

Universidade de Brasília

Instituto de Ciência Política

Rhian Simões Monteiro Duarte

**TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: AS ESCOLHAS GOVERNAMENTAIS NO BRASIL E
NO MUNDO PARA O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NO CONTEXTO DAS
MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AQUECIMENTO GLOBAL**

Brasília, 2013

Rhian Simões Monteiro Duarte

**TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: AS ESCOLHAS GOVERNAMENTAIS NO BRASIL E
NO MUNDO PARA O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NO CONTEXTO DAS
MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AQUECIMENTO GLOBAL**

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Ciência Política pela Universidade de Brasília

Orientador: Graziela Dias Teixeira

Brasília, 2013.

**TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: AS ESCOLHAS GOVERNAMENTAIS NO BRASIL E
NO MUNDO PARA O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NO CONTEXTO DAS
MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AQUECIMENTO GLOBAL**

Monografia apresentada como requisito
parcial para a obtenção do título de
bacharel em Ciência Política pela
Universidade de Brasília

PROFESSORA GRAZIELA DIAS TEIXEIRA
(Universidade de Brasília)

PROFESSOR CARLOS MARCOS BATISTA
(Universidade de Brasília)

Brasília, 2013.

À todos aqueles que fizeram parte desta jornada, por menor que tenha sido seu papel, pois cada um de vocês me ensinou uma nova forma de ver e pensar o mundo.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Henrique e Analucília, por me proporcionarem esta oportunidade.

Ao meu irmão, Raphael, por todos ensinamentos e experiências, até mesmo pelos não intencionais.

À minha família, pelo apoio inquestionável, ainda que distante.

Aos amigos – em especial a Murillo Neumann, Carlos Eduardo Neves, André Atadeu, Nauê Bernardo, Rennan Garrido, Helder Duarte, Carolina Tolosa, Victor Zaiden, Marcela Machado e Rodrigo Mariani – pela incrível jornada que nos trouxe até aqui.

À Marta Pederiva, pelas memórias, o reencontro e por tudo que o futuro nos reserva.

E acima de tudo, à Deus, que me proporcionou estar neste mundo com todos vocês.

RESUMO

Energia, por se relacionar a uma variedade de questões sociais e estar associada ao movimento e desenvolvimento de uma realidade cada vez mais interconectada e informacional, é um dos fatores mais importantes do mundo moderno, determinante para manutenção do padrão de vida do século XXI. Com tal característica, está interconectada aos problemas de meio ambiente e desenvolvimento sustentável, saúde e segurança pública, redução da pobreza e desigualdade, e educação. Este trabalho propôs identificar e analisar as principais políticas energéticas em uso no mundo e compará-las ao contexto brasileiro, no tocante à sua viabilidade e possibilidade de utilização no país, no âmbito das mudanças climáticas e aquecimento global e a necessidade e importância das transições energéticas.

Palavras chaves: transição energética, planejamento energético, decisões governamentais.

ABSTRACT

Energy, by being related to a variety of social issues and being associated with the movement and development of an increasingly interconnected and informational reality, is one of the most important factors of the modern world, crucial to maintaining the XXI century living standard. With such a feature, it is interconnected to problems of environment and sustainable development, public health and safety, poverty and inequality reduction, and education. Thus, this study aimed to identify and analyze key energy policies being used in the world, and compare them to the Brazilian context, in terms of its usage viability and possibility in the country, in the context of climate change and global warming, as well as the need and the importance of energetic transitions.

Key words: energy transitions, energy planning, governmental decisions

SUMÁRIO

Introdução	10
Energia	13
Energia e Mudanças Climáticas.....	13
Panorama da Energia no Mundo	14
Transição Energética: conceito.....	18
Fatores e Atores da Transição Energética	21
Brasil	25
Panorama da Energia no Brasil	25
Estrutura Institucional do Setor Energético	28
Planejamento Energético no Brasil	34
Políticas Energéticas no Brasil e no Mundo	37
Energia Nuclear	38
Carvão, Gás Natural e Petróleo	42
Energia Hídrica, Solar e Eólica	49
Considerações Finais	54
Referências Bibliográficas	55

ÍNDICE DE TABELAS

FIGURA 1.1: Fontes de Energia Primária no Mundo – 2012.....	14
FIGURA 1.2: Fontes de Energia Primária na OCDE - 2012.....	15
FIGURA 1.3: Fontes de Energia Primária não-OCDE - 2012.....	15
FIGURA 1.4: Consumo <i>per capita</i> em kWh - 2011.....	16
Figura 1.5.: Comparação energia <i>per capita</i> e PIB <i>per capita</i>	17
Quadro 1.1: Exemplos de cadeias energéticas.....;	19
FIGURA 2.1: Fontes de Energia Primária no Brasil - 2011 e 2012.....;	25
FIGURA 2.2: Série Histórica - Oferta de Energia Interna por fontes.....	26
FIGURA 2.3: Série Histórica - Emissões de CO ₂	27

Em junho de 1992, as delegações de 172 nações se reuniram para a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), na cidade do Rio de Janeiro, para discutir um conceito que se tornou emblemático para o século XXI: desenvolvimento sustentável. Este conceito está relacionado ao desenvolvimento socioeconômico que não comprometa o desenvolvimento de futuras gerações (ONU, 1987). Um desses fatores é a redução dos impactos ao meio ambiente, sendo que a proteção da atmosfera é uma questão crucial. Isso acontece porque a atividade humana interfere de diversas formas com a atmosfera terrestre, o que pode levar a impactos ambientais profundos e, conseqüentemente, a mudanças irreversíveis no ecossistema global (NAKICENOVIC; GRUBLER, 2000).

Esta conferência, que ficou conhecida como Rio-92, não foi o primeiro passo tomado em defesa da atmosfera. O Protocolo de Montreal já havia entrado em ação três anos antes¹, com o objetivo de eliminar gradativamente a produção de gases nocivos à Camada de Ozônio. Entretanto, a Rio-92 deu um importante passo na longa jornada no intuito de conciliar desenvolvimento global e proteção ao meio ambiente. Ao final da conferência, foi assinado o documento base para as ações e discussões posteriores do tema: a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC), com o objetivo de estabilizar em níveis seguros a concentração dos Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera. Ademais, a convenção ainda previa o apoio financeiro e tecnológico dos países desenvolvidos aos seus pares emergentes.

Nesse sentido, o Protocolo de Quioto (1997) veio complementar a CQNUMC trazendo metas concretas de redução de emissões dos GEE. Sob o protocolo, os países do Anexo I² concordavam em reduzir, no período entre 2008 e 2012, suas emissões em até 5% abaixo dos níveis registrados em 1990. Os países em desenvolvimento não possuíam metas estabelecidas, mas também se comprometiam a reduzir emissões de forma compatível ao seu crescimento econômico. Porém, as perspectivas para o acordo não eram positivas já em meados da década de 2000, conforme mostra o Painel Intergovernamental sobre Mudanças

¹ O protocolo foi aberto a assinaturas em 1987, surtindo efeitos apenas a partir de 1989. O documento foi revisado nos anos de 1990 (Londres), 1991 (Nairóbi), 1992 (Copenhague), 1993 (Bangcoc), 1995 (Viena), 1997 (Montréal) e 1999 (Pequim).

² Os países que ratificaram o acordo e se sujeitaram às metas, eram divididos entre os Anexos do acordo. O Anexo I englobava as nações desenvolvidas, o Anexo I – “Economies-in-Transition” (EIT) abarcava as economias em transição para economia de mercado. Os demais países não eram obrigados a cumprir nenhuma meta.

Climáticas (IPCC, na sigla em inglês). De acordo com seu relatório de 2007, as emissões de GEE aumentaram 24,3% entre 1990 e 2004, sendo que as emissões de Gás Carbônico (CO₂) representaram 77% das emissões em 2004.

Finalizado o prazo original, o efeito do acordo foi mínimo. A literatura discorre a respeito de diversos motivos para esse resultado. Corfee-Morlot *et al.* (2005) apontam que a falta de objetivos de longo prazo – especialmente pós-2012 – não incentivam os *policy makers* nacionais e internacionais a atuarem. William Pizer (1999) via com descrença os potenciais impactos do acordo em razão das incertezas sobre os custos dessas reduções; Barret e Starvins (2003) afirmam que o acordo não promoveu o desenvolvimento ou transferências de tecnologias de forma adequada para promover as reduções.

O setor de produção de energia foi dos principais contribuintes para os pífios resultados do Protocolo de Quioto. Segundo a Agência Internacional de Energia (AIE, 2012) houve aumento de 44,4% nas emissões globais de CO₂ para geração de energia entre 1990 e 2010, sendo que as nações do Anexo I apresentaram redução de 3,7%. Para agravar a situação, a demanda por energia não irá diminuir. Desta forma, percebe-se a necessidade de se alterar as bases da produção da energia mundial, de forma a reduzir sua dependência de combustíveis fósseis e, conseqüentemente, reduzir o total de emissões de GEE. Essa não é uma tarefa impossível e, na verdade, já aconteceu diversas vezes ao longo da história. Esse processo é conhecido como transição energética (*energy transition*).

Peter O'Connor (2010) elenca os principais fatores para a transição, são eles: restrição da oferta, vantagens de custo, vantagens de *performance* e decisões governamentais. Do ponto de vista da Ciência Política, é especialmente importante avaliar o peso das decisões governamentais neste processo, que tem peso substancial sobre o volume total de emissões de GEE e, conseqüentemente, sobre o impacto ao meio ambiente.

Assim, este trabalho se propõe a identificar e analisar as principais *polícies* energéticas em uso no mundo e compará-las ao contexto brasileiro, no tocante à sua viabilidade e possibilidade de utilização no país. Destarte, comparará as ações tomadas no Brasil e no exterior quanto à energia não renovável – nuclear e combustíveis fósseis (petróleo, gás natural e carvão mineral) – e renovável – hídrica, geotermal, solar e eólica.

Esta pesquisa se justifica no fato de que energia é um dos fatores mais importantes do mundo moderno, pois se relaciona a quase totalidade das questões sociais. Está associada ao movimento e desenvolvimento de uma realidade cada vez mais interconectada e informacional. Desta forma, energia é importante para o transporte – seja de passageiros ou de cargas –, para a produção de alimentos e infraestrutura de comunicação. Além disso, está interconectada aos problemas de meio ambiente e desenvolvimento sustentável, saúde e segurança pública, redução da pobreza e desigualdade, educação, enfim, energia é determinante para manutenção do padrão de vida do século XXI. Em igual medida, o planejamento energético é essencial para o desenvolvimento global. É necessário avaliar as possibilidades de esgotamento dos recursos naturais – aqui não entende apenas o fim da capacidade de extração desses recursos, mas também a inviabilização econômica dessa extração (O’CONNOR, 2010) –, do crescimento dos impactos ao meio ambiente e à economia nacional.

Subentende-se deste contexto a importância de se estudar as principais ações energéticas executadas pelos governos globais. Ademais, compará-los com as escolhas feitas pelo Brasil possibilita melhorar a avaliação e *feedback* das políticas energéticas nacionais. No atual contexto de crise internacional, é cada vez mais importante reconhecer as práticas capazes de assegurar ganhos de competitividade, bem como permitir o contínuo desenvolvimento social nacional.

Com base no objetivo apresentado, este estudo assume caráter exploratório, na medida em que busca “proporcionar maior familiaridade com o problema” (GIL, 1996, p. 45). Isto é, este estudo visa entender o *quê* tem sido feito pelos governos quanto ao tema da energia. Para tanto, utiliza-se o método comparativo, investigando as ações de governos internacionais no intuito de ressaltar as semelhanças e diferenças quanto às ações praticadas pelo governo do Brasil.

Quanto aos procedimentos técnicos a serem utilizados, classifica-se como bibliográfica-documental, pois se baseia tanto na contribuição já existente de autores, quanto a materiais sem tratamento analítico, como estatísticas. Os dados estatísticos utilizados são provenientes do *BP Statistical Review of World Energy 2013*, do *World Energy Outlook 2011 e 2012* da AIE, do *Global Status Report – Renewables 2013* do REN-21 e dados apresentados pelos autores utilizados, sempre devidamente citados.

Este trabalho está dividido em três capítulos. O capítulo 1, ENERGIA, aborda as principais abordagens e perspectivas sobre energia e transição energética, bem como suas consequências para o estabelecimento de uma economia de baixo carbono. O capítulo 2, BRASIL, apresenta o contexto institucional brasileiro no setor energético, apresentando seus principais atores e ações. No capítulo 3, POLÍTICAS ENERGÉTICAS NO BRASIL E NO MUNDO, parte-se para a análise comparativa das ações governamentais, em que serão destacados os principais projetos e políticas executados por governos nacionais ou locais no ramo energético em questão, comparando com a realidade brasileira.

1. ENERGIA

1.1. Energia e mudanças climáticas

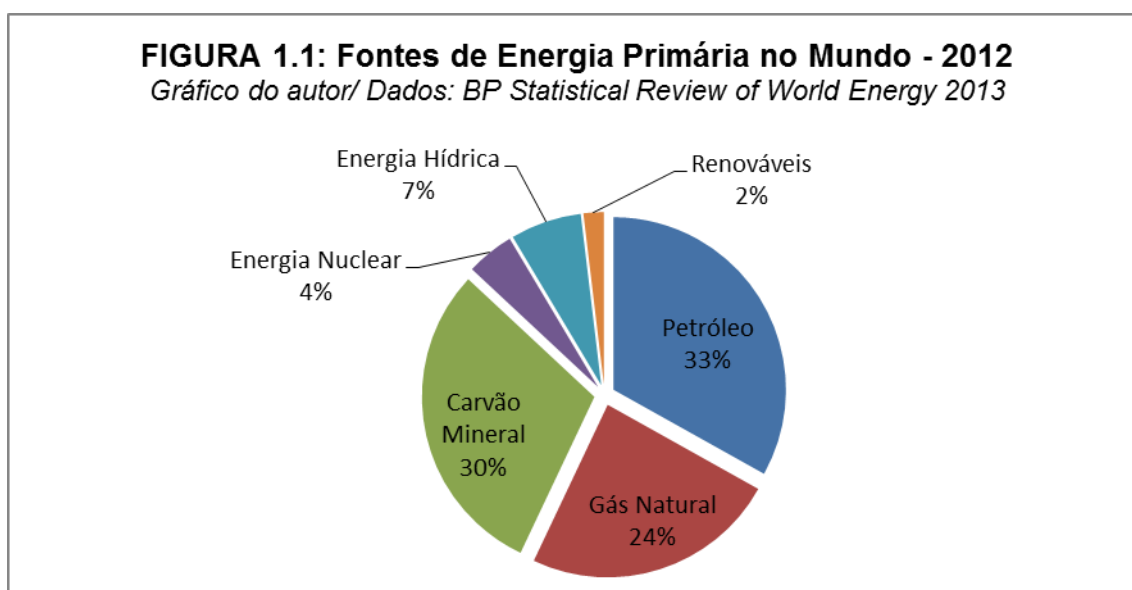
Segundo o IPCC (2007), os estudos desenvolvidos em todo o globo demonstram que o aquecimento global é evidente, com aumento da temperatura média global dos oceanos e da atmosfera, além do contínuo derretimento das geleiras polares. Além disso, na série histórica acompanhada (1906-2005), onze dos últimos doze anos estão ranqueados entre os doze anos mais quentes da história e a tendência linear de aquecimento global dos 50 anos entre 1956 e 2005 é quase duas vezes maior que a tendência dos 100 anos de série histórica.

As temperaturas aumentaram em todo o globo, mas de forma ainda mais acelerada nos polos, que se aqueceram a quase o dobro da velocidade global ao longo da série acompanhada. As geleiras têm diminuído em média de 2,7% por década, desde o início das observações por satélite em 1978. Ademais, observações desde 1961 mostram que os oceanos tem absorvido próximo de 80% do calor adicionado ao sistema global, sendo que o aumento do níveis de mares e oceanos é compatível com esse aquecimento. O IPCC (2007) ainda afirma, com grande confiança, que essas mudanças já afetam os ecossistemas naturais, alterando o cronograma esperado de migrações de pássaros e queda de folhas das árvores, além de propiciar o início precoce da primavera.

Ainda segundo o IPCC (2007), a principal causa dessas mudanças é a emissão de GEE, principalmente de CO₂ provenientes da atividade humana. As emissões anuais de CO₂ aumentaram em quase 80% entre 1970 e 2004, sendo que a taxa de crescimento dos últimos 10 anos da série foram muito superiores às taxas dos 24 anos anteriores. O setor de energia foi o principal responsável por essa elevação, já que as maiores taxas de crescimento das emissões entre 1990 e 2004 foram no setor de energia.

De fato, o sistema energético global é altamente dependente de combustíveis fósseis, e o tem sido pela maior parte dos últimos dois séculos, desde que o carvão mineral se tornou o combustível mais importante em escala global, por volta de 1880. Os efeitos dessa dependência para o meio ambiente são graves e de

extrema relevância. Em 2010, 41% das emissões globais de CO₂ foram provenientes da geração de energia e calefação (AIE, 2012), sendo que em 2011 e 2012 os combustíveis fósseis representaram aproximadamente 87% das fontes de energia primária³ no mundo, totalizando mais de 34 mil toneladas de CO₂ emitidos apenas em 2012 (BP, 2013).



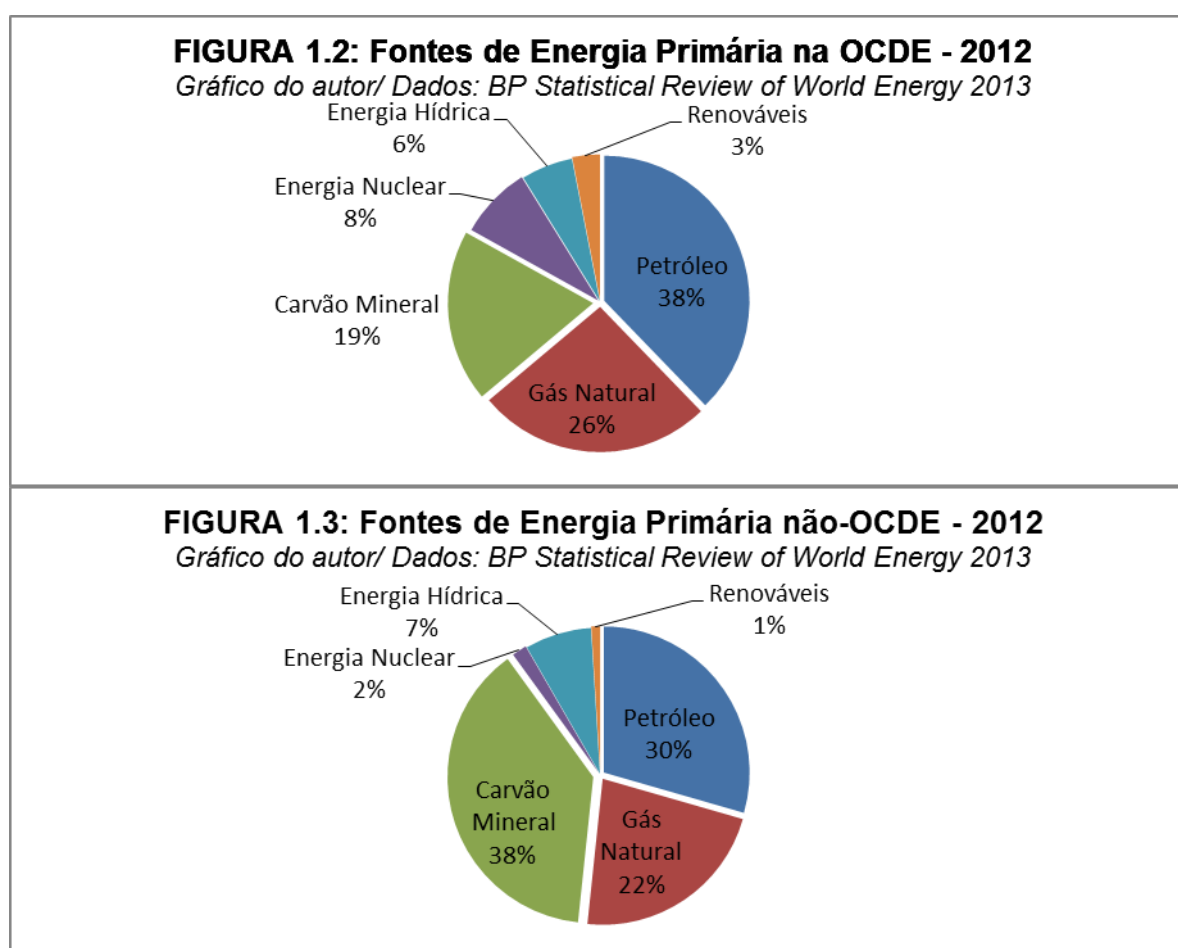
Percebe-se a necessidade de redução das emissões de GEE e, ainda mais importante, o sistema de energia global precisa se tornar menos dependente de combustíveis fósseis. Daí surge o conceito de “descarbonização” e “economias de baixo carbono”, que estão associado à eficiência energética e desenvolvimento humano com mínimas emissões de GEE. Entretanto, de acordo com a PricewaterhouseCoopers (PwC, 2012), uma das maiores empresas prestadoras de serviços profissionais do mundo, mesmo se o mundo dobrasse sua taxa atual de descarbonização, ainda estaria poluindo em taxas compatíveis com um aumento de até 6° C até 2050, ou seja, o ritmo das mudanças precisa ser acelerado.

1.2. Panorama da energia no mundo

O consumo de energia no mundo não ocorre de maneira uniforme, isto é, os padrões de uso da energia variam muito entre os países, conforme as Figuras 1.2

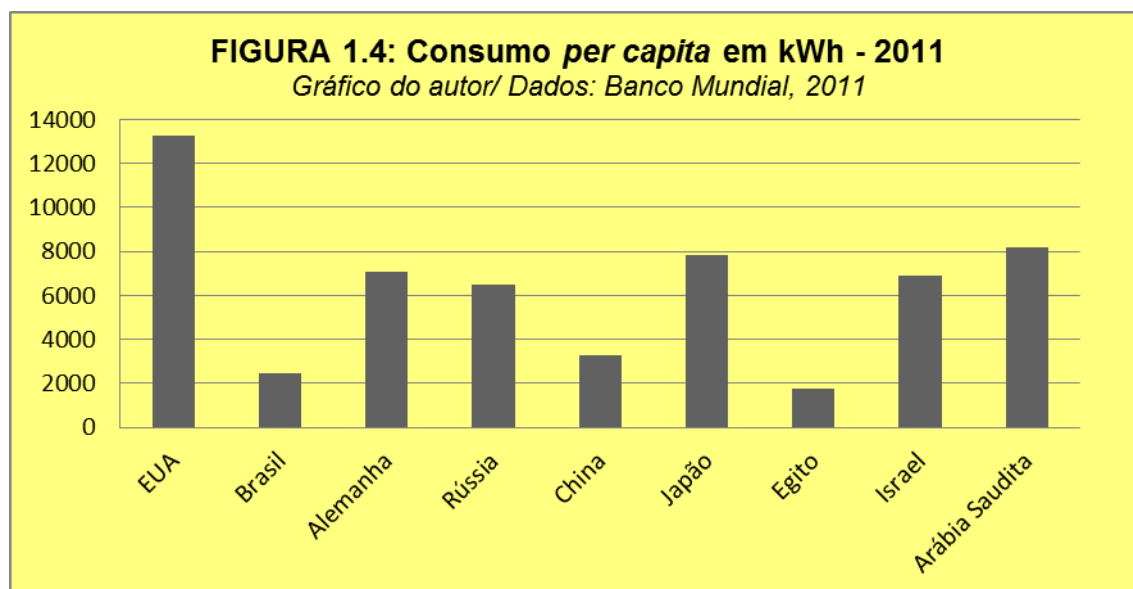
³ No relatório da BP, energia primária inclui combustíveis comercialmente negociados, incluindo energias renováveis modernas usadas para gerar eletricidade.

e 1.3. O padrão de uso energético engloba uma série de variáveis, como as fontes de energia (petróleo, gás natural, sol, e.g.), os vetores energéticos (eletricidade, biocombustíveis), os conversores de energia (lâmpadas, motores) e, por fim, os serviços energéticos (iluminação, transporte). Esses fatores serão abordados de forma mais minuciosa nas próximas seções deste capítulo. Para fins de exemplificação, foram comparadas as fontes de energia primária dos países que compõem a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) – organização internacional composta por 34 países, sendo que a maioria deles é de nações ricas – com as demais nações do mundo. Vale ressaltar que ambos os gráficos apresentam amplas variações da média global.



Não somente o padrão de uso é desigual, mas a quantidade de energia utilizada também é. O uso de energia *per capita* entre os países mais desenvolvidos é muito superior àquele dos países emergentes, ainda que as taxas deste último grupo cresçam de forma mais acelerada, em razão do crescimento populacional e

desenvolvimento econômico (JOHANNSON; GOLDEMBERG, 2002). Além disso, o padrão de uso diverge mesmo entre países altamente industrializados e suas diferenças são especialmente perceptíveis entre classes sociais, indiferentemente do país em questão (NAKICENOVIC; GRUBLER, 2000).

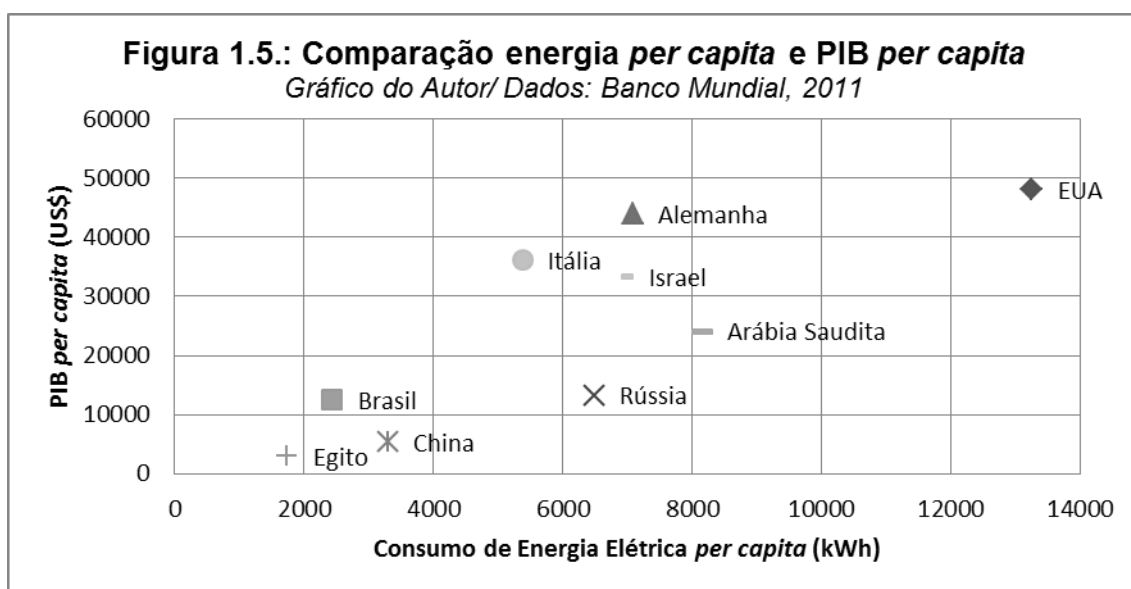


Além disso, a demanda global por energia tende a aumentar. As estimativas da AIE (2012b) são de que ela cresça mais de um terço até 2035. Um fator de grande importância será o crescimento da população mundial, que deve passar dos atuais 7,2 bilhões para 8,1 bilhões em 2025 e 9,6 bilhões de pessoas em 2050⁴. Outro fator do crescimento da demanda será o contínuo desenvolvimento de países como China, Índia, Rússia e o próprio Brasil, associados com o aquecimento das economias europeias e dos Estados Unidos. Isso ocorre porque disponibilidade de energia é uma condição fundamental para o crescimento econômico, sendo que existe uma relação significativa entre o uso *per capita* de energia e Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*.

Entretanto, não existe uma regra que defina esta relação, já que a situação é influenciada por diversos fatores que tornam cada país único, como desenvolvimento histórico, disponibilidade de recursos, estrutura institucional e fiscal, entre outros (NAKICENOVIC; GRUBLER, 2000). Essas diferenças são determinantes para as variações nos padrões de uso exemplificados na Figura 1.4.

⁴ Dados da Organização das Nações Unidas (ONU), por meio do documento "Perspectivas de População Mundial", publicado em 2013.

A verdade é que a questão é amplamente estudada e não existe consenso na literatura especializada, ou mesmo uma linha predominantemente aceita. Alguns estudos apontam que o crescimento econômico precede o aumento no uso *per capita* de energia⁵, outros mostram o contrário, que o consumo de energia causa, ou ao menos acelera, o crescimento econômico⁶. Há ainda estudos que apontam a existência de bidirecionalidade causal entre os dois fatores⁷, ao passo que outros estudos não encontram qualquer relação significativa entre eles⁸.



Energia está associada ao desenvolvimento porque é capaz de aumentar a eficiência e qualidade de vida de uma sociedade. Fatores como industrialização e motorização em larga escala, que são características de economias mais desenvolvidas, tem forte impacto no uso total de energia. Além disso, essas mudanças ocorrem em diversos níveis, atingindo empresas, governos e famílias. Energia reduz o tempo gasto em tarefas domésticas em razão do uso de eletrodomésticos; melhora a comunicação ao possibilitar computadores e estruturas de transmissão mais potentes e complexas. Ainda existem estudos que demonstram sua importância para a saúde familiar, pois reduz a chamada poluição *indoor*, causada pela queima de combustíveis em lareiras e lampiões dentro de ambientes fechados (BRUCE; PEREZ-PADILLA; ALBALAK, 2000).

⁵ Ver: KRAFT; KRAFT, 1978; e GHOSH, 2002.

⁶ Ver: SHIU; LAM, 2004; e MORIMOTO; HOPE, 2004.

⁷ Ver: ASAFU-ADJAYE, 2000; e HWANG; GUM, 1992.

⁸ Ver: EROL; YU, 1987; e YU; CHOI, 1985.

Ademais, o desenvolvimento da estrutura energética, isto é, a expansão da oferta de energia, tem forte impacto na redução da pobreza e no desenvolvimento sustentável (JOHANNSON; GOLDEMBERG, 2002). Isso ocorre porque pobreza está associada não somente à renda, mas também à incapacidade das pessoas de menor renda de participar ativamente da sociedade na qual estão inseridas (TOWNSEND, 1979), de forma que os pobres, em muitos casos, não têm nem mesmo a opção de consumir energia comercial (TOWNSEND, 2000), isto é, energia vendida por meio de um sistema de distribuição. Assim, as camadas mais pobres continuam a utilizar formas menos eficientes e mais poluidoras de energia.

1.3. Transição Energética: conceito

Ao inserirmos energia dentro do contexto de mudança climática e proteção do meio ambiente, percebe-se que não será possível manter a atual estrutura do sistema energético global para alimentar a demanda mundial do futuro. Posto isto, compreende-se a importância de transformar o padrão de uso energético global, de forma a torna-lo mais eficiente e menos poluidor e dependente de combustíveis fósseis. Caso ocorra, essa transição não será a primeira. A literatura sustenta que ela já ocorreu algumas vezes ao longo da história moderna, chama-se transição energética. Esse termo designa uma *significativa* alteração nos padrões de uso energético de uma determinada sociedade (O'CONNOR, 2010). Para mais, ainda é possível perceber uma tendência de descarbonização nas mudanças, ainda que em taxas excessivamente lentas, isto é, os combustíveis que se tornam dominantes são menos intensivos em carbono que o anterior (NAKICENOVIC; GRUBLER, 1996).

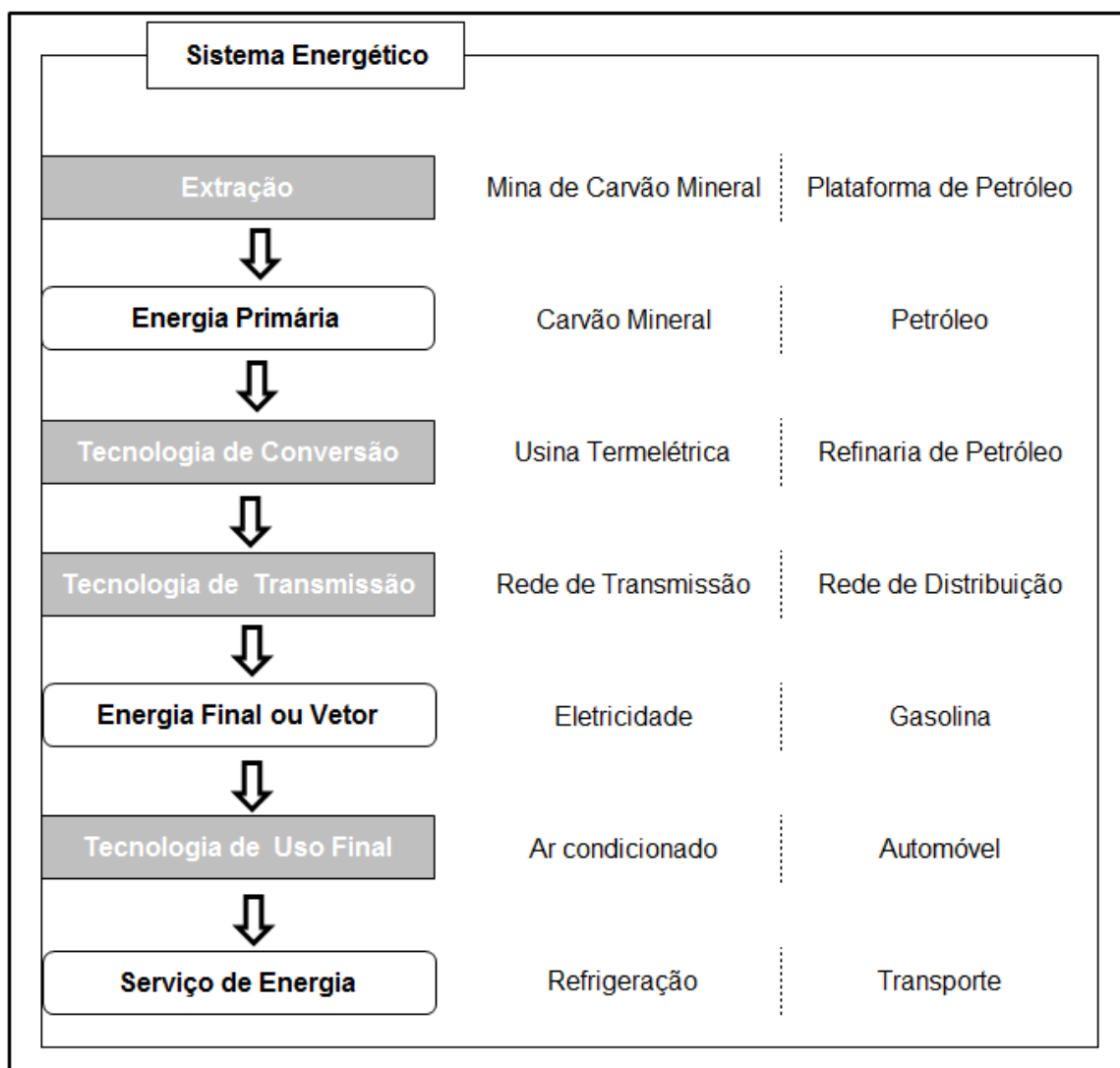
Por sua vez, conforme mencionado anteriormente, os padrões de uso são um conjunto de variáveis que formam uma cadeia energética, composta de transformações, serviços e tecnologias. Cada elo dessa cadeia representa uma característica do padrão geral de uso de uma sociedade e cada uma dessas características apresentam uma possibilidade de transição, de maior ou menor importância.

Uma cadeia energética é a combinação de tecnologias, infraestrutura e capital, trabalho, recursos humanos e naturais e, por fim, da própria energia, que se estruturam com uma única finalidade, prover serviços energéticos. O termo serviço

energético, por sua vez, se refere aos benefícios gerados pela energia, isto é, aquilo que o consumidor realmente vê. Desta forma, “a demanda por serviços energéticos é uma pré-condição essencial para a transição energética”⁹ (O’CONNOR, 2010, p.15), já que se não há demanda, não existe a possibilidade de uma transição.

Quadro 1.1: Exemplos de cadeias energéticas

Adaptado de World Energy Assesment (PNUD, 2000)



A cadeia se inicia na extração ou coleta das fontes que originam a energia primária – os combustíveis fósseis (petróleo, gás natural, carvão mineral), matéria-prima nuclear, hídrica ou solar, por exemplo – que pode ser convertida em vetores de energia ou energia comercial, como eletricidade e gasolina. Os vetores

⁹ Tradução do autor.

alimentam as tecnologias de uso final – ou conversores de energia – como lâmpadas, automóveis, fornos. Destarte, o serviço energético é o benefício da conversão da energia, como transporte, aquecimento ou refrigeração, iluminação etc (PNUD, 2000).

Percebe-se então que as pessoas não estão interessadas em energia propriamente dita, estão interessados nos serviços, isto é, em seus banhos quentes e cervejas geladas (LOVINS; LOTSPEICH, 1999). Logo, a transição não se explica por um simples anseio ou desejo humano por energia mais moderna ou sustentável, ainda que os indivíduos mais idealistas possam ser pioneiros dessa mudança. A transição dos padrões de consumo da vasta maioria de uma sociedade se explica por uma série de fatores socioeconômicos que ajudam a eliminar as barreiras ao uso popular de determinada energia, tornando-se significativa ao alcançar as parcelas mais pobres da sociedade (LEACH, 1992).

“Se a marca de uma transição energética é um impacto significativo para a sociedade, a qualidade de vida e para a economia, então mudanças nas fontes, vetores, serviços ou conversores podem constituir uma transição energética. Temos então ‘transição das fontes de energia’, ‘transição dos vetores de energia’, ‘transição dos serviços de energia’ e ‘transição dos conversores de energia’. Essas mudanças estão conectadas. Uma mudança na demanda de um determinado serviço energético geralmente acarreta mudanças nos conversores utilizados. A invenção de um novo conversor pode abrir novas oportunidades de expansão do uso de uma fonte, tal como o motor de combustão interna fez ao petróleo.”¹⁰ (O’CONNOR, 2010, p.10).

Não é possível ignorar o papel das tecnologias nas transições energéticas. Isso ocorre, primeiramente, porque elas têm maior impacto sobre o consumidor e, especialmente, sobre a eficiência energética. Assim, as tecnologias de uso final tem forte impacto sobre a quantidade e qualidade dos serviços, sem necessariamente se alterar a fonte utilizada (O’CONNOR, 2010). Mesmo assim, no âmbito das mudanças climáticas e proteção do meio ambiente, as fontes de energia primária merecem destaque, pois apresentam o maior impacto na emissão total de CO₂. A tecnologia de uso final não é determinante para o padrão de poluição atmosférica. Um fogão, por exemplo, pode apresentar taxas de emissão diferentes, a depender se utiliza lenha, gás de cozinha ou eletricidade para aquecer um alimento. O motor à vapor do século XIX funcionava tanto com lenha quanto com carvão. O mesmo pode ocorrer com automóveis ou na geração de eletricidade.

¹⁰ Tradução do autor.

É importante ressaltar que, na maior parte das vezes, as transições energéticas são compostas por diversas pequenas transições ao longo da cadeia energética. Por exemplo, iluminação pode ser provida por uma lâmparina à óleo proveniente de carvão mineral, depois por lâmpadas à gás de rua, também proveniente de carvão mineral, e por fim, por lâmpadas incandescentes, movidas à eletricidade gerada por meio da queima de carvão mineral. Nesse exemplo, muda-se a tecnologia de uso final, mas não a fonte. Por outro lado, a iluminação poderia ser provida apenas pela lâmparina, abastecida à óleo, depois azeite e finalmente querosene, mudando-se a fonte, mas não a tecnologia. Nesse sentido, faz-se necessário compreender quais são os fatores e atores que condicionam essa transição.

1.4. Os fatores e atores da transição energética

Até o final da década de 1990, os estudos sobre como as famílias escolhiam as fontes e tecnologias de energia convergiam para o conceito da “escada de energia”, conforme apontado por Leach (1992), Barnes e Floor (1996) e outros. Nesse modelo, os combustíveis são ranqueados, sendo que os combustíveis tradicionais de biomassa e as tecnologias tradicionais ficariam na base da escada, ao passo que combustíveis mais limpos e eficientes ocupariam os degraus superiores. O fator essencial nesse modelo seria a renda, já que, conforme a ela cresce, as famílias sobem na escada porque preferem combustíveis mais modernos e eficientes.

Entretanto, a partir dos anos 2000, estudos demonstraram que o modelo da escada energética não era capaz de explicar os dados de pesquisas sobre os hábitos de consumo familiar. Assim, autores como Maser, Saatkamp e Kammen (2000) e Jiang e O’Neill (2003), afirmam que a transição não ocorre por meio de pequenos passos em uma escada, mas que as famílias adotam múltiplas fontes de energia simultaneamente. A renda continua sendo um fator determinante, principalmente nas camadas mais pobres, pois a alternância entre os diferentes combustíveis é condicionada pelo estado das finanças familiares ao longo do ano, isto é, conforme o orçamento fica mais ou menos apertado, as famílias usam um ou outro combustível.

“Neste sentido, o modelo de Acúmulo de Combustíveis buscou o aprimoramento de seu predecessor, alicerçando-se em uma base teórica robusta o suficiente para abarcar os fenômenos relacionados à transição energética residencial observada nos países em desenvolvimento” (SGARBI, 2013, p. 11).

No Brasil, segundo dados do Balanço Energético Nacional (EPE, 2012) a lenha representa 27,2% da matriz energética residencial bruta, logo acima do Gás Liquefeito de Petróleo (Gás LP), com 26,9%, sendo que o uso da lenha permanece estável mesmo em níveis mais elevados de renda. Estudos apontam que o uso simultâneo de Gás LP e lenha é relativamente comum em todo o mundo (EMAP, 2003). No México e na Índia, por exemplo, famílias ricas ainda usam a lenha para cozinhar seus pratos tradicionais, por acreditar que o gosto e a textura são diferentes quando preparados em fogões com Gás LP (MASERA *et al*, 2000).

Associado a este fator está o que a teoria econômica descreve como custos enterrados – custos passados e irrecuperáveis. Esses custos estariam relacionados aos investimentos feitos em tecnologias tradicionais, como o fogão ou lareira à lenha, que atuam como desincentivo à transição, já que as famílias preferem não arcar com novos – e geralmente elevados – custos para instalação de tecnologias mais eficientes. Por esse motivo, as transições são mais comuns em novos e crescentes mercados, por exemplo, os “motores elétricos substituíram os motores à vapor industriais primeiramente nos mercados emergentes de ‘novas instalações’ no setor de maquinário industrial” (O’CONNOR, 2010).

Ainda que o aspecto financeiro seja predominante, ele não é o único fator apontado pela literatura como condicionante ao processo das transições energéticas. De fato, as transições domésticas e industriais seguem caminhos distintos, mas, em linhas, podem ser resumidas em três fatores: oferta, vantagens comparativas e decisões governamentais.

Primeiramente, a restrição da oferta está associada às dificuldades de obtenção de combustíveis mais modernos. Assim, influenciam tanto os fatores de infraestrutura de transporte e distribuição, quanto da capacidade de expansão da oferta em larga escala. Em casos extremos, está relacionada ao esgotamento das fontes, o que não quer dizer, necessariamente, o esgotamento literal dos recursos, mas em grande parte dos casos significa a elevação substancial dos custos de extração, tornando-o economicamente inviável. Mesmo restrições temporárias têm efeitos de transição, tal como a crise do petróleo da década de 1970 que, no Brasil,

criou condições do desenvolvimento do mercado do etanol combustível e, ao redor do mundo, elevou as atenções quanto à eficiência energética de automóveis e outras tecnologias.

Em segundo lugar, as vantagens comparativas das fontes de energia estão associadas principalmente a dois fatores: custo e desempenho. As vantagens de custo estão relacionadas não somente o preço do combustível, mas os custos da mudança para toda a cadeia, ou seja, incluem-se os custos de trabalho, tecnologias e outros. Desta maneira, se o custo de um combustível alternativo for inferior ao tradicional, mas as tecnologias necessárias forem muito mais caras ou de difícil manutenção, a transição pode não ocorrer. As vantagens de desempenho, por sua vez, incluem benefícios menos implícitos e mais dificilmente quantificados, como ganhos em segurança, redução da poluição, ganhos em velocidade em um motor etc. Essas vantagens, em sua maioria, estão mais associadas aos desenvolvimentos tecnológicos do que com as fontes propriamente ditas (O'CONNOR, 2010).

Em terceiro lugar, a literatura aponta as decisões governamentais. Neste contexto, as decisões são entendidas em seu contexto mais amplo, abarcando tarifas, subsídios, legislação, desenvolvimento da infraestrutura, entre outros. A função dos governos parece assumir um papel secundário na literatura sobre transição energética, sendo que as explicações e análises de cunho econômico tem preferência. Porém, fica evidente que os governos têm muitas razões para intervir com processo “natural” da transição energética, sendo que intervenções de pequeno custo, ou mudanças nas condições dos mercados, podem acelerar o processo de transição (LEACH, 1992). Essas razões estão associadas ao desenvolvimento social, ao aumento da qualidade de vida e da saúde pública, bem como com a proteção do meio ambiente.

“Se a decisão de mudar para padrões de uso energético de baixo carbono fossem apenas o resultado de preocupações ambientais, então ações governamentais seriam o único meio de habilitar a transição. Felizmente, muitos sistemas energéticos de baixo carbono podem propiciar benefícios de custo, produtividade, ou em qualidade dos serviços prestados [...]. Mesmo assim, ações governamentais podem acelerar as transições energéticas (ou, se aplicadas de forma inapropriada, atrasá-las)” (O'CONNOR, 2010, p. 20).

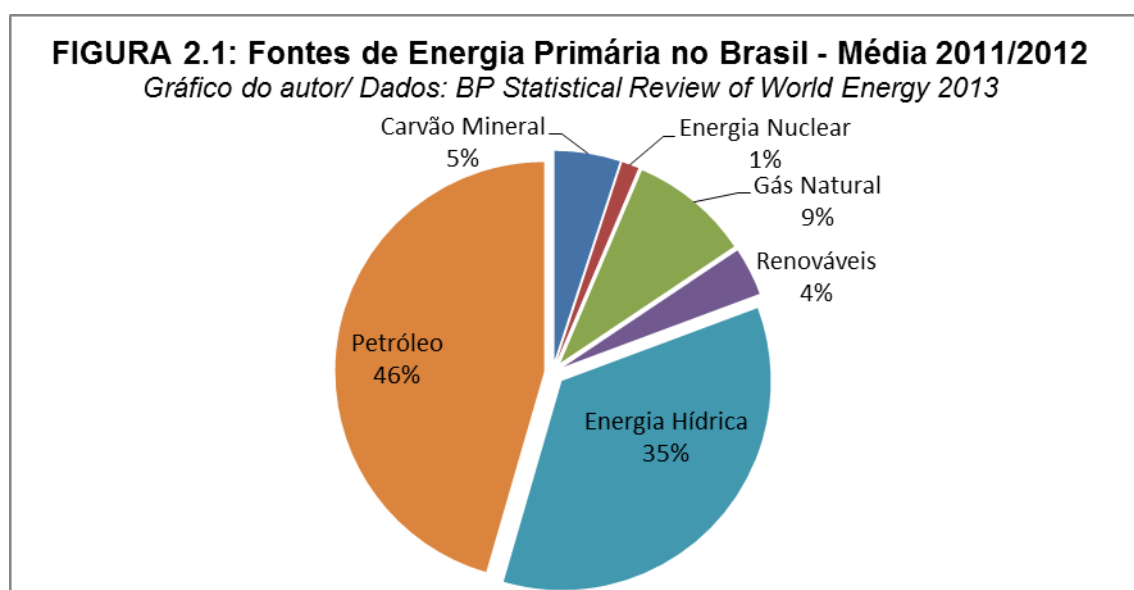
Desta forma, no próximo capítulo será analisada a estrutura institucional brasileira de ações governamentais no ramo energético. Em outras palavras, será analisado o papel do Ministério de Minas e Energia e suas agências reguladoras no

desenho de ações governamentais que impactam a transição energética. Em seguida, no terceiro capítulo serão comparadas as principais ações colocadas em prática pelos governos no mundo e no Brasil.

2. BRASIL

2.1. Panorama da energia no Brasil

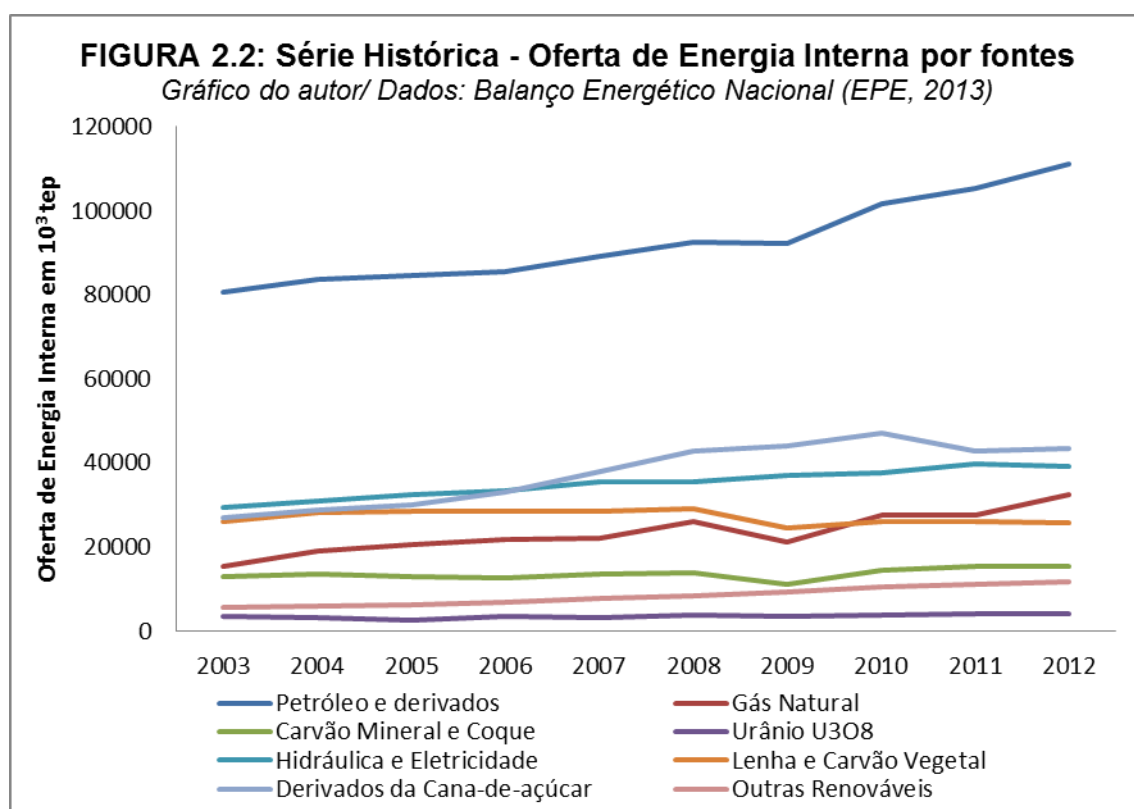
Em comparação à média global, o sistema energético brasileiro tem sido menos dependente dos combustíveis fósseis: ao passo que a média global alcança a casa de 87%, no Brasil, essa proporção não ultrapassa 60%, conforme pode ser observado na figura abaixo. O peso maior do petróleo e seus derivados na matriz energética nacional teve início com o amplo processo de industrialização da economia levada a cabo a partir da década de 1980. Mesmo assim, historicamente, o país tem contado com contribuições significativas de fontes de energia mais “limpas”, como hidroeletricidade e biomassa.



Entretanto, a oferta interna de energia tem se tornado cada vez mais dependente de combustíveis fósseis. Em 2012, 97% dos 4,1% de crescimento da oferta interna de energia foram provenientes de combustíveis fósseis (EPE, 2013). Faz-se necessário, aqui, uma rápida diferenciação entre as fontes de energia primária e a oferta de energia interna. De acordo com o glossário de termos estatísticos da OCDE, o primeiro está relacionado a energia bruta, isto é, que não tenha sido submetida a qualquer processo de conversão ou transformação. O último

engloba todas as formas de energia utilizadas no mercado interno, excluindo-se as perdas de transmissão, de forma a incluir as fontes de energia primária e seus respectivos derivados, como gasolina, biodiesel, Gás LP e outros. Para efeitos práticos de cálculo, em ambos os indicadores todas as fontes são convertidas para uma unidade comum, geralmente a Tonelada Equivalente de Petróleo (tep), que é definida como o calor libertado na combustão de uma tonelada de petróleo cru.

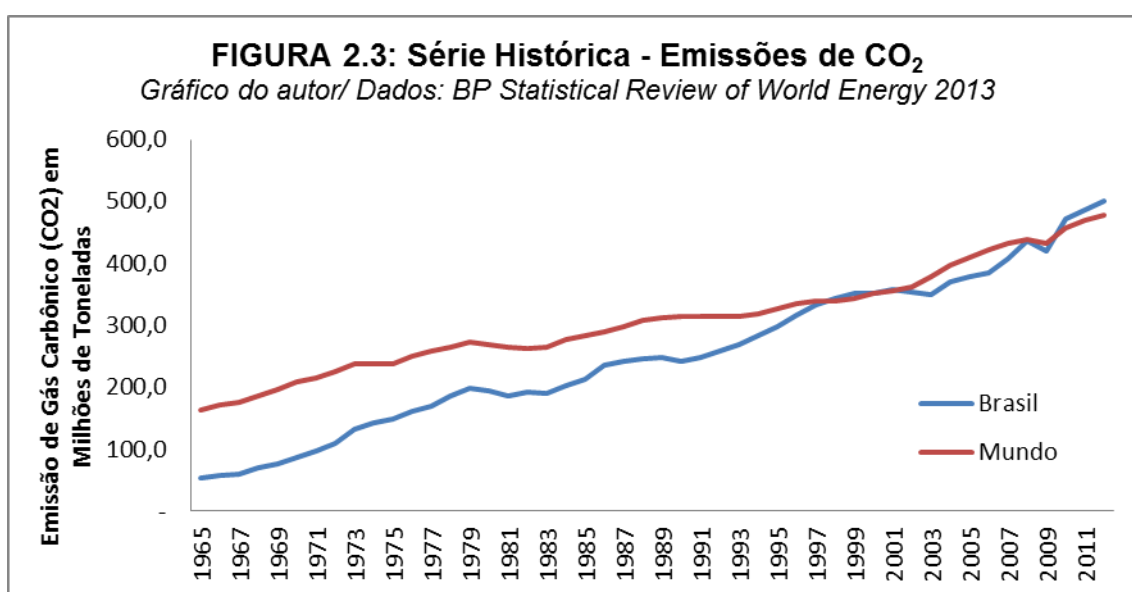
Como é possível perceber na figura abaixo, as fontes não renováveis têm crescido de importância no quadro da oferta interna ao longo da última década, especialmente graças à participação do gás natural e do petróleo e seus derivados. Ademais, destaca-se uma queda acentuada do papel dos derivados da cana-de-açúcar após 2010. Essas tendências podem ser explicadas pela política de preços colocadas em prática pelo Governo Federal, que tem incentivado o uso da gasolina em detrimento do etanol através de subsídios àquele combustível, mantendo seu preço artificialmente mais baixo que os praticados no mercado internacional.



O gás natural, por sua vez, sofre restrições de infraestrutura. A capacidade de transporte desta fonte em solo nacional ainda é muito reduzida. Em 2002, o país contava com 79 dutos de transporte e transferência de gás natural,

totalizando 7,6 mil km (ANP, 2003). Já em 2012 esse total passou para 110 dutos, com 11,7 mil km de extensão (ANP, 2013), representando um aumento de 53% na extensão dos dutos. O crescimento das linhas de transporte e transferência são essenciais para o desenvolvimento desta fonte. Apenas a título de ilustração, a malha de dutos dos Estados Unidos, maior consumidor de gás natural do mundo, totalizava, em 2008, mais de 492 mil km de extensão (EIA, 2013).

A maior participação de combustíveis fósseis na oferta de energia interna tem tido seu preço em relação ao meio ambiente. Historicamente, as emissões brasileiras no setor energético ficam abaixo da média global, muito em razão do extensivo uso da energia hidráulica. Porém, desde 2010 o Brasil tem apresentado taxas de emissão de GEE acima da média mundial. Vale ressaltar que o maior volume das emissões brasileiras não são provenientes da geração de energia (GOLDEMBERG; MOREIRA, 2005).



Segundo Goldemberg e Moreira (2005) há uma tendência brasileira a depender, sempre que possível, de insumos energéticos nacionais, na tentativa de evitar inseguranças financeiras no mercado internacional. É possível que as mudanças mais recentes estejam acompanhando os avanços na produção de petróleo e seus derivados, bem como as novas descobertas de recursos, especialmente na camada do pré-sal. Mesmo assim, essa tendência mostra a importância de escolhas governamentais que, embora sua motivação seja mais

financeira que ambiental, faz ressaltar o papel dos governos nas possibilidades de transição energética.

2.2. Estrutura institucional do setor energético

No contexto de possibilidades de transição energética no Brasil, antes de conhecer o que já está sendo feito e quais as possibilidades apresentadas no exterior, é importante compreender a organização institucional responsável pela elaboração das diretrizes e planejamentos energéticos do país. É importante ressaltar que este trabalho não visa se posicionar frente aos debates acerca da funcionalidade – ou “disfuncionalidade” – das instituições brasileiras, tema abordado por grandes nomes como Barry Ames (2003), Mainwaring (2001), Figueiredo e Limongi (1999), Ricci (2003) e outros. Tampouco se pretende fazer uma análise aprofundada a respeito da burocracia, tal como vista em D’Araújo (2009), Praça, Freitas e Hoepers (2011), Vieira (2010) e tantos outros. Esta seção visa apresentar, de forma sucinta, os principais atores no contexto de definição e implementação de políticas energéticas nacionais, no âmbito do Poder Executivo federal.

O Poder Legislativo federal dispensa apresentação. O Congresso Nacional e sua dinâmica legislativa são temas amplamente estudados na Ciência Política. Na verdade, é possível afirmar que os estudos legislativos são um dos principais temas de pesquisa da Ciência Política, tão importante que é possível confundi-los com a própria área do conhecimento da qual pertencem (RENNÓ; INÁCIO, 2009).

2.2.1. Conselho Nacional de Planejamento Energético

O Conselho Nacional de Planejamento Energético (CNPE) é o órgão de assessoramento ao Presidente da República para formulação de políticas e diretrizes energéticas nacionais. O conselho foi criado por meio da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, também conhecida como a nova Lei do Petróleo, mas somente foi implementado quase três anos mais tarde, por meio do Decreto Presidencial nº 3.520, de 21 de junho de 2000. Sua finalidade é promover o uso racional dos recursos energéticos nacionais, assegurar o suprimento energético das regiões remotas e rever periodicamente as matrizes energéticas do país e suas regiões.

O CNPE é responsável por propor ao Presidente da República o ritmo de contratação dos blocos em regime de partilha em áreas do pré-sal, bem como seus parâmetros técnicos e financeiros. Ainda, é de competência do conselho propor as diretrizes de utilização dos recursos da Reserva Global de Reversão (RGR), um encargo pago pelo setor elétrico brasileiro e que financia o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica, conhecido como “Luz para Todos”.

É presidido pelo ministro de Minas e Energia, sendo que atualmente é composto por 14 membros efetivos: os ministros de Minas e Energia; Ciência, Tecnologia e Inovação; Planejamento, Orçamento e Gestão; Fazenda; Meio Ambiente; Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; Casa Civil; Integração Nacional; Agricultura, Pecuária e Abastecimento; um representante dos estados e do Distrito Federal; um representante da sociedade brasileira, especialista em energia; um representante de universidade brasileira, também especialista em energia; o Presidente da Empresa de Pesquisa Energética (EPE); e o Secretário-Executivo do MME. Ainda é possível a participação eventual de convidados, a critério do presidente do CNPE.

2.2.2. Comissão Nacional de Energia Nuclear

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) é uma autarquia federal com a finalidade de auxiliar na formulação da Política Nacional de Energia Nuclear, realizar pesquisas e fomentar o desenvolvimento do uso da energia nuclear de forma pacífica, além de regulamentar, licenciar, controlar e fiscalizar a atividade. Foi criada por meio da Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962, que também dispõe sobre a política nacional de energia nuclear. O texto aprovado pelo Congresso Nacional vinculava a comissão ao Ministério de Minas e Energia (MME), mas o trecho foi vetado pelo presidente João Goulart, com vistas a manter a comissão diretamente sob julgo da presidência, devido a importância da energia nuclear como processo alternativo de produção de energia, além de sua importância para o desenvolvimento tecnológico e segurança nacional.

A lei 4.118/62 também estabelece o monopólio da União sobre a pesquisa e lavra de jazidas de minérios nucleares em território nacional, bem como sua comercialização e de seus compostos, além da produção de materiais nucleares e

suas industrializações. Também foi criado o Fundo Nacional de Energia Nuclear, com intuito de subsidiar o desenvolvimento da energia nuclear, constituído por 12% da arrecadação do Fundo Federal de Eletrificação além de saldos especiais abertos por lei e dotações orçamentárias da própria comissão. Fica sobre responsabilidade da CNEN determinar quais elementos são considerados nucleares, além do urânio e tório, para os fins da execução do monopólio estatal, bem como administrar e movimentar o fundo.

Desde 1999 a autarquia é vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), sendo que sua estrutura atual está delimitada no Decreto Presidencial nº 5.667, de 10 de janeiro de 2006. O órgão máximo de decisão é a Comissão Deliberativa, composta por quatro diretores e um presidente, todos indicados pelo MCTI, sendo obrigatória que três desses membros, incluindo o presidente, sejam do quadro técnico da CNEN. Os indicados devem ser brasileiros de reconhecida idoneidade moral e capacidade administrativa, sem vínculo acionário ou interesse financeiro com a CNEN ou suas subsidiárias. Cada membro tem mandato de cinco anos, passível de recondução, sendo que a demissão de qualquer um dos membros deve ser alvo de deliberação por maioria absoluta dos membros, exceto quando em casos de ineficiência, negligência ou malversação, quando o MCTI fica autorizado a exonerar.

A comissão não apresenta uma central de denúncias ou ouvidoria interna, tampouco existe exigibilidade legal de realizar audiências públicas sobre suas propostas de regulamentação. Para Xavier (2006), a CNEN apresenta poucos mecanismos de *accountability* e transparência e sua diretoria é extremamente fechada à participação externa, caracterizando-se como uma instituição altamente insulada.

2.2.3. Ministério de Minas e Energia

O MME é um dos principais atores do setor energético brasileiro. Integra a administração pública federal direta e possui competência, conforme a Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003, para atuar nas áreas de geologia e recursos minerais e energéticos; aproveitamento da energia hidráulica; mineração e metalurgia; petróleo, combustível e energia elétrica, inclusive nuclear; energização rural e agroenergia; e zelar pelo equilíbrio da oferta e demanda de energia do país. As principais

competências do ministério compreendem estruturar políticas para o desenvolvimento energético nacional; monitorar o sistema elétrico nacional, com vistas a assegurar o equilíbrio entre oferta e demanda, bem como modelar políticas de expansão desse sistema; promover estudos sobre as bacias sedimentares e formular propostas de planos plurianuais e diretrizes para as licitações do setor de petróleo e gás natural.

Para tanto, o MME é chefiado por um ministro, livremente nomeado pelo Presidente da República, e composto pela Secretária-Executiva, órgão de assessoramento ao ministro, e outras quatro secretarias temáticas, nomeadamente: Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético; Secretaria de Energia Elétrica; Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis; e Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. A burocracia ministerial é pouco insulada, sendo que, em 2010, 13,9% dos 409 cargos de Direção e Assessoramento Superior (DAS) eram ocupados por indicados políticos, pouco abaixo da média geral de 15,8% e relativamente mais alto que outros ministérios de grande importância estratégica, como o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (11,7%) e Fazenda (9,6%) (PRAÇA *et al*, 2011).

Além disso, não integram a estrutura ministerial, mas vinculam-se ao MME três autarquias – Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) –, duas empresas públicas – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e a EPE – e duas sociedades de economia mista – Petrobras e Eletrobrás.

É importante destacar o papel da Petróleo Brasileiro S.A., mais conhecida por seu nome fantasia “Petrobras”, no âmbito da execução das políticas energéticas e econômicas do governo. Isso ocorre porque a empresa tem forte impacto na formulação de preços dos produtos refinados derivados de petróleo e gás natural, especialmente da gasolina e óleo diesel. Por definição, a Petrobrás é uma empresa de capital aberto cujo acionista majoritário é a União, tendo sido criada em 1953, como uma empresa estatal detentora dos direitos de monopólio sobre o petróleo brasileiro. Atualmente é a 7ª maior empresa de energia do mundo (PFC Energy, 2013), presente em 25 países e atuando nos setores de exploração e produção, refino, comercialização e transporte de óleo e gás natural, petroquímica, distribuição

de derivados, energia elétrica, biocombustíveis e outras fontes renováveis de energia.

2.2.4. Agência Nacional de Energia Elétrica

A ANEEL é uma autarquia especial vinculada ao MME com a finalidade de “regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal” (BRASIL, 1996). Foi criada por meio da Lei nº 9.427 de 26 de dezembro de 1996 e constituída por meio do Decreto Presidencial nº 2.235, de 6 de outubro de 1997. Foi a primeira agência regulatória federal criada pelo governo Fernando Henrique Cardoso (FHC), em meio ao processo de privatização do setor elétrico.

A agência conta com autonomia decisória e financeira, sendo que suas receitas são provenientes do Orçamento Geral da União (OGU), além de recursos oriundos da taxa de fiscalização e convênios, acordos ou contratos firmados pela ANEEL. Vincula-se ao MME por meio de contrato de gestão, instrumento de controle da atuação administrativa da ANEEL, que traça as metas e os parâmetros de avaliação da entidade. O contrato é revisto periodicamente, sendo que o atual é válido até 31 de dezembro de 2016.

O quadro técnico da agência, atualmente distribuído em 20 superintendências, é provido por meio de concurso público, sendo que o grau de insulamento na agência é elevado (MELO, 2002). A agência ainda descentraliza parte de suas atividades através de convênios com as agências reguladoras estaduais, de forma a tornar mais ágil as questões de regulação em nível local. Atualmente, 12 das 22 agências reguladoras estaduais possuem convênio com a ANEEL.

As atividades da agência são conduzidas por uma Diretoria Colegiada, composta por quatro diretores e um diretor-geral, todos nomeados pelo Presidente da República após prévia aprovação dos indicados pelo Senado Federal, sendo vedada a nomeação de qualquer pessoa com vínculos com empresas regulamentadas pela ANEEL. Todos os membros da diretoria cumprem mandatos não coincidentes de quatro anos, com 12 meses de quarentena ao final dos mandatos – período no qual o ex-diretor permanece vinculado à autarquia e fica vedado de prestar qualquer serviço às empresas do setor, seja de forma direta ou

indireta. Ademais, a função de ouvidor é exercida por um dos diretores do colegiado, modelo que confere menor autonomia à atividade (MELO, 2002).

As reuniões da Diretoria Colegiada são públicas, podendo ser acompanhadas presencialmente ou através da internet, pelo próprio sítio eletrônico da agência, sendo que seus resultados são publicados por meio do Diário Oficial da União (DOU). Ademais, por força de lei, a agência deve realizar audiências públicas para colher opiniões da sociedade sobre assuntos que afetem direitos dos agentes econômicos regulados. Apesar de não apresentar uma estrutura de maior participação social, a agência ainda se constitui como um avanço na fiscalização do setor elétrico antes da criação da ANEEL. “A razão disso é o natural desinteresse do Estado em se autofiscalizar, tendo em vista que as empresas estavam sob seu controle acionário e não havia mecanismos sociais de controle sobre essas empresas” (PIRES, 2000, p. 13).

2.2.5. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

A ANP foi criada pela Lei 9.478/97, a mesma que criou o CNPE, e implantado pelo Decreto Presidencial nº 2.455, de 14 de janeiro de 1998 como uma autarquia especial vinculada ao MME. A ANP é o órgão regulador e executor da política nacional para o setor energético do petróleo, gás natural, seus derivados e biocombustíveis. A Lei 9.478/97 relativizou o monopólio estatal brasileiro sobre o petróleo, de forma que, a agência tem a finalidade de regular, autorizar e fiscalizar o setor, bem como promover licitações e firmar, em nome da União, contratos de concessão de atividades exploratórias, de desenvolvimento e produção. A ANP também atua, desde 2002, na fiscalização de preços de revenda de gasolina comum, álcool etílico hidratado combustível, óleo diesel não-aditivado, gás natural veicular (GNV) e GLP, praticados pelas distribuidoras e postos revendedores.

Tal como a ANEEL, por ser uma autarquia especial, a agência goza de autonomia decisória e financeira. Seus recursos são originários do OGU e dos bônus e parcelas de participação nos contratos de concessão firmados, além de multas aplicadas. A agência também é conduzida por uma Diretoria Colegiada, igualmente composta de quatro diretores e um diretor-geral nomeados pelo Presidente da República, com prévia aprovação do Senado, para mandatos não

coincidentes de quatro anos, assegurada a recondução. Ao término do mandato os diretores ficam vinculados à autarquia por mais 12 meses, vedada a prestação de serviços aos atores dos setores regulados pela agêncial. A ANP também deve realizar audiências públicas antes de tomar decisões que afetem direitos dos entes regulados.

2.3. Planejamento Energético no Brasil

São competências do Estado brasileiro, por meio do CNPE, as funções de planejamento energético nacional. As diretrizes traçadas pela União são determinantes para os agentes do setor público e indicativas para o setor privado. Essas diretrizes de planejamento energético obedecem aos 28 princípios e objetivos traçados em lei, que são:

- I - preservar o interesse nacional;
- II - promover o desenvolvimento, ampliar o mercado de trabalho e valorizar os recursos energéticos;
- III - proteger os interesses do consumidor quanto a preço, qualidade e oferta dos produtos;
- IV - proteger o meio ambiente e promover a conservação de energia;**
- V - garantir o fornecimento de derivados de petróleo em todo o território nacional, nos termos do § 2º do art. 177 da Constituição Federal;
- VI - incrementar, em bases econômicas, a utilização do gás natural;
- VII - identificar as soluções mais adequadas para o suprimento de energia elétrica nas diversas regiões do País;
- VIII - utilizar fontes alternativas de energia, mediante o aproveitamento econômico dos insumos disponíveis e das tecnologias aplicáveis;**
- IX - promover a livre concorrência;
- X - atrair investimentos na produção de energia;
- XI - ampliar a competitividade do País no mercado internacional;
- XII - incrementar, em bases econômicas, sociais e ambientais, a participação dos biocombustíveis na matriz energética nacional;
- XIII - garantir o fornecimento de biocombustíveis em todo o território nacional;
- XIV - incentivar a geração de energia elétrica a partir da biomassa e de subprodutos da produção de biocombustíveis, em razão do seu caráter limpo, renovável e complementar à fonte hidráulica;**
- XV - promover a competitividade do País no mercado internacional de biocombustíveis;
- XVI - atrair investimentos em infraestrutura para transporte e estocagem de biocombustíveis;
- XVII - fomentar a pesquisa e o desenvolvimento relacionados à energia renovável;**
- XVIII - mitigar as emissões de gases causadores de efeito estufa e de poluentes nos setores de energia e de transportes, inclusive com o uso de biocombustíveis.” (BRASIL, 1997, grifo meu)**

Percebe-se que existe preocupação com meio ambiente e o uso de fontes de energia mais limpas. Como verificado no capítulo anterior, é possível perceber o impacto dessa orientação mais sustentável na matriz energética brasileira, que é significativamente mais limpa, ou renovável, que a média mundial. Contudo, também foi verificado que existe uma tendência de maior participação de petróleo, gás natural e derivados nos padrões de uso energético nacional. Assim, é necessário conhecer mais a fundo os instrumentos de planejamento energéticos do país.

O planejamento energético do Brasil é baseado em uma série de documentos e estudos promovidos pelo MME, por meio da EPE. Estes documentos são públicos e acessíveis eletronicamente, além de – em alguns casos – contar com a participação social em sua elaboração, por meio de consultas públicas promovidas pelo MME. São eles: Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030), Matriz Energética Brasileira 2030, Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) e Balanço Energético Nacional (BNE). Cada um destes documentos serve a um propósito específico dentro do planejamento e acompanhamento do desenvolvimento energético nacional.

Além desses documentos, existem aspectos definidos no âmbito do Congresso Nacional, especialmente no tocante à concessão de incentivos governamentais, eficiência energética e exploração de potencial energético em terras indígenas. Além disso, o próprio desenho institucional dos atores executivos das políticas é traçado por meio de lei, cabendo ao Executivo regulamentar o funcionamento dos órgãos por meio de decretos.

O documento mais tradicional é o BNE, que apresenta anualmente a contabilidade relativa à oferta e consumo de energia no Brasil. O documento apresenta informações sobre reservas de recursos e capacidade instalada, além de reunir séries históricas de cada operação medida, que engloba atividades de exploração e produção de energia primária, conversão às formas secundárias, distribuição e uso final, além do balanço de importações e exportações de recursos e energia. Assim, o BNE apresenta o quadro anual da energia no país, mostrando as mudanças existentes nos padrões de produção e consumo energético brasileiro.

O PDE também é uma publicação anual, mas ao contrário do BNE, não se constitui em um relatório retrospectivo, mas de planejamento. O PDE detalha metas e estratégias de desenvolvimento energético a serem executados na década seguinte a sua publicação, sendo que a versão atual apresenta o planejamento para

o decênio 2012-2021. Inicialmente, as publicações do PDE tinham foco na expansão do setor elétrico, mas, desde a publicação do PNE 2030, vem gradualmente aumentando seu escopo, a fim de incluir estratégias de desenvolvimento de outros setores energéticos (EPE, 2012). O documento final é formulado a partir de um processo interativo com a sociedade. Após o término dos estudos da EPE, o documento é colocado em consulta pública, a fim de receber manifestações da sociedade civil e atores econômicos dos setores interessados.

O PNE 2030, por sua vez, apresenta uma visão “sistêmica e agregada” (BRASIL, 2007, p.21) do setor energético nacional, a fim de traçar o planejamento estratégico de longo prazo. O documento é composto por um grande conjunto de notas e pesquisas técnicas que embasam e documentam as análises de diagnósticos – que englobam as perspectivas de crescimento da demanda e oferta de energia e identificação do potencial energético nacional – e os planos de desenvolvimento energético. No âmbito de análises de diagnóstico se encerra a Matriz Energética Brasileira 2030, publicação que integra o PNE 2030 e se propõe a acompanhar e orientar a evolução da matriz energética nacional. A Matriz é atualizada anualmente, especialmente as conjunturas de curto prazo, sem se modificar, entretanto, a visão de longo prazo traçada de acordo com o PNE 2030.

3. POLÍTICAS ENERGÉTICAS NO BRASIL E NO MUNDO

Considerando o contexto de mudanças climáticas e o conceito de transição energética apresentados nos capítulos anteriores, resta a este trabalho tentar compreender o que os governos nacionais podem fazer para mitigar os efeitos perversos da energia no meio ambiente. Assim, é interessante compreender as boas práticas em desenvolvimento em outras nações, como uma forma de avaliar como o Brasil tem se portado em seu planejamento energético e também o que o país pode aproveitar do que é pensado e desenvolvido no exterior.

Nesse sentido, o Instituto de Tecnologia de Massachusetts ([MIT], 2003) – um dos centros universitários de ensino e pesquisa mais renomados do mundo – aponta as quatro opções mais realistas para lidar com o problema do aquecimento global: aumento da eficiência energética na geração e consumo de eletricidade; expansão do uso de energias renováveis; captura de emissões de CO₂ nas usinas movidas a combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural); e aumento do uso energia nuclear. O estudo ainda afirma que a opção mais ajustada seria um conjunto equilibrado dessas opções.

É possível inferir das indicações do MIT que as transições energéticas com o intuito de mitigar os efeitos do aquecimento global e das mudanças climáticas passa pela redução da dependência de energias ricas em carbono. Isto perpassa mudanças tecnológicas, de mentalidade social e decisões governamentais. Assim, delimita-se este capítulo à avaliação do estado do uso das fontes de energia em uso no Brasil: nuclear, combustíveis fósseis e energias renováveis, representadas pela energia solar, hídrica e eólica.

Vale reiterar que não existe nenhuma fonte de energia que produza zero impacto no meio ambiente, todas as formas de energia conhecidas ao homem atualmente trazem consigo um rol de benefícios e malefícios, sejam relativos à economia, eficiência ou ao meio ambiente. Assim, sempre há um *trade-off* entre as características de uma ou outra forma de energia, que podem ser resolvidos de inúmeras maneiras. Como um estudo de Ciência Política, tentar-se-á focar nas ações governamentais para resolver essa questão.

3.1. Energia Nuclear

A energia nuclear é relativamente nova, seu processo fundamental, a fissão nuclear foi descoberta em 1939. A primeira reação nuclear em cadeia foi executada três anos mais tarde, em Chicago, nos Estados Unidos, como parte dos esforços de guerra do Projeto Manhattan¹¹, que três anos mais tarde testou a primeira bomba atômica do mundo. A produção de eletricidade a partir de energia nuclear foi testada pela primeira vez em 1948 e a primeira planta de produção elétrica comercial entrou em operação em 1954, na extinta União Soviética (WORLD NUCLEAR ASSOCIATION [WNA], 2010). A partir da década de 1960, a energia nuclear começa a ser usada comercialmente e em larga escala para a produção de eletricidade, sendo que, entre 1965 e 1980 o crescimento médio mundial do consumo de energia nuclear foi de quase 25%¹². Contudo, a partir da década de 1980 o crescimento desacelera fortemente – a média mundial de crescimento cai a 7,46% entre 1981 e 1995, e a 0,68% entre 1996 e 2010. Isso se explica pelas pressões sociais e ambientais em face aos grandes desastres nucleares registrados, como os episódios de *Three Mile Island*, em 1979 nos Estados Unidos, de Chernobyl, em 1986 na Ucrânia e, mais recentemente, de Fukushima, em 2011 no Japão. Desta forma, a percepção negativa da sociedade sobre a energia nuclear encareceu financiamentos e reduziu os incentivos governamentais, encarecendo o capital para construção de novas usinas, ainda que os movimentos anti-nucleares tenham agido de forma diferente em cada país (KITSCHOLT, 1986).

Para além da opinião pública, a decisão sobre energia nuclear se baseiam em quatro pontos críticos: custos, segurança, alocação de resíduos e proliferação nuclear (MIT, 2003). Uma usina de energia nuclear tem maiores custos em comparação com hidrelétricas, gás natural ou carvão mineral, em razão da necessidade de acomodação dos resíduos e segurança dos reatores, o que aumenta a necessidade de ações governamentais para incentivar a construção de

¹¹ “Projeto Manhattan” foi o projeto liderado por Estados Unidos, com apoio de Reino Unido e Canadá, entre 1942 e 1945, que levou a produção das primeiras bombas atômicas do mundo. Ao custo, à época, de cerca de U\$2 bilhões e empregando mais de 120 mil funcionários, apoiado por renomados cientistas como Albert Einstein, Erico Fermi e Robert Oppenheimer, o projeto transformou uma descoberta fundamental – a fissão nuclear – em uma arma, em pouco mais de seis anos (GOSLING, 1999).

¹² Análise minha, a partir dos dados brutos da *BP Statistical Review of World Energy 2013*.

novas usinas ou torna-las mais competitivas com outras fontes mais poluentes e baratas. A escolha por incentivar a energia nuclear, porém, vai além do planejamento energético e econômico. A decisão passa, necessariamente, por uma escolha política dos governos em face da opinião pública.

Percebe-se que, das fontes de energia disponíveis no mundo, a energia nuclear é a mais controversa, sendo que chegou a ser pensada como a esperança da humanidade de uma energia praticamente inesgotável (PEREIRA, 2001). Considerando apenas o total de emissão e poluição, a energia nuclear é a mais limpa: não emite GEE e sequestra todos os resíduos de seu processo de produção de energia. Isto é, ao final do processo de geração de energia nuclear, todos os resíduos gerados são capturados pelo sistema, de forma que não há liberação de resíduos ou GEE ao meio ambiente. Entretanto, os resíduos capturados devem ser devidamente armazenados porque são radioativos e altamente tóxicos, sendo que permanecem desta forma por um longo período. Além disso, a segurança das plantas de energia nuclear é ainda mais importante, não apenas para assegurar o funcionamento sem riscos dos reatores e coleta perfeita de resíduos, mas também tem se levado em conta o planejamento contra ataques terroristas (BEHRENS; HOLTS, 2005).

A literatura especializada tem pregado, desde o início da década de 2000, um possível renascimento da energia nuclear por meio da nova geração de reatores e tecnologias, que prometem melhor eficiência energética e menor tempo de vida dos resíduos atômicos (FINDLAY, 2010). Contudo, em 2012, o nível de consumo de energia nuclear caiu ao menor patamar desde 1999. Isso ocorre porque muitos governos estão revendo suas políticas de energia nuclear, em face à crise nuclear no Japão, iniciada com os acidentes de Fukushima em 2011 (AIE, 2011). A Alemanha decidiu encerrar as atividades de todas suas usinas nucleares até 2022; Suíça e Japão decidiram não autorizar novas construções; China suspendeu temporariamente a expansão de capacidade de suas plantas existentes. Percebe-se que as possibilidades de transição em energia nuclear são fortemente dependentes de escolhas e ações governamentais.

Na contramão mundial está a França, que na última década tem produzido em média 77% de sua energia elétrica em seus 58 reatores nucleares e, ao passo que grande parte de seus vizinhos europeus estudam a eliminação desta energia, a França está a construir o primeiro reator de 3ª geração do mundo (WNA,

2013a). Em 2008, foi criado o Conselho de Política Nuclear, responsável pelo planejamento e segurança energética do setor, composto pelo presidente, primeiro-ministro, secretários de Estado de Energia, Finanças, Comércio Exterior, Indústrias e Defesa, além do presidente da Comissão de Energia Atômica e os chefes das Forças Armadas (WNA, 2013b). A escolha francesa costuma ser atribuída à estrutura centralizada de poder no país, menos afeita a acatar influências da opinião pública, entretanto, fatores histórico-culturais também afetam esta equação, como a longa tradição acadêmica francesa na área nuclear (PRENEUF, 2007).

Entretanto, nas eleições presidenciais de 2012, elegeu-se François Hollande, que defende abertamente a redução do peso da energia nuclear na matriz energética francesa, dos atuais 75% para 50% até 2025, sem repassar custos aos consumidores. Entretanto, o Governo Hollande ainda não demonstrou como tornará possível essa conciliação para promover a transição energética prometida, ainda mais frente a resistência de congressistas (WNA, 2013b). Esse será um debate a ser acompanhado, pois terá forte efeito no futuro desta energia.

Outro país que se destaca na produção de energia nuclear é os Estados Unidos, atualmente o maior produtor mundial, contando para mais de 30% do uso global desta fonte de energia. O país conta com mais de 100 reatores em funcionamento, administrado por 30 empresas diferentes. Apesar de a última usina ter sido construída em 1996, e o número de usinas ativas ter reduzido de 132 a 104 entre 1970 e 2012, o nível de produção dessas usinas aumentou, em razão de atualizações tecnológicas que permitem melhor eficiência na geração de eletricidade (WNA, 2013d). Além disso, desde 1957¹³ o governo federal dos Estados Unidos garante indenizações parciais à indústria nuclear contra reclamações de responsabilidade decorrentes de incidentes nucleares, além de garantir a compensação para a sociedade, por meio do *Price-Anderson Nuclear Industries Indemnity Act*. A falta de regulamentação do mercado energético americano também contribui para a consolidação de um número reduzido de empresas operantes, com maior *expertise*, já que não existem grandes barreiras para a fusão de empresas privadas do setor de energia nuclear.

No Brasil, o impacto da energia nuclear é historicamente baixo. Em 2012, representou menos de 3% da oferta interna de energia elétrica e pouco mais de 1%

¹³ A lei foi aprovada em 1957 e renovada em outras sete oportunidades, sendo a última em 2005, para um período de 20 anos.

da matriz brasileira (EPE, 2013). Isso pode ser explicado pelo alto custo de instalação das usinas – o custo estimado de construção de Angra 3, a usina mais recente, é de R\$12 bilhões – e produção de energia nuclear – as usinas em operação produzem a um custo 1,5 vezes maior que das usinas hidroelétricas instaladas (WNA, 2013c).

A produção brasileira é concentrada no sudeste do país, onde ficam instaladas as duas usinas em operação no país, Angra 1 e Angra 2 no Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, de propriedade da Eletronuclear¹⁴. O projeto de energia nuclear brasileiro começou na década de 1970, ainda sob o governo militar, quando foi assinado o acordo com a empresa americana *Westinghouse Electric Company* para a construção de Angra 1. Já em 1975 no intuito de tornar o país autossuficiente em tecnologia nuclear, foi assinado um acordo de com a Alemanha Ocidental para a construção de oito reatores em 15 anos, sendo que os primeiros (Angra 2 e 3) seriam construídos com equipamentos alemães e as demais deveriam usar 90% de tecnologias brasileiras. Entretanto, as dificuldades econômicas brasileiras na década de 1980 atrasaram a construção das usinas e levaram à completa reorganização do acordo. Angra 2 só entrou em operação em 2000. A construção de Angra 3 foi autorizada pela CNEN em 2010, após cerca de quatro anos de planejamento dentro do governo federal. A Eletronuclear assinou, em 2008, um acordo de cooperação industrial com a empresa francesa *Areva*, para provimento de serviços de engenharia, componentes e instrumentos digitais, sistema de controle e supervisão da unidade (WNA, 2013c).

Apesar da construção da nova usina, a energia nuclear não aponta como um ator importante para a matriz brasileira no futuro, ficando relegada a um papel de complementar a geração de hidroelétricas, pois seu custo é competitivo com a geração de eletricidade por meio de carvão mineral. Também não existem fortes incentivos para o setor, ainda mais porque a pesquisa e lavra de jazidas de minérios nucleares, sua comercialização e a produção de materiais nucleares são monopólios estatais brasileiros, sendo que a Política Nacional de Energia Nuclear é competência do Presidente da República, assessorado pelo CNEN e CNPE. Sendo assim, apesar de ser um grande ator internacional no comércio de Urânio, já que o país detém 5% das reservas conhecidas do mundo (WNA, 2013c), o Estado brasileiro não tem

¹⁴ Oficialmente, Eletrobrás Termonuclear S.A., subsidiária da Eletrobrás, empresa vinculada ao Ministério de Minas e Energia.

demonstrado forte interesse no desenvolvimento nuclear. Considerando a experiência americana, é possível afirmar que o país teria muito a ganhar em termos de competitividade e eficiência no setor nuclear caso optasse por relativizar o monopólio estatal, tal como realizou com o setor petrolífero.

3.2. Carvão, gás natural e petróleo

Os combustíveis fósseis são amplamente considerados os vilões do meio ambiente, no âmbito da discussão sobre mudanças climáticas. Muitas vezes chamados de “combustíveis convencionais”, estas fontes de energia tem dominado a matriz energética global desde a Revolução Industrial, ainda no século XIX.

Os principais combustíveis fósseis são o carvão mineral, o gás natural e o petróleo. Essencialmente, são substâncias formadas a partir da decomposição de resíduos orgânicos sedimentados e expostos à grande pressão ao longo de milhares de anos. Isto é, são o resultado da fossilização de animais ou plantas, sendo que os principais depósitos de combustíveis fósseis datam do período Carbonífero, durante a era Paleozoica, entre 350 e 245 milhões de anos atrás (BORSATO; GALÃO; MOREIRA, 2009). Percebe-se, então, que eles são não renováveis e ricos em carbono.

3.2.1. Carvão Mineral

O primeiro destes combustíveis a ser utilizado em larga escala foi o carvão mineral, largamente utilizado para aquecer os motores e máquinas à vapor, após o início da Revolução Industrial. Entretanto, ao longo dos séculos XX e XXI o uso de carvão mineral¹⁵ se focou na indústria siderúrgica, como fonte de calor para fundição, e depois se assentou no setor de produção de eletricidade, sendo o principal combustível de usinas termoelétricas em todo o mundo.

A extração de carvão mineral é realizada de basicamente duas formas, subterrânea e à céu aberto. Na extração subterrânea, remove-se o carvão do

¹⁵ Na prática, existem quatro principais tipos de carvão mineral, que possuem diferentes utilidades. Eles são divididos de acordo com seu teor de carbono, começando pelo menor teor: turfa, na ordem de 45% de carbono; linhito, com 60-75%; betuminoso (hulha), carvão mais comum, com 75-85% de carbono; e antracito, carvão de melhor qualidade, com conteúdo de carbono acima dos 90% (ANEEL, 2005).

terreno por meio de minas subterrâneas, que são mais caras e oferecem menor segurança aos mineiros, mas tem pouco impacto topográfico e ao meio ambiente. Por outro lado, na extração tópica, remove-se o terreno do carvão, isto é, faz-se um corte no morro ou montanha para realizar a extração do carvão à céu aberto. Este método oferece benefícios econômicos e maior segurança, mas acarreta grandes impactos ao terreno e ao meio ambiente. Em ambas as formas, o carvão mineral oferece vantagem financeira sobre a infraestrutura necessária para a extração de petróleo ou gás natural (WORLD COAL INSTITUTE [WCI], 2009).

Dentre os combustíveis fósseis, o carvão é o mais poluidor, principalmente pela presença de altos teores de metais pesados e outras substâncias químicas, como enxofre e mercúrio, que são liberados na atmosfera durante o processo de combustão. Entretanto, seu uso tem crescido na última década, impulsionado por tecnologias mais limpas de carvão. Na verdade, seu crescimento superou todas as demais fontes de energia, ficando na casa de 4,4% ao ano entre 2000 e 2010, superando os 2,7% do gás natural e 1,1% do petróleo (AIE, 2011). Isso ocorre porque, historicamente, é o combustível mais barato e com menor amplitude de preços, um forte atrativo econômico, especialmente para o setor energético. Ademais, é um recurso relativamente abundante e geograficamente bem distribuído pelo o globo, reduzindo a importância de questões de política e segurança internacionais.

Desta forma, o principal fator para a retração do uso de carvão mineral são as escolhas de *policies* dos governos nacionais. Países que apresentem políticas mais rígidas quanto ao controle da qualidade do ar e impostos sobre atividades poluidoras. Por outro lado, as políticas podem pesar para o lado da redução do preço da energia elétrica ou geração de empregos locais, por meio da indústria de mineração. Escolhas tecnológicas também podem afetar o futuro do carvão mineral, especialmente as tecnologias de captura de carbono, que apesar de existentes, ainda não são economicamente viáveis e, desta forma, não são utilizados em larga escala. Em 2010, apenas oito projetos de captura de carbono estavam em operação, mas em escala de demonstração, de forma que será improvável que esta tecnologia tenha impacto relevante na próxima década (AIE, 2011).

No Brasil, o carvão é usado de forma complementar à produção hidroelétrica, sendo que seu uso em maior ou menor escala está mais associado a

sazonalidade das chuvas – ou falta delas, neste caso – do que a escolhas políticas. Entretanto, desde a crise energética vivenciada no país em 2001 e 2002, a estrutura de geração termoelétrica do país foi reforçada, às custas de uma expansão mais significativa de formas menos poluentes de geração elétrica, já que o carvão mineral representa pouco a mais na matriz energética brasileira do que os recursos renováveis. Ainda assim, a escolha aparenta seguir um viés mais econômico, no intuito de reduzir o *gap* de preços entre a geração hidroelétrica e seus complementos.

3.2.2. *Gás Natural*

Gás Natural é uma mistura gasosa, incolor e inodora de hidrocarbonetos¹⁶ leves. O primeiro poço de gás natural explorado comercialmente surgiu em 1825 nos Estados Unidos (LASH; LASH, 2011), sendo que neste período a principal utilidade do combustível era iluminação, já que ainda não existia a infraestrutura de gasodutos necessária para seu transporte em longas distâncias. Contudo, atualmente, o gás natural possui diversas utilidades, sendo utilizado na geração de eletricidade, fornecimento doméstico para calefação e preparo de alimentos, além de uso intensivo no setor industrial, especialmente em setores que requerem elevado grau de pureza, tal como o setor químico.

Dos combustíveis fósseis, o gás natural é o que apresenta a combustão mais limpa, mas ainda assim apresenta problemas ambientais. O gás metano é um importante GEE, além de ser degradante da Camada de Ozônio, apresentando um efeito de aquecimento atmosférico 34 vezes superior ao do CO₂ (IPCC, 2013), ou seja, o vazamento de gás natural na atmosfera é muito mais prejudicial do que sua combustão.

Este combustível apresenta alta volatilidade nos preços de região a região, sendo que seu preço tem forte impacto na escolha de fontes de energia de países com alta capacidade de infraestrutura instalada. Ademais, o cenário mundial é favorável – chegando a ser intitulado como uma possível “era de ouro” do gás natural – graças à melhorias tecnológicas que aumentaram a eficiência na

¹⁶ Composto primariamente por metano (CH₄). Sua composição varia de acordo com a localidade e sua qualidade é medida pelo grau de presença de outros elementos, como etano, butano, propano, enxofre, gás carbônico e outros.

capacidade de transporte do gás e das descobertas de novas formas de exploração dos chamados gases não convencionais (AIE, 2011c). Desde 2008, por exemplo, com o surgimento da produção de *shale gas* nos Estados Unidos, o preço do gás naquele país caiu e impulsionou sua utilização, além de ser o maior responsável pela revitalização da indústria química norte americana.

“De maneira geral, gases não convencionais são aqueles produzidos a partir de rochas tradicionalmente consideradas incapazes de expelir volumes comerciais de hidrocarbonetos. As acumulações convencionais produzem gás a partir de rochas porosas e permeáveis, tais como arenitos e carbonatos. Acumulações não convencionais, por outro lado, produzem volumes de gás a partir de arenitos fechados e não permeáveis (*tight gas*), de rochas finas como folhelhos (*shale gas*), de carvão mineral (*coalbed methane*), ou de arenitos e carbonatos fechados, mas extremamente fraturados (*fractured reservoirs*) [Zalan (2012)]” (LAGE *et al.*, SD, p. 34)

O gás natural apresenta menor ligação com decisões de *policies*, em relação aos combustíveis já avaliados neste capítulo. É um recurso amplamente disponível, as reservas comprovadas e tecnicamente recuperáveis de gases convencionais são capazes de manter o consumo atual por mais de cem anos. Além disso, as reservas de gases não convencionais são estimadas em praticamente a mesma quantidade das reservas convencionais (AIE, 2011c). Em razão da amplitude de seu mercado consumidor, o maior fator para o uso deste combustível, em nível global, é o econômico, nomeadamente, seu preço ao consumidor final. O papel maior dos governos é o incentivo à ampliação e renovação da infraestrutura de transporte, os gasodutos.

No Brasil, a estrutura de transporte de gás natural ainda é incipiente, sendo este o principal delimitador de seu uso. Além disso, a pouca competição mercantil no setor contribui para a sua baixa expressividade. As projeções governamentais apontam que a demanda por gás natural quase que dobraria até 2021, exigindo uma “correspondente evolução da malha de gasodutos, bem como as respectivas restrições de transporte do gás natural” (EPE, 2012). Percebe-se uma nítida indicação da necessidade de atuação das instituições brasileiras para assegurar a evolução da capacidade de oferta desta fonte de energia, inclusive com perspectiva de debate legislativo sobre o tema.

3.2.3. *Petróleo, derivados e biocombustíveis*

O petróleo é, historicamente, o combustível fóssil mais importante, desde a invenção do motor à combustão interna. Além disso, possui outras vantagens comparativas às demais fontes de energia, inclusive as renováveis, por se tratar de uma fonte com alta densidade energética e de fácil transporte. Petróleo pode ser mais facilmente transportado por longas distâncias, tanto em sua forma crua, quanto em seus derivados líquidos, por meio de dutos. Ademais, ao contrário dos demais combustíveis, permanece em estado líquido em grande parte dos climas e temperaturas terrestres, ou seja, é possível usar o petróleo e seus derivados tanto em um deserto, quanto em uma geleira, sem modificações na forma do combustível.

Petróleo ainda é a base de inúmeros produtos, como gasolina, diesel, querosene, asfalto, Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), lubrificantes e outros produtos petroquímicos. Cada um desses produtos representa uma vasta cadeia econômica, que representam mais de um século de investimentos em construção de infraestrutura (refinarias, dutos, postos de revenda, entre outros), além de pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias. O petróleo está associado até mesmo ao peso cultural e econômico da indústria automobilística. Por estas razões, tem sido tão difícil de ser substituído.

Tal como o gás natural, o petróleo não é uma substância pura, mas um composto complexo, formado “predominantemente de hidrocarbonetos e, em menor quantidade, de derivados orgânicos sulfurados, nitrogenados, oxigenados e organometálicos” (ZILIO; PINTO, 2002, p. 22). Em razão da variedade de sua composição, o petróleo costuma ser classificado tomando por base suas características físico-químicas, tal como viscosidade, mas existem classificações alternativas (ZILIO; PINTO, 2002).

Ao contrário dos demais combustíveis fósseis, o petróleo traz consigo uma considerável bagagem de questões geopolíticas internacionais. Esta característica torna seu preço instável e mais alto do que os demais fósseis, de forma, que o petróleo não é mais comumente utilizado na produção de eletricidade. Seu principal nicho é o setor de transportes, sendo que projeções indicam que o crescimento do consumo de petróleo até 2035 se dará em razão da demanda do

setor de transporte dos países emergentes, sendo que já representa aproximadamente 77% da matriz energética do transporte rodoviário mundial, em 2010 (AIE, 2011b). No Brasil, em 2012, 87% dos combustíveis utilizados no setor de transportes eram fósseis, com maior destaque para a gasolina, 31%, e o óleo diesel, com 48% (BRASIL, 2012).

Após a crise do Petróleo da década de 1970, quando os membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) decidiram elevar em 70% o preço do barril de petróleo, o mundo se viu em uma profunda crise energética. Desde então, há um movimento global de redução da intensidade de petróleo, isto é, o volume de petróleo consumido para cada dólar de PIB tem caído. Isto não significa dizer, entretanto, que o consumo de petróleo tenha diminuído, na verdade há maior consumo com maior eficiência. Esse movimento ocorreu em larga medida graças as escolhas políticas e regulatórias sobre o setor (AIE, 2011b).

Grande parte dessas escolhas regulatórias não visa à redução do uso do petróleo no longo prazo, mas sim criar um ambiente de segurança energética, em que possíveis crises de abastecimento não levem ao colapso do sistema energético. Desta forma, Projeções indicam que nas atuais condições regulatórias, o consumo de petróleo deverá aumentar 24% até 2035, em relação aos níveis de 2010 (AIE, 2011b). Isso ocorre, em larga medida, porque são necessárias mudanças além do viés energético para que os biocombustíveis – a principal concorrência do petróleo no ramo dos transportes – tenham papel de maior destaque. Fora do Brasil, ainda são poucos os países que adotam largas frotas de carros com motores bicompostíveis, isto é, que se adaptam tanto aos derivados de petróleo quanto aos biocombustíveis.

Os principais biocombustíveis são o etanol e o biodiesel, que juntos equivalem a pouco mais de 3% da matriz de combustíveis do transporte rodoviário mundial (REN21, 2013). Os principais produtores mundiais são os Estados Unidos (45,4% da produção mundial) e Brasil (22,5%), sendo que nenhum outro país supera a casa dos 5% da produção mundial (BP, 2013).

Vale ressaltar, que os métodos de produção dos dois países são diferentes. O etanol é produzido nos Estados Unidos a partir de celulose ou milho, ao passo que no Brasil o combustível é produzido a partir da cana-de-açúcar. Ambos os casos levantam, na literatura, um novo aspecto a ser considerado, além da energia e meio ambiente: a produção alimentícia. Por se tratar de um combustível

produzido a partir de produtos agrícolas, há de se avaliar o impacto de seu cultivo sobre a produção agrícola-alimentícia (TILMAN *et al.*, 2009).

A literatura ainda aponta para a necessidade de se atentar para a emissão de GEE em toda a cadeia de produção dos biocombustíveis e não apenas em sua combustão final. A produção da matéria-prima pode ser fortemente intensiva em carbono, se levados em conta os petroquímicos utilizados na agricultura (fertilizantes e pesticidas, por exemplo). Sem contar que milho e cana-de-açúcar não podem ser transportados por meio de dutos, tal como o petróleo, fato que reduz o alcance e eficiência das refinarias, que são menores e mais descentralizadas, de forma a estar mais perto dos campos de produção agrícola. Para agravar a situação, esses insumos agrícolas são geralmente transportados por meio de caminhões movidos a diesel. Por esses motivos, nem todo biocombustível é benéfico ao meio ambiente, se considerada toda sua cadeia de produção (SCHARLEMANN; LAURANCE, 2008).

Assim, levando em consideração as medidas regulatórias previstas a ocorrer no mundo, no intuito de reduzir o consumo de petróleo e incentivar o uso de biocombustíveis, as projeções da AIE (2011b) apontam um crescimento de 15% em relação aos níveis de 2010, em média oito milhões de barris de petróleo a menos por dia em relação à primeira projeção. Percebe-se, mais uma vez, a capacidade de promoção de mudanças das políticas energéticas. Nesse sentido, as principais políticas promovidas no mundo podem ser reunidas em dois grupos: regulamentos técnicos de qualidade e incentivos (ou desincentivos) financeiros. No âmbito dos regulamentos técnicos de qualidade se encontram as leis e regulamentos sobre qualidade do ar – que regulam os níveis aceitáveis de concentração de poluentes atmosféricos. Outra forma é através de regulamentos tecnológicos, que delimitam níveis mais ambiciosos de eficiência energética, eliminando gradativamente tecnologias mais energeticamente dispendiosas. Há ainda regulação sobre a composição dos combustíveis derivados de petróleo – determinantes concentrações máximas de enxofre e outras substâncias, inclusive com a possibilidade de exigir o uso parcial de biocombustíveis. Aqui também se inclui a experiência americana de estabelecer cotas obrigatórias de consumo de biocombustíveis¹⁷.

¹⁷ O *Energy Independence and Security Act of 2007* prevê níveis obrigatórios de eficiência energética – eliminando gradativamente o uso de lâmpadas incandescentes, por exemplo – e instituindo cotas obrigatórias de consumo de biocombustíveis nos Estados Unidos.

Por sua vez, os incentivos financeiros incluem cobrança de taxas ou impostos sobre os combustíveis fósseis para subsidiar fontes renováveis e menos poluentes, além de incluir taxaçoão aos meios de transporte individuais, privilegiando os transportes coletivos mais limpos, como trens e metros. Para além dos desincentivos aos combustíveis fósseis, existem os incentivos diretos aos combustíveis renováveis, sem penalização aos demais.

A situação no Brasil, entretanto, se coloca um pouco contraditória. O país tem dado cada vez mais incentivos indiretos ao consumo de derivados de petróleo, ao mesmo tempo em que o programa de incentivos ao etanol perde força e apoio do Governo Federal. Conforme apresentado no capítulo anterior, a dependência de derivados de petróleo tem aumentado nos últimos anos. Além disso, nesse período, houve especial proteção ao preço da gasolina e do diesel em razão de seu efeito negativo sobre a inflação monetária, com significativa defasagem em relação aos preços praticados no exterior. Percebe-se que não há demonstrações no Governo Dilma Rousseff o mesmo empenho em relação ao etanol nacional. Desta forma, há forte limitação à expansão destes combustíveis.

3.3. Energia hídrica, solar e eólica

Antes de apresentar as energias desta seção, faz-se necessário uma pequena pausa para revisão do vocabulário empregado em relação a essas formas de energia. As energias renováveis são muitas vezes chamadas de energias “verdes”, no sentido de serem menos impactantes ao meio ambiente. Em sentido estrito, energia renovável é aquela que se renova em prazos relativamente curtos, como a energia solar e hídrica, por exemplo. Por sua vez, o ritmo de exploração desses recursos energéticos dita a sua sustentabilidade, de forma que é possível utilizar um recurso renovável de forma insustentável.

Já o termo energia verde é mais subjetivo. De forma geral, implica uma forma de energia cujo ciclo produtivo possui pequenos efeitos perversos ao meio ambiente, ou seja, indica uma fonte renovável de baixo teor de carbono e substâncias tóxicas. Entretanto, este termo não possui um conceito fechado, variando de acordo com a ocasião, tempo e lugar em que é usado. Por exemplo, como afirmado neste capítulo, a energia nuclear, se considerada apenas a emissão de CO₂, poderia ser considerada uma energia verde, mas se levado em conta seus

resíduos tóxicos, poderia não ser. De qualquer forma, é imperativo ressaltar que mesmo energias verdes trazem impactos negativos ao meio ambiente, não existe energia livre de consequências ambientais.

3.3.1. *Energia hídrica*

A energia hídrica é a maior fonte de energia renovável do mundo, sendo responsável por 16% de toda a eletricidade consumida no mundo em 2010 (AIE, 2013). No Brasil, assume um papel ainda mais relevante, 76,9% da eletricidade brasileira é proveniente de usinas hidrelétricas. A capacidade hidráulica atualmente instalada no mundo supera os 990 GW de potência. Entretanto,

“essa evolução esteve concentrada no início da década dos 80, quando o mundo sofria as consequências dos choques no preço do petróleo ocorridos na década anterior e se instalavam no país grandes indústrias eletro-intensivas. Em contraposição, no final dos anos 90, apesar de nominalmente elevada, a expansão hidrelétrica foi relativamente pequena, se comparada com a expansão da oferta interna de energia, refletindo as incertezas provocadas pelas alterações institucionais empreendidas na tentativa de enfrentar as dificuldades no financiamento dos investimentos.” (BRASIL, 2007, Vol. 3, p. 14)

Além de energia, as represas de usinas hidrelétricas podem ser fonte de recreação, transporte e irrigação. Contudo, a partir da década de 2000, aumentou-se a pressão ambiental contra essa fonte de energia, por não ser sustentável. Essa crítica se sustenta nos impactos negativos das represas sobre o fluxo de rios, a fauna e flora local, qualidade da água e deslocamento de sociedades ribeirinhas (REN21, 2013). Por essa razão, agências internacionais têm criado parâmetros para mitigar os efeitos perversos das barragens de energia hídrica. Desta forma, tornaram-se mais comuns as usinas “a fio d’água”, que possuem menor área de alagamento, já que não tem reservatórios de água. Essas usinas tem menor impacto ambiental, mas ficam mais suscetíveis às intempéries climáticas (ANELL, 2005). Percebe-se que a influência internacional tem mais força sobre as decisões em políticas de energia hidrelétrica.

No mundo, a China desponta como maior produtor desta energia, desconsiderando as pressões internacionais quanto aos impactos ambientais, inclusive inaugurando a maior hidrelétrica do mundo, em capacidade instalada, em 2008, a Hidrelétrica de Três Gargantas. O Brasil, entretanto, não seguiu o caminho

chinês e tem tido fortes entraves na expansão de sua capacidade hídrica, apesar de grande potencial produtivo. É nítido que “os prazos para obtenção das licenças ambientais tornam-se cada vez mais longos” (BRASIL, 2007), sendo que os projetos mais novos, especialmente na região amazônica, como Jirau, Santo Antônio e Belo Monte, tiveram projetos alterados para usinas “a fio d’água”, com pequenos reservatórios.

Entretanto, essa escolha acarreta um peso maior às fontes de energia complementares, como nuclear e especialmente a termoelétrica, movida principalmente à carvão mineral. Desta forma, a expansão da capacidade instalada de energia hídrica no país fica em um debate difícil de ser medido e sanado, já que fica a decidir entre a poluição das termoelétricas e a pressão internacional contra as grandes hidrelétricas. Não é possível traçar uma previsão deste futuro.

3.3.2. *Energia solar e eólica*

Apesar de serem largamente consideradas como as fontes renováveis do futuro, as energias solar e eólica estão presentes desde os primórdios da civilização humana. Energia eólica era usada em moinhos e embarcações. O sol é a principal fonte de energia do planeta, responsável por sustentar a fotossíntese vegetal. O que se apresenta como novidade é sua utilização em larga escala para geração de eletricidade.

A energia eólica utiliza aerogeradores – em essência um cata vento acoplado a um gerador de energia elétrica – para produzir eletricidade. De forma básica, a quantidade de energia gerada depende da densidade do ar, a área coberta pelas lâminas do cata vento e, mais importante, a velocidade do vento (DA SILVA, 2006). Assim, o cenário ideal é uma torre bastante alta – para alcançar os ventos mais rápidos – com grandes hélices – para capturar uma área maior de ventos – em localidades de baixa altitude – onde o ar é mais denso. Não seria interessante, por outro lado, construir aerogeradores em montanhas, por exemplo, em razão da baixa densidade do ar nessas regiões, em outras palavras, não haveria vento suficiente para conseguir mover as hélices.

Em suma, é uma fonte simples, economicamente viável nos locais adequados, não há emissões de GEE na produção de energia, além de ser renovável e inexaurível. Entretanto, não é possível dizer que não existem impactos

ao meio ambiente. Já existem pesquisas que demonstram que o uso em larga escala de aerogeradores pode afetar o padrão eólico atmosférico, isto é, os parques de geração de energia eólica estão afetando a circulação de ventos no planeta, possivelmente afetando o ecossistema (KEITH *et al.*, 2004). Pesquisas também apontam para o impacto sobre a migração de aves (JOHNSON *et al.*, 2002). Ademais, energia eólica apresenta complicações de ordem econômica, visto que não é possível controlar sua força motriz o que impacta a eficiência geral deste sistema. Em regiões continentais, os padrões eólicos não são compatíveis com os padrões de uso energético, isto é, os picos de consumo e produção são diferentes, tanto diariamente quanto sazonalmente¹⁸ (GUSTAVSON, 1979). Por fim, há também uma questão social, aerogeradores são barulhentos, o que os torna vizinhos indesejáveis.

Apesar destes problemas, o uso da energia eólica tem crescido no mundo, principalmente nos Estados Unidos e na China, que representaram 60% deste mercado setorial no mundo (REN21, 2013). No Brasil, o principal foco de desenvolvimento da energia eólica é o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), criado pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002 e regulamentado pelo Decreto Presidencial nº 5.025, de 30 de março de 2004. O programa, capitaneado pela ANEEL, visa aumentar a participação no total de energia elétrica produzida por empreendimentos eólicos, de biomassa e de pequenas centrais hidrelétricas, por meio do rateio de seus custos aos consumidores finais. O programa aparenta cumprir sua função, visto que a potência instalada aumentou 32,6% apenas em 2012, atingindo 1,8 GW (BRASIL, 2013), superando até mesmo a própria evolução do sistema energético nacional (REN21, *op. cit.*).

Por sua vez, a energia solar é a fonte renovável de maior crescimento desde 2000, sendo que apenas em 2011 o crescimento de sua capacidade de produção de eletricidade instalada foi de 75% (AIE, 2012). Esse crescimento se deve a grande evolução tecnológica dos painéis fotovoltaicos, que propiciou significativa redução de custos e aumento da eficiência (REN21, 2013). A Alemanha tem se tornado a maior referência mundial em termos de produção elétrica utilizando

¹⁸ Por ilustração, os ventos continentais costumam ter mais força durante o fim da tarde e noite da primavera, ao passo que o pico de consumo ocorre durante as tardes do verão. A construção dos aerogeradores marítimos resolve boa parte deste problema de picos, mas gera outros, como corrosão e ferrugem.

usinas de energia solar. Isso decorre do novo plano energético alemão, que pretende reduzir significativamente o uso de energia nuclear, além de estabelecer a ambiciosa meta de gerar 80% de sua energia elétrica com fontes renováveis até 2050. O avanço alemão nas energias verdes está baseado em um amplo programa de subsídios, que taxam as energias mais poluidoras para financiar a redução dos custos daquelas menos impactantes.

O Brasil, apesar de ter potencial solar muito superior ao alemão, não se apresenta como um ator de destaque internacional. Na verdade, o país não tem demonstrado grande pretensão na área solar, especialmente na produção de eletricidade. As iniciativas dessa energia estão ligadas ao aquecimento de água em residências ou ao abastecimento de regiões isoladas. Esse aparente descaso com a energia solar está ligada principalmente aos custos de implantação e conhecimento técnico para operacionalizar grandes usinas. Conforme o mercado de painéis solares evolui, se tornando cada vez mais baratos e eficientes, o país pode vir a demonstrar maior interesse nesta forma de energia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se propôs a identificar e analisar as principais *policies* energéticas em uso no mundo e compará-las ao contexto brasileiro, no tocante à sua viabilidade e possibilidade de utilização no país. Inseriu-se essa análise no contexto das mudanças climáticas e aquecimento global e a necessidade e importância das transições energéticas. Fez-se também um mapeamento de atores no setor energético brasileiro, no intuito de conhecer melhor o desenho institucional do setor. Essas questões encaminhavam o texto ao seu objetivo verdadeiro, as políticas energéticas. Destarte, o Capítulo 3 apresentou esse panorama comparativo para os principais combustíveis da matriz energética brasileira.

É possível perceber que o Brasil tem várias possibilidades de caminhos energéticos a seguir. Em alguns setores o país figura entre os principais expoentes mundiais, ao passo que se apequena em outros setores. É importante ressaltar que questões energéticas variam com o tempo. Novas tecnologias permitem acessar recursos que anos antes seriam descartados em razão de sua inviabilidade econômica. Preços mais convidativos de energias poluentes durante crises financeiras ou a maior capacidade de governos bancarem subsídios à energias limpas nos períodos de forte crescimento econômico, também podem afetar essa figura.

As políticas em curso indicam um caminho para o futuro mais próximo, mas dificilmente são determinantes para o longo prazo, ainda que exerçam um peso sobre o planejamento energético das décadas seguintes. Com vontade e força políticas suficientes, os governos são capazes de alterar significativamente – embora, não, necessariamente, o façam rapidamente – os rumos energéticos nacionais e regionais. Muitos países europeus tem alterado o paradigma de utilização da energia nuclear, por exemplo, optando se aventurar nos emergentes mercados de energia renovável.

Outro fator que se sobressai é que não há energia verdadeiramente limpa. Cada escolha energética se apresenta com um conjunto de benefícios e malefícios, tanto ambientais, como sociais e econômicos. Cabe aos governos, novamente, decidir qual combinação de benefícios e malefícios que melhor se casam com os interesses daquela sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). World Energy Outlook 2011. Paris: IEA Publications, 2011.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). Are We Entering na Golden Age of Gas?. Paris: IEA Publications, 2011.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). World Energy Outlook 2012. Paris: IEA Publications, 2012.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). CO2 Emissions from Fuel Combustion. Paris: IEA Publications, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Relatório ANEEL 2012. Brasília: ANEEL, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis : 2013. Rio de Janeiro : ANP, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo e do Gás Natural: 2003. Rio de Janeiro : ANP, 2003.

AMES, B.. Os entraves da democracia no Brasil. Rio de Janeiro : Fundação Getúlio Vargas, 2003.

ASAFU-ADJAYE, J.. The relationship between electricity consumption, electricity prices and economic growth: time series evidence from Asian developing countries. Energy Economics, Vol. 22, 615-625, 2000.

BARNES, Douglas F.; FLOOR, Willem M.. Rural energy in developing countries: A challenge for economic development. In: Annual Review of Energy and the Environment, Vol. 21, p. 497-530, 1996.

BARRETT, Scott; STAVINS, Robert.. Increasing Participation and Compliance in International Climate Change Agreements. In: International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics 3: 349–376. Holanda: Kluwer Academic Publishers, 2003.

BEHRENS, Carl; HOLTS, Mark. Nuclear Power Plants: Vulnerability to Terrorist Attack. Washington: CRS Report for Congress, 2005.

BORSATO, Dionísio; GALÃO, Olívio F.; MOREIRA, Ivanira. Combustíveis Fósseis: carvão e petróleo. Londrina: EDUEL - Editora da Universidade Estadual de Londrina, 2009.

BP. *BP Statistical Review of World Energy 2013*.

BRASIL. LEI Nº 9.478, de 6 de AGOSTO de 1997.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia (MME) e Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Plano Decenal de Expansão de Energia 2021. Brasília: MME/EPE, 2012.

BRUCE, Nigel; PEREZ-PADILLA, Rogelio; ALBALAK, Rachel. Indoor air pollution in developing countries: a major environmental and public health challenge. In: Bulletin of the World Health Organization, 2000, Vol. 78, p. 1078-1092.

CORFEE-MORLOT, Jan; SMITH, Joel, AGRAWALA, Shardul; FRANCK, Travis. Long-term goals and post-2012 commitments: where do we go from here with climate policy?. In: Climate Policy 5, pág. 251–272, 2005.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Plano Nacional de Energia 2030. Rio de Janeiro: EPE, 2007, Vol. 1 a 12

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Balanço Energético Nacional 2013: Ano base 2012. Rio de Janeiro : EPE, 2013.

EROL, Umit; YU, Eden. On the Causal Relationship Between Energy and Income for Industrialized Countries. Journal of Energy and Development. Vol. 13, Nº 2, p. 113-122, 1987.

FINDLAY, Trevor. The Future of Nuclear Energy to 2030 and its Implications for Safety, Security and Nonproliferation. Waterloo: The Centre for International Governance Innovation (CIGI), 2010.

GHOSH, S.. Electricity consumption and economic growth in India. Energy Policy, Vol. 30, p. 125-129, 2002.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Editora Atlas, 1996.

GIL, Antônio Carlos. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. São Paulo: Editora Atlas, 1991.

GOLDENBERG, José; MOREIRA, José Roberto. Política energética no Brasil. Estud. av. vol.19 nº 55, São Paulo, 2005.

GUSTAVSON, M.R.. Limits to Wind Power Utilization. Science New Series, Vol. 204, N. 4388, pp. 13-17, 1979.

INÁCIO, Magna; RENNÓ, Lúcio.. Estudos Legislativos no Brasil. In: INÁCIO, Magna e RENNÓ, Lúcio. Legislativo brasileiro em perspectiva comparada. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE MASSACHUSETTS (MIT). The future of Nuclear Energy. Cambridge: MIT Press, 2003.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2013

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate Change 2007. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.

JIANG, L.; O'NEILL, B.C.. The energy transition in rural China. In: Int. J. Global Energy Issues, Vol. 21, Nos. 1/2, pp.2±26

JOHANSSON, Thomas B.; GOLDEMBERG, José. Energy for Sustainable Development: A Policy Agenda. United Nations Development Program. Suécia: Rahms i Lund AB, 2002.

JOHNSON, Gregory D.; ERICKSON, Wallace P.; STRICKLAND, M. Dale; SHEPARD, Maria F.; SHEPARD, Douglas A.; SARAPPO, Sharon A.. Collision Mortality of Local and Migrant Birds at a Large-Scale Wind-Power Development on Buffalo Ridge, Minnesota. Wildlife Society Bulletin, Vol. 30, No. 3, p. 879-887, 2004.

KEITH, David; DECARROLS, Joseph; DENKENBERGER, David; LENSLOW, Donald; MALYSHEV, Sergey; PACALA, Stephen; RASCH, Philip. The Influence of Large-Scale Wind Power on Global Climate. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America Vol. 101, N. 46, pp. 16115-16120, 2004.

KITSCHOLT, Herbert P.. Political Opportunity Structures and Political Protests: Anti-Nuclear Movements in Four Democracies. British Journal of Political Science, Vol. 16, Nº 1, p. 57-85, 1986.

KRAFT, John; KRAFT, Arthur. On the Relationship Between Energy and GNP. Journal of Energy and Development. Vol. 3, Nº. 2, P. 401-403, 1978.

LAGE, Elisa; PROCESSI, Lucas Duarte; SOUZA, Luiz Daniel W.; DORES, Priscila B.; GALOPPI, Petro Paulo S.. Gás não convencional: experiência americana e perspectivas para o mercado brasileiro. BNDES Setorial Vol. 37, p. 33-88, SD.

LASH, Eileen; LASH, Gary. Kicking Down the Well: Early History of the natural Gas Industry. <http://www.aapg.org/explorer/2011/09sep/natgashist0911.cfm> (Acesso em 26/11/2013).

LEACH, Gerald. The energy transition. In: Energy Policy, Vol. 20, Issue 2, pág. 116-123, 1992.

LOVINS, Amory; LOTSPEICH, Chris. Energy Surprises for the 21st Century. Journal of International Affairs, Vol. 53, nº1, 1999..

MAINWARING, Scott; BRINKS, Daniel; PÉREZ-LIÑÁN, Aníbal. *Classificando Regimes Políticos na América Latina, 1945-199*. DADOS - Revista de Ciências Sociais, Rio de Janeiro, Vol. 44, Nº 4, p.645-687, 2001.

MASERA, Omar O.; SAATKAMP, Barbara D.; KAMMEN, Daniel M.. *From Linear Fuel Switching to Multiple Cooking Strategies: A Critique and Alternative to the Energy Ladder Model*. World Development. Vol. 28, No. 2. 2000. 2083-2103.

MELO, Marcus André. *As Agências Regulatórias: desenho institucional e governança regulatória nas agências federais e estaduais*. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ciências Sociais - ANPOCS, 2003.

MORIMOTO, Risako; HOPE, Chris. *The impact of electricity supply on economic growth in Sri Lanka*. Energy Economics, Vol. 26, 77-85, 2004.

NAKICENOVIC, Nebojsa; GRÜBLER, Arnulf. *Energy and the protection of the atmosphere*. In: Int. J. Global Energy Issues, Vol. 13, Nos. 1–3, 2000.

NAKICENOVIC, Nebojsa; GRÜBLER, Arnulf. *Decarbonizing the global energy system*. Technological Forecasting and Social Change Volume 53, Issue 1, September 1996, Pages 97–110

O'CONNOR, Peter A. *Energy Transitions*. In: The Pardee Papers, Nº 12, 2010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. 1987.

PEREIRA, N. M.. *Energia Nuclear: Da Energia Inesgotável À Energia Limpa*. In: Revista Brasileira de Energia, 2001..

PIRES, José Carlos Linhares. *Desafios da Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro*. Rio de Janeiro: BNDES, 2000.

PIZER, William. *Choosing Price or Quantity Controls for Greenhouse Gases*. In: Climate Issues Brief Nº 17, 1999.

PRAÇA, Sérgio; FREITAS, Andréa; HOEPERS, Bruno. *Determinants of patronage and policy-making positions in the Brazilian federal bureaucracy, 2007-2011*. Annual Meeting of the American Political Science Association, 2011.

PRENEUF, R.. *Nuclear Power in France- Why does it work?*. http://web.archive.org/web/20070813233335/http://www.npcil.nic.in/nupower_vol13_2/npfr_.htm (Acesso: 25/11/2013).

PricewaterhouseCoopers LLP (PwC). *Too late for two degrees? Low carbon economy index 2012*. PwC, 2012.

RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY (REN-21). *Renewables 2013: Global Status Report*. Paris: REN21 Secretariat, 2013.

RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY (REN-21). Renewables Global Future Report. Paris: REN21 Secretariat, 2013.

SCHARLEMANN, Jörn P.W.; LAURANCE, William F.. How Green are Biofuels?. Science, Vol. 319, Nº 5859, p. 43-44, 2008.

GARBI, Felipe de Albuquerque. Modelos de transição energética residencial e o acesso a serviços energéticos limpos: uma análise a partir de dois estudos de caso. 2011 (Pós-graduação em Energia) - Instituto de Energia e Ambiente/ Instituto de Física - Universidade de São Paulo, São Paulo.

SHIU, Alice; LAM, Pun-Lee. "Electricity consumption and economic growth in China. Energy Policy, Vol. 32, p. 47-54, 2004.

TILMAN, David; SOCOLOW, Robert; FOLEY, Jonathan; HILL, Jason; LARSON, Eric; LYND, Lee; PACALA, Stephen; SEARCHINGER, Tim; SOMERVILLE, Chris; WILLIAMS, Robert. Beneficial Biofuels—The Food, Energy, and Environment Trilemma. Science, Vol. 325, Nº 5938, p. 270-271 2009.

TOWNSEND, Alan. Energy access, energy demand, and the information deficit. In: Energy Services for the World's Poor, Washington: Banco Mundial, 2000.

TOWNSEND, Peter. Poverty in the United Kingdom. Harmondsworth: Editora Penguin, 1979.

WORLD COAL INSTITUTE (WCI). The Coal Resource: a Comprehensive Overview of Coal. Londres: WCI, 2009

WORLD NUCLEAR ASSOCIATION (WNA). Country Profile (2013). <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/> (Acesso: 25/11/2013)

YU, Eden; CHOI, Jai-Jung. The causal relationship between energy and GNP: an international comparison. Journal of Energy and Development Vol. 10, p. 249-272, 1985.

ZÍLIO, Evaldo Lopes; PINTO, Ulysses Brandão. Identificação e Distribuição dos Principais Grupos de Compostos Presentes no Petróleo Brasileiro. Bolsa Técnica PETROBRAS, Rio de Janeiro, Vol. 45, Nº 1, p. 21-25, 2002.