anteriores. Assim, também, entendemos que, quanto maior a população, maior a necessidade por energia elétrica.

Para fazer jus à demanda por energia elétrica, o país precisa fornecer o bem com segurança. A OIE no Brasil cresceu 4,5% em 2021, em relação a 2020, índice próximo ao crescimento do PIB em 2021, 4,6%, corroborando para a análise feita anteriormente. Esse crescimento representa o atingimento de 301,5 Mtep consumidos na economia. A oferta de energia elétrica no período cresceu 3,9%, sendo majoritária na matriz energética. Também houve aumento do consumo final de energia elétrica, cerca de 4,2%, sendo, em maioria, pelo setor industrial (7,5%), setor comercial (5,7%), setor agropecuário e setor residencial (1,1%), próximo ao crescimento da população (BEN, 2022).

Vale ressaltar que a participação das energias renováveis na matriz energética regrediu em 2021, comparado a 2020, sobretudo pela escassez hídrica do período. Assim, concluímos que a matriz energética brasileira ficou menos renovável. Entretanto, rumando para a diversificação da matriz elétrica, podemos ver avanços no desenvolvimento de fontes alternativas às tradicionais.

Como dito anteriormente, a oferta interna de energia elétrica cresceu 3,9% entre 2020 e 2021, resultando na disponibilização de 679,2 TWh no fim do período analisado. Devido à crise hídrica e, consequentemente, de energia, a matriz elétrica brasileira passou de 83,8% de participação de fontes renováveis em 2020, para 78,1% em 2021, sobretudo, pela queda de 33,6 TWh de energia provinda da fonte hidrelétrica, representando uma queda de 8,5% (BEN, 2022).

Entretanto, bons resultados foram obtidos acerca do crescimento das fontes alternativas de energia elétrica, sobretudo, eólica e solar. Essas fontes representaram o incremento de geração em 72,3 TWh e 16,8 TWh, crescimento de 27% e 56%, respectivamente. No contraponto otimista, em uma visão sustentável, a geração termelétrica também cresceu, pautada no gás natural, fonte não renovável, dado os acionamentos emergenciais de termelétricas devido à crise na oferta de energia. A termelétrica a biomassa foi deixada de lado, caindo quase 10% de 2020 para 2021 (BEN, 2022).

A capacidade instalada de energia elétrica também cresceu no período, 3,9%, representando um total de 6,87 TW acrescidos do ano de 2020 para o ano

de 2021. Veja que a disponibilidade de energia elétrica tem a tendência de acompanhar a capacidade instalada de energia, sobretudo, pelo país ter a característica de estar iniciando o processo de diversificação de sua matriz elétrica e a energia ser um produto como qualquer outro, dentro do sistema capitalista. Por isso, qualquer unidade de capital empregada na capacidade instalada tem um multiplicador perto de 1 na disponibilidade de energia elétrica. Este fator deveria ser atenuado nas políticas públicas de infraestrutura e energia. Novamente, destacam-se a energia eólica e solar no montante de capacidade instalada, ambas combinam para o acréscimo de quase 6 TW (BEN, 2022). Com nenhuma controvérsia, hoje, são as fontes renováveis de energia elétrica que mais contribuem para a diversificação da matriz elétrica brasileira, além de presenciarem fielmente os leilões de energia, que serão retratados ainda neste trabalho.

Aqui, vale ressaltar, também, o crescimento da Micro e Minigeração Distribuída (MMGD), que teve crescimento de 84% em 2021 em relação à 2020, onde consumidores têm a permissão de gerar sua própria energia para consumo (ANEEL, 2012). Destaca-se a geração através da fonte fotovoltaica, conhecida como energia solar, representando quase 88,3% de participação na MMGD em 2021. A capacidade instalada de MMGD atingiu 8,7 TWh (BEN, 2022). Esta fonte na MMGD pode ser entendida como os painéis solares instalados em residências e pequenas empresas de consumidores ao longo do território nacional, que será discutido ainda, como sendo um grande marco na história da energia elétrica no Brasil.

De certa forma, pode ser visto que as novas fontes de energia renováveis deslancharam a partir dos anos 2010, sobretudo com a energia eólica. A partir de 2012, com o marco das MMGD, a energia solar pôde entrar no cenário de participação da matriz energética, corroborando para a diversificação desta. O PROINFA passa a ter efeito notáveis nos últimos anos, além dos Mercados Livres e Leilões de energia, que serão amplamente discutidos e analisados no decorrer do trabalho.

4.4 Crises na Oferta Interna de Energia no Brasil

Como mencionado no tópico anterior, a Oferta Interna de Energia é a disponibilidade de recursos energéticos para a população da região, ou seja, toda e qualquer fonte que conceda o uso da energia para consumo, seja final ou intermediário. No Brasil, na contramão do mundo, possui grande parte de sua matriz energética oriunda de fontes renováveis, cerca de 44,7%. Entretanto, ao analisarmos a geração de energia elétrica, há uma grande dependência (53,4%) de uma única fonte de energia, a hidráulica (BEN, 2022).

Essa fonte de energia é extremamente vulnerável a fatores climáticos, como a falta de precipitação, falta de chuvas, sobretudo pelo modelo empregado nas hidrelétricas brasileiras. Assim, com escassez de chuvas, cria-se um ambiente desfavorável à geração de energia elétrica no país, dada a submissão do setor elétrico à fonte hidráulica. Com escassez hídrica, fator impossível de ser controlado, há deveras consequências para a economia do país. A começar que, com a falta de água, há menos geração de energia, em quantidade, propriamente dita. O que condiciona a oferta de energia elétrica não ser suficiente para atender a demanda por eletricidade da população. Assim, em tempos em que a precipitação ocorre abaixo do devido, gera-se uma crise hídrica, propiciando uma crise energética. O país viveu duas grandes crises deste setor no século XXI, que serão resumidas abaixo.

4.4.1 Crise Energética de 2001

A crise energética de 2001 ficou conhecida como a crise do apagão, isso porque houve sério risco de ocorrer uma interrupção forçada do fornecimento de energia elétrica nas regiões Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste, o que faria com que muitas residências, firmas e sítios públicos ficassem sem eletricidade. Houve também um racionamento severo de água e energia elétrica, tarifação especial e outras medidas emergenciais adotadas pelo governo.

As causas da crise, além da já mencionada dependência das hidrelétricas, estavam ligadas à falta de planejamento no suprimento de energia elétrica e projeto contínuo de institucionalização do setor. As medidas adotadas

pelo governo na tentativa de amenizar a crise e, ainda, fazer frente às necessidades energéticas foram, além do racionamento severo de energia, tarifação especial de energia elétrica durante o período da crise e o acionamento emergencial das termelétricas para conter a falta de oferta da energia elétrica. Esta fonte, além de cara e poluente, não permitia grande resultado na oferta agregada, mas era necessário por conta da escassez hídrica e baixa nos níveis dos reservatórios de água, onde via-se o funcionamento em 33% dos níveis totais (ROCKMANN; MATTOS, 2021).

O racionamento de energia ficou fixado em 20% do consumo no mesmo período do ano anterior. Assim, o consumidor ou firma que ultrapassasse esse limite era penalizado com multa e corte no fornecimento de energia.

As consequências da crise de 2001 foram sentidas pelo consumidor final no aumento do preço da energia elétrica, indexado nas contas de energia. Além disso, como o insumo é essencial para praticamente todas as firmas produtoras e prestadoras, ficou evidente o aumento de preços, contribuindo nas altas das inflações dos anos de 2002 e 2003, 12,53% e 9,30%, respectivamente (IPEADATA, 2022).

Outra consequência da crise de 2001, foi a criação da Câmara de Gestão da Crise Energética (CGCE), responsável por entender e propor medidas cabíveis para conter a falta de oferta, dada a demanda do país por energia elétrica. Outro órgão criado devido a esta crise foi o Comitê de Revitalização do Modelo do Setor Elétrico com objetivo de estabelecer mudanças na geração de energia elétrica e retomar os investimentos para crescimento da capacidade instalada no país. Argumenta-se, pelos dados do Tribunal de Contas da União (TCU) que o prejuízo final da crise de 2001, que se arrastou até 2002, foi de R\$ 45 bilhões de reais, onde 60% recaíram sobre o consumidor final, na forma de aumento da conta de energia elétrica e repasse de tarifação (TCU, 2009).

4.4.2 Crise Energética de 2021

Em 2021, vinte anos após a maior crise energética vivida pelo país, houve novamente o risco contínuo do interrompimento do fornecimento de

energia elétrica em território nacional. Após duas décadas da “crise do apagão”, a dependência das hidrelétricas ainda é grande e a escassez de chuvas, causando crise hídrica, provoca o despertar de uma crise energética. Dessa vez, o Brasil viveu a menor precipitação desde os últimos 91 anos, acarretando baixíssimos níveis nos reservatórios de água, que impactam diretamente nas usinas hidrelétricas, como retratado no tópico anterior.

Em vinte anos, desde 2001, podemos observar diversas ações que o governo adotou para conter as crises e tirar certa dependência da fonte hidráulica. Todavia, algumas medidas ficam apenas no campo da comercialização e barateamento do produto energia, e não na mudança concreta da base estrutural da matriz elétrica brasileira. Ou seja, para além da fonte eólica, e de certa maneira, a solar, não se viu o desenvolvimento da capacidade instalada capaz de aumentar significativamente a participação das fontes alternativas às tradicionais na matriz. Isso será melhor discutido no próximo capítulo.

Novamente, as medidas adotadas pelo governo já em meio à crise foram medidas emergenciais e paliativas, como o acionamento das termelétricas a biogás e carvão para suprir parte da falta de oferta de energia, tarifação extraordinária e o racionamento de água e energia elétrica, que causam mal-estar na população em geral. O aumento do preço da energia elétrica corrobora para o aumento dos preços na economia, como mencionado. Não é possível exprimir com certeza o impacto nos índices econômicos, a se ver que o mundo passava por uma crise econômica oriunda da pandemia do COVID-19. Dada todas as consequências, a ANEEL estabeleceu uma cobrança adicional, chamada bandeira vermelha. Foi uma taxa cobrada para cada 100 kWh por residência ou estabelecimento e, com o agravamento da crise em setembro de 2021, houve aumento de 6,78% das contas de energia elétrica, em média, no país. O MME também adotou medidas de bonificação para residências que poupassem até o fim daquele ano. (EPBR, 2021).

Recentemente, há, ainda, outras crises regionais, resultantes da falta de segurança no abastecimento de energia e interrupção em seu fornecimento. Uma delas foi a falta do fornecimento de energia elétrica em 14 estados das

regiões Norte e Nordeste, em março de 2018. Além disso, em novembro de 2020, o estado do Amapá sofreu com oscilações no fornecimento de energia elétrica durante 22 dias consecutivos.

Este tópico agrega valor à argumentação da necessidade de diversificação da matriz elétrica brasileira. As consequências de crises energéticas e a contínua preocupação advinda da dependência hídrica para fornecimento de energia causam prejuízos de curto e longo prazo para o país e, se não houver uma mudança estrutural, as péssimas consequências serão inevitáveis.

5 FATORES DE INCENTIVO AO DESENVOLVIMENTO DE NOVAS FONTES ALTERNATIVAS

5.1 Fatores climáticos e a relação com o setor de energia

As mudanças climáticas e problemas ambientais são as principais causas das preocupações de órgãos internacionais quanto à conservação do meio-ambiente e manutenção da qualidade de vida. Por isso, diversas medidas são tomadas por esses órgãos, em diversas esferas da sociedade, e uma delas é o setor de energias. Um exemplo dessas investidas em sustentabilidade são as *Conference of the Parties of the UNFCCC*, ou ainda, COP, que, basicamente, são Conferências das Nações Unidas sobre mudanças climáticas coordenadas pela ONU (Organização das Nações Unidas). Nestas conferências participam diversos representantes dos países envolvidos nestes acordos. A mais recente, COP26, realizada em novembro de 2021, na cidade de Glasgow, na Escócia, trouxe à tona os problemas emergentes quanto ao clima global, além do fracasso das diretrizes assinadas pelos representantes na COP25. A COP26 retratou as grandes massas de emissão de carbono provocadas por países predominantemente industrializados, além do aquecimento global vigente, regido pelo Protocolo de Quioto. Dentro do protocolo estão algumas intervenções que envolvem o setor de energia: reforma do setor energético, desenvolvimento de fontes de energia renováveis e limpas e redução das emissões de gases responsáveis pelo efeito estufa e, consequentemente, do aquecimento global. Todavia, não foi visto mudanças severas nas estruturas energéticas dos países, nem efeitos positivos em outras vias de combate às mudanças climáticas, o que remete ao fracasso das lideranças globais no combate ao tema (UNITED NATIONS, 2022).

5.2 Fontes alternativas no mundo

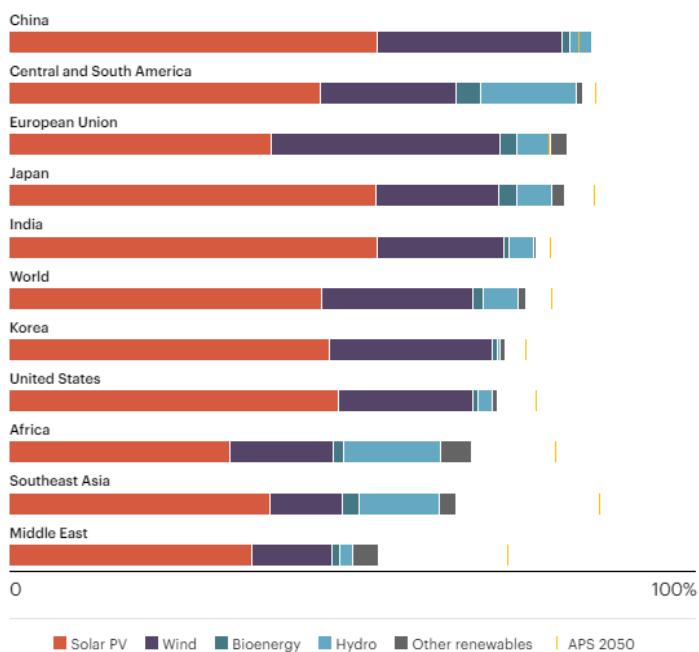
Como mencionado anteriormente, o Brasil desvia do padrão mundial quanto a sua matriz energética. A matriz energética mundial possui apenas 14%

de seus recursos renováveis, apoiada na Termelétrica a Biomassa, com participação de 9,3%. Quando analisamos apenas a matriz elétrica, esta porcentagem de participação de renováveis sobe, assim como a brasileira, para 27%, com maior participação para as hidrelétricas, com 16%. As outras fontes, como eólica, solar, geotérmica e marés, somam apenas 8,2% (IEA, 2022).

Com os esforços para conter os problemas ambientais e climáticos, além de todo o benefício do investimento em fontes de energia renováveis e limpas e diversificação da matriz elétrica na conjuntura atual, os países estão com novas diretrizes e planejamento para investir em fontes alternativas às tradicionais e difundidas ao longo dos últimos anos. A *International Agency Energy* (IEA), uma organização voltada ao desenvolvimento do setor elétrico nas economias mundiais, fez uma consolidação das políticas públicas declaradas nos países analisados. Com esses dados, é possível ver os esforços de países tecnológicos e emergentes para o desenvolvimento de novas fontes de energia. Atualmente, têm-se U\$1,3 trilhões investidos em energia limpa e renovável. As políticas adotadas entendem que no ano de 2030, poderão ser vistos U\$ trilhões empregados nessas fontes de energia. Destaque para os países emergentes, onde o investimento cresce 150% em 10 anos. Ainda, é esperada uma redução da produção de energia elétrica por fontes poluentes e não renováveis, como carvão, nuclear e gás natural, além de aumentos substanciais com as fontes eólica e solar (IEA, 2022).

As duas fontes citadas anteriormente, solar e eólica, tendem a dominar as gerações mundiais, já que seus potenciais e mecanismos estão sendo estudados com afinco. De acordo com o *Announced Pledges Scenario* (APS), da IEA, que são estudos voltados a políticas anunciadas pelos países membros e associados da IEA, as fontes de energia renováveis serão responsáveis entre 75% e 80% pela geração de energia elétrica no mundo, com os planos de 2030 e 2050. O Brasil faz parte desse estudo, justamente por sua associação à IEA e seu Plano Nacional de Energia 2050. Obviamente, o cenário é montado apenas pelas declarações de programas governamentais, e ficam sujeitos a diversas mudanças climáticas, guerras, índices econômicos e outros fatores. Na figura abaixo é possível ver este modelo baseado no cenário 2030 - 2050 (IEA, 2022).

FIGURA 2 – MATRIZ ELÉTRICA MUNDIAL POR REGIÃO – PLANOS 2030 A 2050



Fonte: IEA, 2022.

A figura acima mostra a predominância das fontes solar e eólica no contexto do estudo. É um cenário otimista, juntamente com as políticas de *Net Zero Emissions*, ou Zero Emissões Líquida de Carbono (CO₂). O Brasil, por exemplo, emitiu 445,4 milhões de toneladas de CO₂ em 2021. Além do mais, a projeção para 2031 é de 529 milhões de toneladas (BEN, 2022).

5.3 Fatores de incentivo a fontes alternativas no Brasil

O Brasil tem buscado se alinhar às diretrizes internacionais no combate às emissões de gases do efeito estufa, problemas climáticos e questões ambientais. Para além disso, o país viveu duas grandes crises energéticas no século XXI, muito por conta da grande dependência das hidrelétricas e a vulnerabilidade de seu sistema elétrico para com as crises hídricas e outros fatores climáticos. Também é visto falta de planejamento por parte do governo, além da ausência das diversas esferas públicas que regem o país.

5.3.1 Reconhecimento brasileiro na questão renovável

Apesar dos problemas estruturais que abatem o setor elétrico brasileiro, o país é reconhecido por seu alto potencial hidráulico e por sua matriz energética. Esta, por sua vez, é uma das mais renováveis do mundo, ficando bem acima da média global, como já mencionado ao longo deste trabalho. O país também é assíduo em suas participações nas conferências mundiais de combate aos problemas ambientais e mudanças climáticas. Entretanto, internamente, o país tem sentido a falta de planejamento consolidado na mudança da infraestrutura do país e, exclusivamente no setor elétrico, tem vivenciado crises regulares em todo o território nacional. A dificuldade em fornecer eletricidade à população, faz da matriz elétrica um desafio na mudança dos paradigmas implementados por governos anteriores.

5.3.2 Importância da diversificação da matriz elétrica

O investimento em fontes alternativas de geração de energia elétrica, além de trazer benefícios econômicos, como geração de emprego, avanços tecnológicos, diminuição dos preços da energia elétrica e ajudar na estabilidade da inflação em períodos de crise, promove avanços quanto à questão ambiental e climática, alinhada ao pensamento sustentável. Além disso, diversificar a matriz elétrica, traz estabilidade no suprimento de energia elétrica para a população. Ao longo do trabalho, já foram apresentados argumentos suficientes para entender a importância do investimento em fontes renováveis e limpas, alternativas às convencionais.

Os modelos de investimento no setor elétrico aproveitaram-se do potencial hidráulico que o território nacional possui. Entretanto, a total dependência de uma única fonte de geração de eletricidade, faz com que a matriz elétrica se torne muito vulnerável a fatores climáticos, sobretudo por ser baseada em fontes renováveis, de mecanismo natural, como a energia hidráulica.

Os órgãos públicos, em meio a períodos de crises, buscam reverter a situação alarmante das condições do fornecimento de energia, não com medidas de mudança estrutural, mas sim, com medidas paliativas, poluentes e caras, impactando negativamente o médio e longo prazo da economia. Ao longo do capítulo serão descritos fatores de incentivo que permitiram alguns avanços na questão das fontes alternativas de energia no Brasil, bem como o desenvolvimento de capacidade instalada dessas fontes e diretrizes que permitiram o mercado de energia ser mais competitivo.

5.3.3 Relação entre modelo de desenvolvimento e incentivos

Como mencionado, os diversos modelos adotados pelos governos brasileiros, buscaram a exploração assídua do potencial hidrelétrico que o país possui. Acontece que as sucessivas investidas em uma única fonte geradora de energia elétrica, deixaram a matriz elétrica brasileira vulnerável a diversos fatores. Com as crises hídricas, ocorreram diversas consequências ao país e ao setor de energia, implicando em medidas para contenção das crises energéticas estabelecidas.

A começar pela criação do ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) e da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), entre 1995 e 1998, responsáveis pela coordenação do processo de instalação de unidades geradoras e regulamentação de todo o setor elétrico, respectivamente. Ambos os órgãos vieram para consolidar a institucionalização do setor no país. Além de estarem associadas ao MME (Ministério de Minas e Energia), promovem os ditames da conjuntura do setor elétrico. No meio do ano de 2000, foi criado o CNPE (Conselho Nacional de Política Energética), com o objetivo de dar diretrizes sobre o desenvolvimento do setor elétrico diretamente ao Presidente da República.

Um pouco mais de cinco anos seria pouco tempo para a reestruturação do setor que seguia um pensamento adotado desde o início de sua República. Então, a crise de 2001 trouxe consequências graves para a economia do país: crise no suprimento de energia elétrica, aumento do produto final da geração de

energia e contribuição para o aumento dos níveis de inflação. Pode-se dizer que, a partir do estabelecimento da maior crise energética até então e suas diversas consequências, houve entendimento por parte dos órgãos públicos e agentes do setor elétrico que a matriz elétrica brasileira precisaria de uma mudança estrutural, além de investidas no desenvolvimento de capacidade instalada de fontes alternativas às convencionais e investimentos em estudo e pesquisa para o avanço tecnológico de geração de energia.

Como medida emergencial, o governo federal criou a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica, com o objetivo de implementar medidas para suprir a oferta de energia elétrica e não interromper o fornecimento de eletricidade. Um ano depois, o governo criou o Comitê de Revitalização do Modelo do Setor Elétrico, com o objetivo de estabelecer diretrizes capazes de reverter a situação do setor após a grave crise de 2001. Também nasceu a CBEE (Comercializadora Brasileira de Energia Emergencial), fundamental para a negociação de excedente de energia elétrica para fornecimento no território nacional. Vale ressaltar que houve fundamental parceria entre Brasil e Paraguai para negociação da energia hidráulica excedente no país vizinho.

A partir de 2004, algumas medidas adotadas pelo governo federal foram capazes de incentivar o desenvolvimento de novas fontes de energia, iniciar e expandir sua capacidade instalada. Algumas delas serão detalhadas ao longo do capítulo.

5.3.4 PROINFA

O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas foi instituído em 2002, com a promulgação da Lei nº 10.438, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), com o objetivo de incentivar o desenvolvimento de fontes não convencionais em território brasileiro. Dentre essas fontes, as que estavam incluídas no programa eram a energia eólica, termelétrica a biomassa e as PCH (Pequenas Centrais Hidrelétricas). A ideia inicial, além de fomentar novas fontes a participarem e diversificar a matriz elétrica brasileira, era suprir a baixa geração de energia elétrica em períodos de baixa pluviosidade, ou seja, períodos com

escassez hídrica, onde o período de estiagem seria suplementado com alta geração de energia eólica, o que daria segurança ao fornecimento de energia elétrica.

O PROINFA funciona impulsionando novos empreendimentos baseados nas três fontes englobadas pela lei, por meio de cotas destinadas aos geradores que fazem parte do programa. O consumidor conectado ao Sistema Interligado Nacional (SIN) recolhe mensalmente a TUSD/TUST (Tarifas de Uso dos Sistemas de Distribuição e Transmissão). Valor que pode ser visto nas cobranças das contas de energia elétrica dos consumidores finais. Essa tarifa é recolhida, geralmente, pelos distribuidores e transmissores, seja regulado ou livre. O cálculo da cota por consumidor é realizado anualmente pela ANEEL, responsável pelo estudo do PAP (Plano Anual do PROINFA), baseado no ano imediatamente anterior ao período que será vigente. A CCEE faz a gestão das cotas e de suas alterações. Vale ressaltar que a contratação da energia é feita pela Eletrobrás, hoje, responsável pela geração de $\frac{1}{3}$ da energia elétrica no país, além de atuar na transmissão e ser objetivo de uso para programas do governo¹³. Há quatro mudanças possíveis para as cotas mensais da CCEE: Migração (quando uma unidade consumidora adere à CCEE), Ajuste (quando a unidade consumidora altera o consumo PROINFA), Transferência (quando há alteração da estrutura proprietária da consumidora) e Desligamento (quando a unidade consumidora encerra os vínculos com a CCEE).

O PROINFA iniciou com as diretrizes voltadas ao crescimento da capacidade instalada dessas fontes (eólica, PCH e biomassa). O objetivo inicial era a instalação de 3,3 GW de potência até 2020. O resultado, brevemente, foi o empreendimento de 144 projetos contratados, com destaque para a energia eólica, com 54 projetos, equivalentes a 1,5 GW (BEN, 2021). Entretanto, uma das controvérsias do programa foi a porcentagem destinada para envolvimento de equipamentos e serviços nacionais. Ou seja, 60% dos projetos deveriam ser de origem nacional. O problema é que a oferta, principalmente, de equipamentos no país ainda era incipiente no início do programa, tendo seu crescimento

¹³ Disponível em: <<https://eletrobras.com/pt/Paginas/Areas-de-Atuacao.aspx>>. Acesso em: 14 de outubro de 2022.

acentuado majoritariamente a partir de 2010. Vale ressaltar que outros programas puderam se envolver com o PROINFA, como os leilões de energia e ACL/ACR, que serão discutidos ainda neste capítulo, impulsionando o desenvolvimento das fontes alternativas.

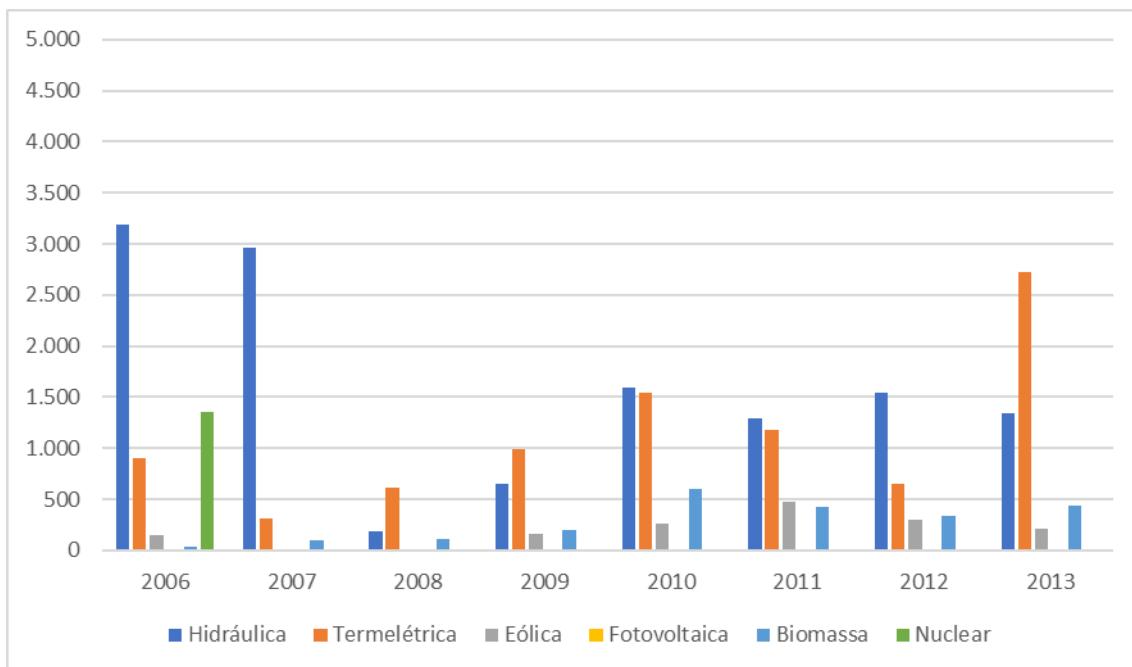
5.3.5 Análise da evolução da capacidade instalada para geração de energia elétrica a partir do PROINFA

Como mencionado, o objetivo do PROINFA era incentivar a geração de energia elétrica por fontes alternativas às tradicionais, caracterizado pela fonte hidráulica. Isso, pois, a submissão da matriz elétrica pela hidreletricidade trouxe diversos problemas à população e economia do país, bem como a falta na segurança do fornecimento de energia elétrica.

A partir de 2002, o programa pode proporcionar um ambiente favorável ao desenvolvimento de capacidade instalada por fontes alternativas, quando os fatores macroeconômicos não arrefeciam os investimentos, que, por característica intrínseca, são de longo prazo e demandam um grande aporte de capital. Assim, os resultados obtidos através do programa foram vistos apenas a partir de 2006, quando projetos de usinas eólicas passaram a integrar o SIN de maneira evolutiva, entrando em operação.

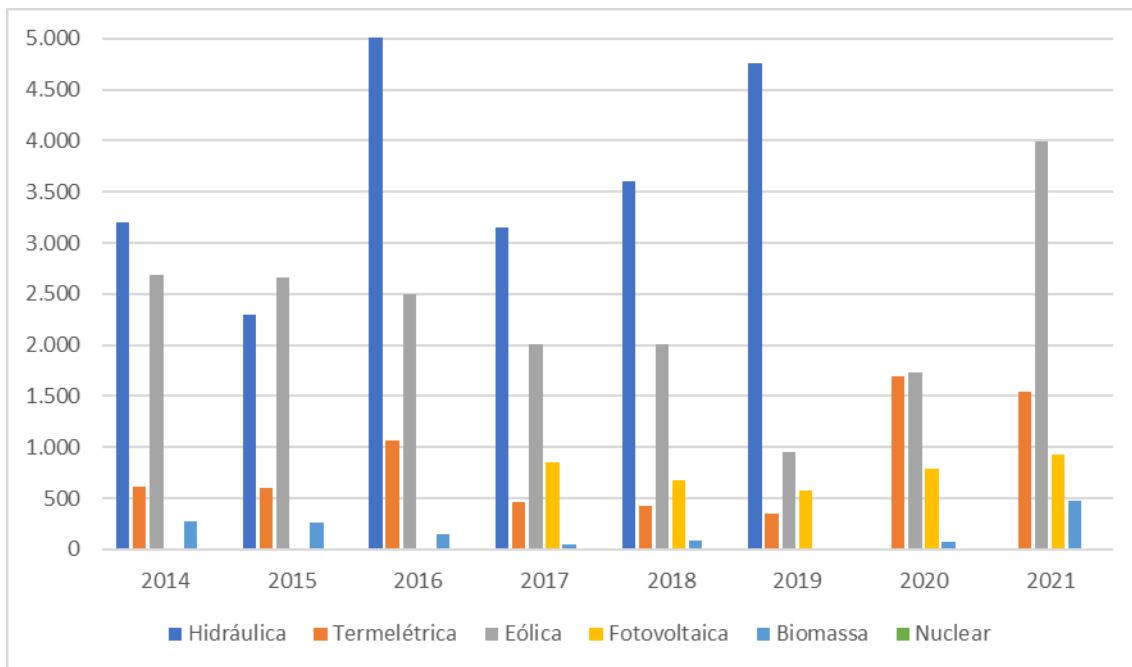
Os gráficos abaixo mostram a capacidade instalada em operação entre os anos de 2006 e 2021.

GRÁFICO 2 – TOTAL DE CAPACIDADE INSTALADA (EM MW) POR FONTE E POR ANO (2006 – 2013)



Fonte: elaboração própria. Dados: ONS.

GRÁFICO 3 – TOTAL DE CAPACIDADE INSTALADA (EM MW) POR FONTE E POR ANO (2014 – 2021)



Fonte: elaboração própria. Dados: ONS.

É visível a evolução da energia eólica a partir de 2009, sobretudo, pela melhoria na disponibilidade de aerogeradores no território nacional, onde, até

meados de 2008, havia apenas um fabricante que, por motivos escalonáveis, não era capaz de suprir a demanda pelos investimentos. Também, como já mencionado, fontes geradoras de energia são projetos de longo prazo, com várias fases de investimento, desde a *due diligence*, investigação de *performance*, alocação de capital, construção de parques geradores, fases de teste, até, finalmente, a entrada da operação. Os gráficos acima mostram a capacidade instalada em fase de operação, ou seja, quando passaram a disponibilizar a geração de energia, mas não, efetivamente a geração.

Outras fontes beneficiadas pelo programa foram a termelétrica a biomassa e as Pequenas Centrais Hidrelétricas. Esta última, pode ser agregada às usinas hidrelétricas tradicionais, que como visto, não cessaram suas instalações. Apesar de anos em baixa capacidade instalada, sempre estão presentes no cenário matricial elétrico brasileiro, tendo seu auge em capacidade instalada neste século no ano de 2016. Na questão da biomassa: apesar de ser uma fonte de origem termelétrica, possui características menos agressivas ao meio ambiente como as termelétricas tradicionais, geralmente, baseadas na queima de carvão, óleo e gás. A biomassa, apesar de possuir baixa participação na matriz elétrica brasileira, tem demonstrado presença nos anos pós PROINFA, sobretudo, na questão do menor aporte de capital em comparação à eólicas e PCHs.

5.3.6 Criação da EPE e da CCEE

A Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, também ligada ao MME, é responsável por viabilizar e coordenar o processo de compra e venda de energia elétrica no sistema elétrico brasileiro. O órgão tem papel fundamental no novo modelo empregado pelo Estado no desenvolvimento do setor no país. A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) tem papel fundamental no setor elétrico brasileiro. É esse órgão que realiza o planejamento estrutural do setor, estudos econômicos-energéticos, planos de expansão e consolidação da geração e transmissão e contempla diretrizes em respeito ao meio ambiente. A

EPE, ligada ao MME, foi criada em 2004, juntamente com outras iniciativas governamentais, visando a evolução e desenvolvimento do setor elétrico no país.

5.3.7 Mercado Livre de Energia e os Leilões de Energia

Desde o início da década de 1990, o pensamento de liberdade econômico e menor atuação do Estado na Economia enraizaram nas diretrizes governamentais do Brasil. Isso fica evidente com a adoção do modelo híbrido de desenvolvimento do setor de infraestrutura e, principalmente, energia. Muitas privatizações ocorreram, além da consolidação do campo institucional do setor elétrico, em detrimento de investimentos públicos e atuação assíduo de investidas estatais.

Em 1990, foi instituído o Plano de Desestatização Nacional, promovendo diversas privatizações que afetaram o setor elétrico. Já em 1995, as empresas subsidiadas pela Eletrobrás, até então, maior e mais influente agente no campo elétrico, foram incluídas no PND. As criações da ANEEL, CNPE, CCEE, EPE, dentre outros, demonstram a preocupação em gerar regulamentação e viabilidade no processo de evolução do setor energético no país.

A crise de 2001, evidenciou os erros dos modelos de investimento em energia cometidos por gestões passadas, além de uma deficiência estrutural no setor. Como mencionado, um dos grandes problemas é a pujante dependência das fontes hidrelétricas para geração de energia elétrica no país. Com isso em vista, o governo cria o PROINFA, com intuito de incentivar novas fontes de energia renováveis e limpas para geração do recurso.

5.3.7.1 Mercado Livre de Energia

Todavia, com eminent demanda por energia elétrica, a falta de segurança no suprimento de energia por parte do Sistema Nacional Interligado e altos custos do bem, além de uma busca por fornecedores que permitissem maior liberdade de escolha aos consumidores, o governo promulga a Lei N°

10.848, em 2004. Esta lei abrange as diretrizes referentes aos ambientes de contratação de energia e aos leilões de energia.

A lei instituiu dois ambientes para a contratação de energia: Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL), que formam o Mercado Livre de Energia. Esse mercado permitiu consumidores negociarem compra diretamente com distribuidoras e comerciantes.

No ACL, os consumidores (livres) negociam diretamente com geradores e comercializadoras. Os contratos são do tipo bilateral, onde ambas as partes estabelecem a demanda e a oferta de energia elétrica. Os valores do contrato, preço, prazo, volume e fonte geradora de energia são negociados diretamente com entre consumidor e fornecedor, sem intervenção da ANEEL, além das diretrizes previamente previstas em lei.

Já no ACR, localizam-se os consumidores (cativos) que usufruem de energia elétrica disponibilizada pela distribuidora local, onde, geralmente, se paga tarifas mensais para a concessionária. É a distribuidora que negocia a compra de energia em leilões, repassando o custo da operação aos consumidores.

Essas medidas adotadas pelo governo, no início dos anos 2000, foram benéficas às empresas que iniciaram no mercado livre de energia, pois puderam baixar os custos de sua funcionalidade. Um fator benéfico à todo o sistema é que o mercado livre de energia estabelece compra de energia vindas de fontes renováveis em certa categoria do ambiente, o que geraria incentivos ao desenvolvimento de fontes alternativas às convencionais.

Entretanto, para a iniciativa no mercado livre de energia, há a exigência de pré-requisitos para firmar a entrada nos ambientes. A começar pela demanda mínima de cada contrato ser de 500kW, o que afasta residentes comuns. Além disso, a demanda mínima impede que muitas empresas, de pequeno porte, de se beneficiem com os preços e facilidades que o mercado livre de energia oferece. Vale ressaltar que, os esses consumidores, a partir de 500kW (podendo ser dividida entre várias unidades de um mesmo CNPJ), aqui chamados de especiais, só podem negociar energia elétrica oriunda de fontes renováveis. Para negociação com qualquer tipo de fonte, a demanda mínima contratada é de

2000kW. Essa demanda mínima tem a tendência a diminuir, com base na Portaria 465 do Ministério de Minas e Energia, de 2019.

Essas iniciativas fizeram com que crescesse a demanda por energia no mercado livre em 23 estados, no ano de 2021 (ABRACEEL), conforme mostra a tabela abaixo:

TABELA 2 – CRESCIMENTO DA DEMANDA POR ENERGIA NO MERCADO LIVRE – 1º E 2º SEMESTRE DE 2022 POR UNIDADE FEDERATIVA

| % ACL | jan/22 | jul/22 | % ACL | jan/22 | jul/22 | % ACL | jan/22 | jul/22 |
|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|
| AL | 14,4% | 19,2% | AM | 22,4% | 21,1% | MS | 24,0% | 29,3% |
| BA | 35,3% | 37,3% | AP | 0,5% | 0,9% | MT | 21,4% | 22,0% |
| CE | 20,3% | 22,0% | PA | 53,6% | 55,5% | ES | 37,1% | 40,2% |
| PB | 20,9% | 23,4% | AC | 5,0% | 5,3% | MG | 51,7% | 52,3% |
| PE | 26,9% | 28,2% | RO | 6,7% | 5,8% | RJ | 25,6% | 31,0% |
| PI | 6,7% | 7,8% | RR | - | - | SP | 38,0% | 40,0% |
| RN | 21,0% | 24,5% | TO | 14,9% | 17,1% | PR | 40,2% | 44,8% |
| SE | 27,9% | 29,1% | DF | 14,4% | 14,7% | RS | 28,8% | 33,3% |
| MA | 20,2% | 27,8% | GO | 33,2% | 32,5% | SC | 33,9% | 38,6% |

Fonte: CCEE. Dados: ABRACEEL.

A defesa do Mercado Livre, para além de fatores macroeconômicos e filosóficos, gera benefícios ao consumidor, tais como: liberdade de escolher fornecedor, comparando preços e condições; contratos com carga personalizada; redução de custos e maior aproveitamento orçamentário; e, aumento da capacidade de escolhas pelos consumidores.

5.3.7.2 Leilões de Energia

Como mencionado, no ACR, as distribuidoras atuam na compra de energia por meio de leilões coordenados pela ANEEL e CCEE (indiretamente). Os contratos firmados de compra e venda de energia são bilaterais e possuem duas formas:

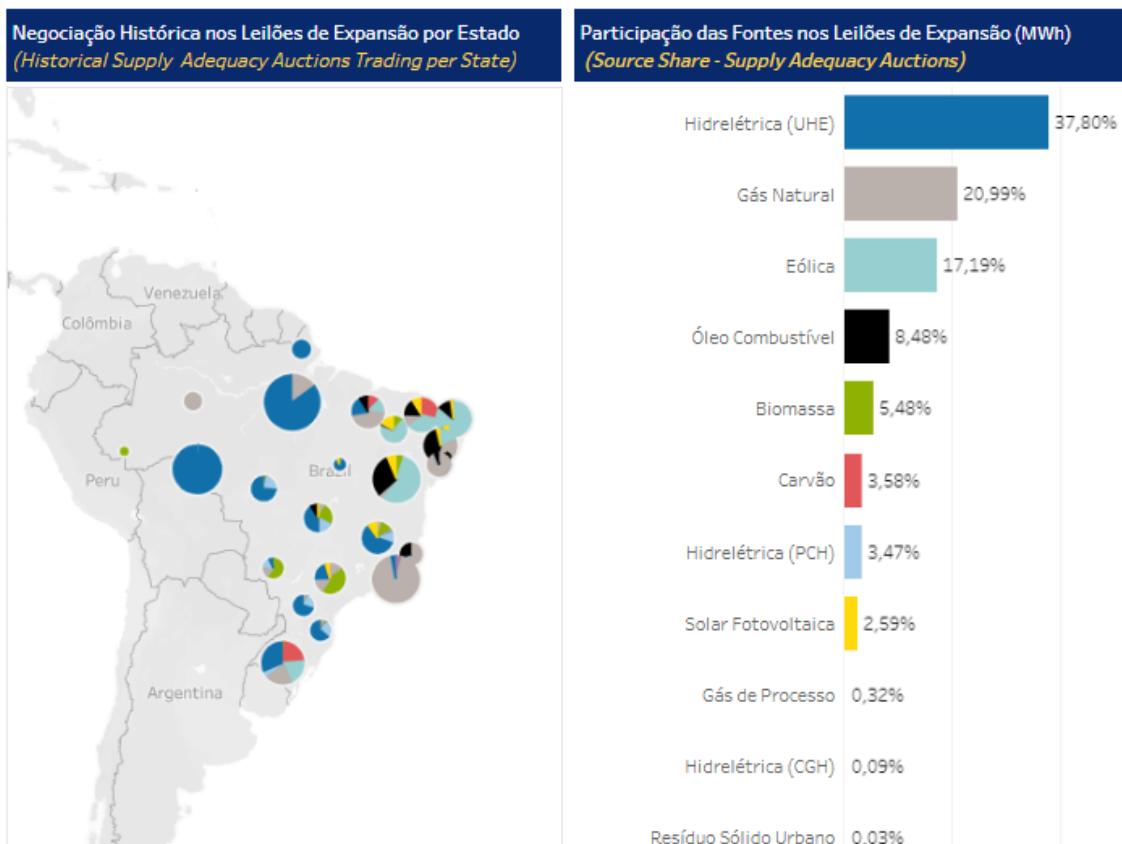
Contratos de Quantidade de Energia e Contratos de Disponibilidade de Energia. Os Contratos de Quantidade de Energia são estabelecidos por meio do comprometimento que a unidade geradora estabelece, arcando com o risco de

não conseguir suprir a oferta assinada. Se acaso isto ocorra, a geradora compra energia de outra unidade, sendo da mesma fonte ou não, desde que estabelecido em contrato. Já os Contatos de Disponibilidade de Energia são formalizados perante a oferta de capacidade instalada e geração de energia elétrica por parte da unidade geradora ao ambiente regulado. Esse contrato retira o risco da falta de geração de energia da gerado.

Todos os contratos firmados no ACR formam o CCEAR (Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado). Os leilões são públicos, onde as distribuidoras têm a permissão de repassar os custos e encargos para o consumidor final, desde que estabelecido por lei. Esses contratos, antes de firmados, são apresentados em forma de projetos de cinco anos, a cada 1º de agosto, início do ano regulatório. As distribuidoras informam ao Ministério de Minas e Energia a quantidade que têm a intenção de contratar. Assim, a ANEEL, em posse dos dados, demanda e oferta, pode estimar o preço da energia elétrica e estabelecer o valor a ser comercializado no leilão. A dinâmica do leilão é do tipo “reverso”, diferente do conhecido comumente, ou seja, o preço-teto é estabelecido pela ANEEL e as geradoras dão investidas, oferecendo a energia com o preço cada vez mais baixo. Por curiosidade, o preço da energia elétrica é estimado em R\$/MWh. Os contratos firmados, CCEAR, possuem índices de correção de preço, majoritariamente usado o IPCA.

A figura abaixo mostra o histórico de negociação nos leilões de energia, tanto a participação por estado, como na totalidade.

FIGURA 3 – HISTÓRICO DE NEGOCIAÇÕES DE ENERGIA EM LEILÕES POR UNIDADE FEDERATIVA E POR FONTE

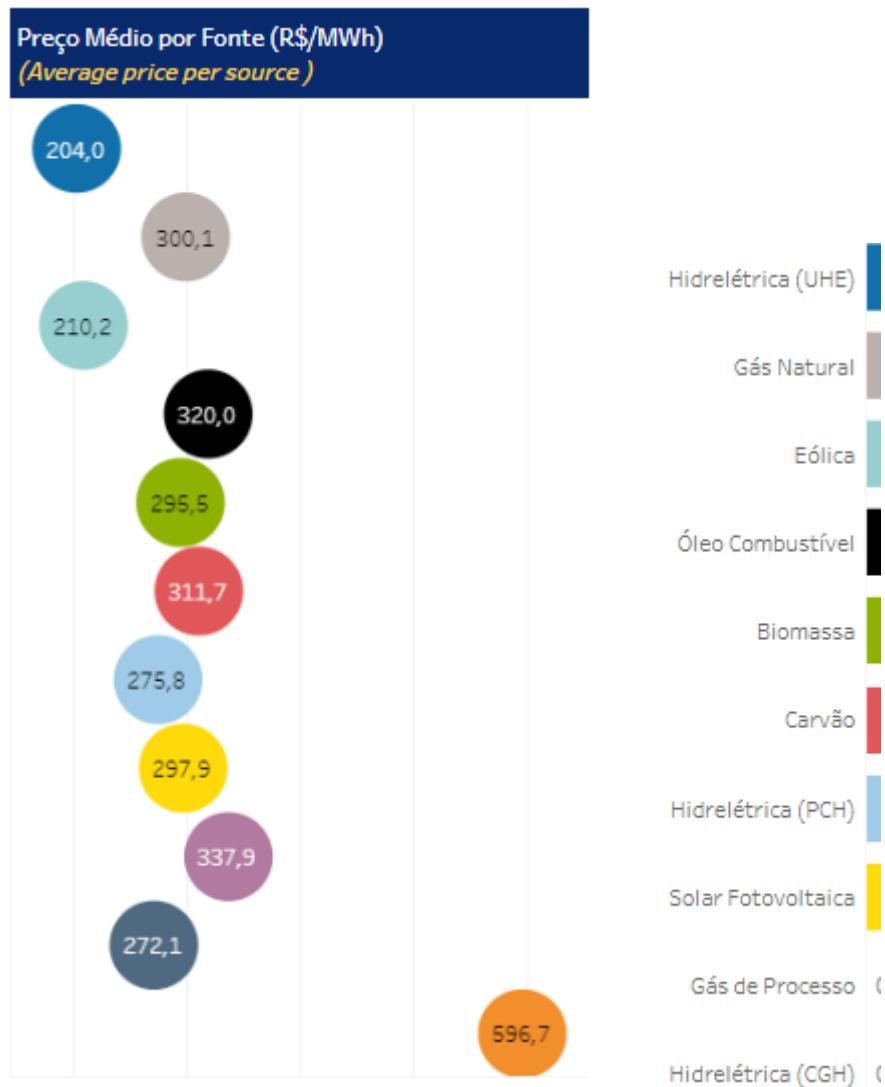


Fonte: CCEE

A figura acima demonstra a maior participação da fonte hidráulica no leilão. Todavia, é de se entender que, as outras fontes renováveis de energia, como eólica e solar, só passaram a se desenvolver a partir de, mais ou menos, 2010 e 2017, respectivamente.

Além disso, a figura abaixo mostra o preço médio por fonte, negociada no histórico dos leilões:

FIGURA 4 – PREÇO MÉDIO DA NEGOCIAÇÃO DE ENERGIA EM LEILÕES POR FONTE (R\$/MWh)

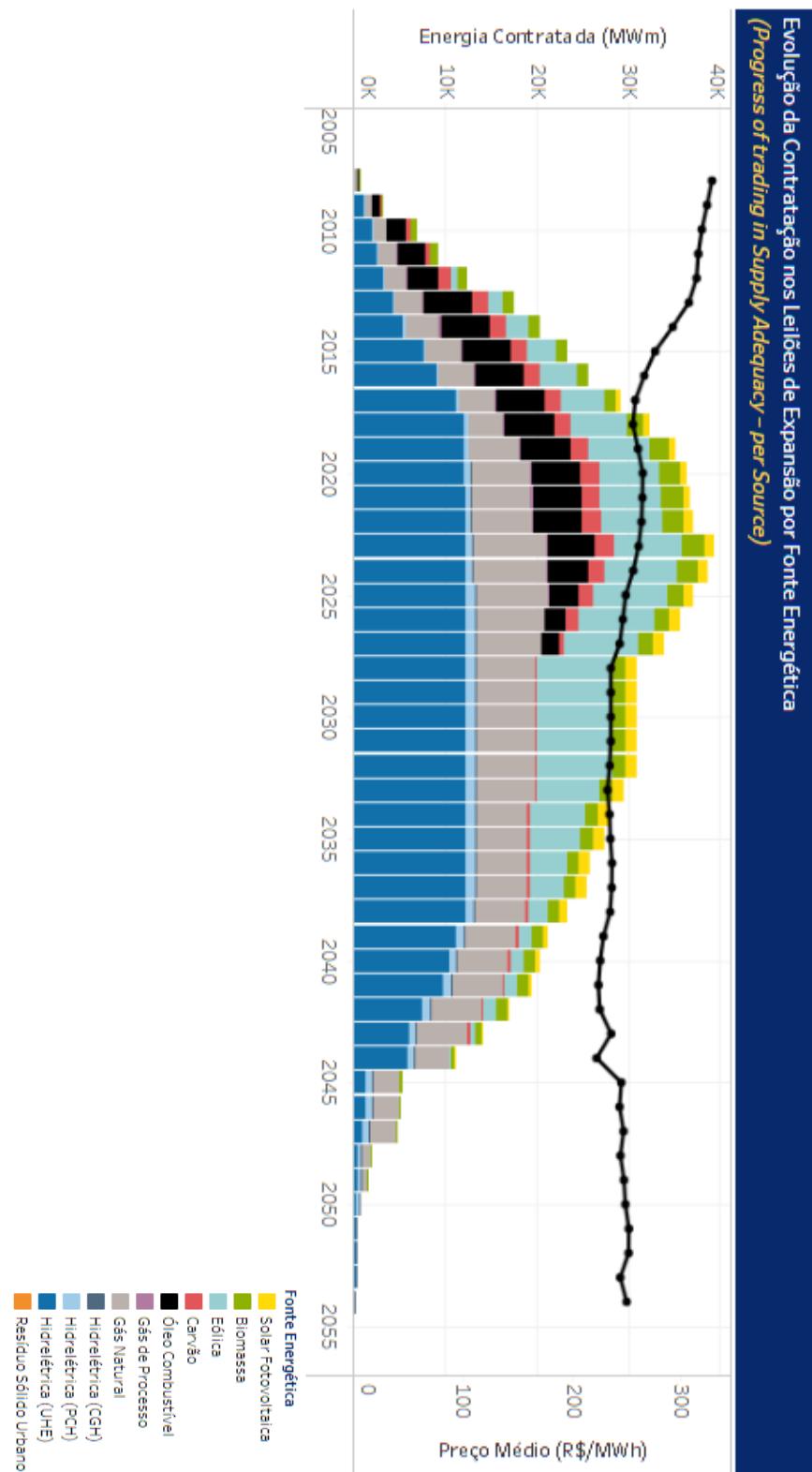


Fonte: CCEE.

Pela figura acima, é possível concluir que, mesmo após anos de investimento público e privado direcionada à fonte hidráulica, o preço da energia elétrica, advinda de outras fontes, alternativas à convencional, podem ser competitivos no mercado livre de energia. Além disso, com estudos, pesquisa e avanço técnico, as fontes alternativas de energia, como eólica e solar, podem fazer frente à consolidada hidrelétrica.

Como mencionado, os contratos podem ser feito para energia existente, ou para projetos futuros. No gráfico a seguir está exposto a contratação de energia por MWh e preço médio, das diversas fontes de energia.

GRÁFICO 4 – CONTRATAÇÃO DE ENERGIA NOS LEILÕES POR FONTE,
POR HISTÓRICO E POR PROJETOS



Fonte: CCEE.

É possível perceber a dominância da fonte hidrelétrica, todavia, é visto o crescimento da participação da fonte eólica, a partir de 2012, e da fonte solar fotovoltaica, a partir de 2017, no leilão de energia do mercado livre.

Em suma, pelo Boletim Informativo de Maio de 2022, da CCEE, foram contratados o total 9.936 TWh, expressos no valor de R\$ 2,4 bilhões, com projetos até 2054 (CCEE, 2022). O mercado livre de energia teve grande impacto na geração de energia e contratação por fontes alternativas, possibilitando consumidores à novas vias quanto ao seu abastecimento de energia elétrica. Houve aumento de 21% no número de consumidores no ACL, entre 2020 e 2021, cooperando para que 30% da energia elétrica consumida seja oriunda deste ambiente (ABRACEEL, 2022).

5.3.8 MMGD

A Micro e Minigeração Distribuída foi um marco legal no setor elétrico brasileiro. A resolução nº 482 da ANEEL, em 2012, permitiu que consumidores pudessem produzir sua própria energia elétrica para seu consumo. A resolução buscou regularizar as instalações de pequenos geradores no território nacional. Nesta chamada, estão inseridos microgerações, com potencial instalada menor ou igual a 75kW e minigerações, de potência maior de 75kW até 5MW. Vale ressaltar que esta resolução abrange somente fontes renováveis, que, por advir de pequenos produtores e residências, concentrou-se na instalação de painéis fotovoltaicos. Vale ressaltar que também permitiria o produtor compensar sua produção de energia, ou seja, a partir de sua geração, emprestar a carga à distribuidora local, na qual compensaria o produtor na linha de distribuição ativa, ligada ao Sistema Interligado Nacional (ANEEL, 2012).

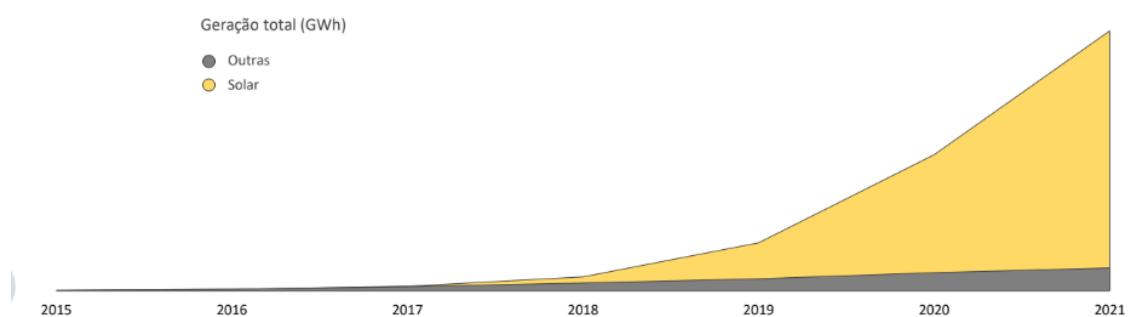
O objetivo central da ANEEL era incentivar a instalação de capacidade geradora de energia limpa na extensão do território nacional, além de baratear o preço final da energia elétrica por meio do autossuprimento de energia elétrica pelos produtores. A aderência ao MMGD deve ser associado ao Ambiente de Contratação Regulado (ACR), sendo um consumidor cativo. O produtor não é

desligado da distribuição local, como dito, fazendo compensações quanto ao excedente de energia produzido.

A partir da Lei 14.300 de 2022, marco legal da micro e minigeração distribuída, houve aprofundamento dos conceitos de autoconsumo e compartilhado, permitindo divisões em condomínios de geração de energia, nos limites de potência impostos por lei. A EPE já realiza estudos na área da MMGD, além de considerar suas gerações nos Balanços Energético Nacionais, divulgados anualmente.

A MMGD teve aumento de 84% de 2020 para o ano de 2021, chegando a 9,8MWh de capacidade instalada. A energia solar, apresentada na instalação de painéis solares, representa 88,3% de toda a potência (BEN, 2022). A partir de 2017, com os avanços tecnológicos ao redor do mundo, o país iniciou um processo de importação dos painéis solares para geração de energia elétrica. Hoje, o imposto sobre produtos importados (IPI) de painéis fotossensíveis, conhecidos como painéis solares, é de 6%, reduzindo a carga em 2021, quando era de 12%¹⁴. Os principais equipamentos dessa natureza são oriundos da China e a Câmara de Comércio Exterior (Camex), ligada ao Ministério da Economia, em 2020, decidiu zerar o imposto de importação dos painéis importados desse país. No gráfico abaixo é possível ver a evolução da geração total de energia fotovoltaica associada à MMGD:

GRÁFICO 5 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA PELA MMGD ATÉ 2021



Fonte: EPE, 2022.

¹⁴ Disponível em: <<https://canalsolar.com.br/governo-federal-reduz-imposto-de-importacao-para-equipamentos-de-energia-solar/>>. Acesso em: 20 de outubro de 2022.

Vale ressaltar que a legislação sobre energia solar fotovoltaica ainda é muito incipiente e sobrepostas entre si. O sistema tributário brasileiro, por si só, já gera desconfiança dos investidores nacionais e estrangeiros. Quando se olha para um fato novo, como o desenvolvimento de capacidade instalada de energia solar e geração de energia elétrica, a regulamentação também fica controvérsia. Um dado extremamente importante, que certamente a MMGD contribuiu para tal feito, foi que a geração solar ultrapassou, em capacidade instalada, a Usina Hidrelétrica Binacional de Itaipu, com 14GW de potência. O fato pode ser considerado um marco na evolução da matriz elétrica brasileira, dado sua dependência da fonte hidráulica e a Usina de Itaipu ser a maior nacionalmente em termos de capacidade instalada¹⁵.

5.3.9 Energia Offshore

O conceito de geração de energia *offshore* é relativamente novo no Brasil, por isso, será feita apenas uma menção a este caso, mas que entendo ser um futuro próspero para o desenvolvimento do setor elétrico e evolução da capacidade instalada no país.

Empresas *offshore* são empreendidas fora do território nacional, geralmente com benefícios fiscais e tributação especial. Entendendo o conceito, no mundo, tem-se popularizado as eólicas *offshore*, onde os parques eólicos se localizam em alto-mar. As estruturas que carregam os aerogeradores são firmadas em solo marinho, aproveitando-se, assim, dos ventos marítimos. Estudos globais mostram a eficiência do recurso do vento *offshore*, podendo ultrapassar a eficiência energética dos parques eólicos tradicionais. (RODRIGUES, RESTREPO, KONTOS, PINTO, BAUER, 2015).

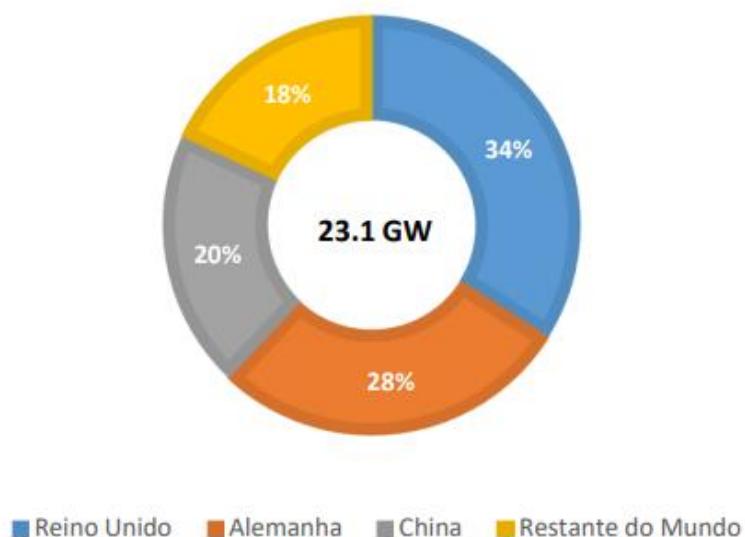
A EPE, em 2020, lançou mão de um *Roadmap* sobre o potencial eólico brasileiro. Esse panorama incluiu projetos, localidades, custos, todavia, ficou

¹⁵ Disponível em: <<https://www.infomoney.com.br/negocios/geracao-solar-distribuida-ultrapassa-itaipu-com-14-gw-de-potencia-instalada/>>. Acesso em: 20 de outubro de 2022.

apenas no campo das ideias e não experimentou, ainda, empreendimentos práticos.

Vale ressaltar que o mundo já caminha para a evolução neste tipo de energia. No gráfico abaixo é possível identificar os países com maior participação na matriz elétrica mundial pela fonte eólica *offshore*, responsável, em 2019, por 23,1 GW de capacidade instalada.

GRÁFICO 6 – CAPACIDADE INSTALADA DE PARQUES EÓLICOS OFFSHORE POR PAÍS (2019)



Fonte: GWEC

A figura abaixo demonstra a infraestrutura de um parque eólico marítimo, ou *offshore*:

FIGURA 5 – PARQUE EÓLICO OFFSHORE



Fonte: GWEC

5.4 Análise do desenvolvimento de capacidade instalada de geração de energia elétrica no Brasil

A geração de energia elétrica é um fator de desenvolvimento econômico muito influente em qualquer país. Economia e energia elétrica caminham juntas rumando para maior qualidade de vida, geração de emprego e estabilidade de preços. Todavia, é um desafio para a nação possibilitar o fornecimento seguro de energia elétrica à população, sobretudo, por vias sustentáveis. Além de fatores econômicos internos e externos, cada região possui características intrínsecas, como incidência solar, relevo, predominância de ventos, etc.

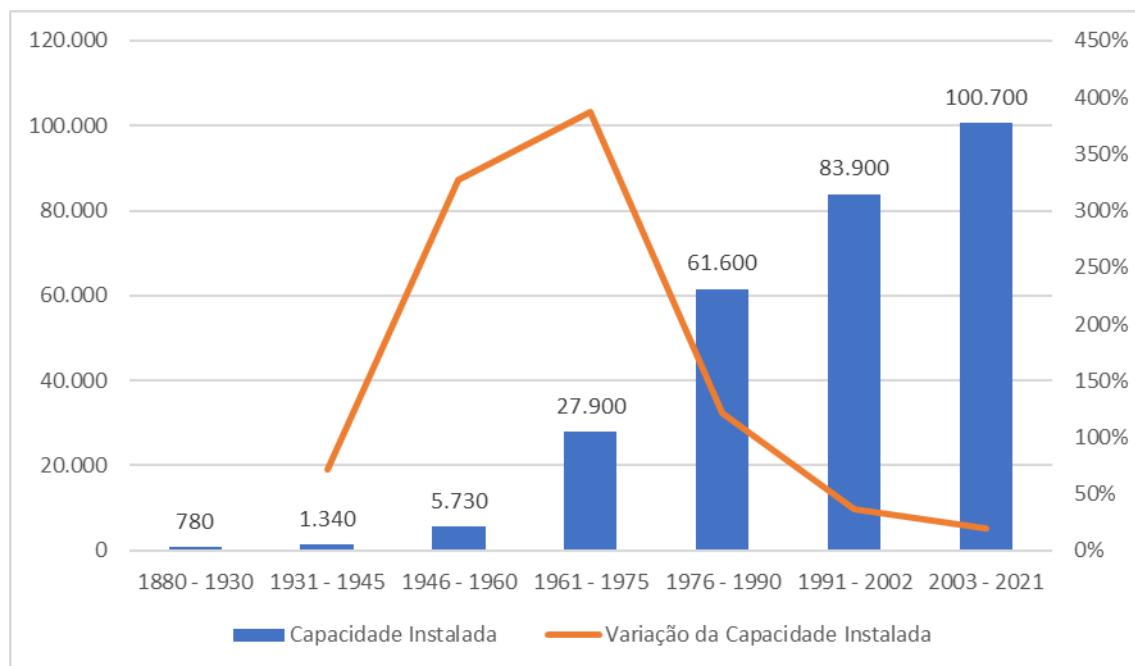
Projetos de centrais elétricas são grandiosos, requerem grande aporte de capital, tempo e planejamento. Além disso, parcerias público-privadas são sempre bem-vindas neste ambiente, lidando nas três esferas que regem a matriz elétrica de um país: geração, transmissão e distribuição. Aqui, focados na geração de energia elétrica, o processo possui diversos entraves quando à sua evolução. São muitos os passos de o início de uma operação de geração de energia elétrica, dentre eles, estudo da viabilidade de projetos (chamado *due diligences*), estudo de performance, emprego de capital e mão-de-obra, fases de testes e, por fim, a operação.

A capacidade instalada de energia diz respeito à potência máxima que determinado elemento dispõe para geração de energia elétrica. Ou seja, a

capacidade instalada é a disponibilidade de geração de energia elétrica. Não diz respeito à efetividade quanto à geração, mas sim, ao seu potencial. A análise da capacidade instalada no Brasil possui desafios, sobretudo, porque o setor de energia elétrica passou a se institucionalizar de forma concreta somente no fim do século XX. De certa forma, os dados dizem respeito à realidade do órgão que o coleta e disponibiliza, o que pode acarretar divergências quanto à capacidade instalada, participação das diversas fontes na matriz e geração propriamente dita.

No gráfico abaixo podemos ver a evolução da capacidade instalada de geração de energia elétrica desde a chegada da eletricidade ao Brasil, além da variação referente ao período anterior. Os recortes temporais foram feitos de maneira a serem encaixados nos modelos de investimento discutidos nos capítulos anteriores.

GRÁFICO 7 – DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE INSTALADA (EM MW) AO LONGO DOS ANOS



Fonte: elaboração própria. Dados: diversas fontes.

Podemos entender que a capacidade instalada passou a ter constante evolução a partir dos anos 1960. Apesar do grande potencial hidráulico, os

aportes de capital era mínimos, sobretudo, por modelos de investimentos enfraquecidos e políticas governamentais confusas. O resultados dos investimentos foram sentidos depois de governos com o Estado fielmente presente no setor, que tiveram continuidade no Regime Militar.

O modelo híbrido de investimento do fim do século XX trouxe bons resultados quanto à evolução da capacidade instalada. Além disso, apesar da demora quanto à tendência global da época, as privatizações do setor, sobretudo na geração, puderam destravar o investimento de capacidade instalada na geração de energia elétrica.

Até meados de 2006, somente duas fontes estavam representando a geração de energia: hidrelétricas e termelétricas. Essa última, altamente poluente, pois baseia-se em queima de combustíveis fósseis, como carvão, óleo e gás. As usinas hidrelétricas cresciam em unidades geradoras e capacidade instalada, o que não seria divergente após cem anos de um pensamento consolidado.

Somente a partir de 2006 que novas fontes passaram a integrar o cenário do setor elétrico brasileiro e serão melhorar retratadas no trabalho.

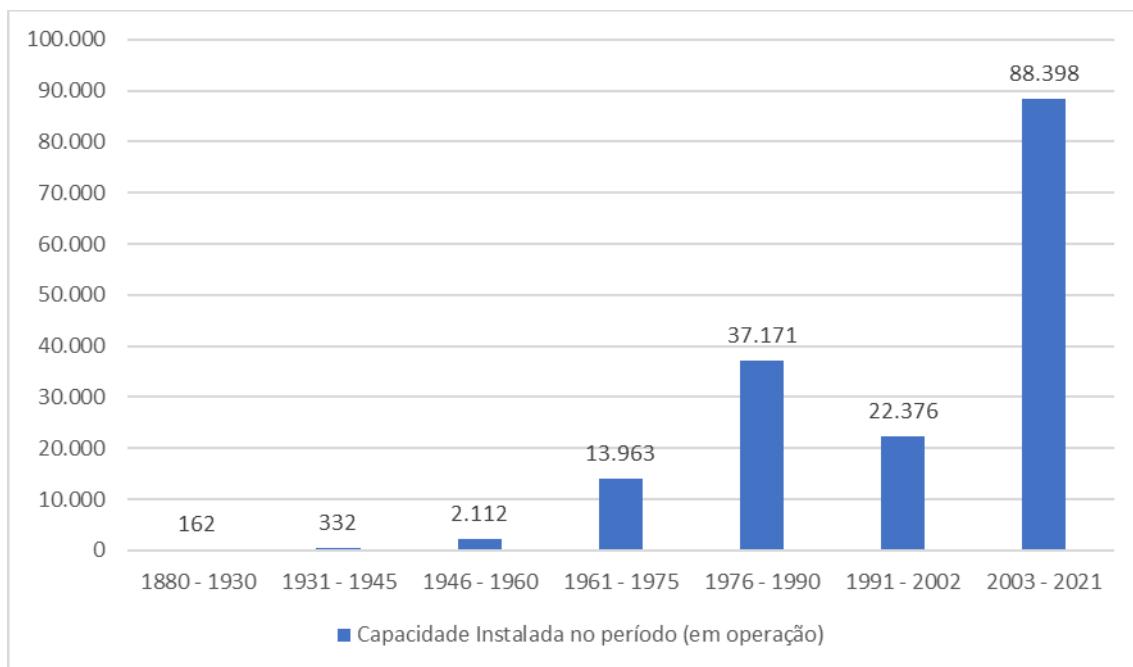
5.4.1 Evolução da capacidade instalada de energia elétrica

Como bem mencionado, o Brasil já foi totalmente dependente da fonte hidráulica para a geração e fornecimento de energia elétrica por muito tempo. Apesar de hoje, a matriz elétrica possuir grande participação dessa fonte de energia, podemos enxergar a evolução de fontes alternativas, sobretudo eólica, solar e biomassa.

A capacidade instalada por período, recortada por período, traz conjunto uma análise dos sucessos de políticas públicas voltadas ao campo energético no país. É certo que os resultados não são imediatos e planejamento de médio e longo prazo são necessários para o melhor entendimento das conjecturas da evolução da capacidade instalada. No gráfico abaixo é possível ver o início da operação de capacidade instalada no Brasil, recortada em período que, de

alguma forma, são referentes a modelos de investimentos empregados no setor elétrico.

GRÁFICO 8 – CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA ELÉTRICA (EM MW) POR PERÍODO



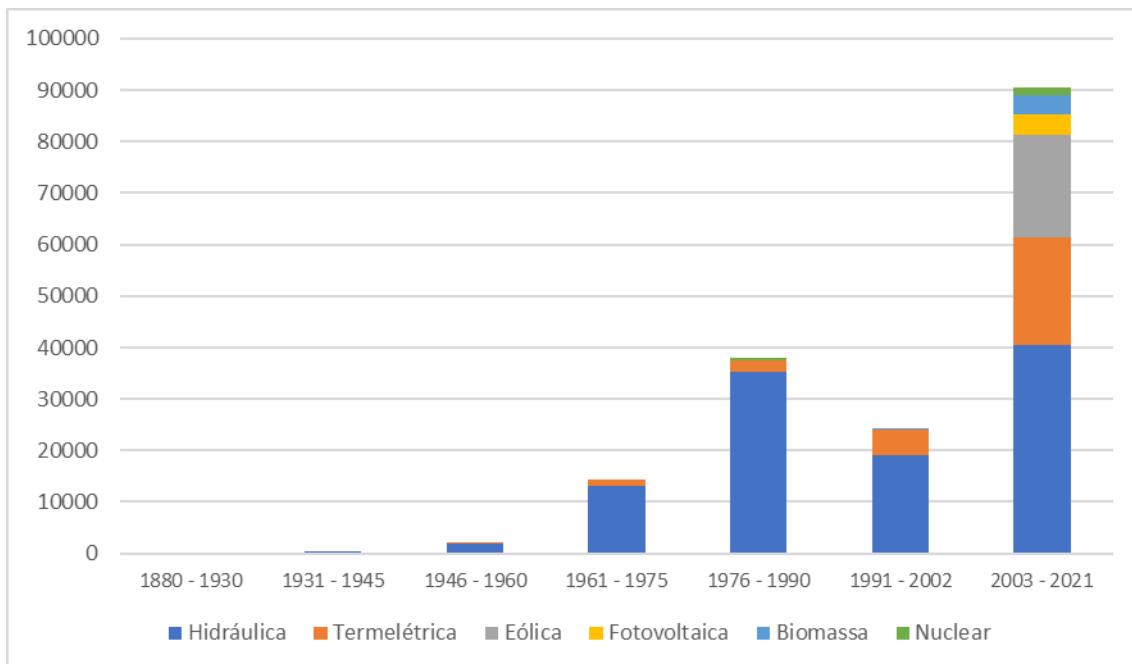
Fonte: elaboração própria. Dados: ONS.

Grandes investimentos em capacidade instalada são reflexos de aportes de capital público em um modelo de Estado atuante na economia, não diferente no setor elétrico. Isso é visto pela crescente operação da capacidade instalada, sobretudo, a partir de 1961, com relativo crescimento da capacidade instalada a partir de 1946. Como dito, até 2006, somente as hidrelétricas e, certas fontes termelétricas, foram capazes de se expressar no Sistema Interligado Nacional de energia elétrica no país. Isso porque, além do potencial hidráulico difundido, até de certa maneira filosófica, as políticas públicas eram voltadas a esse tipo de empreendimento. O setor privado ficou atado a pequenas gerações e certa instabilidade de institucionalização do setor, o que corroborou para a continuidade do investimento focalizado na geração hidrelétrica.

Como visto no gráfico abaixo, a capacidade instalada por outras fontes, que não a hidráulica e termelétrica, ocorreu apenas no século XXI. Essa

mudança na matriz e diversificação das fontes geradoras pode ser entendida com políticas públicas mencionadas, tais como o PROINFA e desenvolvimento do Mercado Livre de Energia.

GRÁFICO 9 - CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA ELÉTRICA (EM MW) POR FONTE E POR PERÍODO



Fonte: elaboração própria. Dados: ONS.

É visível o investimento em capacidade instalada de geração por fonte hidráulica. É um cenário catastrófico quando pensamos em diversificação da matriz e os benefícios que este fenômeno promoveria à economia do país. Os malefícios, já mencionados, foram sentidos, como as crises energéticas ocorridas e o acionamento das termelétricas que, apesar do baixo aporte de capital, são altamente poluentes, ainda mais quando olhamos para os combustíveis utilizados e desenvolvidos até a época. A capacidade instalada de geração de energia por outras fontes, alternativas e sustentáveis, veio somente a partir do século XXI. A tabela abaixo exprime isto em números.

TABELA 3 – CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA ELÉTRICA (EM MW) POR FONTE E POR PERÍODO

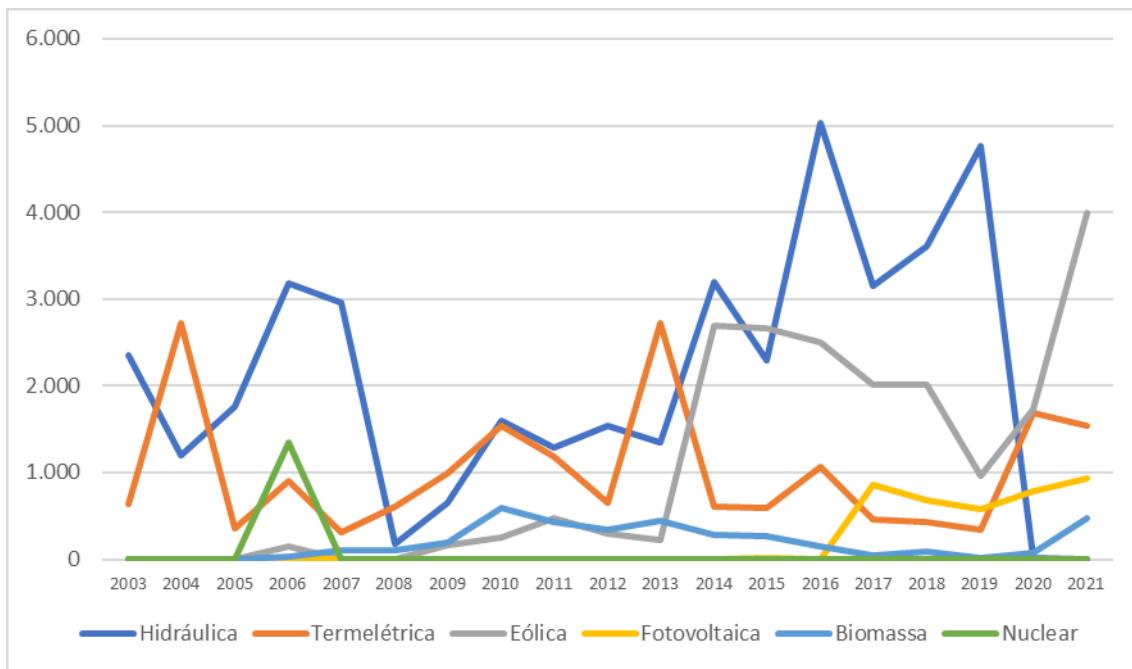
| | Hidráulica | Termelétrica | Eólica | Fotovoltaica | Biomassa | Nuclear | Total |
|-------------|------------|--------------|--------|--------------|----------|---------|---------|
| 1880 - 1930 | 162 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 162 |
| 1931 - 1945 | 332 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 332 |
| 1946 - 1960 | 1.817 | 295 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.112 |
| 1961 - 1975 | 13.092 | 1.189 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14.281 |
| 1976 - 1990 | 35.169 | 2.260 | 0 | 0 | 30 | 640 | 38.099 |
| 1991 - 2002 | 19.198 | 4.981 | 0 | 0 | 1 | 0 | 24.180 |
| 2003 - 2021 | 40.501 | 20.774 | 20.099 | 3.834 | 3.904 | 1.350 | 90.462 |
| | | | | | | | 169.629 |

Fonte: elaboração própria. Dados: ONS.

5.4.2 Capacidade instalada de geração de energia elétrica no século XXI

Com as políticas públicas e de incentivo do governo para a geração de energia elétrica oriundas de fontes alternativas às convencionais, já destrinchadas, foi possível o desenvolvimento dessas fontes perante a mentalidade e exercício brasileiro no campo elétrico por mais de um século. O PROINFA, criação da EPE, marco da MMGD contribuíram para a evolução das novas fontes em território nacional. O gráfico abaixo mostra a capacidade instalada por fonte e por ano, a partir de 2003.

GRÁFICO 10 – CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA (EM MW) POR FONTE E POR ANO (2003 – 2021)



Fonte: elaboração própria. Dados: ONS.

Mesmo o PROINFA sendo instaurado em abril de 2002, os efeitos só puderam ser sentidos a partir de 2006, quando investimentos em energia eólica foram capazes de entrar em operação, dado a característica de serem investimentos que passem a operar na questão da geração, em média, a partir de 4 anos, desde a contratação de projetos para a construção de usinas eólicas.

As termelétricas, todavia, também, obtiveram sucesso quanto à capacidade instalada neste recorde temporal. O problema, no entanto, é que estas, mostradas no gráfico acima, são baseadas em queima de combustíveis fósseis, como carvão, óleo e gás. A termelétrica a biomassa, aqui destacada como fonte renovável, inicia uma evolução no ano de 2010, mas que não se comprova na prática para os outros anos. Em 2021, todavia, parece iniciar uma nova tentativa de maior participação na matriz elétrica brasileira. Vale ressaltar, que essa fonte está dentro do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas. O que comprova que não basta uma única política ou incentivo capaz de cooperar para a diversificação da matriz.

A energia solar, mesmo não sendo integrada ao PROINFA, passou a ter consecutivos investimentos na capacidade instalada, sobretudo, na promulgação de seu marco legal em 2012, acerca da MMGD. É visto que, com a redução de impostos sobre a importação de painéis fotovoltaicos a partir de 2019, essa fonte vem tendo cada vez mais participação na matriz.

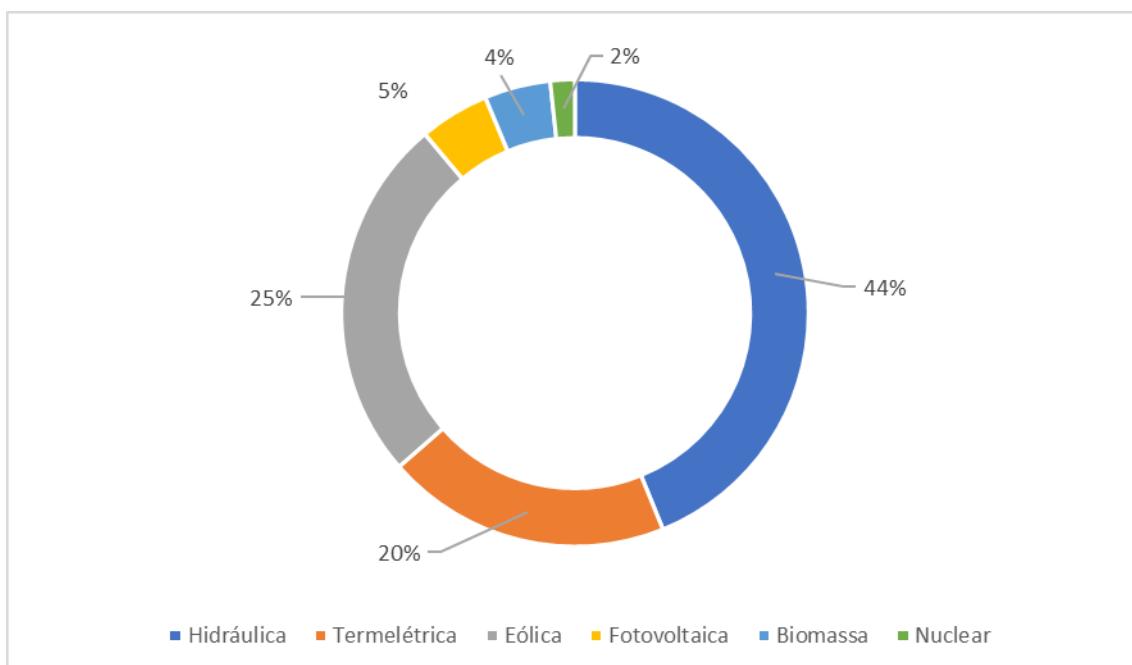
Já na questão das hidrelétricas, seus investimentos se mantiveram constantes em alguma circunstância. Entretanto, vale lembrar que as Pequenas Centrais Hidrelétricas também são absorvidas pelo PROINFA.

O objetivo deste recorte temporal é entender o comportamento da matriz na era da modernidade, no século XXI, há menos de 25 anos, onde há maior ação do Estado na economia, depois de alguns anos onde o modelo híbrido, de investimento público médio e consideráveis privatizações no setor.

Quando passamos a analisar os dados consolidados a partir de 2006, podemos ver uma mudança significativa na estrutura da matriz elétrica brasileira. A partir deste ano, podemos ver uma constante mudança na composição da matriz e início da evolução da capacidade instalada de geração de energia

elétrica por fontes alternativas às tradicionais. O gráfico abaixo mostra a participação percentual de cada fonte de energia na capacidade instalada no período de 2006 a 2021.

GRÁFICO 11 – PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL POR CADA FONTE NA CAPACIDADE INSTALADA NO PERÍODO ENTRE 2006 E 2021



Fonte: elaboração própria. Dados: ONS.

Veja que a capacidade instalada de fontes renováveis sustenta 78% da capacidade instalada entre os anos mencionados. É algo que desprende da média mundial, como mencionado nos capítulos anteriores.

Além disso, menos da metade da capacidade instalada de energia foi destinada às hidrelétricas, algo impensável se olharmos para o período anterior a 2002. Ademais, as fontes alternativas sob o PROINFA somam para 29% da capacidade instalada, excluindo as PCHs.

É evidente os benefícios que políticas públicas voltadas à diversificação da matriz elétrica trazem à sociedade e economia. A estabilidade de preços, geração de emprego e fornecimento seguro de energia elétrica são alguns deles. Incentivos como o PROINFA e a MMGD têm papel fundamental na evolução da capacidade instalada de geração de energia elétrica por fontes alternativas às

sustentáveis, renováveis e limpas. Vale ressaltar que de nada adiantaria a criação do Mercado Livre de Energia se o país não pudesse fornecer um ambiente favorável ao desenvolvimento da capacidade instalada dessas fontes. São políticas complementares e não-excludentes, cooperando, assim, para a diversificação da matriz elétrica brasileira e seus benefícios.

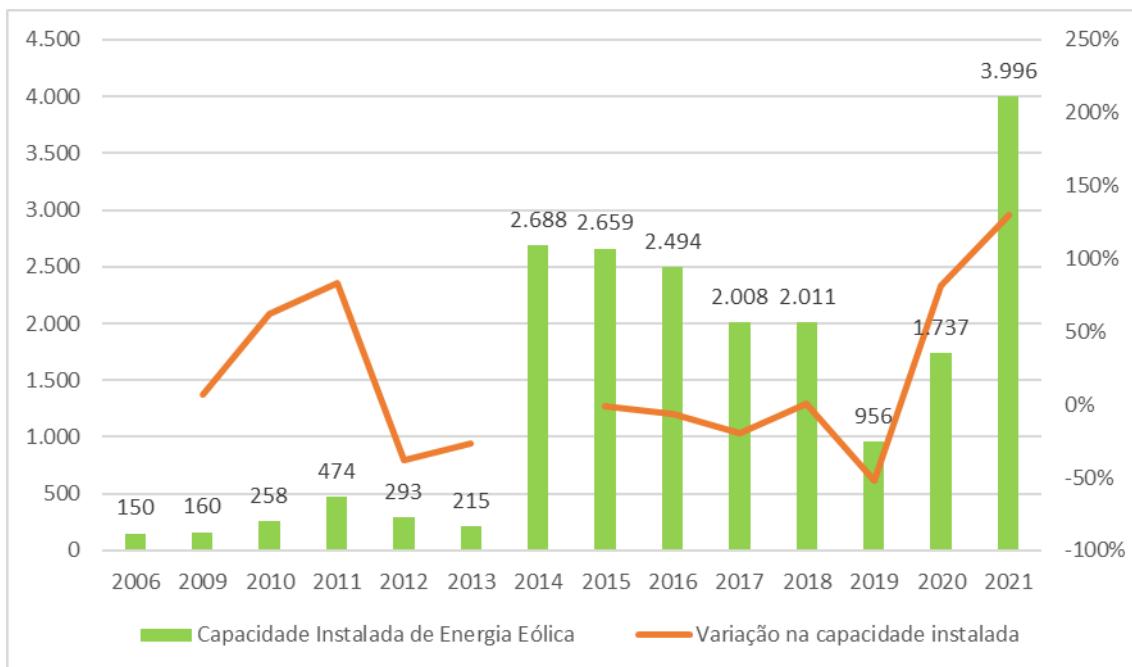
5.4.3 Análise da Capacidade Instalada: Energia Eólica

A energia eólica, conhecida como oriunda da força dos ventos, converte energia cinética em energia elétrica em transformadores de eletricidade, por meio da força atmosférica em confronto a aerogeradores, instalados em turbinas nos campos de usinas eólicas.

Essa fonte está em constante evolução no mundo, difundida como uma das mais limpas e baratas, até então conhecidas. No Brasil, a ideia de utilizar a força dos ventos para a geração de energia elétrica vem sendo implementada desde 2002, com sua integração ao PROINFA, que promoveria por incentivos à introdução de fontes alternativas na matriz elétrica e consequentemente, sua diversificação, que traria benefícios, já explicados neste trabalho.

Os projetos de centrais geradoras de energia elétrica são de longo prazo e necessitam de concreto planejamento. Os efeitos pelo programa de incentivo somente foram sentidos em 2006, quando analisamos a capacidade instalada capaz de operar. O gráfico abaixo traz a capacidade instalada em operação por ano, dentre 2006 e 2021, além de sua variação percentual para com o ano anterior.

GRÁFICO 12 – CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA EÓLICA (EM MW) EM OPERAÇÃO ENTRE 2006 E 2021



Fonte: elaboração própria. Dados: ONS.

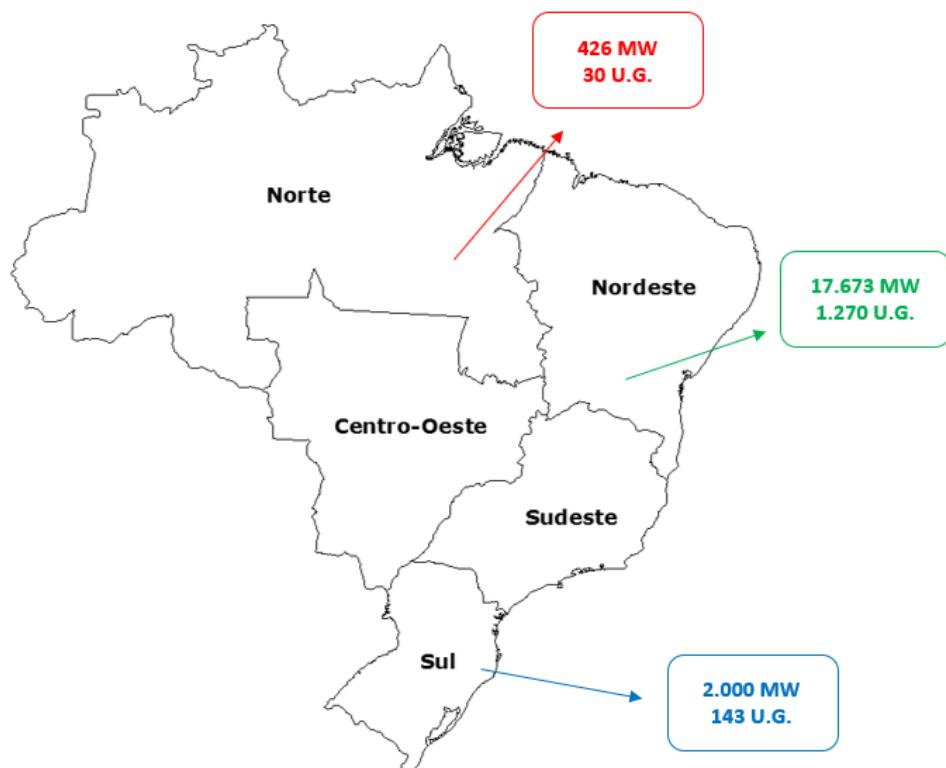
Os investimentos em capacidade instalada de geração de energia elétrica por meio eólico, ainda de forma incipiente, passaram a ser concretizados a partir de 2006. Entre 2006 e 2013, 111 plantas eólicas foram inauguradas em território brasileiro, somando 1.549 MW de capacidade instalada. A participação na matriz ainda era tímida, beirando 2%. Todavia, a partir de 2014, diversos projetos foram inaugurados, iniciando suas operações, dada a disponibilidade de capacidade técnica. Só em 2014, 217 plantas passaram a operar em geração de energia elétrica, totalizando 4.238 MW disponíveis em capacidade instalada. A variação percentual, entre 2013 e 2014, retirada de maneira proposital do gráfico acima, foi de 1152%. Como dito, são projetos de longo prazo e após anos, passaram a usufruir dos programas e incentivos aplicados pelo governo brasileiro.

O Brasil tem alto potencial eólico. Para isso, são necessários investimentos em estudo e pesquisa, capazes de elaborar planos significativos quanto à geração de energia eólica, juntamente com órgãos públicos, planejadores e reguladores. A queda substancial de capacidade instalada em 2019 e 2020, pode ser entendida pela conjectura macroeconômica à época: alta na taxa de juros e crescimento econômico desacelerado.

Hoje, a energia eólica tem 10,6% de participação na matriz elétrica brasileira, crescendo 26,7% entre 2020 e 2021 (BEN, 2022). A tendência é que essa fonte passe cada vez mais a corroborar por uma parte maior na matriz, como visto em seu crescimento em capacidade instalada. A ONS projeta, para 2026, 30.143 MW em capacidade instalada para geração de energia elétrica por meio de fonte eólica, o que acarreta 15% em participação dessa fonte na matriz elétrica (ONS, 2022).

É interessante ser feita a análise da capacidade instalada de energia eólica por região, tendo em vista as especificidades de cada estado brasileiro. Isso incentiva ainda mais a ideia da necessidade de estudo sobre o caso brasileiro quanto às novas fontes de energia renováveis e limpas. A figura abaixo detalha os empreendimentos em cada região, denominados por U.G. (Unidades Geradoras) e traz a capacidade instalada disponível.

FIGURA 6 – CAPACIDADE INSTALADA E UNIDADES GERADORAS DE ENERGIA EÓLICA POR REGIÃO (2021)



Fonte: elaboração própria. Dados: ONS.

É evidente que o Nordeste brasileiro como o grande produtor de energia elétrica por intermédio da fonte eólica. Na região, são quase 17.673 MW de capacidade instalada para esta energia, ou seja, são quase 18.000 MW de potência máxima disponível para geração de energia elétrica por meio da fonte eólica. Destacam-se o Rio Grande do Norte e a Bahia, como os estados com maior número de unidades geradoras de energia eólica, com 445 e 380 empreendimentos, respectivamente, sendo a capacidade instalada de 6.124 e 5.436 MW, respectivamente.

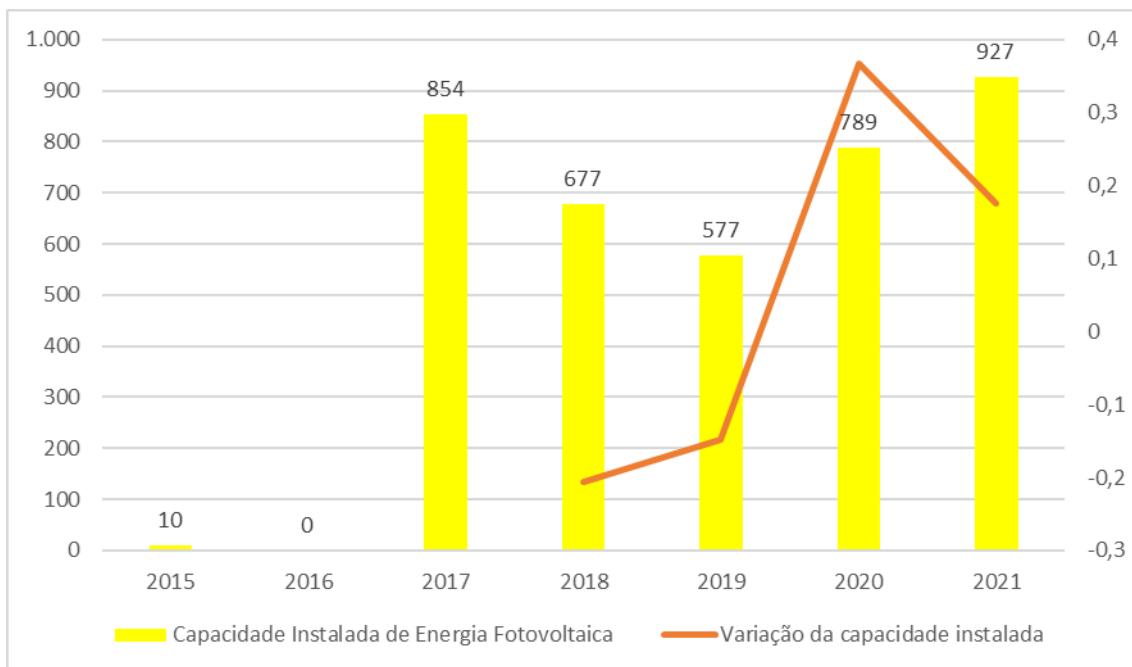
No Sul, vale a ressalva para o Rio Grande do Sul, com capacidade instalada de 1.778 MW e 126 empreendimentos geradores. É evidente que a região litorânea do território brasileiro tem alto potencial eólico e justificam seus investimentos ao longo desses anos.

5.4.4 Análise da Capacidade Instalada: Energia Fotovoltaica

A energia fotovoltaica, conhecida como energia solar, também pode ser entendida como uma das principais fontes alternativas de energia em crescimento nos últimos anos. A energia elétrica por essa fonte, provém da radiação de luz e calor (eletromagnética) emitida pelo Sol. As partículas (prótons) de energia da luz solar incidem sobre painéis fotovoltaicos, alimentando, por corrente elétrica, transformados e difusores. Essa fonte, em constante evolução no mundo, é renovável e limpa, além de hoje, razoavelmente acessível a consumidores e pequenas empresas.

A energia fotovoltaica não está incluída no PROINFA, todavia, consegue usufruir de contratações nos ambientes no Mercado Livre de Energia. Além disso, o marco legal da MMGD, iniciou uma nova empreitada dessa fonte na matriz elétrica. O gráfico abaixo mostra a capacidade instalada de energia fotovoltaica, a partir de 2015, ano que passou a ser absorvida pelo Sistema Nacional Interligado. O gráfico inclui MMGD.

GRÁFICO 13 – CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA (EM MW) EM OPERAÇÃO ENTRE 2006 E 2021



Fonte: elaboração própria. Dados: ONS.

Apesar de não estar incluída no PROINFA, a energia solar vem firmando participação na matriz elétrica brasileira, sobretudo, após o marco de 2012, quando a MMGD passou a ser institucionalizada. Além disso, a reformulação dos impostos sobre importação de painéis fotovoltaicos, oriundos, principalmente da China, possibilitou a evolução da capacidade instalada dessa fonte. Todavia, é necessário maior incentivo para a constante crescimento da energia solar, dado o potencial que o país tem em relação à emissão de luz, principalmente no Nordeste brasileiro. Estudos devem ser feitos para viabilizar esses investimentos que, além de diversificarem a matriz elétrica, seriam capazes de gerar emprego e renda em regiões fora do centro econômico do país.

5.4.5 Projeção da Capacidade Instalada de Energia: ONS 2026

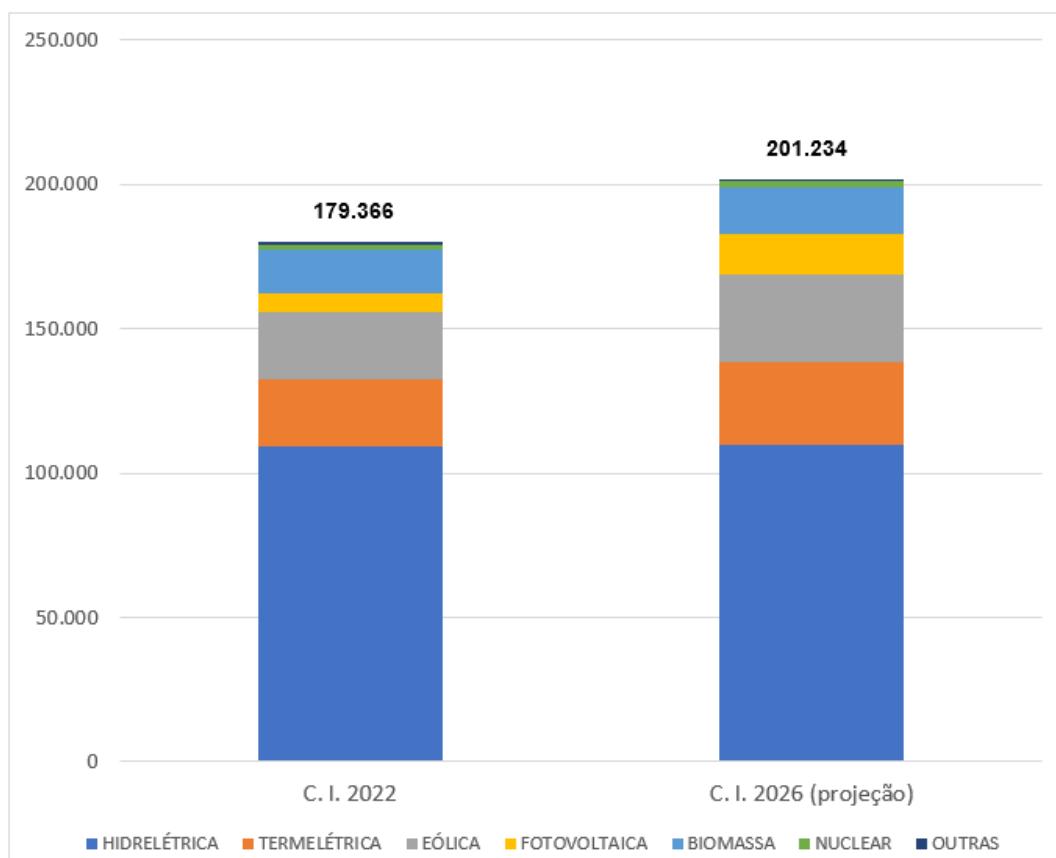
O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) é responsável por coordenar os processos de instalação de unidades geradoras de energia elétrica no Sistema Nacional Interligado. Ou seja, o órgão tem por função de estruturar o desenvolvimento de capacidade instalada para geração de energia elétrica em

território nacional. O ONS, também, promove estudos de viabilização de novos empreendimento, atuando conjuntamente com outros agentes.

Por intermédio dos Programas Mensais de Operação (PMOs), o ONS realiza estudos de casos presentes e projeções futuras, atualização a matriz elétrica por meio das novas capacidades instaladas, além de alteração e desativação, quando necessário.

A atualização dos dados e dos boletins, fixa uma parceria do órgão com outros agentes do setor energético brasileiro, como ANEEL, MME, EPE e CCEE. O PMO de novembro de 2022, além de trazer a atualização da capacidade instalada no ano no Brasil, também traz projeções futuras quanto à mesma. Assim, consolidando seus dados públicos, podemos entender, pelo gráfico abaixo, como se projeta a matriz elétrica em termos de capacidade instalada, para o cenário do ano de 2026.

GRÁFICO 14 – CAPACIDADE INSTALADA NO BRASIL: 2022 (ATÉ NOVEMBRO/22) X 2026 (PROJEÇÃO ONS)



Fonte: elaboração própria. Dados: ONS.

A tabela a seguir, complementa o gráfico acima, traduzindo em números frios, o gráfico acima.

TABELA 4 - CAPACIDADE INSTALADA NO BRASIL: 2022 (ATÉ NOVEMBRO/22) X 2026 (PROJEÇÃO ONS)

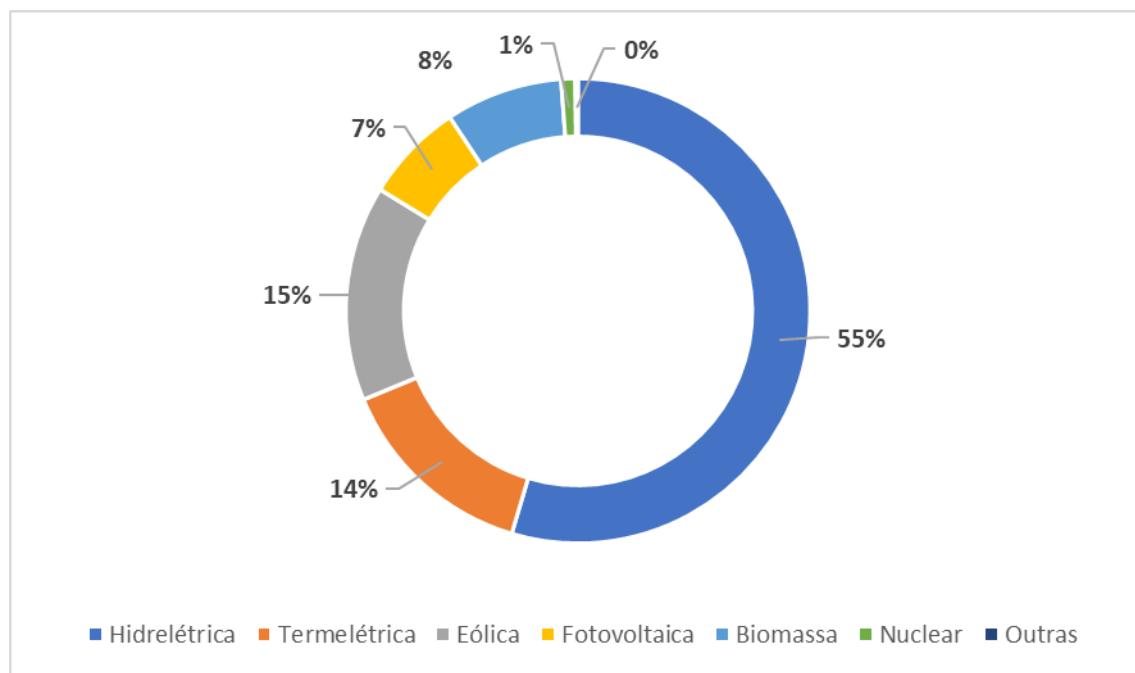
| | Capacidade Instalada até Nov/22 (em MW) | Participação percentual (Nov/22) | Capacidade Instalada Projetada até Dec/26 (em MW) | Participação percentual projetada (Dec/26) |
|---------------|---|----------------------------------|---|--|
| Hidrelétrica | 109.190 | 60,9% | 109.908 | 54,6% |
| Termelétrica | 23.335 | 13,0% | 28.476 | 14,1% |
| Eólica | 22.919 | 12,8% | 30.143 | 15,0% |
| Fotoovoltaica | 6.603 | 3,7% | 13.961 | 6,9% |
| Biomassa | 15.174 | 8,5% | 16.394 | 8,1% |
| Nuclear | 1.990 | 1,1% | 1.990 | 1,0% |
| Outras | 155 | 0,1% | 362 | 0,2% |
| TOTAL | 179.366 | 100% | 201.234 | 100% |

Fonte: elaboração própria. Dados: ONS.

Analisando cautelosamente a consolidação dos dados dispostos pelo ONS, temos que, primeiramente, a variação projetada da capacidade instalada de energia elétrica no Brasil varia em 12,2%, entre novembro de 2022 e dezembro de 2026. Este número é menor do que a variação dos quatro anos imediatamente anteriores: até 2017, o Brasil possuía 139.796 MW de capacidade instalada. Entre 2018 e 2021, houve acréscimo de 24.717 MW de capacidade instalada, acarretando, ao fim de 2021, um total de 164.513 MW. Esse incremento de capacidade instalada para geração de energia elétrica tem uma variação percentual de 17,7%.

Todavia, a análise não pode ser baseada somente em números frios e projetados. Há, também, a análise quanto à diversificação da matriz elétrica, dadas as projeções de capacidade instalada fornecida pela ONS. Assim, como mostra o gráfico abaixo, a projeção de incrementos na capacidade instalada até dezembro de 2026, corrobora para uma grande variação da matriz, sobretudo, pela maior presença de fontes renováveis nessa.

GRÁFICO 15 – COMPOSIÇÃO PROJETADA PARA A CAPACIDADE INSTALADA DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL (DEZEMBRO/2026)



Fonte: elaboração própria. Dados: ONS.

A maior variação percentual na matriz elétrica brasileira, em termos de capacidade instalada, é da fonte hidrelétrica, caindo 6,9% em participação. Essa variação se dá, sobretudo, pelo baixo investimento em capacidade instalada projetado para esta fonte, que de certa forma, beira o limite da potência máxima, sendo pouco escalonável em termos de investimento. Além disso, outras fontes estão sendo mais atraentes em seus retornos sobre investimentos. Esse fenômeno é benéfico, visto que, além dessas fontes alternativas serem renováveis e limpas, incentivam a pesquisa e o estudo em desenvolvimento de tecnologias. É visto o barateamento de painéis fotovoltaicos e entrada de novos fornecedores de aerogeradores, por exemplo, corroborando para o crescimento das fontes solar e eólicas, respectivamente.

Na questão das fontes citadas acima, solar e eólica, projeta-se um cenário otimista em termos de capacidade instalada. Quanto à fonte eólica, desenvolvendo-se concretamente desde 2006-2009, a participação projetada na matriz elétrica em termos de capacidade instalada cresce 2,2% nos próximos quatro anos, traduzindo-se em incremento de 7.224 MW de capacidade instalada. Este é um cenário plenamente possível, visto que, foram adicionados mais de 8.500 MW de capacidade instalada de energia eólica entre os anos de 2018 e 2021, quatro anos imediatamente anteriores a 2022. Corroborando para essa narrativa, os investimentos em energia eólica se mostram sólidos e constantes, se mostrando uma energia que tende a dominar boa parte da matriz elétrica brasileira nos próximos anos. Além disso, estudos de viabilidade de eólicas *off-shore* podem acentuar este crescimento de médio e longo prazo.

Já sob olhares da energia fotovoltaica, que teve seu crescimento incipiente em 2012 e, somente, em 2017 foi capaz de engrenar, a projeção de crescimento na participação na matriz elétrica em termos de capacidade instalada, até dezembro de 2026, é de 3,2%, ou seja, incremento de 7.358 MW de capacidade instalada de energia solar. Esse incremento em capacidade instalada é maior que toda a capacidade já em operação no Brasil. Por ser uma fonte nova em seu desenvolvimento, o cenário se torna inseguro quanto a projeções concretas. Todavia, nos quatro anos anteriores, ou seja, de 2018 a 2021, os incrementos em capacidade instalada foram próximos disso. Para

concretizar-se a projeção da ONS é necessário alguns fatores: desenvolvimento de tecnologias mais baratas para a energia solar, entrada de novos produtores nacionais de painéis fotovoltaicos (o que diminuiria os custos com importação), manutenção dos baixos impostos sobre importação de equipamentos referentes à fonte solar, entre outros.

Um fator que certamente colaboraria para o desenvolvimento de capacidade instalada de geração de energia fotovoltaica, seria a introdução desta fonte no PROINFA. Entretanto, esta questão, além de econômica, é política, e deve haver grande dispêndio de força negociadora por parte dos agentes envolvidos.

5.5 Implicações para o desenvolvimento no Brasil

O desenvolvimento econômico é o maior desafio de um país. Para além do crescimento econômico, a diminuição da desigualdade de renda, avanço tecnológico, pleno emprego, bem-estar, entre outros fatores, são objetivos dos governos no sistema econômico vigente. O setor de infraestrutura é um grande responsável por alguns índices que indicam o progresso do país. Analisando o setor de energia, a população tem direito ao fornecimento contínuo de energia, sobretudo, a preço justo e regular. Para isso, a matriz elétrica do país necessita estar evoluída ao ponto de suprir a demanda advinda de pessoas e firmas.

No caso brasileiro, a segurança energética não é executada em totalidade. O país viveu duas grandes crises energéticas no século XXI, além dos aumentos substanciais do preço da energia elétrica. O motivo desses fenômenos pode ser explicado por dois motivos

- i. formação da matriz elétrica brasileira, além de modelos de investimento controversos, não conseguiu desenvolver fontes alternativas à convencional, aqui, a hidrelétrica; e

- ii. falta de planejamento de curto e longo prazo, na qual implicaria em mudanças na estrutura do sistema elétrico, tanto no campo institucional, como no campo prático.

Mas além disso, há fatores que impedem o real desenvolvimento econômico, incluindo o setor de energia. Um deles é o crescimento econômico lento, que pode ser exprimido pelo PIB, que cresceu menos do que outros países emergentes, como a Índia¹⁶. Além disso, a partir de 2012, o país conviveu com baixíssimas taxas de crescimento, além de acentuada regressão econômica entre os anos de 2014 e 2016.

Como causa ou consequência do baixo crescimento econômico, o investimento público em energia per capita do Brasil também diminuiu. Vimos o Estado menos influente nas questões energéticas, desde a adoção do Modelo Híbrido, a partir de 1995, que pode ser comprovado pelas consecutivas privatizações, até mesmo antes desse período. Não cabe o julgamento de qual modelo está correto, apenas que o Brasil vai na contramão do mundo ao abdicar de investimentos públicos em energia, sobretudo, renováveis.

Por fim, vale ressaltar que o Sistema Interligado Nacional (SIN), apresenta falhas na transmissão para áreas menos desenvolvidas, demonstrando instabilidade no fornecimento de energia. Além disso, o investimento em fontes renováveis passou a ser concreto a partir de 2010, com destaque para a energia eólica. Essa fonte precisa ser explorada mais assiduamente nas regiões com alto potencial eólico, como é o caso do Nordeste brasileiro. Todavia, não se vê uma infraestrutura consolidada nesta região, ficando nas mãos de investimentos privados, interessados em explorar o potencial energético da região. Todos esses fatores e mais as infinitas variáveis que circundam o sistema elétrico e econômico no geral, dão a complexidade, implicações e desafios, na mudança estrutural do país.

¹⁶ Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/em-13o-entre-maiores-economias-pib-do-brasil-fica-abaixo-de-media-global/>>. Acesso em: 10 de outubro de 2022.

6 CONCLUSÃO

Após a compreensão do histórico do setor elétrico no Brasil, desde a chegada da eletricidade no país, é possível entender que as diretrizes governamentais, por vezes controvérsias e atrasadas em sentido de uma onda global, impactaram significativamente na submissão do setor de energia brasileiro à fonte hidráulica, para além de seu potencial tão estudado e difundido. Não houve planejamentos concretos para a diversificação da matriz, o que acarretou consecutivas crises no abastecimento de energia elétrica no território do país. Projetos de fontes alternativas passaram a ter sucesso apenas a partir de 2006, quando os benefícios de programas e incentivos foram sentidos.

Além disso, fatores econômicos, externos e incontroláveis pelo setor elétrico, impactam significativamente no desenvolvimento de fontes alternativas de geração de energia. A alta da taxa básica de juros no país, desde a implementação do plano real, mantendo-se acima dos dois dígitos na maioria dos anos, faz com que o investidor opte por alocar seu capital em empreendimentos com retornos mais rápidos. Os investimentos em capacidade instalada de geração de energia elétrica por fontes renováveis, além de necessitarem de grande aporte de capital, são alocações com retornos de médio e longo prazo.

A burocracia e legislação do país também são confusas, juntamente com o sistema tributário, fazendo com que a evolução seja amenizada e o investimento postergado ou mesmo realocado. Veja que o campo energético se institucionalizou apenas a partir de 1995, com as privatizações emergentes, criação da ANEEL, ONS e EPE, que puderam dar solidez diretória ao setor. Além disso, programas como o Luz para Todos, foi iniciado apenas em 2003, menos de 20 anos. Iniciativa que prezou por levar energia elétrica à população rural em sua maioria.

O PROINFA, programa com objetivo de criar, incentivar e viabilizar as fontes eólica, a biomassa e PCH foi instituído somente em 2002, tendo efeitos notórios a partir da década de 2010, quando outras iniciativas puderam se alinhar ao PROINFA para desenvolvimento das fontes citadas. O programa,

obviamente, necessita de uma atualização quanto às fontes aceitas para incentivo. Desde 2017, é evidente a emersão da fonte solar no Brasil como uma das mais limpas e desenvolvidas no mundo. O PROINFA pode absorver dentro da zona de incentivo, as usinas solares fotovoltaicas, além da Micro e Minigeração Distribuída, que vem sendo incentivada por meios tributários e facilitadores desde o ano citado.

Por fim, o Mercado Livre de Energia e seus ambientes de contratação, permitem o consumidor ter a liberdade energética de escolha. Ambos, ACL e ACR, permitem os agentes do setor elétrico negociarem compra e venda de energia, competindo por preço, prazo, volume e fonte. Estudos devem ser feitos acerca das consequências de se alterar algumas regras do ambiente, como diminuição da exigência mínima de contrato, prazo mínimo de contratação, dentre outros.

Quanto à capacidade instalada para geração de energia elétrica, o país usufruiu da operação de projetos de fontes alternativas somente a partir de 2006, quando se iniciaram as primeiras usinas eólicas agregadas ao Sistema Interligado Nacional. Sobretudo, em regiões litorâneas, estudos e investimentos em capacidade instalada de energia eólica podem ter vantajosos sucessos de implementação, além de trazer renda e emprego para regiões fora dos centros econômicos brasileiros.

Além disso, as projeções do ONS são baseadas em números concretos, capazes de rumar para a maior diversificação da matriz elétrica brasileira ainda neste século.

Então, dada a formação da matriz elétrica do Brasil e os incentivos históricos que puderam estimular o incipiente desenvolvimento de novas fontes de energia, o Brasil tem potencial para evoluir o setor elétrico em toda o país. Há recursos naturais ociosos, como as eólicas offshore, além de residências e pequenas empresas capazes de se envolver com a MMGD, e, também, desenvolver e evoluir o Sistema Interligado Nacional para áreas onde não há sua presença. Essas iniciativas, além de rumarem para a diversificação da matriz elétrica brasileira e, consequentemente, seus benefícios sociais, podem planejar

um futuro mais próspero, alinhado com o desenvolvimento sustentável, às questões climáticas e ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRACEEL. **Boletins Abraceel**. 2022. Disponível em:
<https://abraceel.com.br/topicos/biblioteca/boletim/>.

ABRAMOWSKI, J.; POSORKI, R. **Wind energy in developing countries**. DEWI Magazine, n. 16, 2000, Germany.

ABREU, M; CUNHA, L; SANTOS, S; SIEBRA, A. **Fatores determinantes para o avanço da energia eólica no estado do Ceará frente aos desafios das mudanças climáticas**. REAd., v. 20, p. 274-304. Porto Alegre, 2014.

ANEEL. **Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA**. Submódulo 5.3 – 2012a.

ANEEL. **Resolução Normativa N° 482**, de 17 de abril de 2012b.

BERMANN, C. **Energia no Brasil: para quê? Para quem? Crise e alternativas para um país sustentável**. São Paulo: Livraria da Física, 2003.

BRASIL. Presidente da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Nº 10.438**, de 26 de abril de 2002.

BRASIL. Presidente da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Nº 10.762**, de 26 de abril de 2002.

BRASIL. Presidente da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Nº 10.847**, de 26 de abril de 2002.

BRASIL. Presidente da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Nº 10.848**, de 26 de abril de 2002.

BURNQUIST, H. L.; DENNY, D. M. T. **Risco de apagão e racionamento de energia elétrica: de volta para o futuro?** 2022. Disponível em:

<<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniao-cepea/risco-de-apagao-e-racionamento-de-energia-eletrica-de-volta-para-o-futuro.aspx>>.

CCEE. **Boletim Mensal – maio/22 – Leilão.** 2022. Disponível em: <<https://www.ccee.org.br/en/web/guest/dados-e-analises/dados-leilao>>.

CCEE. **Procedimentos de Comercialização.** Submódulo 3.2 – Contratos do Ambiente Regulado – 2016.

CMEB. **Ciclo de palestras: a Eletrobrás e a história do setor de energia elétrica no Brasil.** Rio de Janeiro, 1995.

CMEB. **Energia elétrica no Brasil - 500 anos.** Rio de Janeiro, 2000.

CMEB. **Panorama do setor de energia elétrica no Brasil.** Rio de Janeiro, 1988.

CMEB. **Políticas de governo e desenvolvimento do setor de energia elétrica: do Código de Águas à crise dos anos 80 (1934-1984).** Rio de Janeiro, 1995.

CPFL. **Companhia Paulista de Força e Luz. Setor Elétrico no Brasil.** 2012. Disponível em: <http://cpfl.riweb.com.br>Show.aspx?id_canal=ppnXWDY7XvCglEh8qlJmgQ>.

DI MAGGIO, P., POWELL, B. **Constructing an organization field as a professional project: U.S. Art Museum.** The new institutionalism in organizational analysis London: University of Chicago Press, 1991.

DIEESE. **Privatização da Eletrobras: risco para a soberania energética do país.** Nota técnica nº 258. 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanço Energético Nacional 2021 (BEN, 2021): Ano-base 2020.** Rio de Janeiro: EPE, 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanço Energético Nacional 2022 (BEN, 2022): Ano-base 2021.** Rio de Janeiro: EPE, 2022.

EPBR. **Como vai funcionar o bônus para racionamento de energia?** EPBR. 2021. Disponível em: < <https://epbr.com.br/como-garantir-o-bonus-de-r-50-pelo-racionamento-voluntario-de-energia/>>.

FERREIRA, A; BLASQUES, L., PINHO, J. Avaliações a respeito da evolução das capacidades contratada e instalada e dos custos da energia eólica no Brasil: do PROINFA aos leilões de energia. Revista Brasileira de Energia Solar. 2014.

FURTADO, C. Formação Econômica do Brasil. Companhia das Letras; 1ª edição. São Paulo, 2007.

GOLDEMBERG, J. Energia e desenvolvimento. Estudos Avançados, ed. 12, 1998.

GOLDEMBERG, J., LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. Estudos Avançados, ed. 59, 2007.

GOMES, J., VIEIRA, M. O campo da energia elétrica no Brasil de 1880 a 2002. Revista de Administração Pública. 2009, v. 43, n. 2.

GWEC. Global Wind Report 2022. Global Wind Energy Council. Publicado em 4 de abril de 2022.

IBGE. População. 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao.html>>.

IEA. World Energy Outlook 2022. International Energy Agency. Publicado em outubro de 2022.

IPEADATA. Taxa de Juros Nominal – SELIC. 2022. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/exibeserie.aspx?serid=38402>>.

LIMA, J. Estado e desenvolvimento do setor elétrico no Brasil: das origens à criação da Eletrobrás. 1983. 142 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Faculdade de Economia e Administração, USP, São Paulo, 1983.

MARTINS, F.; GUARNIER, R.; PEREIRA, E. **O aproveitamento da energia eólica.** São Paulo. 2012.

MORELLI, F. **Panorama Geral da Energia Eólica no Brasil.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de São Paulo. São Carlos. 2012.

NASCIMENTO, T., MENDONÇA, A., CUNHA, S. **Innovation and sustainability in energy production: the case of wind power generating system in Brazil.** Cad. Ebape, v. 10, nº 3, artigo 9, Rio de Janeiro, setembro de 2012.

NEOENERGIA. **Regulação. O novo modelo do setor elétrico.** 2012. Disponível em: <<http://www.neoenergia.com/section/regulacao.asp>>.

ONS. **Programa Mensal de Operação.** Novembro de 2022.

PINTO, P. **Projeto Centenário da Light - Paulo Roberto Ribeiro Pinto - Transcrição.** Centro da Memória da Eletricidade no Brasil. Acervo Memória da Eletricidade, Rio de Janeiro. 2005.

REIS, L. **Geração de energia elétrica.** Ed. Manole, São Paulo, 2015.

RITCHIE, H.; Roser, M.; Rosado, P. **Energy.** 2022. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/energy>>.

ROCKMANN, R.; MATTOS, L. **Curto-circuito: Quando o Brasil quase ficou às escuras (2001 – 2002).** Ed. do autor, 2021.

RODRIGUES, S; RESTREPO, C.; KONTOS, E.; PINTO, R.; BAUER, P. **Trends of offshore wind projects,** Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, Volume 49, 2015.

TCU. Tribunal de Contas da União. **Apagão elétrico custou R\$ 45 bilhões.** 2009. Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/data/pages/8A81881E77D527270177D58578A47A0E.htm>>.

UCZAI, P.; TAVARES, W.; QUEIROZ, A. **Energias renováveis: riqueza sustentável ao alcance da sociedade.** Brasília, DF: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012.

UNITED NATIONS. **COP26: Global perspective Human stories.** 2022. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/tags/cop26>>.

WALISIEWICZ, M. **Energia alternativa: solar, eólica, hidrelétrica e de biocombustíveis.** São Paulo: Publifolha, 2008.