unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

LUCAS MASSAHIKO YAMADA

Os desafios da segurança energética: um estudo conceitual e analítico comparado entre Brasil e Japão

Guaratinguetá - SP
2022

Lucas Massahiko Yamada

Os desafios da segurança energética: um estudo conceitual e analítico comparado entre Brasil e Japão

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Averaldo Bimestre
Co-orientador: Prof. Dr. Celso Eduardo Tuna

Guaratinguetá - SP
2022

Yamada, Lucas Massahiko

Y11d Os Desafios da segurança energética: um estudo conceitual e analítico comparado entre Brasil e Japão / Lucas Massahiko Yamada – Guaratinguetá, 2022.

68 f. : il.

Bibliografia: f. 65-68

Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Averaldo Bimestre

Coorientador: Prof. Dr. Celso Eduardo Tuna

1. Sistemas de energia elétrica - Proteção. 2. Energia elétrica - Consumo.
3. Política energética. I. Título.

CDU 620.9

Luciana Máximo

Bibliotecária CRB-8/3595

unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

LUCAS MASSAHIKO YAMADA

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE DO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM ENGENHARIA MECÂNICA"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Prof. Dr. CELSO EDUARDO TUNA
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. THIAGO AVERALDO BIMESTRE
Orientador/UNESP-FEG

Prof. Me. FERNANDO HENRIQUE M. ARAÚJO
UNESP-FEG

Profa. Dra. ELIANA VIEIRA CANETTIERI
UNESP-FEG

Março de 2022

DADOS CURRICULARES

LUCAS MASSAHIKO YAMADA

NASCIMENTO	16.10.1998 – São Roque / São Paulo - Brasil
FILIAÇÃO	Ricardo Hatsuo Yamada Nair Naruse Yamada
2016/2022	Graduação em Engenharia Mecânica Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – FEG Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

dedico este trabalho a todos os que me apoiaram ao longo da minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, e por ter me dado forças para vencer os desafios.
Aos meus pais, irmã e família, por todo o apoio incondicional.
Aos meus amigos por todos os momentos e aprendizados.
A todos os professores pelo apoio e dedicação.

“Meu celeiro foi destruído pelo fogo e agora posso ver a lua.”

Ditado Japonês

RESUMO

O objetivo deste trabalho é realizar uma comparação entre o Brasil e o Japão em relação aos desafios da segurança energética, bem como as soluções encontrada por cada país para desenvolver a segurança energética, na construção deste trabalho foram analisados fatores históricos relevantes para ambos os países no tocante ao histórico do setor energético, para descrever as mudanças no cenário energético bem como os impactos do mesmo, da mesma forma, o conceito de segurança energética foi analisado a partir de conceitos de fontes oficiais bem como fontes acadêmicas, levando em conta as características intrínsecas de cada país, por fim, foram analisadas as perspectivas assim como os desafios de cada país para obter uma matriz energética mais renovável, levando em conta os impactos que essas mudanças ocasionarão na segurança energética.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança energética. Matriz energética. Brasil. Japão. Suprimento de energia.

ABSTRACT

The objective of this present work is to carry out a comparison between Brazil and Japan in relation to the challenges of energy security, as well as the solutions found by each country to develop energy security, in the construction of this work, historical factors relevant to both countries regarding the history of the energy sector were analyzed, in order to describe the changes in the energy scenario as well as its impacts, likewise, the concept of energy security was analyzed based on concepts from official sources as well as academic sources, taking into account the intrinsic characteristics of each country, finally, the perspectives as well as the challenges of each country to obtain a more renewable energy matrix were analyzed, taking into account the impacts that these changes will cause on energy security.

KEYWORDS: Energy security. Energy matrix. Brazil. Japan. Energy supply.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução das emissões de GEE (MtCO2e).....41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cenários alternativos para matriz elétrica de 2030 17
Figura 2 - Cenários alternativos para a matriz elétrica japonesa de 2030 37
Figura 3 - Base da Transição Energética 40
Figura 4 – Projeção para a Matriz Energética Brasileira em 2030 42
Figura 5 - Capacidade média de importação/exportação dos subsistemas 45
Figura 6 - Índice de autossuficiência energética do Japão 52
Figura 7 - Combustíveis fósseis importados pelo Japão em 2019 52
Figura 8 - Histórico de Variação do Preço da Eletricidade 53
Figura 9 - Histórico de Preços dos Combustíveis Fósseis 54
Figura 10 - Projeções de Consumo de Petróleo 56
Figura 11 – Mudanças na capacidade instalada de energia renovável 58
Figura 12 – Projeção para a Matriz Energética Japonesa em 2030 59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Custos de implementação de geração de eletricidade 43

LISTA DE SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CNP	Conselho Nacional do Petróleo
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
EUA	Estados Unidos da América
FHC	Fernando Henrique Cardoso
FIT	*Feed-in Tariff*
FNE	Fundo Nacional de Eletricidade
IEA	*International Energy Agency*
GEE	Gases do Efeito Estufa
GNL	Gás Natural Liquefeito
GOJ	*Government of Japan*
JNOC	*Japan National Oil Company*
LDP	*Liberal Democratic Party*
MAE	Mercado Atacadista de Energia
MEN	Matriz Energética Nacional
METI	*Ministry of Economy, Trade and Industry*
MME	Ministério de Minas e Energia
NEDO	*New Energy Development Organization*
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
PDE	Plano Decenal de Expansão de Energia
PIB	Produto Interno Bruto
PNE	Plano Nacional de Energia
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNPB	Plano Nacional de Produção de Biodiesel
PPT	Programa Prioritário de Termelétricas
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
SIN	Sistema Integrado Nacional
UE	União Europeia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO 14
1.2 OBJETIVOS E QUESTÕES DE PESQUISAS 15
1.3 OBJETIVO GERAL 15
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 16
1.5 DELIMITAÇÃO DE PESQUISA 16
1.6 JUSTIFICATIVA 16
2 REFERENCIAL TEÓRICO 19
2.1 SEGURANÇA E O SETOR ENERGÉTICO 19
3 DESENVOLVIMENTO 23
3.1 ESTRATÉGIAS DA SEGURANÇA ENERGÉTICA BRASILEIRA 23
3.1.1 Autonomia Energética 23
3.1.2 Diversificação Energética e Integração Energética Regional 26
3.2 ESTRATÉGIA DA SEGURANÇA ENERGÉTICA JAPONESA 31
3.2.1 Garantia dos suprimentos energéticos 31
3.2.2 Diversificação e Eficiência Energética 33
3.3 DESAFIOS DA SEGURANÇA ENERGÉTICA NO BRASIL 39
3.3.1 Transições Energéticas 39
3.3.2 Problemas Estruturais 44
3.3.3 Eficiência e Inovação Energética 46
3.4 DESAFIOS DA SEGURANÇA ENERGÉTICA NO JAPÃO 49
3.4.1 Alta dependência de recursos oriundos do exterior 51
3.4.2 Expansionismo Chinês 55
3.4.3 Transição Energética 57
3.4.4 Política Nuclear Pós-Fukushima 60
4 CONCLUSÃO 63
REFERÊNCIAS 65

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Por mais que os primeiros estudos voltados para a segurança energética serem do século XX, a segurança energética sempre foi em menor ou maior grau, uma preocupação para a sociedade humana. Responsável por manter a sociedade ativa, o insumo começou a ter um papel estratégico a partir do início do século XIX ao ponto de se tornar uma questão de segurança nacional (Coutinho, 2018).

A energia está presente, nas mais diversas atividades humanas, desde o simples ato de ascender as luzes até as complexas linhas de produção industrial. A interrupção no fornecimento energético pode afetar não apenas a atividade econômica de um país, mas trazer prejuízos ao bem-estar da população, a ponto de abalar até mesmo a sua estabilidade social. Tão acostumados estão os indivíduos a um mundo com energia, que chega a ser difícil imaginar a vida sem esse insumo essencial (Nina, 2020).

Tendo em vista a transversalidade da energia, é notório a importância da segurança energética dentro de um planejamento energético, buscando adequar as necessidades da sociedade com as limitações ambientais, econômicas e energéticas.

Todo país possui as suas próprias limitações, o Japão, por exemplo, possui uma alta dependência nos recursos energéticos externos, de acordo com o balanço do governo japonês, em 2018 o Japão importou 88% de toda energia consumida. Porém, mesmo com as suas limitações o país asiático conseguiu se desenvolver no decorrer dos anos, visto que atualmente é o 3° país com maior PIB mundial (Strategic Energy Plan, 2018).

Também é notório a vulnerabilidade deste país em relação à cataclismas, visto que o país está sujeito a terremotos e tufões. Atualmente, no contexto da transição energética para uma matriz energética com menor emissão de carbono, o Japão vive um grande dilema, pois o país asiático é altamente dependente de combustíveis fósseis, desta forma o país oriental deverá encontrar um equilíbrio entre as necessidades ambientais e econômicas e as premissas da segurança energética, visto que muitas fontes renováveis possuem uma geração intermitente, ocasionando uma baixa previsibilidade na oferta energética (Strategic Energy Plan, 2018).

Por sua vez, o Brasil é um país rico em recursos naturais e com baixa dependência externa, todavia mesmo em um contexto positivo em relação aos recursos energéticos, o país vive um momento de escassez hídrica que acaba impactando diretamente e indiretamente a sociedade.

Levando em consideração a situação hídrica do Brasil em 2021, na qual o sistema interligado nacional (SIN) registrou a pior afluência em 91 anos. É de suma importância a discussão dos impactos da alta dependência brasileira em recursos hidrelétricos. Com os reservatórios comprometidos o governo teve que acionar usinas termelétricas, cujo custo elevado acarretou em um aumento no preço da eletricidade.

Talvez a consequência mais visível da crise hídrica, são os impactos econômicos e sociais. Segundo um estudo publicado pela confederação nacional da indústria (CNI), em 2021 o Brasil perderá R$ 8,2 bilhões de reais no PIB, em decorrência do aumento no custo da eletricidade, para 2022 a estimativa é de uma perda de R$ 14,2 bilhões de reais. Por sua vez, o mercado de trabalho também sofrerá reflexos da inflação, com a CNI prevendo uma perda de 166 mil empregos no final de 2021 em comparação à quantidade de pessoas ocupadas entre abril e junho de 2021 (Forbes, 2021).

É sob esse pretexto descrito acima que a segurança energética se faz necessária, no devido trabalho iremos desenvolver o conceito de segurança energética no capítulo 2, realizando uma revisão da literatura, por sua vez no capitulo 3, iremos realizar a contextualização do tema nas perspectivas brasileira e japonesa, analisando as principais estratégias tomadas por esses países visando o desenvolvimento da segurança energética, assim como os principais desafios enfrentados por esses países no tocante a esse tema.

1.2 OBJETIVOS E QUESTÕES DE PESQUISAS

Seguindo os argumentos apresentado na introdução, propõe-se as seguintes questões de pesquisa:

- Quais são os principais desafios enfrentado pelo Brasil e o Japão em relação à segurança energética?
- Quais soluções encontradas por esses países, visando o desenvolvimento da segurança energética?

1.3 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como finalidade executar uma comparação entre o Brasil e o Japão no tocante ao tema de segurança energética, abordando a construção histórica do setor energético, o conceito da segurança energética, bem como os desafios e as soluções encontradas por esses países referentes a esse tema.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para a realização deste trabalho foram considerados uma variedade de requisitos resultando nos seguintes objetivos específicos apresentados a seguir:

1- Buscar os principais desafios referentes à segurança energética enfrentados por cada país.
2- Encontrar as soluções propostas por cada nação em relação aos problemas de segurança energética.

1.5 DELIMITAÇÃO DE PESQUISA

Este projeto está limitado ao estudo da segurança energética bem como os assuntos que a interferem, especificamente questões energéticas e políticas. O desenvolvimento do conceito de segurança energética será realizado a partir de conceitos universais, porém o desenvolvimento do trabalho estará focado no estudo do Brasil e do Japão no tocante à segurança energética.

Os resultados referentes ao balanço energético são tradicionalmente emitidos pelos órgãos competentes anualmente. Deste modo, nesta pesquisa foram utilizados dados obtidos de órgãos nacionais competentes bem como organizações internacionais ligadas ao setor energético.

1.6 JUSTIFICATIVA

O conceito de segurança energética é dinâmico e evolui de acordo com as circunstâncias, seu significado está atrelado as circunstâncias especiais de um país, como o nível de desenvolvimento econômico, as percepções de riscos, bem como a robustez de seu sistema energético e as questões geopolíticas (ANG; CHOONG, 2015).

Por sua vez, o conceito de segurança energética sempre vem à tona em momentos de crises energéticas, diversos países sofreram reveses referente à segurança energética seja por razões geopolíticas ou por causa de catástrofe naturais.

O Japão é um país localizado em um arquipélago que está exposto à diversos cataclismas, pobre em recursos naturais e necessita importar grande parte de sua fonte energética, ficando exposto à diversos riscos de ordem global. Todos esses fatores tornam a segurança energética uma das principais prioridades do governo japonês (VIVODA, 2012).

Por outro lado, o Brasil é um país rico em recursos naturais e com baixo índice de cataclismas, porém possui uma matriz elétrica extremamente dependente do regime hídrico. Desta forma, a diversificação da matriz elétrica é necessária para garantir e aumentar a segurança energética (PAIVA; CASTRO; LIMA, 2017).

Levando em conta a atual situação energética do Brasil e suas consequências tanto econômicas quanto sociais, o devido trabalho tem como objetivo analisar a evolução histórica do conceito de segurança energética do Brasil e do Japão, dois países opostos em relação à recursos energéticos, assim como as soluções encontradas por cada país no tocante à crise energética.

Ao analisar o volume de artigos com a palavra-chave *"*energy security*"* apenas, como apresentado na Figura 1, é visível o aumento no volume de artigos publicados nos últimos 30 anos. Com isso, verifica-se que há representativa base teórica referente ao assunto, bem como interesse acadêmico.

Figura 1 - Cenários alternativos para matriz elétrica de 2030



Fonte: Scopus (Elsevier, 2021)

A importância deste trabalho pode ser verificada pela busca do entendimento quanto ao contexto atual do setor elétrico brasileiro, sabendo do impacto da escassez de chuvas na sociedade tanto em relação à efeitos inflacionários como em relação à possíveis racionamentos energéticos. Um planejamento energético eficiente, buscando o desenvolvimento da segurança energética nacional, se torna algo essencial para o desenvolvimento nacional. Realizar uma análise da segurança energética em um país vulnerável e pobre em recursos naturais, oposta a

situação brasileira, como é o caso do Japão, pode ser de interesse acadêmico, podendo ser utilizado na compreensão de questões relacionadas às transições da matriz energética mundial.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SEGURANÇA E O SETOR ENERGÉTICO

Historicamente, o envolvimento de temas energéticos com a segurança sempre esteve relacionado com o fornecimento estável de recursos energéticos. No início do século XX, o fornecimento estável de recursos energéticos era vital para o sucesso militar dos países beligerantes. Com os avanços tecnológicos o carvão foi gradativamente substituído pelo petróleo, assim o mesmo se tornou o principal insumo energético mundial, pôr consequência, as primeiras percepções a respeito da segurança energética estariam relacionadas a capacidade de garantir o fornecimento de petróleo (Nina, 2020).

Com as crises do petróleo nos anos de 1970, ficou evidente o impacto da escassez de recursos energéticos no sistema econômico. Com a diminuição da oferta desta comodity o preço do barril do petróleo sofreu uma enorme pressão inflacionária provocando a instabilidade do sistema econômica global, expondo a fragilidade da cadeia de fornecimento do petróleo o que acabou acarretando em políticas externas agressivas por parte dos países consumidores, como a doutrina Carter, na qual os EUA se comprometeriam a defender os seus interesses energéticos utilizando, se necessário, de meios militares (Nina, 2020).

Logo após a crise energética da década de 70, surge a primeira definição da segurança energética, proposta pelo norte-americano Mason Willrich (AZZUNI; BREYER, 2018). O autor dividiu o conceito em duas definições, um para os países importadores de energia e outro para os países exportadores. Para os países importadores, segurança energética estaria atrelada à garantia do fornecimento de energia para manter a economia nacional em um nível estável. Por sua vez, para os países exportadores, a definição do termo estaria ligada a soberania sobre os recursos naturais, o acesso aos mercados energéticos e a segurança financeira para os investimentos relacionados aos ganhos da comercialização de recursos energéticos (Coutinho, 2019).

Após as crises do petróleo, diversos países investiram em diversificação de sua matriz energética buscando desta maneira diminuir a dependência por petróleo. Uma outra reação a essa crise foi a criação da agência internacional de energia (AIE), cujo principal papel na época era de reduzir a vulnerabilidade dos importadores de petróleo, estimulando a produção doméstica e a construção de estoques estratégicos, sendo esta mesma organização a responsável pela popularização do conceito de segurança energética como “a disponibilização de fontes energéticas de maneira ininterrupta a preços acessíveis” (Nina, 2020).

No início do século 21, a literatura de pesquisa começou a fornecer definições mais precisas a respeito do tema e ao mesmo tempo a pesquisa de energia começou a possuir um envolvimento maior de organizações internacionais como o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e a Agência Internacional de Energia (AIE), diversas dimensões foram adicionadas ao conceito de segurança energética como a confiabilidade do fornecimento e o meio-ambiente. A tendencia de se adicionar novas dimensões à definição da segurança energética continuou nos anos seguintes, fazendo com que o conceito de segurança energética se tornasse cada vez mais abrangente à medida que os pesquisadores descobriam mais dimensões relevantes (AZZUNI; BREYER, 2018).

Diversos autores tentaram reformular a definição de segurança energética visando a sua simplificação, porém resultaram em conceitos que abrangiam apenas uma parte do setor energético ou em outros casos eram conceitos muito abrangentes, porém com uma ideia vaga. Todo o esforço seja para adicionar novas dimensões e parâmetros ao conceito, seja para simplificar o mesmo, acabou gerando um aumento gradativo na quantidade de definições do assunto, expondo consequentemente as divergências que a comunidade cientifica possui em relação ao tema (AZZUNI; BREYER, 2018).

Em vista disso, Chester (2009, p.893) esclarece que o conceito de segurança energética é polissêmico por natureza, pois o mesmo possui muitos significados possíveis, ao mesmo tempo que pode ser construída em múltiplas dimensões e assume definições especificas, variando por país, período de tempo ou fonte de energia.

Dessa forma, é preciso destacar que o significado de segurança energética varia de país a país de acordo com a sua localização geográfica, relações geopolíticas, seu sistema político e sua situação econômica. Por sua vez, as condições energéticas inerentes a cada país assim como as suas vulnerabilidades energéticas acarretam em variações no entendimento do conceito (KORIN; LUFT, 2009).

Assim sendo, Nina (2020) destaca que:

> Importa perceber, em outras palavras, que a segurança energética deve ser entendida como um conceito contextual e dinâmico, a variar de acordo com circunstâncias como o grau de desenvolvimento econômico, a percepção de risco, a natureza do sistema energético em funcionamento e a posição geopolítica do país considerado. Não surpreende, pois, que diferentes países adotem enfoques específicos sobre o tema. França, Japão e Finlândia, por exemplo, ao ancorarem suas matrizes energéticas em fontes nucleares, sacrificam a questão do preço e da aceitabilidade social da energia em favor da confiabilidade e sustentabilidade da produção. A União Europeia tende a conferir mais ênfase à sustentabilidade ambiental e à acessibilidade em termos de preços. China e EUA tradicionalmente priorizam a estabilidade na oferta de energia; a Índia aposta suas fichas na necessidade de assegurar preços baixos a uma população ainda carente de bens energéticos. (Nina, 2020, p. 32-33)

Vale destacar que estudos de revisão a respeito desse tema foram realizados no decorrer dos anos, Ang, Choong e Ng (2015) identificaram sete dimensões relevantes a respeito da segurança energética: disponibilidade, infraestrutura, preço da energia, efeitos sociais, meio ambiente, governança e eficiência energética. Por sua vez, Azzuni e Breyer (2018) identificaram 15 principais dimensões: disponibilidade; diversidade; custo; tecnologia e eficiência; localização; prazo ou período; resiliência; meio ambiente; saúde; cultura; conhecimento e acesso à informação; emprego; políticas; força militar; e segurança cibernética. (Coutinho, 2018).

Por outro lado, Ciută (2010) destaca que o conceito de segurança energética pode ser banalizado, pois a sua difusão poderá levar a dúvidas a respeito de sua importância. Para o autor existem três logicas que estão em circulação a respeito desse tema: a lógica da guerra, lógica da subsistência e a lógica segurança total.

Partindo do pressuposto que os recursos energéticos são limitados e escassos, a lógica da guerra expõe a energia como uma causa e um instrumento de guerra entre as nações. Seu conceito está diretamente relacionado ao princípio da sobrevivência, na qual o seu objetivo é a sobrevivência perante as ameaças existenciais. Pode-se notar que essa definição está dentro do conceito tradicional de segurança, em que o estudo de segurança é focado no uso da força, da guerra e do conflito. Na lógica da guerra, a luta por energia se mistura com outros conflitos como a luta por poder, mercado ou recursos minerais, transformando a energia em um recurso como qualquer outro, eliminando consequentemente as particularidades que envolvem este recurso. Por sua vez, a crescente competição global por recursos naturais irá militarizar as discussões de políticas enérgicas, acarretando em relações geopolíticas baseadas na busca militarizada por recursos (Ciută, 2010).

Por outro lado, a lógica da subsistência é fundamentada no fato de que a energia é um recurso que todos necessitam, ao mesmo tempo que ela possui sentidos distintos para diferentes atores. Na percepção desta logica, a segurança energética é caracterizada como um objetivo de política pública, pois a ausência energética levará diversos setores da sociedade à disfunção. Para compreendermos melhor essa lógica é necessária entender que em sua visão o domínio da segurança energética é disperso e segregado, sendo essa segregação notada em três aspectos: o tipo de recurso energético, o setor da atividade, e o tipo de atores. Pode-se notar que em cada segregação haverá uma abordagem diferente em relação ao tema. Ao mesmo tempo, a multiplicidade de atores com diversos interesses e preferências faz com que a dinâmica da política energética se torne ainda mais complexa e difusa, visto que muitas das políticas governamentais são reflexos de movimentos lobistas. Desta forma, na lógica da subsistência a

segurança energética não está uniformemente estruturada e sua análise pode ser fragmentada de acordo com as peculiaridades de cada setor permitindo assim, que as soluções para os problemas energéticos possuam alternativas especificas para cada contexto (Ciută, 2010).

Por último, a lógica da segurança total parte do princípio que a energia permeia todas as atividades humanas, assim sendo de extrema importância para garantir a infraestrutura e a cadeia de suplementos energéticos. Pensar em segurança energética na perspectiva desta logica é enxergar a segurança energética como a segurança de tudo: extração, distribuição, oferta e demanda. Por sua vez, a reflexividade da segurança energética permite-nos perceber que boa parte dos problemas no âmbito da segurança energética ocorre em decorrência dos nossos próprios atos, uma vez que a insegurança energética é um reflexo das ações dos próprios autores envolvidos. Um exemplo disto, é que consumidores poderão gerar insegurança energética de acordo com os seus padrões de consumo (Ciută, 2010).

Compreendendo melhor a complexidade do tema, podemos verificar que não podemos limitar as ações práticas da segurança energética a situações genéricas e homogêneas, uma compreensão das peculiaridades de cada situação se faz necessária para se obter um resultado satisfatório.

O conceito de segurança energética é dinâmico e evolui de acordo com as circunstâncias, seu significado está atrelado ao contexto que cada país está inserido, como o nível de desenvolvimento econômico e energético e questões geopolíticas (ANG; CHOONG, 2015). Por essa razão, neste devido trabalho toda a análise entre os países estudados, deverá ser pautado de acordo com as condições especificas que cada país está inserido. Na próxima seção, apresentaremos as principais estratégias da segurança energética na perspectiva brasileira e japonesa.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 ESTRATÉGIAS DA SEGURANÇA ENERGÉTICA BRASILEIRA

O Brasil é um dos poucos países do mundo capaz de aliar diversificação e autonomia energética com uma produção de energia sustentável e barata. Todavia limitações econômicas e produtivas obrigam o país a reter-se em favor de fontes abundantes e baratas em detrimento de fontes alternativas com um custo maior (Oliveira, 2012).

Apesar das diversas rupturas políticas que o planejamento energético brasileiro enfrentou no decorrer dos anos, podemos notar que a estratégia voltada para a segurança energética estava diretamente ligada ao crescimento econômico e social. Sabendo da importância estratégica das fontes energéticas no desenvolvimento nacional, o país não poupou esforços para tornar-se o mais autossuficiente possível. A autossuficiência energética foi um objetivo da política energética brasileira em diversos períodos da história, sendo responsável pelos investimentos na prospecção de fontes petrolíferas nacionais, além da construção de grandes hidrelétricas (Oliveira, 2012).

3.1.1 Autonomia Energética

A introdução e o crescimento da indústria manufatureira no Brasil no início do século XIX, provocou uma transformação no consumo energético nacional, expondo desta forma a precária estrutura energética do país, investimentos. Tendo em vista esta necessidade e o fato de que o investimento em infraestrutura energética necessitava de investimentos volumosos e com alto risco, caberia ao estado ou ao capital internacional realizar este esforço (Araújo; Oliveira, 2003).

As primeiras centrais hidrelétricas marcaram a vinda da energia elétrica ao Brasil. As primeiras estações geradoras eram pequenas e buscavam abastecer a indústria e a iluminação pública. O capital privado nacional, bem como os investimentos de municípios e estados foram fundamentais para a construção das primeiras infraestruturas do setor elétrico brasileiro, desenvolvendo a geração, transmissão e distribuição da energia elétrica. Com a vinda das empresas internacionais, houve uma desnacionalização do setor elétrico brasileiro, uma vez que as extensas aquisições feitas por essas empresas, fizeram com que as empresas nacionais, representadas pelas pequenas concessionarias, não conseguissem concorrer contra esses grandes grupos (Viana, 2004).

Após as crises de 1929 e o crescimento do nacionalismo no Brasil, muitos começaram a questionar o domínio do capital transnacional no setor elétrico, desta forma Getúlio Vargas criar medidas regulatórias no setor. Vale destacar que em governos anteriores não havia uma preocupação em planejar e regular o setor, porém após estas medidas, a indústria da eletricidade tornou-se subordinado ao controle e fiscalização do governo federal, visto que com a criação do Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica houve uma nacionalização dos serviços, restringindo sua concessão a brasileiros ou empresas organizadas no país (Viana, 2004).

Por outro lado, criou-se um grande impasse, pois o governo não possuía capital, tecnologia e capacidade de gestão necessárias para desenvolver e ampliar os serviços públicos de eletricidade ao mesmo tempo que as empresas estrangeiras não conseguiam obter melhores tarifas em razão do clima de incertezas políticas oriundas do crescimento de forças nacionalistas. A solução para esse impasse veio com a criação das primeiras companhias concessionárias estaduais (Lorenzo, 2001).

Durante a II guerra mundial, a crise no fornecimento da gasolina e de outros derivados do petróleo contribuíram para o posicionamento nacionalista da época. O controle de setores industriais estratégicos era essencial para o desenvolvimento nacional, desta forma uma campanha para nacionalizar as refinarias começou. Os setores populares e nacionalistas defendiam a nacionalização dos recursos petrolíferos, com esse viés se criou o movimento “O Petróleo é Nosso!”, que marcou o nascimento da busca pela autonomia energética como estratégia energética (Oliveira, 2012).

Com o crescimento do nacionalismo econômico, as perspectivas de controle nacional sobre os recursos naturais e a ideia de o estado como provedor de desenvolvimento através de investimentos estatais ganharam força, criando a base para uma política nacionalista e estatizante. Com a volta de Getúlio Vargas ao poder em 1950, havia a necessidade de se resolver o impasse do petróleo nacional, uma vez que existia uma pressão por parte dos nacionalistas em nacionalizar a extração de petróleo no Brasil. Desta forma, no dia 3 de outubro de 1953, foi sancionada, pelo então presidente da época, Getúlio Vargas, a lei n° 2004, na qual foi definida o monopólio estatal no petróleo, as atribuições do conselho nacional do petróleo (CNP) e a criação da Petrobrás (Araújo; Oliveira, 2003).

O monopólio estabelecido pelo estado à Petrobrás, possuía um objetivo bem claro na época: diminuir a pressão sobre a balança comercial, ocasionada pela importação de derivados de petróleo. A estratégia do monopólio era de obter uma vantagem competitiva nas negociações no mercado internacional de petróleo, pois isto aumentava o poder de barganha da empresa, permitindo negociar a compra de petróleo a preços e fretes menores. Todo o esforço para o

desenvolvimento da produção de derivados de petróleo, acarretou na autossuficiência da produção nacional, permitindo ao Brasil, exportar derivados de petróleo a partir da década de 80 (Dias; Quaglino, 1993).

Por sua vez, todo o investimento direcionado a construção de infraestrutura, estimulou o desenvolvimento de tecnologia e a produção nacional de equipamentos, exercendo um papel importante no processo desenvolvimento do setor de bens de capital. Sabendo da necessidade da autossuficiência na produção de petróleo nacional, a Petrobrás investiu em capacitação tecnológica e em recursos humanos, resultando na descoberta de reservas do hidrocarboneto no mar, o fato da empresa ser estatal foi de extrema importância para esta descoberta, pois o investimento na prospecção bem como na extração de petróleo no mar, possui um alto risco, dificultando o interesse do setor privado neste segmento (Dias; Quaglino, 1993).

Mesmo sofrendo com interferências estatais como o controle de preços visando o controle inflacionário e os subsídios ao setor privado com os recursos da empresa, a Petrobrás vem demonstrando uma alta resiliência, apresentando lucro recorrente, além de possuir uma alta capacidade de autofinanciamento. A empresa sempre demonstrou ser estratégica, pois está frequentemente envolvida nos principais acontecimentos políticos do país, bem como nas decisões econômicas (Dias; Quaglino, 1993).

A partir de então, a perspectiva nacionalista do papel do Estado na atividade energética, juntamente com as empresas estatais produzindo grandes obras, permitiu a substituição gradual das empresas estrangeiras por empresas estatais no setor elétrico brasileiro. Com a elaboração do primeiro Plano Nacional de Eletrificação, que identificava a necessidade de integrar regiões elétricas por meio de sistemas de transmissão e estimava o volume dos recursos necessários ao investimento, criou-se o Fundo Nacional de Eletricidade (FNE) e a Eletrobrás. (Lorenzo, 2001).

Após a sua criação, a Eletrobrás vem desempenhando um papel fundamental no setor elétrico nacional. A empresa tornou-se o principal agente na nova estrutura produtiva e financeira do setor de energia elétrica, expandindo a capacidade geradora e o volume de investimentos aplicados no setor. (Viana, 2004).

Neste sentido, Viana (2004) destaca que:

> Neste período, o posicionamento da Eletrobrás no setor elétrico nacional foi pautado por quatro itens: prioridade atribuída à opção hidráulica em oposição à termoelétrica; estratégia de construir grandes usinas geradoras de alcance regional em termos de mercado consumidor; constituir-se em holding estatal; constituir um padrão de financiamento do setor elétrico conjugando recursos de diferentes fontes: tarifária, impostos, empréstimos compulsórios e empréstimos do sistema financeiro internacional. (Viana, 2004, p. 11).

A prioridade dada à fonte hidrelétrica fica evidente se analisarmos a matriz elétrica nacional, de acordo com o balanço energético nacional, no ano de 2020 as fontes hidrelétricas correspondiam a 62,5% da capacidade de produção elétrica instalada, expondo desta forma a dependência que o Brasil possui desta fonte.

A Petrobrás e a Eletrobrás vêm desempenhando, desde a sua criação, um papel fundamental no mercado energético nacional. Vale ressaltar que a Petrobrás desenvolveu tecnologias de extração de petróleo a altas profundidades, permitindo a descoberta de vastas reservas no Brasil, por sua vez, a Eletrobrás estruturou o sistema elétrico brasileiro, interconectando sistemas de geração, permitido desta forma o uso racional do potencial hidrelétrico brasileiro (Araújo; Oliveira, 2003).

Pode - se dizer que essa primeira fase da estratégia energética nacional foi relativamente um sucesso, embora o país não tenha conseguido eliminar a sua dependência pelo petróleo importado esta fragilidade foi reduzida gradualmente no decorrer dos anos. Durante esse período, a estratégia de autossuficiência energética foi a principal ferramenta para fortalecer a segurança energética nacional. Por sua vez, a percepção nacionalista dos governos da época, contribuíram para a nacionalização de empresas energéticas dos setores petrolíferos e de geração e distribuição de energia elétrica, seguido pela criação de grandes corporações especializadas nestes dois campos energéticos (Oliveira, 2012)

3.1.2 Diversificação Energética e Integração Energética Regional

A instabilidade causada pelas crises do petróleo, mostrou ao mundo a vulnerabilidade dos países importadores de petróleo, na qual o Brasil faz parte. No final da década de 70, o país conseguia produzir menos de 20% do consumo interno de petróleo, além de todo o risco geopolítico em torno da dependência energética no Oriente Médio, havia o risco econômico, uma vez que com o aumento gradativo do preço do petróleo, o mesmo começou a gradativamente ter um peso maior no valor das importações brasileiras (Barat; Nazareth, 1984).

Em decorrência do primeiro choque do petróleo, o Brasil modificou drasticamente sua estratégia de segurança energética, a busca pela diversificação energética, tanto em relação a geração como aos fornecedores, passou a ser um imperativo nas políticas energéticas nacionais (Oliveira, 2012).

Após o primeiro choque do petróleo, o governo brasileiro não possuía informações necessárias para avaliar a gravidade e a extensão da crise, apenas no período posterior a 1975, o governo brasileiro, após uma avaliação dos impactos da crise a nível nacional e internacional,

tomou medidas para reduzir o consumo de combustíveis derivados do petróleo, assim como a busca por alternativas ao petróleo importado (Barat; Nazareth, 1984).

Na visão de Barat et. al. (1984), as principais medidas tomadas pelo governo brasileiro concentravam-se nos seguintes aspectos:

> - Intensificação de estudos de potencial e prospecção de novos poços de petróleo pela PETROBRÁS, buscando aumentar a produção interna de petróleo.
> - Assinatura do acordo de cooperação no campo do uso pacifico da energia nuclear, entre os governos do Brasil e da República Federal da Alemanha.
> - Desenvolvimento de estudos sobre a utilização de carvão mineral nacional, bem como a prospecção de nova fontes da mesma.
> - Construção de novas usinas hidrelétricas, além do estudo realizado pela ELETROBRAS para o aproveitamento de quedas d'água consideradas até o momento inviáveis economicamente.
> - Implementação do Programa Nacional do Álcool, assim como os programas de adaptação dos motores de combustão interna para a combustão do álcool.
> - Medidas de racionalização no uso de derivados de petróleo, através de limitação à velocidade nas estradas, políticas de preço, incentivo ao uso de transporte coletivo e limitação no uso de automóveis nas cidades.
> - Investimento no desenvolvimento de novos projetos de aproveitamento de novas fontes energéticas coordenados por órgãos governamentais como o CNPq, BNDES, entre outros (Barat et. al, 1984, p. 205).

Para o autor, a maioria dos projetos e programas foram realizadas de forma isolada, pois cada um buscava uma contribuição própria para a solução do problema energético, sendo assim houve pouca coordenação das entidades competentes. Porém, sabendo da necessidade de um planejamento nacional bem elaborado, o Estado definiu um modelo energético que conseguisse formular uma estratégia global, buscando alternativas em relação aos desafios energéticos (Barat; Nazareth, 1984).

A partir da década de 80, o planejamento energético começou a buscar a diminuição da participação direta do Estado no setor, substituindo-a por uma função de agente regulador e financiador (Viana, 2004). Com a crise da dívida em 1981-1982 e a recessão econômica, o Estado teve que diminuir os recursos voltados para o investimento no setor elétrico. A partir da década de 1975, as empresas estatais do setor elétrico começaram a controlar os repasses inflacionários nos valores de suas tarifas, visando conter o crescimento inflacionário, além disso, buscando manter os níveis de crescimento econômico, o governo induziu as empresas estatais do setor elétrico, a um processo de endividamento que culminaria com a inadimplência e a perda de eficiência setorial (Lorenzo, 2001).

Por sua vez, o endividamento progressivo das empresas estatais culminou em uma situação extremamente complicada para o setor elétrico. Na década de 1990, o Estado não possuía a capacidade de investir no setor e da mesma forma, as suas empresas endividadas se

encontravam incapacitadas de dar continuidade aos planos de expansão. Com o risco crescente da falta de energia elétrica e os problemas financeiros das empresas estatais, as privatizações eram vistas como uma das alternativas ideais para a amenização dos problemas (Lorenzo, 2001).

A partir desta premissa, o governo brasileiro começou a concentrar esforços nas atividades de regulação do mercado, preterindo a formulação de políticas energéticas e as atividades de planejamento energético. Nos anos do governo Fernando Henrique Cardoso, o Brasil passou por profundas transformações no setor elétrico. Em seu governo foram implementadas: a livre concorrência, regulação e fiscalização do setor elétrico para atrair o capital privado, privatizações no setor de distribuição de energia elétrica, criação do programa de termelétricas (Programa Prioritário de Termelétricas - PPT), implantação do mercado atacadista de energia (MAE) e a criação da agência nacional de energia elétrica (ANEEL) como agente regulador do setor (Viana, 2004).

Foi também no governo de FHC que se acabou com o monopólio estatal na exploração de petróleo. Através da lei n. 9.478/1997, o governo abriu o mercado petrolífero nacional para as empresas estrangeiras, assim como iniciou o processo de privatização da PETROBRÁS. Durante esse período, diversos leilões de óleo e gás foram realizados, vendendo aproximadamente a metade das áreas com potencial de extração petrolífera (Oliveira, 2012).

Porém, a etapa de privatizações das refinarias foi a mais problemática, visto que ao desmembrar o sistema petroquímico nacional em diversas empresas, a capacidade de tomada de decisão do governo foi afetada no setor petroquímico. Da mesma forma, houve uma redução da competitividade da indústria petroquímica nacional, visto que até os dias de hoje o Brasil é um importador de diversos derivados de petróleo (Oliveira, 2012).

Por sua vez, a falta de investimentos no setor elétrico e a ausência de recursos para a conclusão de várias hidrelétricas e algumas termelétricas acarretaram em um maior uso dos reservatórios de água para atender a demanda crescente por energia. Após uma severa temporada de seca nos anos 2000-2001, ficou evidente o uso indiscriminado dos reservatórios de água e a precariedade do setor elétrico. A alta dependência das fontes hidrelétricas, na época responsável por 90% do abastecimento do país, obrigou o governo a adotar um programa de redução do consumo, pois não haveria tempo para implantar novos projetos de geração e transmissão (Viana, 2004).

Os principais impactos da crise energética de 2001 foram as mudanças hábitos do consumidor, a busca por informações e conhecimento transformou o cidadão comum que, antes conhecia energia elétrica apenas pela sua aplicação, em um consumidor consciente. Essa tomada de consciência também impulsionou programas como o Programa Nacional de

Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), cujo objetivo é a conservação de energia elétrica, seja no âmbito da produção, seja no consumo. Vale destacar que o Selo PROCEL é concedido anualmente desde 1994 aos equipamentos que apresentam melhores índices de eficiência energética e ganhou popularidade após a crise energética. Por fim, a crise energética abriu espaço para discussões em relação a questões ambientais, especialmente sobre a escassez de água, além disso, abriu-se espaço para a discussão de fontes alternativas de energia, como a biomassa, solar e eólica, e os investimentos em geração distribuída (Viana, 2004).

No setor energético, o racionamento de energia, altamente prejudicial para a economia, assim como a ampliação da geração de termoelétrica, foram as soluções encontradas na época. O aumento da importação de gás natural da Bolívia e a integração nacional da rede elétrica também foram reflexos dessa crise. Essas mudanças tiveram reflexo direto na segurança energética, sendo que as duas últimas tiveram um impacto positivo. Dado que a estratégia da autossuficiência deixou de ser a principal estratégia energética, esta mudança foi acompanhada do desenvolvimento de uma nova estratégia, a integração energética regional. A estratégia de integração energética regional pautou a construção de usinas hidrelétricas binacionais, como Itaipu, e a construção de gasodutos transnacionais, como Gasbol, gasoduto que conecta a Bolívia ao Brasil, essas construções permitiram uma maior diversificação na matriz energética nacional, melhorando a segurança energética (Oliveira, 2012).

Nos anos 2000, foi criada a PNPB, plano nacional de produção de biodiesel que coincide com a maturidade da produção de álcool e o início de uma nova fase de extração de petróleo em águas ultra-profundas, somadas a descoberta de imensas reservas de petróleo na camada Pré-Sal. A fraca retomada das usinas hidrelétricas e nucleares somadas a introdução da energia eólica fortaleceram a diversificação energética (Oliveira, 2012).

Com o governo Lula, ocorreu a retomada da construção de grandes usinas, esses empreendimentos foram marcados pela preocupação em reduzir ao máximo possível os impactos sociais e ambientais. A usina de Belo Monte, maior usina hidrelétrica construída em território nacional, inundou uma área inferior em comparação às usinas de Itaipu e Tucuruí. A necessidade de se melhorar o aproveitamento do potencial hidrelétrico brasileiro, com eficiência, sustentabilidade e soberania, é um desafio fundamental que o Brasil deverá enfrentar. Por sua vez, empreendimentos de integração de sistemas de geração e distribuição de eletricidade representam um grande desafio ao país, dadas as suas dimensões continentais (Oliveira, 2012).

Em linhas gerais, pode - se dizer que a busca por uma matriz energética diversificada foi relativamente bem sucedida. Embora o país tenha reduzido os investimentos em geração

energética durante o período de crise econômica, medidas de integração energética regional permitiram o acesso a fontes diversificas. Grandes avanços como a expansão na produção de biocombustíveis, assim como o programa nuclear brasileiro contribuíram para a busca incansável pela diversificação e autonomia energética, da mesma forma que as descobertas de gigantescas reservas na camada pré-sal (Oliveira, 2012).

Nos últimos anos, diversas iniciativas visam a redução de emissões de gases do efeito estufa, o Brasil aderiu a muitas dessas iniciativas, comprometendo a reduzir a emissão desses gases. Sabendo que o setor energético é um dos principais emissores de CO2 a incorporação ao planejamento energético brasileiro de iniciativas para que se possa sinalizar o cumprimento das metas indicativas se faz necessária, tais como a expansão de fontes renováveis para a geração de energia elétrica, maior uso dos biocombustíveis, incremento de medidas de eficiência energética, bem como medidas para controlar o nível de emissões das fontes fósseis de energia (Nina, 2020).

O Brasil conseguiu inovar em diversas áreas, no decorrer das últimas décadas, principalmente na engenharia de novas barragens hidrelétricas, no desenvolvimento de biocombustíveis e nas tecnologias de extração de petróleo em águas profundas. O país também inovou no setor industrial com o uso de biomassa vegetal na produção de aço, porém muitos das tecnologias desenvolvidas não se tornam um produto ou serviço em decorrência das dificuldades estruturais (Oliveira, 2012).

Por sua vez, tem crescido o uso de biomassa residual para a geração de eletricidade em sistemas descentralizados. A principal vantagem dos sistemas descentralizados é a complementariedade desse sistema com outras fontes renováveis como a hidrelétrica, a proximidade desses sistemas a grandes centros urbanos, também é uma vantagem considerável. Por sua vez, o Brasil obteve sucesso na inserção de biocombustíveis no setor de transportes, porém para que o país possa expandir o uso desses combustíveis é essencial o aprimoramento de tecnologias já existentes como a liquefação e gaseificação e principalmente a viabilização da produção em escala dessas tecnologias (Oliveira, 2012).

A partir deste breve histórico do setor energético, pode-se notar que a primeira estratégia visando melhorar a segurança energética foi a busca por uma maior autonomia energética, o ambiente nacionalista da época contribuiu para a construção do estado centralizador das decisões seja através de órgãos reguladores ou empresas estatais. Após as crises do petróleo na década de 70, o Brasil teve que encontrar meios de mitigar os impactos da crise, desta forma a busca por uma maior diversificação e integração energética se tornaram ferramentas estratégicas para se alcançar o objetivo. Vale ressaltar que a disposição natural de diversas

fontes de energia, permitiu ao país investir em diversificação na geração de energia doméstica, deixando o país em uma situação mais confortável em relação aos suprimentos energéticos.

3.2 ESTRATÉGIA DA SEGURANÇA ENERGÉTICA JAPONESA

Por mais de um século, a política energética japonesa tem procurado reduzir as vulnerabilidades de recursos ao mesmo tempo que apoia o crescimento econômico. Mais do que qualquer outro país desenvolvido, suas ações tem se concentrado na redução de riscos e manutenção da segurança energética. O país obteve sucesso em diversas políticas que possuíam o objetivo de salvaguardar o abastecimento energético através de um mercado oligopolista marcado pela presença regulatória do estado. Por diversas vezes, o governo japonês foi obrigado a adaptar as suas políticas frente a mudanças repentinas. Esses desafios recorrentes refletem um persistente paradoxo na política japonesa; como fornecer um suprimento de energia estável, acessível e resiliente a eventos contingenciais, em um país com pouquíssimos recursos energéticos domésticos e vulnerável a cataclismas naturais (Yoshida, 2018).

3.2.1 Garantia dos suprimentos energéticos

O primeiro grande desafio energético do Japão foi encontrar recursos energéticos que fossem capazes de alimentar a demanda proveniente da expansão industrial da metade do século XIX. A abertura forçada de seus portos realizada pelos EUA com o Commodore William Perry's, aumentou o receio do país se tornar uma colônia como a China, desta forma, a busca por uma fonte energética confiável se tornou essencial para os interesses da época. Como solução, os japoneses decidiram investir em suas reservas domesticas de carvão, na qual caberia ao estado regulamentar. A partir deste momento, a política energética japonesa é constituída a partir da longa interação entre o estado e a indústria (Yoshida, 2018).

No início dos anos de 1900 até o fim da segunda guerra mundial, o Japão enfrentou o segundo grande desafio energético, buscar uma fonte de petróleo para abastecer sua frota naval e aérea. Sabendo que o país é muito pobre neste recurso e sua produção doméstica em 1930 era de apenas 7%, o governo japonês decidiu nacionalizar a indústria de refino de petróleo e ao mesmo tempo, passou a controlar as importações, os preços e o estoque do setor. Buscando uma maior independência na produção de petróleo, o Japão começou a pesquisar formas de produzir o combustível sintético a partir do carvão, não obtendo sucesso. Em 1941, os Estado Unidos, país responsável por 80% das importações de petróleo do Japão, decide embargar a

venda da commodity aos japoneses. A escassez domestica do recurso somada ao embargo, reforçaram a aposta dos japoneses para conflitar com os Estados Unidos (Yoshida, 2018). Pode-se notar que a transição energética do carvão para o petróleo representou uma diminuição drástica na autonomia energética do país, o acesso ao petróleo, carvão e outros recursos energéticos foram uma das razões para a expansão colonial do Japão, esta estratégia era primordial para a garantia da segurança energética nacional. Incursões militares durante o período da Segunda Guerra Mundial tiveram como objetivo a garantia do suprimento de petróleo, utilizado tanto no esforço de guerra quanto para o desenvolvimento nacional (Suzuki et.al, 1998).

Após a Segunda Guerra Mundial, os japoneses enfrentaram o terceiro grande desafio energético, buscar uma fonte barata e abundante para alimentar a indústria ascendente e a economia em rápido crescimento (Yoshida, 2018). Durante o período de 1946 à 1955, os formuladores de política energética retomaram o interesse pelo carvão nacional, a modernização e expansão dos sistemas produtivos permitiu ao setor dobrar a produção de carvão (Suzuki et.at, 1998). Com a queda do preço do petróleo oriundo do Oriente Médio, decorrente dos avanços tecnológicos e de uma maior estabilidade na região, o governo japonês decide começar uma transição do carvão para o petróleo, com a rápida expansão no consumo energético, o petróleo começou a corresponder a aproximadamente 80% da matriz energética japonesa (Yoshida, 2018).

As empresas japonesas têm investido no setor de energia do Golfo desde a década de 1950. Os primeiros investimentos receberam apoio governamental como “projetos nacionais”, uma vez que ofereciam perspectivas de maior acesso a recursos energéticos e baixo custo de matéria-prima energética. A concessão da Arabian Oil Co e as fábricas petroquímicas de Ar-Razi e Sharq na Arábia Saudita foram os primeiros exemplos do interesse japonês na região, garantindo recursos cruciais para o Japão, enquanto fornece serviços de desenvolvimento para os países anfitriões em o Golfo (Koyama; Krane, 2021).

Pode-se notar que tanto o petróleo de origem estrangeira quanto o carvão nacional, foram pedras angulares na estratégia de segurança energética do Japão. Em momentos disruptivos, o governo japonês buscava nas fontes domésticas uma solução para os problemas energéticos, sendo o carvão a única opção viável tanto em relação à oferta quanto em relação ao custo. A busca pela garantia de suprimentos energéticos teve como principal característica a expansão da influência japonesa no exterior, incialmente através do expansionismo militar e posteriormente através do expansionismo econômico e tecnológico especialmente nos países do oriente médio, grandes produtores de combustíveis fósseis. Em decorrência da volatilidade

desses países, Tóquio teve que remodelar a sua estratégia energética, buscando a manutenção da segurança energética.

3.2.2 Diversificação e Eficiência Energética

Foi durante a primeira crise do petróleo que o Japão vivenciou o quarto grande desafio energético, o petróleo, antes um suprimento energético acessível e estável, se tornou volátil e caro, nesse período o Japão era o país desenvolvido mais dependente desta comodity, por essa razão, o país teve que reinventar a sua política energética, com destaque para a expansão da energia nuclear e o consumo do gás natural liquefeito (GNL), visando a diversificação da matriz energética (Yoshida, 2018).

Os diversos programas de incentivo à eficiência energética acarretaram em vastos ganhos nesta área durante a década de 70, passando a representar a resiliência do país perante a adversidade (Suzuki et.at, 1998). Desde então, o Japão vem controlando o consumo de energia por meio de programas de economia de energia. Mudanças estruturais foram realizadas no decorrer dos anos, como, a transição da estrutura industrial para a indústria de serviços, desta forma, houve um aumento de apenas 30% no consumo energético no período de 1973-2012 (Ministry of Economy, Trade and Industry, 2018).

Uma outra consequência da primeira crise do petróleo foi a diversificação dos fornecedores de petróleo (Matsumoto; Shiraki, 2018). Esses acontecimentos obrigaram Tóquio a melhorar as relações políticas e econômicas com países ricos em recursos energéticos, pois esperava-se que essa iniciativa pudesse garantir o suprimento de recursos energéticos necessários para a atividade econômica. Assim sendo, o governo japonês incentivou o investimento de empresas do setor privado nos países produtores de petróleo no golfo pérsico, alguns dos quais se revelaram repletos de riscos financeiros. Números do Ministério das Finanças do Japão expõe que aproximadamente US$ 6 bilhões em investimentos foram para o Oriente Médio entre os anos de 1951 e 2004, o governo japonês possuía disposição para transferir recursos técnicos, administrativos e financeiros para fortalecer as relações econômicas do Japão com grandes produtores de petróleo (Koyama; Krane, 2021).

Em 1975, foi criada a lei de estoque de petróleo, que exigia um estoque mínimo de 70 dias em relação ao consumo doméstico do ano anterior. Com a criação da Japan National Oil Company (JNOC), 36 dias de estoque foram adicionados à reservas nacionais. A manutenção das reservas visando a proteção contra a escassez continua sendo a pedra angular na política energética japonesa até os dias atuais (Patel, 2019).

A segunda crise do petróleo reforçou a política energética japonesa pós-primeira crise do petróleo, a principal resposta do país foi reduzir ainda mais a dependência por petróleo, desta forma, foi estabelecida uma conta para diversificação de recursos elétricos, que transferia parte dos recursos oriundos de impostos sob a eletricidade para um fundo, cujo objetivo era financiar o desenvolvimento da energia nuclear e de outras fontes energéticas (Suzuki et.at, 1998).

Desde a década de 1980, a energia nuclear tem sido parte integrante do sistema de abastecimento de energia do Japão, sendo um país praticamente sem recursos naturais, o governo japonês enxergou na energia nuclear um pilar central na redução da dependência do petróleo importado e no aumento da segurança energética (Vivoda, 2012). Para a expansão da energia nuclear, o governo japonês buscava alcançar o desenvolvimento de reatores térmicos movidos a plutônio e reatores de regeneração rápida. A energia nuclear é considerada um suprimento quase doméstico devido ao uso prolongado do urânio por meio de seu reprocessamento, desta forma a decisão de aumentar o uso da energia nuclear foi vista como essencial pelo governo, pois abrangia tanto as preocupações com a segurança energética, como também uma estratégia de expansão da indústria nuclear nacional, buscando a expansão da indústria nuclear dentro do país e a exportação de tecnologias, incluindo reatores nucleares e suas partes associadas (Hayashi; Hughes, 2013).

Todavia, o inicio da energia nuclear não foi tranquila. Uma série de problemas após 1991, com uma média de um incidente por reator por ano, minou a confiança do público na tecnologia. Começando com o acidente na usina nuclear de Mihama em 1991 e gradualmente aumentando a gravidade até uma explosão de nível 3 em uma usina de reprocessamento de combustível, a indústria nuclear japonesa juntamente com seus burocratas, têm enfrentado um crescente ceticismo por parte da população. Assim, apesar da necessidade do Japão em relação à energia nuclear, a opinião pública continua cética em relação a confiabilidade desta fonte energética (Stewart, 2009).

Enquanto o Japão está inseguro sobre o futuro de sua indústria nuclear, o carvão está ressurgindo novamente no cenário nacional. Devido ao seu custo relativamente baixo e viabilidade a longo prazo, o governo japonês começou a ver com bons olhos esta fonte energética. O carvão também é atraente devido à sua ampla distribuição geográfica em países estáveis, visto que mais da metade das importações de carvão do Japão vêm da Austrália e o restante da China, Indonésia, Estados Unidos, Canadá e outros países (Stewart, 2009).

Por sua vez, o Ministério da Economia, Comércio e Indústria (METI) também criou uma agência subsidiária encarregada de desenvolver energias alternativas. A New Energy Development Organization (NEDO) foi criada para apoiar projetos focados na redução da

dependência de petróleo do Japão por meio do desenvolvimento de novas tecnologias. A NEDO concentra seus esforços em três tecnologias principais – carvão liquefeito, geotérmica e solar - ao mesmo tempo em que fornece suporte doméstico, promoção e divulgação dessas tecnologias, participando de mineração e levantamentos geológicos (Stewart, 2009).

Em 11 de março de 2011, o Japão vivencia o quinto grande desafio energético e, novamente, o governo japonês é obrigado a revisar todo o planejamento energético. Um terremoto de magnitude 9,0 na escala Richter ocorreu na costa japonesa, acarretando um poderoso tsunami ao longo da costa leste do Japão (Yoshida, 2018). O tsunami atingiu Fukushima e seus reatores localizados na costa do Oceano Pacífico. Apesar do desligamento automático dos reatores em operação, a perda de acesso à energia externa e um sistema de geradores a diesel de emergência inundados retiraram a capacidade de resfriar o núcleo do reator e os reservatórios de combustíveis. Desta forma, três reatores sofreram derretimento total e conforme as explosões de hidrogênio danificaram cada prédio do reator nuclear, grandes quantidades de materiais radioativos foram liberadas e um raio de 20 km ao redor da usina foi estabelecido como zona de evacuação (Hayashi; Hughes, 2013).

Depois do desastre nuclear de Fukushima, o Japão foi obrigado a aumentar o consumo de combustíveis fósseis para compensar a perda de energia nuclear. Antes do desastre de Fukushima, as estações atômicas eram responsáveis por cerca de 30% da eletricidade do Japão, após o desastre, as concessionárias foram forçadas a utilizar mais usinas movidas a óleo e gás para compensar a diferença. O aumento do uso de usinas térmicas para compensar a perda de produção nuclear causou maiores custos de importação de combustível, arcados pelos consumidores e indústrias japonesas, levando a um primeiro déficit comercial desde 1980 (Vivoda, 2012).

Em junho de 2010, 9 meses antes do acidente, o governo japonês havia revisado seu *Plano Estratégico de Energia do Japão*, onde havia decidido aumentar a dependência da energia nuclear para eletricidade para cerca de 53% (base de geração de eletricidade) até 2030, o plano previa a construção de pelo menos 14 novos reatores nucleares, no entanto, por causa do acidente, o governo abandonou esses planos (Hayashi; Hughes, 2013).

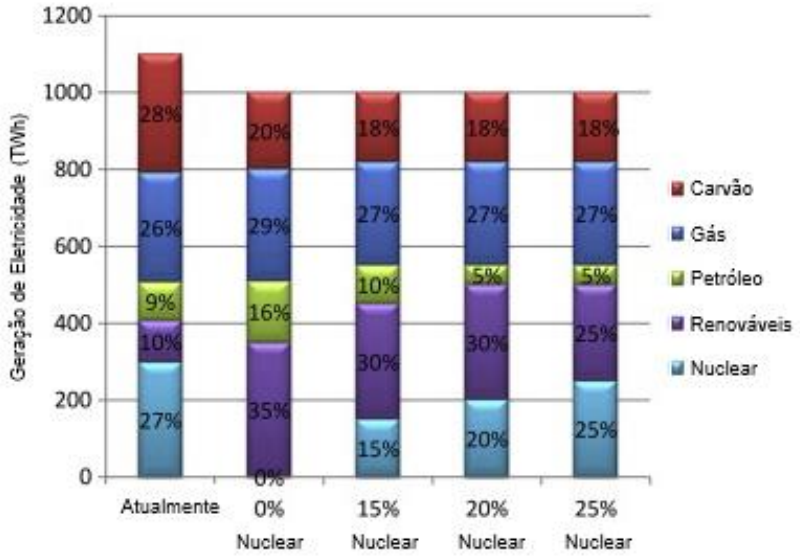
As principais medidas para lidar com o declínio significativo na capacidade de eletricidade foram o reparo de unidades geradoras de eletricidade em especial usinas termoelétricas e hidrelétricas, blecautes planejados por até 3 horas por dia, reativação de plantas térmicas que foram desligadas por decorrência do envelhecimento e incentivos a usinas de autogeração e geração descentralizada (Hayashi; Hughes, 2013).

Por sua vez, o governo fez um apelo por economia energética, que ficou conhecido como setsuden, escritórios e a indústria reduziram as horas extras e mudaram os horários de trabalho, consumidores reduziram o uso de ar condicionado e o brilho dos aparelhos eletrônicos e a utilização da iluminação por LED se popularizou por todo país. Como resultado houve uma redução de 18% na demanda por eletricidade durante o pico no verão em comparação ao ano anterior. Isso diminuiu o impacto da remoção abrupta das fontes nucleares da matriz elétrica do país, evitando blecautes prolongados e o aumento do uso de termoelétricas. O sucesso desse programa é um reflexo das experiencias históricas de escassez energética que a população japonesa vivenciou no decorrer da história, eventos esses que foram superados a partir de uma alta coesão social e um senso de unidade nacional (Murakoshi et al, 2013).

Em junho de 2011, o governo japonês divulgou um documento para a discussão do futuro energético, intitulado "Opções para Energia e Meio Ambiente". Este documento primeiro apresenta a estratégia energética pré-Fukushima, em seguida, apresenta três cenários energéticos baseados em diferentes estratégias de desenvolvimento de energia nuclear e algumas análises desses cenários. A perspectiva proposta ecoa na política energética anterior, com duas grandes mudanças: foco na descentralização e liberalização do fornecimento de energia e na estratégia de "desenvolvimento verde" que foi adotada em outras partes do mundo (McLellan et al, 2013).

Os três cenários apresentados para a mudança no mix de energia até 2030 estão descritos na Figura 2. Um desvio notável da previsão de energia do governo pré-Fukushima é que cada um desses cenários exige uma redução de cerca de 10% no consumo geral de energia, em oposição ao plano original de aumento de 10%. O governo prevê que cada um desses cenários alcance entre 15 e 25% de redução das emissões de GEE até 2030 e tenha um pequeno impacto na economia (McLellan et al, 2013).

Figura 2 - Cenários alternativos para a matriz elétrica japonesa de 2030



Fonte: McLellan et al (2013)

Examinando os dados apresentados na figura 2, fica evidente que a principal restrição na capacidade de geração é o componente de energia renovável, que tem que aumentar sua produção em aproximadamente três vezes para cumprir qualquer uma das estratégias propostas. A geração via carvão diminuirá, embora possa haver substituições nas usinas antigas por outras mais novas e mais eficientes, por sua vez, o gás natural deverá expandir ou diminuir ligeiramente sua produção. Notavelmente, no segundo e terceiro cenário do governo, o uso de petróleo aumentaria, embora isso pudesse ser substituído por gás natural (McLellan et al, 2013).

Por sua vez, em 2014 o governo japonês estabeleceu o quarto plano estratégico de energia, neste documento estabeleceu-se como estratégia energética as políticas de redução da dependência de energia nuclear, redução da dependência de recursos fósseis e expansão das energias renováveis. Após o acidente nuclear em Fukushima, o governo japonês está dando a máxima prioridade à segurança em relação à energia nuclear ao realizar a transição da matriz energética de 2030 e as futuras transições energéticas para 2050 e está reduzindo sua dependência da energia nuclear tanto quanto possível, pois visa expandir as energias renováveis. A política de independência energética, redução nos enormes custos energéticos e mudança na estrutura de dependência externa são requisitos imprescindíveis na política energética do país asiático. O impulso global para a descarbonização visto no Acordo de Paris sobrepõe às condições energéticas atuais. As medidas para essas questões levam a respostas para a questão de como garantir a energia após a substituição dos recursos fósseis. O Japão, um país com avançadas tecnologias, deverá desempenhar um papel fundamental no desenvolvimento de

fontes energéticas com baixa emissão de GEE, visto a necessidade no desenvolvimento e aplicação dessas tecnologias (Strategic Energy Plan, 2018).

Os ambientes energéticos mudam a cada momento, e desde o terceiro plano estratégico de energia o mercado enérgico sofreu grandes mudanças, por exemplo, é perceptível uma queda considerável nos preços de energia renovável no mercado global, mas no estágio tecnológico atual não há fonte de energia renovável perfeita. Atualmente, as fontes conhecidas, como a energia solar e eólica, sofrem com uma produção flutuante e, portanto, necessitam de ajustes, como o uso do controle de demanda energética (Strategic Energy Plan, 2018).

Estas fontes se tornam mais úteis quando combinadas com armazenamento de eletricidade e hidrogênio, mas há questões pendentes em relação ao aumento do custo de geração de energia e a restrições da rede elétrica. No contexto da difusão e liberalização das energias renováveis o desenvolvimento da energia nuclear é um ponto a ser considerado, visto que não foram previstas mudanças essenciais nas tendências tecnológicas no período do planejamento para 2030 (Strategic Energy Plan, 2018).

Por outro lado, se olharmos para as perspectivas para 2050, existe a possibilidade de novas inovações tecnológicas. A competição pelo desenvolvimento não só de energia renovável, mas também de outras tecnologias auxiliares, como armazenamento de eletricidade, hidrogênio, energia nuclear, sistemas de energia distribuída, estão gradativamente se intensificando. A concorrência entre nações e empresas com o objetivo de se obter a vanguarda em tecnologias energéticas está acelerando o desenvolvimento tecnológico. O Japão irá considerar todas as opções em relação às tecnologias voltadas para a descarbonização, trabalhando no desenvolvimento de novas tecnologias por meio da cooperação público-privada, e buscará liderança nas tecnologias de descarbonização (Strategic Energy Plan, 2018).

A partir deste breve histórico do setor energético, pode-se notar que a vulnerabilidade intrínseca do Japão fez com que o país colocasse a garantia dos suprimentos energéticos como estratégia primordial da política de segurança energética, em decorrência das crises do petróleo, o governo japonês incentivou a eficiência energética e a diversificação energética, com destaque para o gás natural e a energia nuclear. Vale destacar que desde a sua modernização, o Japão sempre privilegiou a segurança energética externa em detrimento da segurança energética interna, após o desastre nuclear de Fukushima, a confiabilidade das fontes energéticas internas também se tornou uma prioridade dentro do planejamento energético japonês.

3.3 DESAFIOS DA SEGURANÇA ENERGÉTICA NO BRASIL

As preocupações com a segurança energética sofreram mudanças ao longo do tempo devido às transformações na dinâmica energética global e às percepções sobre os riscos e os custos potenciais de interrupções da oferta energética (Paiva et.al, 2017).

A busca por uma maior autonomia energética, fez com que o país se esforçasse em desenvolver técnicas para aproveitar os recursos domésticos. O desenvolvimento de novas tecnologias de extração de petróleo, utilização do carvão nacional e produção de energia hidrelétrica melhoraram a segurança energética (Nina, 2020).

Durante as décadas de 1970 e de 1980, a discussão estava associada aos riscos da dependência de importações de petróleo, porém atualmente o fornecimento de energia elétrica está no centro do debate. A eletricidade é uma das fontes energéticas mais importante da atualidade, um recurso indispensável e estratégico para o desenvolvimento socioeconômico de todos os países, inclusive do Brasil. Interrupções no suprimento de energia representa um risco que precisa ser identificado para que medidas possam ser implementadas com antecedência. A relação da segurança energética com o setor elétrico não tem enfoque apenas no fornecimento adequado e confiável de energia elétrica. Crises no setor têm impacto no crescimento econômico e, consequentemente, na geração de empregos, ao afetarem todas as esferas do setor produtivo. Quando há insegurança energética, perde-se o bem-estar social em decorrência de uma alteração do preço ou da disponibilidade de energia (Paiva et.al, 2017).

Desta forma, a segurança no fornecimento energético é fundamental para garantir a sustentabilidade do crescimento econômico, bem como o bem estar social de um país, por essa razão ela deve ser planejada e gerida para evitar distúrbios e prejuízos a sociedade. Nos capítulos seguintes, iremos realizar uma breve análise sobre alguns dos principais desafios da segurança energética do Brasil.

3.3.1 Transições Energéticas

O conceito de transição energética está associado a mudanças significativas na composição da matriz energética mundial. As transições energéticas são processos complexos, podendo haver variações no ritmo das transformações em diferentes países, regiões ou localidades, visto que não se trata de um processo disruptivo, mas de longa coexistência entre as fontes que a compõe e as fontes que são progressivamente substituídas. O atual processo de transição energética tem sido ancorado por questões como desenvolvimento sustentável,

mudanças climáticas e inovações tecnológicas associadas à eletrônica e à entrada na era digital (Plano Nacional de Energia 2050, 2020).

Desta forma, o atual processo de transição energética consiste em um conjunto de transformações em direção a uma economia de baixo carbono e menor pegada ambiental. Nesse contexto, há incentivos ao uso eficiente dos recursos energéticos e à redução da participação de combustíveis que possuem emissões de carbono na matriz energética mundial em benefício de fontes de baixa emissão de carbono, bem como à eletrificação em processos de conversão de energia (Plano Nacional de Energia 2050, 2020).

Figura 3 - Base da Transição Energética



Fonte: Brasil (2020b)

A principal diferença entre o Brasil e o Japão no tocante a esse desafio recai nas diferenças da configuração da matriz elétrica e energética desses dois países, uma matriz energética bem diversificada com uma alta participação de renováveis como é o caso do Brasil, é uma vantagem competitiva em relação à uma matriz energética dependente de combustíveis fósseis como é o caso do Japão

Vale ressaltar que as mudanças na matriz energética primária consistem apenas na parte mais perceptível das transições energéticas. Isto porque as transições energéticas implicam também em profundas modificações na base industrial e tecnológica (motores a combustão interna, a turbinas aeronáutica e a gás etc.), nos padrões de consumo e nas condicionantes socioeconômicas e ambientais. Tais mudanças, que acompanham as transições energéticas, trazem consigo implicações para a geopolítica da energia, ao alterar as correlações de força entre os países ou regiões (Plano Nacional de Energia 2050, 2020).

Por sua vez, os compromissos estabelecidos pelo Brasil no acordo de Paris, podem ser considerados ambiciosos, uma vez que é esperado um crescimento no consumo de energia per capita nos próximos anos, conjuntamente com o aumento da população e do PIB nacional, fatos que elevam as perspectivas de incremento das emissões no setor energético. Pela tabela 1, fica evidente o aumento esperado nas emissões de GEE no decorrer dos anos.

Tabela 1 - Evolução das emissões de GEE (MtCO2e)

Setores	2005	2021	2025	2030
Elétrico	27	31	35	41
Energético	23	34	41	47
Residencial	26	20	21	22
Agropecuário	16	20	21	22
Transportes	140	178	191	224
Industrial	62	76	83	93
Outros	24	24	29	34
Total	318	383	421	483

Fonte: Brasil (2021a)

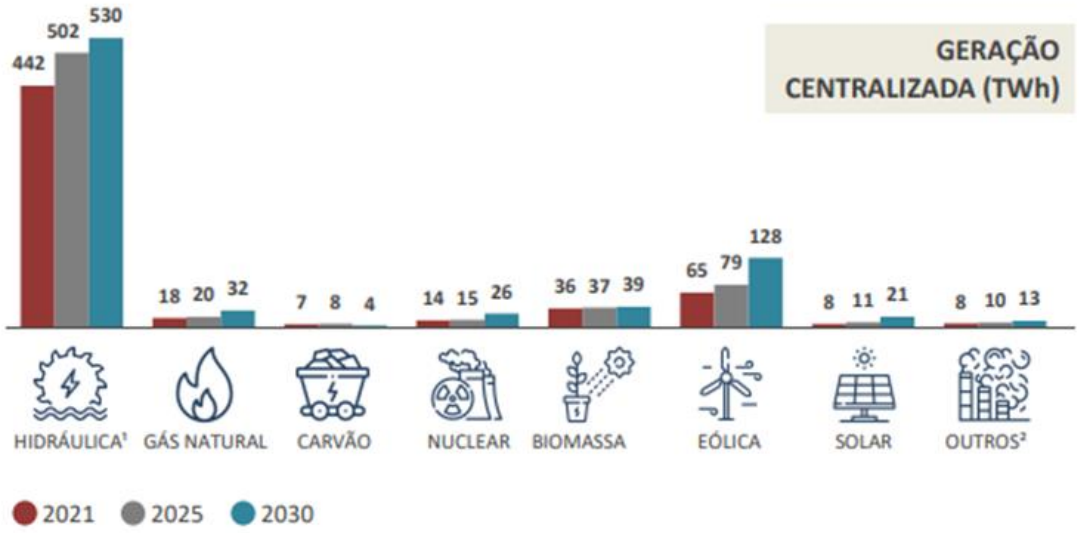
Desta forma, caberá aos planejadores energéticos estabelecerem metas para reduzir as emissões de GEE sem que a segurança energética seja afetada. Uma matriz energética com alta participação de fontes renováveis acaba ficando exposta a variações climáticas como padrões de temperatura, precipitação, vento e insolação, além de possíveis danos decorrentes de eventos pontuais, como secas e enchentes, impactando na disponibilidade dos recursos renováveis e a oferta de energia (Plano Nacional de Energia 2050, 2020).

Diante de recursos financeiros e capacidade produtiva limitadas, é de suma importância que o país obtenha, primeiramente, um aumento significativo na geração de energia mais baratas, diversificando ao máximo possível a matriz energética e priorizando as fontes geograficamente descentralizadas, pois favorecem a integração energética nacional. A fonte hidrelétrica continuará desempenhando um papel importante na composição energética do país, visto a viabilidade econômica. Igualmente, os biocombustíveis irão desempenhar um papel muito importante na matriz energética, uma vez que o mesmo é uma fonte muito promissora tanto do ponto de vista ambiental como do ponto de vista da segurança energética (Oliveira, 2012).

Da mesma forma, por mais que as tecnologias de geração eólica e solar, tenha tido uma redução gradual nos custos de implementação, permitindo uma maior viabilidade econômica, a sua geração variável e de menor capacidade de controle representa um grande desafio para a segurança energética. O Brasil terá que superar esse desafio, otimizando a operação da sua matriz existente (predominantemente hidrelétrica), com novos investimentos necessários para garantir a adequabilidade de suprimento, assegurada a devida neutralidade tecnológica na expansão requerida (Plano Nacional de Energia 2050, 2020).

Porém a expansão das fontes hidrelétricas terá um difícil caminho pela frente, visto que a região amazônica concentra a maior parte do potencial hidrelétrico ainda não explorado, o que gera incertezas quanto ao encaminhamento dos processos de licenciamento ambiental. Também por pressões ambientalistas, a tendência predominante é a de construção de novas usinas a fio d'água, ou seja, com reduzidos reservatórios, o que esvazia uma das principais vantagens da fonte hidrelétrica no que diz respeito à capacidade de armazenamento de energia, reduzindo a vantagem desta fonte em relações à outras renováveis no tocante à segurança energética (Nina, 2020).

Figura 4 – Projeção para a Matriz Energética Brasileira em 2030



Fonte: Brasil (2021a)

Tendo em vista as dificuldades para a expansão das energias renováveis no presente estágio de desenvolvimento tecnológico, sobretudo, no caso das energias solar e eólica, no que diz respeito à intermitência da produção, considera-se necessário o uso de fontes não renováveis para o fornecimento da chamada "energia de base", ou seja, aquela que pode ser gerada e

despachada à rede de distribuição independentemente das condições naturais – como é o caso do carvão, da energia nuclear e do gás natural (Nina, 2020).

Por outro lado, apenas a tecnologia nuclear pode ter um papel destacado nos objetivos de abatimento de emissões de gases de efeito estufa, bem como ampliar a resiliência e a robustez dos sistemas elétricos na transição energética. Atualmente a energia nuclear é responsável por 10% da produção global de energia elétrica e é a segunda maior fonte de energia de baixo carbono no mundo, atrás apenas da hidroeletricidade. Por outro lado, a complexidade dos novos projetos e as novas normas de segurança e licenciamento resultaram na ampliação do tempo de construção e ao crescimento dos custos de investimento de novos projetos termonucleares (Plano Decenal de Expansão de Energia 2030, 2021). Pelo quadro 1, fica evidente a baixa viabilidade econômica da fonte nuclear em relação à outras fontes de energia.

Quadro 1 - Custos de implementação de geração de eletricidade

Tipo de Tecnologia	Capex [R$/kW]
PCH	7.500
Eólica Onshore	4.500
Biomassa (Bagaço de Cana)	4.000
Gás Natural (Ciclo Combinado)	4.100
Carvão Nacional	9.800
Fotovoltaica	4.000
Nuclear	24.500

Fonte: Brasil (2021a)

Por fim, a transição energética trará consigo o crescimento dos recursos energéticos distribuídos (RED), definidos como tecnologias de geração e armazenamento de energia localizado dentro dos limites da área de uma determinada concessionária de distribuição, normalmente junto a unidades consumidoras. Entre diversos benefícios, pode-se mencionar a proximidade entre as fontes de geração e pontos de consumo, podendo propiciar a redução de perdas elétricas. Adicionalmente, os RED podem oferecer confiabilidade suficiente para os operadores do sistema em situações extremas, se estiverem adequadamente alocados espacialmente e sendo operados em momentos mais adequados. De acordo com os estudos do PDE 2030, estima-se que a contribuição elétrica dos RED como fonte de atendimento possa responder por 19% do consumo de eletricidade até 2030. Por sua vez, quando considerado o consumo energético total, estima-se que os recursos energéticos distribuídos possam atender

cerca de 8% da demanda energética até 2030 (Plano Decenal de Expansão de Energia 2030, 2021).

Todavia, a adoção dos RED adiciona mais uma fonte de incertezas tanto para o planejamento da expansão do sistema energético, como para sua operação, tornando-os mais complexos, da mesma forma a implementação dos RED implementara novos desafios estruturais no sistema elétrico, desafios esses que iremos desenvolver no capítulo seguinte.

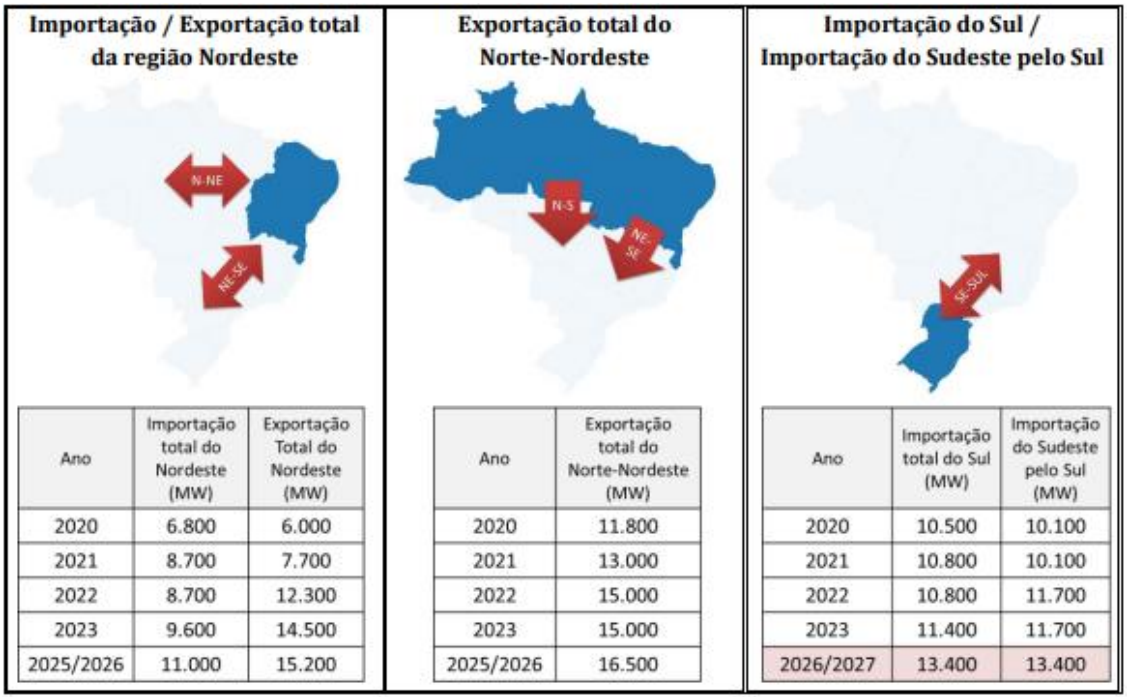
3.3.2 Problemas Estruturais

A expansão do sistema de transmissão busca viabilizar o livre acesso à rede pelos agentes de mercado, possibilitando um ambiente propício para a competição na geração e na comercialização de energia elétrica no sistema interligado. Também é importante para proporcionar a segurança e aumento da flexibilidade operacional da rede, resultando em melhor alocação dos recursos de geração por todo o País (Plano Nacional de Energia 2050, 2020).

As condições que delimitam o crescimento da oferta e da demanda energética envolvem assuntos conexos ao crescimento socioeconômico e têm relação com a segurança energética. O Brasil dispõe de recursos abundantes de energia, os quais, em muitos casos, estão longe dos grandes centros urbanos. Em decorrência disto, existe um grande desafio de abastecimento e de transmissão da energia elétrica, fatores concebidos como inerentes à segurança energética (Paiva et.al, 2017).

Pela figura 5 fica evidente a importância do setor de transmissão elétrica para a segurança energética, o abastecimento de grandes regiões consumidores como o Sudeste e Sul depende da conexão contínua com regiões que possuem excedente energético como o Norte e Nordeste.

Figura 5 - Capacidade média de importação/exportação dos subsistemas



Ano	Importação total do Nordeste (MW)	Exportação Total do Nordeste (MW)
2020	6.800	6.000
2021	8.700	7.700
2022	8.700	12.300
2023	9.600	14.500
2025/2026	11.000	15.200

Ano	Exportação total do Norte-Nordeste (MW)
2020	11.800
2021	13.000
2022	15.000
2023	15.000
2025/2026	16.500

Ano	Importação total do Sul (MW)	Importação do Sudeste pelo Sul (MW)
2020	10.500	10.100
2021	10.800	10.100
2022	10.800	11.700
2023	11.400	11.700
2026/2027	13.400	13.400

Fonte: Brasil (2021a)

Por sua vez, um dos grandes desafios a ser enfrentado nos próximos anos será a substituição da infraestrutura do sistema elétrico em razão do seu envelhecimento. Será necessária uma metodologia mais efetiva, viável sob os aspectos técnicos e econômico-financeiros, para a substituição da infraestrutura do sistema elétrico em final de vida útil de modo que a malha de transmissão possa continuar operando com os níveis de confiabilidade e qualidade. Estima-se que seriam necessários investimentos da ordem de R$ 35 bilhões caso fosse necessário substituir todos os equipamentos relacionados a subestações que estão no final da vida útil (Plano Decenal de Expansão de Energia 2030, 2021).

Vale lembrar que a segurança energética tem um papel fundamental no bem estar social, desta forma é essencial que toda esta população possua acesso a eletricidade, para realizar isso é necessário um complexo e caro sistema elétrico envolvendo investimentos em geração, transmissão e distribuição, com o objetivo de permitir o acesso ao mercado elétrico com segurança e economicidade. Deste modo, as concessionárias têm de expandir suas redes de distribuição às áreas mais remotas do Brasil, especificamente ao meio rural (Paiva et al, 2017).

A inserção de fontes renováveis no sistema de geração é positiva do ponto de vista da segurança energética, pois ela aumenta a diversificação energética bem como a oferta energética, por outro lado ela representa um grande desafio estrutural em relação a transmissão

e distribuição, visto que a sua geração é dispersa e as suas fontes são múltiplas (Plano Decenal de Expansão de Energia 2030, 2021).

Da mesma forma, a expansão do sistema de transmissão é importante para que se garanta a segurança da operação diante da maior diversidade de cenários de disponibilidade de geração, porém a expansão do sistema de transmissão enfrentará uma crescente complexidade socioambiental e fundiária, observadas as especificidades de cada região. Em áreas urbanas, a disponibilidade de espaço para a inserção de novos empreendimentos é, muitas vezes, limitada e de alto custo, tornando a expansão do sistema ainda mais desafiadora. Nestes casos, há uma tendência de que a expansão dos sistemas de transmissão dessas regiões seja efetuada a partir da utilização de sistemas de cabos subterrâneos, que apresentam custos muito superiores aos custos de uma linha de transmissão aérea convencional (cerca de 10 a 15 vezes). No caso de regiões isoladas ou de difícil acesso, é imperativo que a implantação de novos empreendimentos seja efetuada em conciliação com a conservação da biodiversidade. Especificamente na região norte, é fundamental que sejam efetuados esforços em casos de implantação de linhas de transmissão próximas a terras indígenas. Já na região nordeste, cabe ressaltar os desafios relacionados aos conflitos com as comunidades quilombolas (Plano Decenal de Expansão de Energia 2030, 2021).

O Brasil terá de enfrentar grandes desafios energéticos nos próximos anos, com a expansão na demanda energética somada a necessidade de uma matriz energética com baixa emissão de GEE, é de suma importância o desenvolvimento de novas tecnologias para o melhor aproveitamento dos recursos domésticos. Por sua vez, a busca por uma maior eficiência energética poderá diminuir a pressão sob a transição energética, reduzindo o uso de recursos energéticos e consequentemente as emissões de gases poluentes. No capítulo seguinte, iremos abordar melhor o tema descrito acima.

3.3.3 Eficiência e Inovação Energética

A eficiência energética é um recurso efetivo e prioritário para o atendimento à demanda de energia, tanto pelos seus impactos positivos (ganhos de competitividade, redução do uso de recursos naturais e de emissão de poluentes locais), quanto pelo seu papel fundamenta na transição do setor energético mundial. No âmbito dos estudos do PNE 2050, estima-se que os ganhos de eficiência elétrica contribuam para reduzir a necessidade de 321 TWh de consumo de eletricidade (cerca de 17% do consumo total) em 2050, o que corresponderia a evitar mais de duas vezes o consumo de energia do setor industrial brasileiro em 2019 ou ainda, evitar a

necessidade de expansão de capacidade instalada de geração equivalente a mais de 2,5 usinas de Itaipu em sua capacidade total (partes brasileira e paraguaia). Se considerados os ganhos totais de eficiência energética incluindo combustíveis, estima-se que essa contribuição se situe em torno de 77 milhões de tep (13% do total de consumo de energia estimada em 2050), montante da mesma ordem de grandeza de toda a energia consumida no transporte rodoviário de carga e passageiros em 2019. Cabe destacar que os cenários do PNE 2050 não possuem qualquer caráter determinativo, visto que são estudos preditivos que auxiliam na tomada de decisões (Plano Nacional de Energia 2050, 2020).

Nesse ambiente, a promoção de iniciativas voltadas à eficiência energética exigirá o contínuo processo de melhoria da estrutura vigente além da introdução de práticas inovadoras, cabe ressaltar a atenção à governança do setor energético juntamente com a coordenação entre as várias políticas setoriais e principalmente o engajamento dos consumidores finais. No Brasil, a introdução de voltadas à promoção da eficiência energética remonta ao início da década de 80, com a implantação do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). Também existem progressos advindos de ações autônomas dos consumidores finais, motivado por questões de competitividade (caso da indústria), economicidade das alternativas (exemplo da penetração da lâmpada LED) ou mesmo por questões comportamentais (o que se vincula mais aos consumidores residenciais). Pode-se dizer que as existem oportunidades de melhoria na eficiência energética em todos os setores da economia. O aproveitamento destas oportunidades requer a elaboração de planos de ação que contemplem as diversas facetas inerentes à aceleração do uso deste recurso, passando tanto pelo aperfeiçoamento/reforço de mecanismos existentes bem-sucedidos, quanto pela promoção de novos mecanismos de política pública no Brasil na área de eficiência energética (Plano Nacional de Energia 2050, 2020).

Todavia, a implementação de políticas e mecanismos de eficiência energética envolve uma cadeia complexa que demanda a coordenação entre diversas políticas setoriais, com objetivos distintos das políticas de eficiência energética. Aspecto relevante na governança do setor de eficiência energética refere-se ao fato de que, com a crescente integração entre cadeias energéticas de combustíveis e eletricidade, é necessário que os programas relacionados a estas fontes também sejam integrados, de modo a garantir a adequada coordenação entre as ações e melhor aplicação dos recursos financeiros oriundos de percentuais sobre tarifas de energia (Plano Nacional de Energia 2050, 2020).

Por sua vez, o avanço da digitalização da economia e da indústria 4.0 ao redor do mundo vem aumentando a necessidade de transformação da economia brasileira na direção de maior desenvolvimento tecnológico. Essa transformação dependerá da capacidade do País em:

Monitorar, aprimorar e ampliar seus investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), uma vez que o aporte feito atualmente se encontra aquém dos praticados por países desenvolvidos ou países de grande base tecnológica; Converter os investimentos de P&D em produtos e patentes; Ter mecanismos adequados de financiamento da inovação ; E desburocratizar e reduzir tempo médio dos processos associados a PD&I a concessão de patentes e de propriedade intelectual para padrões internacionais (Plano Nacional de Energia 2050, 2020).

O Brasil conseguiu inovar em diversas áreas, no decorrer das últimas décadas, principalmente na engenharia de novas barragens hidrelétricas, no desenvolvimento de biocombustíveis e nas tecnologias de extração de petróleo em águas profundas. O país também inovou no setor industrial com o uso de biomassa vegetal na produção de aço, porém muitos das tecnologias desenvolvidas não se tornam um produto ou serviço em decorrência das dificuldades estruturais (Oliveira, 2012).

Nos últimos anos, tem crescido o uso de biomassa residual para a geração de eletricidade em sistemas descentralizados. A principal vantagem dos sistemas descentralizados é a complementariedade desse sistema com outras fontes renováveis como a hidrelétrica, a proximidade desses sistemas a grandes centros urbanos, também é uma vantagem considerável. Por sua vez, o Brasil obteve sucesso na inserção de biocombustíveis no setor de transportes, porém para que o país possa expandir o uso desses combustíveis é essencial o aprimoramento de tecnologias já existentes como a liquefação e gaseificação e principalmente a viabilização da produção em escala dessas tecnologias (Oliveira, 2012).

Um exemplo recente é o projeto Energy Big Push (EBP), projeto cujo intuito é impulsionar a inovação em energias limpas no Brasil. Desde o início de 2019, o EBP tem sido uma iniciativa colaborativa que busca fornecer evidências para promover investimentos em inovação rumo a uma transição energética sustentável no país. Coordenado pela EPE, CGEE e CEPAL, com o apoio do Ministério de Minas e Energia e do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, a iniciativa contou com a participação de instituições e especialistas que atuam nas áreas de energia e inovação. Neste processo contou-se com o apoio técnico da Agência Internacional de Energia para estratificar os investimentos públicos e publicamente orientados em pesquisa e desenvolvimento no setor de energia do Brasil em padrões de classificação iguais aos adotados pela referida agência. Esta estruturação além de permitir comparação com outros países, também favorece o estabelecimento de parcerias internacionais a partir da identificação de áreas estratégicas de cooperação em energia entre o Brasil e outros países (Plano Decenal de Expansão de Energia 2030, 2021).

Todavia, existem duas limitações em relação à inovação no país. A primeira é que as ações de PD&I nem sempre resultam na criação de novos produtos e patentes e por vezes resumem-se a aquisição e operação de equipamentos de novas tecnologias, ou ao excesso de foco no investimento em pesquisa básica e aplicada, o que não necessariamente leva à inovação, ainda que propicie disseminação de conhecimento. Assim, o desafio consiste em assegurar que as pesquisas sejam direcionadas ao conhecimento de fronteira, ainda pouco explorado, priorizando resultados de aplicação prática, com foco na criação e no aperfeiçoamento de produtos, processos, metodologias e técnicas capazes de responder aos desafios do setor (Plano Nacional de Energia 2050, 2020).

O segundo desafio se refere ao fato que o Brasil possui muitas ações de PD&I fragmentadas, havendo deficiências na coordenação adequada entre os diversos agentes que promovem e realizam essas inovações. Políticas e regulação, financiamento, recursos humanos, desenhos de mercado e comunicação, bem como a ação de diferentes agentes (governo, setor privado, universidades, centros de pesquisas, etc.) e as atividades em nível municipal, estadual e federal precisam ser integrados em um único ecossistema com vistas a estimular a inovação, por meio do estabelecimento de uma governança que contemple essas dimensões (Plano Nacional de Energia 2050, 2020).

3.4 DESAFIOS DA SEGURANÇA ENERGÉTICA NO JAPÃO

O mundo e nossas vidas estão repletos de complexidade, incerteza e imprevisibilidade. As alterações climáticas, a pandemia do COVID-19, a volatilidade do mercado e crises financeiras como o choque do Lehman de 2008 são eventos imprevisíveis, cujo impactos na economia, sociedade e política são inevitáveis. No entanto, se estivermos atentos a alguns sinais de alerta para nos anteciparmos e nos prepararmos para ela, podemos reduzir substancialmente a magnitude das consequências naturais (Ohta, 2020).

O Comitê de Coordenação do Japão para Previsão de Terremotos (CCEP), fundada em abril de 1969, não conseguiu prever o Grande Terremoto Hanshin-Awaji de 1995 e o Grande Terremoto e Tsunami do Leste do Japão de 2011. A crítica comum desses grandes terremotos são que respostas eficazes a terremotos futuros não dependem necessariamente da precisão da previsão. Ter uma noção geral de onde terremotos ocorrem e antecipar e se preparar para uma série de cenários plausíveis, é uma atitude de extrema eficácia. Como nos mostram várias experiências de terremotos no mundo, a previsão da ocorrência do terremoto, combinada com o monitoramento, levou a estratégias para mitigar as perdas ocasionadas pelos terremotos por

meio da engenharia apropriada, planejamento do uso da terra e gestão de emergências (Ohta, 2020).

O Japão enfrentou muitos desafios de energia ao longo dos anos e conseguiu fazer as transições necessárias em suas fontes de energia primária por meio de um mercado oligopolista temperado por uma presença persistente do governo. Atualmente o mercado global de energia está mais complexo ocasionado por mudanças na oferta de petróleo e gás norte-americana, mudanças na demanda, particularmente na China e no Sudeste Asiático, e o aumento da competitividade do mercado de energias renováveis devido aos avanços tecnológicos. O Japão também tomou a decisão de desregulamentar seus mercados domésticos de eletricidade e gás mais rapidamente do que antes de 2011. A produção de energia renovável, embora já em andamento, agora é vista como imperativa, especialmente se o papel da energia nuclear permanecer limitado (Yoshida, 2018).

A transição energética é um problema complexo, que envolve múltiplos atores com interesses e percepções conflitantes em relação à segurança energética e sustentabilidade, uma série de incertezas no conhecimento e desenvolvimento tecnológico também compõe esse desafio. O atual governo, liderado pelo Partido Liberal Democrático (LDP), busca a utilização da energia nuclear no futuro, o gabinete governamental aprovou o quinto plano estratégico de energia em 3 de julho de 2018 na qual a energia nuclear, do ponto de vista da segurança energética e descarbonização, continuará a ser uma energia fundamental na transição energética, sendo estimado uma participação por volta de 20-22% da geração de eletricidade do país até 2030. Por sua vez as fontes renováveis possuem metas de 22 a 24%, ligeiramente maiores que a nuclear, os combustíveis fósseis ocuparão mais de 50% da geração da eletricidade. Os compromissos estabelecidos pelo Japão no acordo de Paris são muito menos ambiciosos do que a meta da UE de reduzir as emissões de GEE em 40% abaixo dos níveis de 1990 até 2030. O Japão prometeu reduções de 26% abaixo de 2013 (ou equivalente a reduções de 18% abaixo dos níveis de 1990) até 2030 (Ohta, 2020).

A atual situação energética no Japão é extremamente grave, e a falta de energia doméstica resultou em uma taxa de autossuficiência energética no país de apenas 9,6% em 2017. Este problema tornou o Japão quase totalmente dependente de produtos importados como o carvão, gás natural liquefeito (GNL) e petróleo para geração de energia. Depois da explosão nuclear em 2011, o desligamento em massa de diversas usinas nucleares obrigou o país a aumentar a dependência de combustíveis fósseis. Além desta questão a instabilidade na oferta e nos preços são uma fonte de preocupação entre os japoneses (Wang et. al, 2021).

O Japão é cercado pelo mar por todos os lados, não possui linhas de interconexão internacional, não é abençoado com recursos fósseis e é vulnerável a cataclismas. Qualquer mudança na estabilidade regional acarretará em uma instabilidade no abastecimento energético, comprometendo a segurança energética. Nos últimos anos, a ascensão no consumo de combustíveis fósseis pelos países asiáticos acarretou no aumentou na competição por esses recursos no oriente médio, vale destacar que o Japão é muito dependente das fontes energéticas oriundas do oriente médio, da mesma forma a ascensão chinesa não apenas no contexto de consumo energético como também no setor tecnológico e militar, representa um grande risco para Tóquio, uma vez que o mar da China meridional é uma região estratégica para a garantia do fornecimento de suprimentos energéticos (Energy Basic Plan, 2021).

Desta forma, nos capítulos abaixo iremos desenvolver os quatro principais desafios que o Japão enfrentará no tocante a segurança energética: dependência energética, transição energética e política nuclear pós-Fukushima.

3.4.1 Alta dependência de recursos oriundos do exterior

O Japão depende de importações para quase todos os seus recursos energéticos. A estrutura energética do país é facilmente influenciada pela situação internacional, instabilidades nos países exportadores de combustíveis fósseis bem como a volatilidade dos preços ocasionada pelos mesmos, acarretam em impactos diretos no país oriental. Portanto, o Japão possui um desafio fundamental: garantir os recursos energéticos caso ocorresse um problema de abastecimento nos fornecedores estrangeiros. Sabendo dessa vulnerabilidade o país fez esforços constantes para garantir os recursos energéticos, diversificando os riscos, promovendo a utilização de alternativas ao petróleo, sua principal fonte de energia. Como resultado, a autossuficiência energética do Japão (incluindo energia nuclear) em 2010 antes do Grande Terremoto do Leste do Japão melhorou para cerca de 20%, mas após o Grande Terremoto do Leste do Japão a situação piorou devido ao fechamento das usinas nucleares e a autossuficiência energética não era mais de cerca de 6,7% em 2012. Portanto, a vulnerabilidade da estrutura de abastecimento de energia no Japão ainda permanece nos dias de hoje (Strategic Energy Plan, 2018).

Figura 6 - Índice de autossuficiência energética do Japão

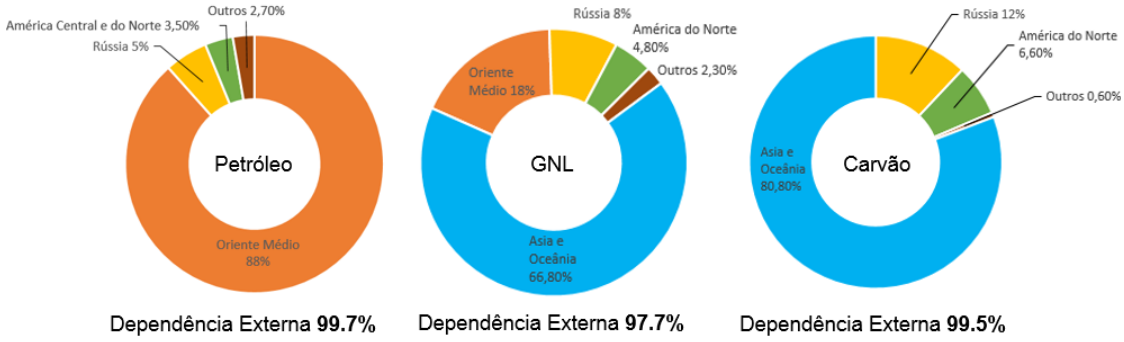


Fonte: Japan (2020b)

O Japão é amplamente dependente de combustíveis fósseis, como petróleo, carvão e GNL (gás natural liquefeito). No ano anterior ao Grande Terremoto do Leste do Japão, o Japão dependia de combustíveis fósseis para 81,2% do fornecimento total de energia primária. A dependência subiu para 87,4% em 2017 como resultado do aumento da utilização da geração de energia térmica para compensar a escassez de energia elétrica causada pelo desligamento de usinas nucleares (Strategic Energy Plan, 2018).

Da mesma forma, o país asiático depende de importações do exterior para a maior parte de sua demanda por combustíveis fósseis. Os rácios de dependência das importações de combustíveis fósseis em 2019 foram de 99,7% para o petróleo, 97,5% para o GNL (gás natural liquefeito) e 99,3% para o carvão (Strategic Energy Plan, 2018).

Figura 7 - Combustíveis fósseis importados pelo Japão em 2019

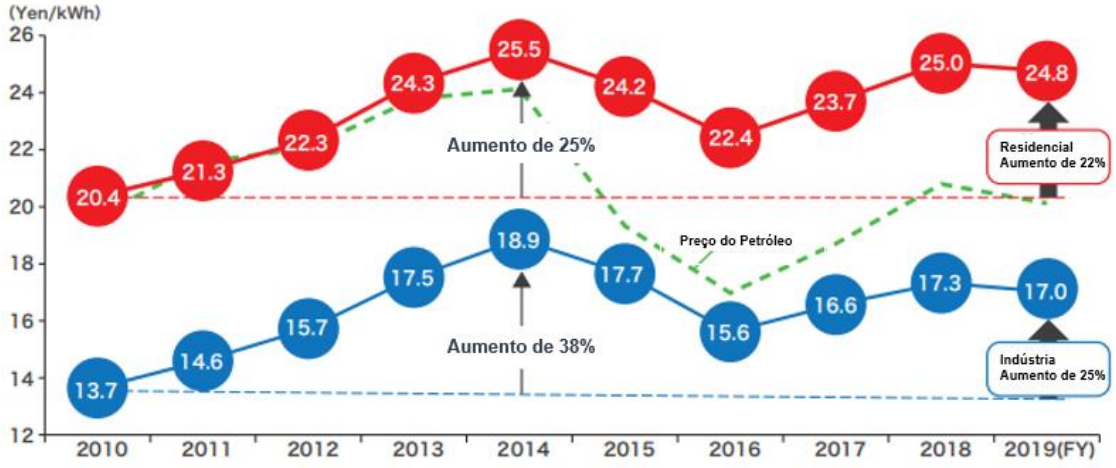


Fonte: Japan (2020b)

As tarifas de eletricidade aumentaram várias vezes desde o Grande Terremoto do Leste do Japão. Isso foi atribuído ao aumento da utilização da energia térmica para aliviar os efeitos causados pelo desligamento das usinas nucleares. Também foi devido ao aumento dos preços dos combustíveis até 2014. As tarifas de eletricidade aumentaram cerca de 16% para residências e cerca de 21% para indústrias no ano fiscal de 2017 em comparação com as taxas antes do

Grande Terremoto do Leste do Japão (2019 - Understanding the current energy situation in Japan, 2019).

Figura 8 - Histórico de Variação do Preço da Eletricidade

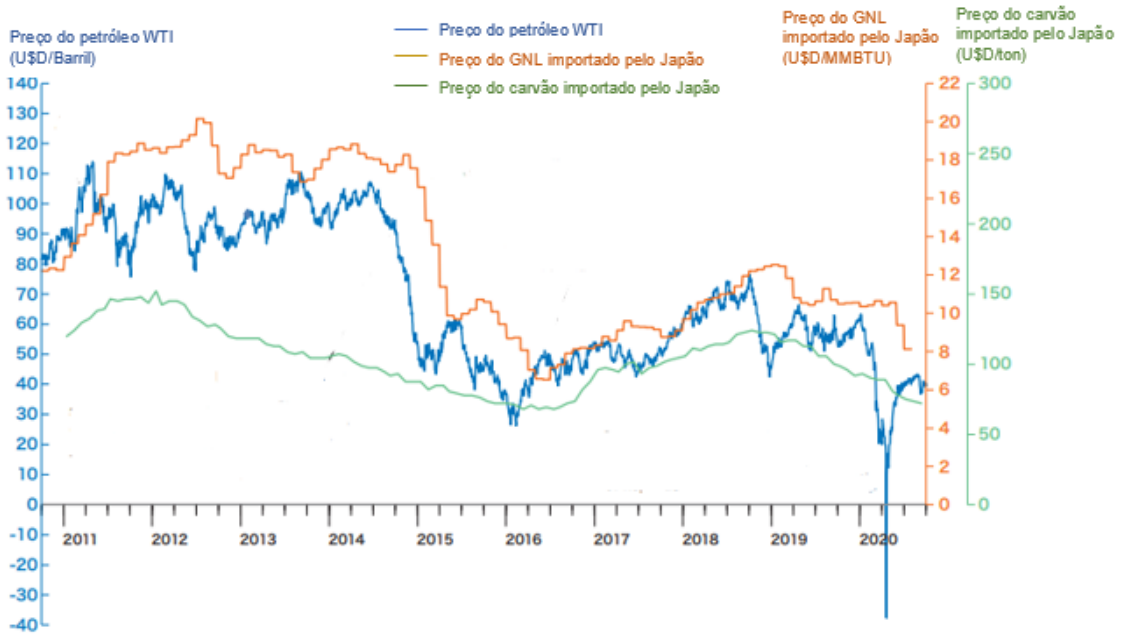


Fonte: Japan (2020b)

As tarifas de energia elétrica são amplamente influenciadas pelas fontes de energia (métodos de geração). A energia térmica, que utiliza combustíveis fósseis como petróleo e GNL (gás natural liquefeito), majoritariamente importado do exterior com altos custos de energia, é vulnerável a mudanças nos preços internacionais da energia. A dependência de fontes de energia em combustíveis fósseis chegou a 80,9% em 2017 (2019 - Understanding the current energy situation in Japan, 2019).

Outro fator que impacta as tarifas de energia elétrica nos últimos anos é a energia renovável. O regime de tarifa feed-in (FIT) foi introduzido em 2012, na qual a eletricidade gerada por fontes renováveis deveria ser comprada a uma taxa fixa. Graças ao esquema FIT, a capacidade instalada de energia renovável aumentou rapidamente. Embora seja importante que as energias renováveis se expandam no futuro, os custos de compra atingiram 3,6 trilhões de ienes, parte dos quais são cobrados por meio de uma “sobretaxa” paga pelos usuários de eletricidade. A sobretaxa vem aumentando ano a ano, o que é uma das razões para o aumento das tarifas de energia elétrica (2019 - Understanding the current energy situation in Japan, 2019).

Figura 9 - Histórico de Preços dos Combustíveis Fósseis



Fonte: Japan (2020b)

Analisando as tendências globais percebe-se que a principal fonte de demanda de energia está mudando de países desenvolvidos para países em desenvolvimento. Espera-se que a demanda global de energia aumente muito, no entanto muito do aumento da demanda é atribuível ao crescimento fora da OCDE ("Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico "). Por outro lado, importantes mudanças estruturais também estão ocorrendo do lado da oferta, incluindo o aumento do fornecimento de gás de xisto e óleo pelos EUA. A revolução do xisto também está impactando os preços do petróleo bruto e gás natural; por exemplo, os preços do petróleo bruto caíram temporariamente abaixo de 30 dólares por barril em 2016, o nível mais baixo desde 2003. Posteriormente, os preços do petróleo bruto acabaram sendo recuperados devido ao impacto de acordos de corte de produção pela Organização do Países Exportadores de Petróleo (OPEP) e conflitos regionais, mas estas mudanças estruturais no lado da oferta às vezes encorajam flutuações violentas nos preços do petróleo bruto, devido às mudanças nas circunstâncias econômicas, além da escalada de competição por recursos naturais e conflitos regionais, mudanças na tendência da demanda e na estrutura de oferta está resultando em uma tendência de alta de longo prazo nos preços dos recursos e uma situação em que flutuações violentas nos preços dos recursos são mais prováveis de ocorrer do que anteriormente. A Agência Internacional de Energia (AIE) apresentou a possibilidade de que os preços do petróleo estarão flutuando na faixa de 60 dólares a 140 dólares em 2040. É provável que em um cenário próximo o preço do petróleo bruto enfrente uma certa volatilidade,

dependendo sobre a situação política e social na região do Oriente Médio e as condições econômicas na Europa, EUA e China (Strategic Energy Plan, 2018).

Por sua vez, o expansionismo chinês tanto no setor energético como também nos setores militares e tecnológicos representa um grande desafio para a manutenção da estabilidade regional e por consequência na segurança energética (Strategic Energy Plan, 2018).

3.4.2 Expansionismo Chinês

As políticas de defesa do Japão estão intimamente relacionadas a questões energéticas. Embora seja a terceira maior economia do mundo, o Japão é uma nação com poucos recursos, desta forma grande parte do fornecimento energético é oriundo de frotas marítimas, assim manter um fornecimento estável de energia é especialmente crítica para o Japão. Além disso, para melhor avaliar as políticas do Japão nesta área, é necessário enquadrá-las o contexto das relações Japão-China (Katsumata, 2006).

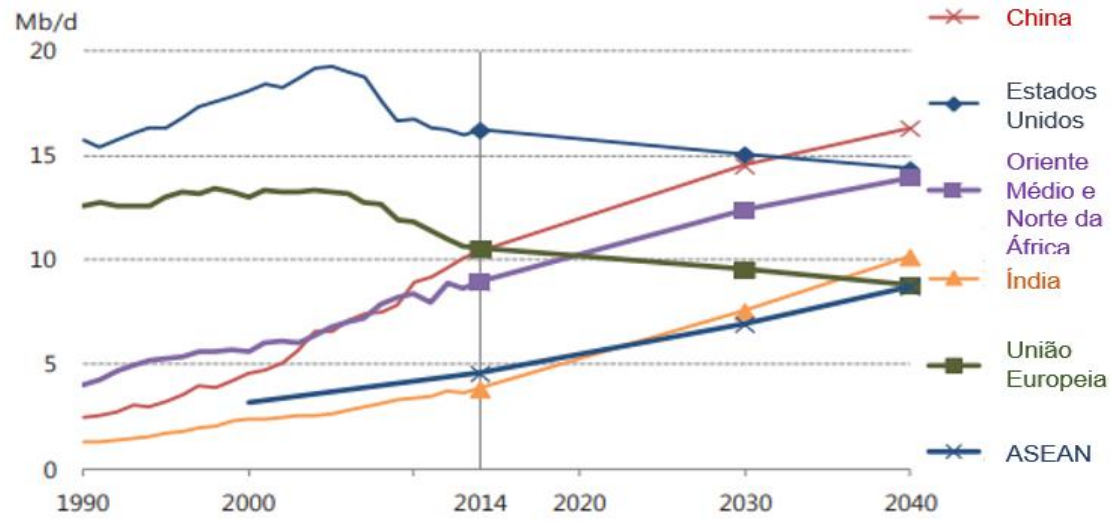
O escopo geográfico de Tóquio é amplo, estendendo-se de suas águas de origem ao Oriente Médio. Dentro desta ampla faixa geográfica, existem três principais áreas estratégicas: o Oceano Pacífico, o Estreito de Malaca e o Oceano Índico. O Japão tem se preocupado com a segurança das rotas marítimas no Pacífico desde o fim da guerra fria. O Japão considera o Estreito de Malaca uma importante linha de escoamento de suprimentos energéticos, com a grande maioria dos petroleiros do Oriente Médio com destino ao Japão passando por esses estreitos. O país tem duas principais preocupações sobre a situação no Estreito. O primeiro é o aumento do número de incidentes de pirataria. O segundo motivo é a relevância do "fator China". O Japão está bem ciente de que é não está sozinho em considerar o Estreito de Malaca como um ponto estratégico chave, visto que a China também olha para o estreito como uma tábua de salvação, conectando o Oriente Médio com suas regiões costeiras, que estão se desenvolvendo rapidamente. Finalmente, o Oceano Índico é outra área cuja importância não pode ser negligenciada, principalmente porque esta área também é vital para os interesses estratégicos e econômicos da China. O pior cenário para o Japão é que a China seja capaz de exercer domínio sobre o Oceano Índico. Tóquio está receoso com as atividades da China em áreas distantes, como o Estreito de Malaca e Oceano Índico por causa da falta de confiança entre os dois países (Katsumata, 2006).

A defesa de qualquer fonte potencial de combustíveis fósseis é uma tarefa crítica para o governo de Tóquio. O Japão se esforça para proteger qualquer área que se acredita ser rica em petróleo ou gás natural. O Japão está em disputa com a China por duas dessas áreas: as Ilhas

Senkaku (conhecidas como Ilhas Diaoyu em chinês) e o Mar da China Oriental. De acordo com pesquisas realizadas por várias agências, o fundo do mar nesta área contém uma quantidade substancial de petróleo e gás. Atualmente, essas ilhas são efetivamente controladas pelo Japão. No entanto, Pequim também afirma soberania e a disputa aqui tem sido, sem dúvida, uma das fontes mais sérias de tensão entre os dois países. Depósitos de petróleo e gás natural também podem ser encontrados no fundo do mar do leste da China. Isso levou Tóquio e Pequim a disputar a fronteira entre suas Zonas Econômicas Exclusivas (ZEE). No discurso japonês, este conflito se enquadra no contexto da segurança energética do país. Energia é uma questão delicada para os japoneses e, portanto, eles costumam priorizar o nível de autossuficiência de seu país sobre os cálculos de custo-benefício (Katsumata, 2006).

Por conseguinte, um dos principais riscos energéticos é o rápido crescimento na demanda energética bem como o aumento da competitividade desses recursos, ocasionadas principalmente pelo crescimento da China e da Índia assim como os países do sudeste asiático. Segundo levantamento da BP, a China foi o único país que durante o período de 2020 teve crescimento em seu consumo primário de energia, mostrando resiliência no crescimento da demanda energética. Pela figura 9 fica evidente o crescimento explosivo nas importações de petróleo pelos países asiáticos nos últimos anos, representando um aumento na competição por recursos na região (Strategic Energy Plan, 2018).

Figura 10 - Projeções de Consumo de Petróleo



Fonte: Japan (2016c)

Países cuja demanda por energia está se expandindo, estão realizando esforços ativos para promover o desenvolvimento e aquisição de recursos por meio de seus empresas. Como

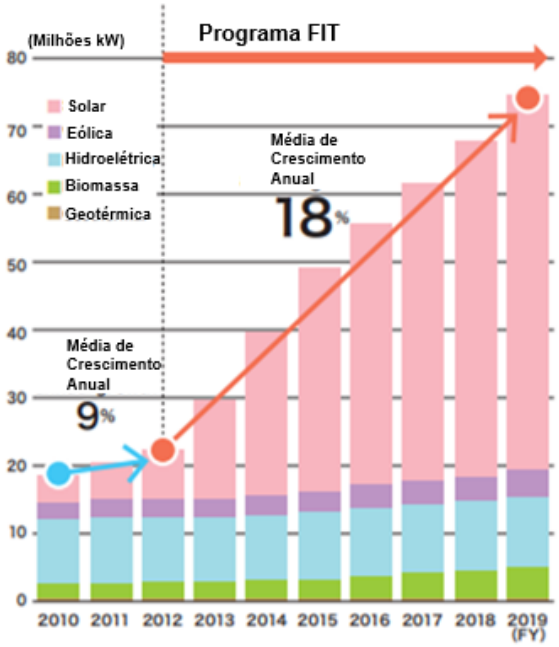
resultado, a competição acirrada por recursos envolvendo empresas oriundas de países emergentes está ocorrendo em todo o mundo. Em particular, os movimentos estratégicos no que diz respeito à expansão da demanda de energia e aquisição de recursos pela China e a introdução crescente de veículos elétricos, podem ter um grande impacto sobre não apenas os recursos globais e suas tendências de preços, mas também na segurança energética de médio a longo prazo do Japão (Strategic Energy Plan, 2018).

3.4.3 Transição Energética

Nos últimos anos, foram vistos em todo o mundo chuvas intensas e calor recorde nunca vistos antes. A preocupação sobre o aumento dos danos causados por inundações e incêndios florestais aumentam a cada ano. Segundo a Agência Meteorológica do Japão, a temperatura média no Japão em 2020 é a mais alta desde o início das estatísticas em 1898. Com o Acordo de Paris realizado em 2015, foi definido o objetivo de alcançar o equilíbrio em emissões de gases do efeito estufa, buscando manter o aumento médio da temperatura abaixo de 2 °C em relação ao período anterior a industrialização. Países e regiões que anunciaram a realização da neutralidade de carbono até 2050 incluem o Japão, desta forma as fontes de energia renovável irão desempenhar um papel fundamental na nova estrutura energética do país (Energy Basic Plan, 2021).

A energia renovável é uma fonte de energia importante, pois gera eletricidade sem emitir gases de efeito estufa e também contribui para a autossuficiência energética. A introdução ativa de energia renovável está em andamento globalmente seguindo a tendência de "descarbonização". Graças à introdução do regime "Feed-in Tariff (FIT)" em 2012, pelo qual a eletricidade gerada por fontes renováveis era comprada a uma taxa fixa por um determinado período de tempo, a capacidade instalada de energia renovável cresceu rapidamente. No entanto, a partir de 2017, a porcentagem de eletricidade gerada por fontes renováveis no Japão era de 16% (ou 8,1% se a energia hidrelétrica fosse excluída), o que ainda era baixo em comparação com outros países importantes (Strategic Energy Plan, 2018).

Figura 11 – Mudanças na capacidade instalada de energia renovável

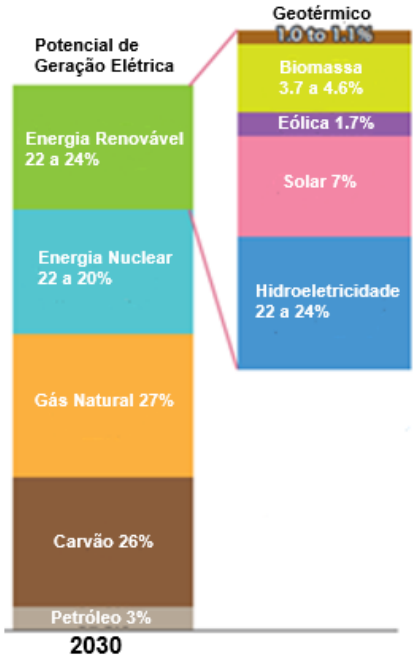


Fonte: Japan (2019d)

Porém, parte dos custos de compra de eletricidade gerada por energias renováveis por meio do esquema FIT é amplamente suportada pelas pessoas por meio de suas contas de eletricidade. Com o ônus financeiro recaindo sobre a população, seus custos de geração terão que ser reduzidos a um nível competitivo como os de outras fontes de geração de energia. Alguns projetos estão sendo licitados com o objetivo de aumentar a concorrência entre as empresas em potencial (Strategic Energy Plan, 2018).

Por sua vez, para tornar a energia renovável uma importante fonte de geração de energia, ela também deve ser uma fonte estável e de longo prazo, as fontes renováveis como a eólica e a solar são vulneráveis a cataclismas como tufões e terremotos, impactando diretamente na disponibilidade dos recursos renováveis e a oferta de energia. Da mesma forma, quanto mais fontes de energia renovável forem introduzidas, mais problemas com as comunidades tendem a ocorrer, pois além de alterarem o ambiente em que lhe é inserido, as fontes renováveis produzem resíduos de difícil descarte como é o caso da fonte solar, por essa razão, esforços estão sendo feitos para garantir a segurança, ao mesmo tempo que promove a cooperação com as comunidades locais e elabora medidas para o descarte adequado de resíduos de painéis solares (Strategic Energy Plan, 2018).

Figura 12 – Projeção para a Matriz Energética Japonesa em 2030



Fonte: Japan (2019d)

O sistema de energia (todo o sistema, incluindo geração e linhas de transmissão/distribuição) no Japão nem sempre cobre áreas adequadas para geração por fontes renováveis. Por exemplo, áreas com boas condições de vento podem não ser cobertas pelo sistema elétrico convencional. Para lidar com este problema, estão sendo estudados meios para maximizar a utilização da rede existente, bem como estabelecer regras para utilização flexível da capacidade de reserva da rede (Strategic Energy Plan, 2018).

Por fim, a geração de eletricidade a partir de fontes renováveis, como a solar e eólica, são difíceis de controlar pois são fontes expostas a condições sazonais e climáticas. Sob condições favoráveis, as energias renováveis podem gerar mais eletricidade do que a demanda, o que pode desestabilizar o equilíbrio entre oferta e demanda. Por sua vez, se a oferta não atender à demanda, a energia térmica será utilizada para cobrir a escassez. Com a reforma de todo o sistema de energia, pretende-se estabelecer formas mais flexíveis e eficazes de ajustes, incluindo um método de transmissão de eletricidade de locais que possuem excedente para outras áreas onde o fornecimento é insuficiente. Um novo sistema de transmissão e distribuição no mercado de energia deve ser estabelecido para a energia renovável, transformando-a em uma rede de geração elétrica de última geração (Strategic Energy Plan, 2018).

Sabendo das limitações das fontes eólicas e solar no tocante à segurança energética, a geração de energia nuclear pode ser uma solução frente à intermitência das outras fontes

renováveis, uma vez que ela é uma fonte de energia que pode fornecer eletricidade de forma estável com baixa emissão de gases de efeito estufa. A energia nuclear é uma das fontes de energia mais indispensáveis no Japão, um país carente de recursos naturais. As usinas nucleares atualmente fora de operação devem estar em conformidade com os novos requisitos regulatórios antes de reiniciar suas operações. Por outro lado, os impactos do desastre de Fukushima, ainda respinga na política nuclear do Japão, desta forma a reconstrução de Fukushima é o ponto de partida para o avanço desta fonte energética (Strategic Energy Plan, 2018).

3.4.4 Política Nuclear Pós-Fukushima

Antes do desastre nuclear de Fukushima, a energia nuclear era uma fonte energética essencial para a economia dos japoneses. Ela proporcionou a diversificação do portfólio de energia, permitindo uma maior flexibilidade na importação e uma maior independência no fornecimento de energia do Oriente Médio e, mais importante, foi uma fonte de energia livre de emissões (Vivoda, 2012).

A catástrofe de Fukushima claramente teve um grande impacto na vitalidade econômica do Japão. O alto custo econômico da produção, armazenamento, transmissão e entrega de energia na estrutura de oferta e demanda é um aspecto fundamental para entender por que o Japão colocou a energia nuclear na discussão da segurança nacional. A estabilidade de preços da energia nuclear era um traço atraente tanto para o governo quanto para os investidores. O custo médio de produção de energia via reator nuclear é mais barato e relativamente estável, pois não está explicitamente vinculado às taxas de câmbio. O preço por geração de kWh aumentou depois de Fukushima, já que o Japão experimentou um choque negativo de oferta e teve que aumentar a importação de recursos energéticos para suprir a perda do poder nuclear (Vivoda, 2012).

Em 2018, o Gabinete Japonês aprovou o plano estratégico de energia, que delineou novas orientações e políticas em referência ao reinício e uso operacional da energia nuclear no setor comercial, de consumo e industrial japonês. Restabelecer a energia nuclear com margens mais altas de segurança tem sido o objetivo de líderes industriais e governamentais. O clamor popular sobre lapsos de segurança do passado são politicamente sensíveis e devem ser tratados. Por outro lado, os objetivos de energia nuclear do Japão para 2030 e 2050 permanecem essencialmente os mesmos: aumentar a taxa de autossuficiência energética, reduzir o custo da eletricidade nos níveis atuais, reduzir drasticamente as emissões de GEE para o meio ambiente e estabilizar o fornecimento de energia (Patel, 2019).

As projeções de longo prazo do METI mostram que a energia nuclear continua sendo um insumo importante para a economia do Japão e suas demandas globais de energia. A estrutura da infraestrutura nuclear é complexa e está significativamente ligado à produção econômica e industrial do Japão (Patel, 2019).

O Japão enfrenta uma dura realidade em relação a segurança energética. Por sua vez, a aplicabilidade e viabilidade da energia nuclear é excelente, pois é uma tecnologia que está amplamente disponível, porém o risco de um desastre permanece, dada a geografia do Japão, mas as mudanças de engenharia e design podem minimizar o impacto geral caso haja outro evento do tipo Fukushima. O Japão se encontra em um paradoxo nuclear em que existem duas escolhas: voltar a utilizar a energia nuclear cumprindo as metas de redução de emissões e garantindo o abastecimento doméstico de energia ou não utilizar a energia nuclear correndo o risco de não cumprir as metas de emissão e arriscando maiores dependência externas (Patel, 2019).

A principal vantagem da energia nuclear no tocante à segurança energética é em relação a capacidade de utiliza-la como fonte de reserva, permitindo a flexibilidade quando as demandas de potência de pico são requeridas pela infraestrutura. A energia nuclear é a maneira mais rápida de atender à crescente demanda em um curto período de tempo e quando necessário GNL ou renováveis podem ser usados como fontes de energia suplementares durante necessidades severas ou condições climáticas adversas (Patel, 2019).

Por outro lado, a viabilidade econômica pode não ser o suficiente para justificar o capital investimento no mercado de energia nuclear, especialmente quando associado a um declínio populacional. A incerteza na previsão da demanda e os requisitos adicionais de segurança nuclear representam uma ameaça significativa para a tomada de decisão econômica no tocante ao investimento em energia nuclear (Patel, 2019).

No mercado global de energia, o Japão enfrenta um desafio agudo: flutuações e enfraquecimento do iene japonês acarretam em uma baixa previsibilidade nos custos de importação de recursos energéticos. Apenas nos últimos anos, os custos de importação de energia aumentaram quase 30% para um consumidor japonês médio. Por outro lado, a energia nuclear é capaz de fornecer energia estável a preços acessíveis, protegendo o desempenho econômico durante períodos de ruptura ou crise. O retorno do primeiro-ministro Shinzo Abe ao poder ajudou a reviver a energia nuclear nas perspectivas japonesas. No geral, a energia nuclear está pronta para retornar à matriz energética com maior capacidade para complementar o sistema e oferecer oportunidades de crescimento, todavia o mesmo enfrenta desafios de longo prazo, pois ela sofre o risco de ser substituído por fontes renováveis, decorrentes de novas

inovações e tecnologias. Internamente, uma grande ameaça para a energia nuclear japonesa, pelo menos até o prazo de 2030 é o valor financeiro remanescente dos reatores já construídos. Na linha do tempo de 2050, a maioria, se não todos, terá depreciado o suficiente para não garantirem um investimento de capital significativo para prolongar sua vida útil por meio do reabastecimento. Além dos custos de segurança e desmontagem, os custos operacionais serão mínimos, liberando recursos de capital para serem investidos em tecnologias renováveis que gozam de apoio político e viabilidade econômica. Modelos econômicos puros desaconselham investimentos incrementais na indústria de energia nuclear, devido à variabilidade nos recursos de capital necessários. Na luta por uma cultura de zero acidente, mantendo a energia nuclear como principal impulsionador da política energética até 2030 e rumo à descarbonização em 2050, custaria ao Japão aproximadamente US$ 193 a US$ 215 bilhões para construir novos reatores e US$ 132 a US$ 582 bilhões para modernizar sua frota existente, incluindo o custo estimado de acidentes (Patel, 2019).

4 CONCLUSÃO

A noção de segurança energética evolui com o passar do tempo, acompanhando o desenvolvimento das preocupações acerca do abastecimento e fornecimento de energia nos países. Assim, se nos primórdios da sua concepção a preocupação central da noção de segurança energética girava em torno da disponibilidade de energia, especificamente no abastecimento de uma única fonte de energia, o que se observa atualmente é uma questão de natureza polissêmica. Ou seja, percebe-se que a disponibilidade de energia é influenciada por diversos fatores presentes nos vários segmentos da indústria energética.

Historicamente, o Japão enfrentou a sua vulnerabilidade energética buscando garantir os suprimentos energéticos necessários. O carvão nacional, um dos poucos recursos domésticos, serviu de válvula de escape para os problemas energéticos. Para garantir o fornecimento energético, medidas extremas foram tomadas como a expansão militarista, todavia com o fim do período imperial os japoneses utilizaram de meios diplomáticos para garantir os seus interesses estratégicos. Em decorrência da instabilidade ocasionada pelas crises do petróleo, o governo japonês decidiu investir em eficiência e diversificação energética, buscando reduzir os impactos gerados pela volatilidade do petróleo, todavia a dependência de recursos externos continuou sendo uma marca da política energética japonesa.

Por mais que houvesse iniciativas para reduzir essa dependência como a introdução da energia nuclear, cataclismas como o terremoto de 11/3 obrigaram os japoneses a serem altamente dependente de importações de recursos energéticos. Será um grande desafio para Tóquio decidir o papel da energia nuclear dentro da matriz energética, tendo em vista o atual contexto de transição energética, bem como a ascensão da China, o país oriental deverá realizar escolhas que consiga equilibrar as limitações de cada dimensão com o intuito de reduzir a dependência de recursos externos sem que a segurança do fornecimento de suprimentos energéticos seja afetada.

Por sua vez, o Brasil mesmo sendo um país rico em recursos naturais, vivenciou momentos de alta dependência externa como o que ocorreu em relação ao petróleo no começo do século XX. Sabendo disso, o país investiu na estratégia de autonomia energética com o intuito de diminuir essa dependência. Por mais que essa estratégia tenha gerado resultados satisfatórios, o país continuou dependente do petróleo estrangeiro, desta forma em razão das crises do petróleo, o país decidiu buscar uma maior diversificação energética com destaque para os biocombustíveis, além de investir na integração energética com os países fronteiriços.

Dentro da perspectiva de transição energética, o governo brasileiro deverá encontrar um equilíbrio entre as fontes energéticas, buscando garantir o fornecimento energético e a redução das emissões de GEE. Sabendo da necessidade de expandir a malha de transmissão elétrica, o país deverá investir pesado nos próximos anos, pois somado a isso, uma parcela considerável da malha de transmissão deverá ser trocada. Esforços para o desenvolvimento e aplicação de tecnologias voltadas para o setor energético também deverá entrar no planejamento energético nos próximos anos.

Analisando o histórico das medidas tomadas por ambos os países no tocante da segurança energética, podemos notar o impacto dos recursos naturais no planejamento energético. Um país rico em fontes energéticas como o Brasil, pôde concentrar esforços na busca por fontes domésticas, por outro lado, um país pobre em recursos energéticos como o Japão, teve que tomar medidas para garantir o fornecimento externo, além de melhorar o aproveitamento energético. A diversificação, medida tomada por ambos os países, também sofreu impactos dos recursos naturais, visto que o Brasil buscou diversificar as fontes energéticas nacionais enquanto que o Japão diversificou os fornecedores internacionais.

Tanto o Brasil como o Japão enfrentarão o desafio de alcançar a meta de redução de GEE, estabelecido pela agenda ambiental. Introduzir fontes renováveis na matriz energética é uma tarefa inevitável para se alcançar esses objetivos. Cabe saber como cada um dos países irá reagir a esses desafios, visto que as fontes renováveis poderão atuar tanto como a base da matriz energética como também uma fonte energética complementar.

REFERÊNCIAS

ANG, B.; CHOONG, W. Energy security: definitions, dimensions and indexes. **Renewable and Sustainable Energy Reviews,** Amsterdam, v. 42, p. 1077–1093, 2015. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114008892. Acesso em: 20 jul. 2021.

ARAUJO, J. L. R. H.; OLIVEIRA, A. Política energética brasileira: mudança de rumo?. *In*: COLOQUIO INTERNACIONAL "ENERGIA, REFORMAS INSTITUCIONALES Y DESARROLLO EN AMÉRICA LATINA", 2003, Ciudad de México. **Anais** [...]. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2003. p. 627–657. Disponível em: https://www.depfe.unam.mx/p-cientifica/coloquio-erdal/24HaLizardo-Adilson-PortugLtt.pdf. Acesso em: 30 set. 2021.

AZZUNI, A.; BREYER, C. Definitions and dimensions of energy security: a literature review. **WIREs Energy and Environment,** New Jersey, v. 7, n. 1, p. 1- 34, 2018. Disponível em: https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wene.268. Acesso em: 25 ago. 2021.

BARAT, J.; NAZARETH, P, B. Transporte e energia no Brasil: as repercussões da crise do petróleo. **Pesquisa e Planejamento Econômico,** Rio de Janeiro, v. 14, p. 197-244, 1984. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6188/1/PPE_v14_n01_Transporte.pdf. Acesso em: 01 out. 2021.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2030.** Brasília: MME/EPE, 2021a. 385 p. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-490/PDE%202030_RevisaoPosCP_rv2.pdf. Acesso em: 10 jan. 2022.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2050.** Brasília: MME/EPE, 2020b. 227 p. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf. Acesso em: 12 jan. 2022.

CHESTER, L. conceptualizing energy security and making explicit its polysemic nature. **Energy Policy,** Amsterdam, v. 38, p. 887-895, 2010. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421509007861. Acesso em: 15 set. 2021.

CIUTĂ, F. Conceptual notes on energy security: total or banal security?. **Security Dialogue**, London, v. 41, p. 123-144, 2010. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/26301149?seq=1#metadata_info_tab_contents. Acesso em: 30 ago. 2021.

COUTINHO, G. L. **Segurança energética em países insulares:** estudo de caso da interligação elétrica das ilhas de Cabo Verde. 2019. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em: https://repositorio.unb.br/handle/10482/34903. Acesso em: 20 set. 2021.

DIAS, J. L. M; QUAGLINO, M. A. **A questão do petróleo no Brasil:** uma história da PETROBRAS. Rio de Janeiro: CPDOC: Petrobrás, 1993. Disponível em: https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/6731. Acesso em: 10 set. 2021.

FORBES. **Alta de preços de energia vai tirar R$ 22,4 bilhões do PIB em 2021 e 2022.** São Paulo, 2021. Disponível em: https://forbes.com.br/forbes-money/2021/11/alta-de-precos-de-energia-vai-tirar-r-224-bilhoes-do-pib-em-2021-e-2022-diz-cni/. Acesso em: 10 jan. 2022.

HAYASHI, M; HUGHES, L. The policy responses to the Fukushima nuclear accident and their effect on Japanese energy security. **Energy Policy,** Amsterdam, v. 59, p. 86-101, 2013. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421512007410. Acesso em: 20 nov. 2021.

KORIN, A; LUFT, G. **Energy Security Challenges for the 21st Century:** A reference handbook. Santa Barbara: ABC-CLIO, 2009. Disponível em: http://phavi.umcs.pl/at/attachments/2015/1103/124625-j-gal-luft-anne-korin-energy-security-challenges-for-the-21st-century-a-reference-handbook-2009-2-.pdf. Acesso em: 28 set. 2021.

KOYAMA, K; KRANE, J. Energy security through FDI: The legacy of Early Japanese Investment in the Oil Sectors of the Persian Gulf. **Resources Policy,** Amsterdam, v. 74, p. 1-10, 2021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301420721001793. Acesso em: 10 nov. 2021.

JAPAN. Ministry of Economy, Trade and Industry. **Strategic energy plan 2018.** Tokyo: ANRE, 2018a. 130 p. Disponível em: https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/others/basic_plan/5th/pdf/strategic_energy_plan.pdf. Acesso em: 3 jan. 2022.

JAPAN. Ministry of Economy, Trade and Industry. **10 questions for understanding the current energy situation.** Tokyo: ANRE, 2020b. 20 p. Disponível em: https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/brochures/pdf/japan_energy_2020.pdf. Acesso em: 5 jan. 2022.

JAPAN. Institute of Energy Economics. **Asia/World Energy Outlook 2016.** Tokyo: IEEJ, 2016c. 187 p. Disponível em: https://eneken.ieej.or.jp/data/7199.pdf. Acesso em: 5 jan. 2022.

JAPAN. Ministry of Economy, Trade and Industry. **2019**: understanding the current energy situation in Japan. Tokyo: ANRE, 2019d. 15 p. Disponível em: https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/special/article/energyissue2019_01.html. Acesso em: 10 jan. 2022.

JAPAN. Ministry of Economy, Trade and Industry. **Energy basic plan.** Tokyo: ANRE, 2021e. 129 p. Disponível em: https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20211022_01.pdf. Acesso em: 12 jan. 2022.

KATSUMATA, H. Japan. *In*: PARDESI, M. S. *et al.* **Energy and security the geopolitics of energy in the Asia-Pacific.** Singapore: Booksmith, 2006. p. 41-45. Disponível em: https://www.files.ethz.ch/isn/26447/E%20&%20S%20book.pdf. Acesso em: 3 jan. 2022.

LOURENÇO, H, C. O setor elétrico brasileiro: passado e futuro. **Perspectivas,** São Paulo, p. 147-170, 2001. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/108151/ISSN1984-0241-2001-24-147-170.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 26 ago. 2021.

MATSUMOTO, K; SHIRAKI, H. Energy security performance in Japan under different socioeconomic and energy conditions. **Renewable and Sustainable Energy Reviews,** Amsterdam, v. 90, p. 391-401, 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032118301564. Acesso em: 5 nov. 2021.

MCLELLAN, B. C. *et al*. Analysis of Japan's post-Fukushima energy strategy. **Energy Strategy Reviews,** Amsterdam, v. 2, p. 190-198, 2013. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211467X13000709. Acesso em: 10 jan. 2022.

MURAKOSHI, C; NAKAGAMI, H; HIRAYAMA, S. Analysis of behaviour change due to electricity crisis: Japanese household electricity consumer behaviour since the earthquake. *In*: ECEEE SUMMER STUDY, 2013, Toulon. **Proceedings** [...]. Toulon: ECEEE, 2013. p. 29-39. Disponível em: https://www.eceee.org/library/conference_proceedings/eceee_Summer_Studies/2013/1-foundations-of-future-energy-policy/analysis-of-behaviour-change-due-to-electricity-crisis-japanese-household-electricity-consumer-behaviour-since-the-earthquake/. Acesso em: 3 jan. 2022.

NINA, A. M. **A diplomacia brasileira e a segurança energética nacional.** Brasília: FUNAG, 2020. Disponível em: http://funag.gov.br/biblioteca/download/A_diplomacia_brasileira.pdf. Acesso em: 08 ago. 2021.

OHTA, H. The analysis of Japan’s energy and climate policy from the aspect of anticipatory governance. **Energies 2020,** Basel, v. 13, p. 22, 2020. Disponível em: https://www.mdpi.com/1996-1073/13/19/5153. Acesso em : 12 jan. 2022.

OLIVEIRA, L. K. **Energia como recurso de poder na política internacional:** geopolítica, estratégia e o papel do centro de decisão estratégica. 2012. Tese (Doutorado em Ciência Política) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/76222/000892922.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 30 ago. 2021.

PAIVA, I.; CASTRO, N.; LIMA, A. P. Aspectos teóricos e analíticos da segurança energética e os desafios do setor elétrico brasileiro. **Gesel**, Rio de Janeiro, p. 36, 2017. Disponível em: http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/04_tdse71.pdf. Acesso em: 25 set. 2021.

PATEL, L. **Japanese energy security.** 2019. Tese (Master of Arts in Security Studies) – Naval Postgraduate School, Monterey, 2019. Disponível em: https://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/64044/19Dec_Patel_Lakir.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 7 out. 2021.

SCOPUS. **Base de dados bibliográficos.** Disponível em: https://www.scopus.com. Acesso em: 20 jul. 2021.

STEWART, D. Japan: the power of efficiency. *In*: KORIN, A.; LUFT, G. **Energy security challenges for the 21st century:** a reference handbook. Santa Barbara: ABC-CLIO, 2009. cap. 12, p. 176-191. Disponível em: http://phavi.umcs.pl/at/attachments/2015/1103/124625-j-gal-luft-anne-korin-energy-security-challenges-for-the-21st-century-a-reference-handbook-2009-2-.pdf. Acesso em: 28 set. 2021.

SUZUKI, T. *et al*. **A framework for energy security analysis and application to a case study of Japan.** Berkeley: Nautilus, 1998. Disponível em: http://oldsite.nautilus.org/archives/pares/PARES_Synthesis_Report.PDF. Acesso em: 28 out. 2021.

VIANA, F. G. **Relacionamento planejadores energéticos e jornalistas:** a análise da crise energética de 2001. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2004.366379. Acesso em: 25 ago. 2021.

VIVODA, V. Japan's energy security predicament post-Fukushima. **Energy Policy,** Amsterdam, v. 46, p. 135-143, jul. 2012. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512002492. Acesso em: 22 jul. 2021.

YOSHIDA, P. G. **Japan's energy conundrum.** Washington: Sasakawa Peace Foundation USA, 2018. Disponível em: https://spfusa.org/wp-content/uploads/2018/06/JapanEnergyConundrum_SPFUSA.pdf. Acesso em: 30 ago. 2021.

WANG, L.; WATANABE, T.; WAKUI, K. Acceptance of main power generation sources among Japan's undergraduate students: the roles of knowledge, experience, trust, and perceived risk and benefit. **Sustainability,** Basel, v. 13, p. 22, 2021. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/22/12416. Acesso em: 12 jan. 2022.