

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**AUGUSTO RIPKA BARBOSA**

**MATRIZES ENERGÉTICAS DE BRASIL E ALEMANHA: UMA  
ANÁLISE COMPARATIVA**

**CURITIBA**

**2016**

AUGUSTO RIPKA BARBOSA

MATRIZES ENERGÉTICAS DE BRASIL E ALEMANHA: UMA ANÁLISE  
COMPARATIVA

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Monografia II, do Curso Superior de Ciências Econômicas do Departamento Acadêmico de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Paraná – UFPR, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Wellington Pereira

CURITIBA

2016

## TERMO DE APROVAÇÃO

AUGUSTO RIPKA BARBOSA

MATRIZES ENERGÉTICAS DE BRASIL E ALEMANHA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção de grau de Bacharel em Ciências Econômicas no curso de graduação em Ciências Econômicas do Departamento Acadêmico de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

---

Orientador – Prof. Dr. Wellington Pereira, UFPR  
Doutor pela Universidade Federal do Paraná

---

Prof. Dr. Huáscar Fialho Pessali, UFPR  
Doutor pela University of Hertfordshire

---

Prof<sup>a</sup>. Terciane Sabadini Carvalho, UFPR  
Doutora pela Universidade Federal de Minas Gerais

Curitiba, 03 de junho de 2016

## RESUMO

BARBOSA, Augusto Ripka. **Matrizes energéticas de Brasil e Alemanha: uma análise comparativa**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Bacharelado em Ciências Econômicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

É reconhecida a necessidade de mudança da matriz energética mundial para uma matriz mais limpa, renovável e sustentável. Para isso, os países precisam criar, ou já criaram, programas que tenham como objetivo alterar a sua matriz energética. O Brasil sempre foi conhecido como um país que possui uma natureza rica e com um enorme potencial energético a ser aproveitado. De maneira oposta, a Alemanha sempre foi conhecida como um país frio, com pouca insolação e, assim, teoricamente seria sempre dependente de energia importada de outros países. Essa monografia compara as matrizes energéticas desses países, trazendo o processo de formação e analisando dados para descrever a situação atual delas. Foi observado que Brasil e Alemanha possuem suas matrizes energéticas compostas quase da mesma forma. Considerando o retrospecto recente, a Alemanha aparece em melhores condições de possuir uma matriz mais limpa do que o Brasil. Isso se deve ao projeto alemão de transição energética, o *Energiewende*, que incentivou a população a produzir sua própria energia através de fontes limpas e renováveis.

**Palavras-chave:** *Energiewende*. Energias renováveis. Matriz energética. Transição energética.

## ABSTRACT

BARBOSA, Augusto Ripka. **Energy mixes of Brazil and Germany: a comparative analysis**. 2016. Final Course Research Project – B. Sc. in Economics, Federal University of Paraná, Curitiba, 2016.

The change to a cleaner, renewable and sustainable worldly energy mix is highly necessary. To this, the countries need to create, or have already created, programs that have as goal change their mixes. Brazil was always known as a country with a rich nature and a huge energetic potential to be availed. In a opposite way, Germany was always known as cold country, with few insolation and, therefore, theoretically would be always dependent of energy imported from other countries. This monograph compares the energy mixes form these countries, bringing the historical formation process and analyzing data to describe their current situation. It was noticed that both Brazil and Germany have their mixes composed in the same way. Considering the recent retrospect, Germany appears in better conditions to own a clean energy mix than Brazil. This is due to the German program of energy transition, the *Energiewende*, that encouraged the population to produce its own energy through clean and renewable sources.

**Keywords:** *Energiewende*. Energy mix. Energy transition. Renewable energies.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	7
<b>1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>9</b>
1.1. O PAPEL DOS RECURSOS NATURAIS NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO.....	9
1.1.1. A Curva Ambiental de Kuznets .....	10
1.2. O PAPEL DO ESTADO NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO.....	11
1.3. A NECESSIDADE POR FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA .....	13
1.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	14
<b>2. O <i>ENERGIEWENDE</i>.....</b>	<b>16</b>
2.1. AS ORIGENS DO <i>ENERGIEWENDE</i> .....	16
2.2. OBJETIVOS E PROGRESSO ATUAL DO PROGRAMA .....	18
2.3. O MERCADO DE ENERGIA ALEMÃO .....	20
2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
<b>3. A QUESTÃO ENERGÉTICA NO BRASIL .....</b>	<b>23</b>
3.1. ORIGENS DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA .....	23
3.2. A EVOLUÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA.....	26
3.3. O MERCADO BRASILEIRO DE ENERGIA ELÉTRICA .....	28
3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, especialmente a partir da década de 1990, surgiu um amplo consenso em afirmar a necessidade da humanidade em encontrar substitutos para o petróleo como principal fonte de energia. Essa necessidade surgiu da provável relação entre o uso intenso dessa fonte energética e as alterações climáticas observadas em todo o planeta. Essas alterações, como derretimento das calotas polares, aumento da temperatura dos oceanos e aumento do nível dos oceanos, poderiam colocar em risco a sobrevivência da espécie humana no planeta.

Graças a pesquisas científicas, diversas fontes renováveis de energia se tornaram economicamente viáveis, como a energia solar e a biomassa, ou até mesmo aprimoradas, como as energias hidráulica e eólica, que já foram amplamente utilizadas pela humanidade num tempo em que as atividades eram basicamente manufatureiras. Com tais alternativas, aliadas às pressões da população, de intelectuais e através de acordos, alguns governos nacionais passaram a defender uma mudança na composição das suas chamadas matrizes energéticas, a fim de torná-las mais sustentáveis.

A matriz energética de um país é a composição das fontes primárias de energia geradas para os mais diversos tipos de consumo. A matriz energética é normalmente dividida em fontes não-renováveis, englobando petróleo, gás natural e carvão mineral; fontes renováveis, composta pelas energias solar, eólica, hidráulica e biomassa; e energia nuclear, que não é englobada nas outras categorias devido ao fato de suas matérias-primas serem tanto encontradas na natureza quanto produzidas em laboratórios. Nessa monografia, a energia nuclear será considerada não-renovável, graças ao seu elevado custo de investimento, manutenção e operação, além do elevado risco que ela traz para a população.

Visando atender as pressões de diversos setores da sociedade e cumprir os acordos firmados, diversos países criaram programas para tornar suas matrizes energéticas mais sustentáveis, como Áustria, Reino Unido, Dinamarca e, mais notadamente, Alemanha. Tais programas recebem o nome comum de “Programa de Transição Energética” e estabelecem metas a serem cumpridas em determinados períodos de tempo. O Brasil, que sempre possuiu uma matriz energética

relativamente limpa, não desenvolveu um projeto formal de transição energética, confiando no potencial que tem.

As naturezas energéticas de Brasil e Alemanha são bastante destoantes entre si e tiveram um papel central no ambiente energético de cada país. Enquanto que o Brasil sempre possuiu diversas alternativas ao uso do petróleo ou de outras fontes não-renováveis de energia, a Alemanha sempre teve maiores dificuldades para encontrar maneiras viáveis de contornar crises que pudessem colocar em risco o ambiente energético do país. O processo de industrialização e desenvolvimento entre esses países também difere muito entre eles, com a Alemanha tendo se industrializado antes do Brasil (apesar de tardiamente em relação à Inglaterra, França e Estados Unidos, por exemplo), ao passo que o processo de industrialização brasileiro só se iniciou de fato na década de 1930.

Considerando tais diferenças, é de se esperar que o Brasil possua uma matriz energética consideravelmente mais limpa que a alemã, mesmo com as diferenças no nível de desenvolvimento e industrialização entre os países.

Considerando os expostos acima, a presente monografia tem como objetivo fazer uma comparação entre as matrizes energéticas de Brasil e Alemanha, buscando o processo de formação de cada uma delas e a situação em que elas se encontram atualmente. Caso o resultado obtido pela monografia se mostre diferente do exposto no parágrafo anterior, a questão a ser respondida na Conclusão é por que o resultado não corresponde ao esperado?

Essa monografia será dividida em três capítulos, além dessa Introdução e do capítulo de Conclusões. O primeiro capítulo trará os argumentos teóricos que alicerçarão a discussão em torno da importância da matriz energética de um país. O segundo capítulo será destinado ao programa de transição energética da Alemanha, trazendo um breve histórico do cenário energético no país germânico, o processo de formação, as metas e os resultados já obtidos pelo *Energiewende* e como é estruturado o mercado de energia no país. O terceiro capítulo tratará da questão energética brasileira, seguindo basicamente a mesma estrutura do capítulo anterior, ou seja, trazendo inicialmente o processo de formação e o cenário atual da nossa matriz energética e finalizando com uma análise do mercado de energia do Brasil.

## 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A necessidade de se encontrar fontes mais limpas e renováveis de energia virou praticamente um consenso entre a população, os governos e órgãos internacionais. Na maioria das vezes, esse consenso é baseado apenas nas questões climáticas e ambientais. É inegável que essas questões ocupem o centro das buscas por fontes renováveis de energia, porém tal busca também tem impactos econômicos. Esse capítulo servirá para mostrar os aspectos econômicos da busca por fontes mais limpas de energia. Os argumentos que serão apresentados nesse capítulo servirão, portanto, para alicerçar a presente monografia.

Diante disso, esse capítulo será estruturado em três seções. A primeira seção mostra a importância dos recursos naturais no desenvolvimento econômico de uma nação. A segunda seção mostrará a importância do Estado no processo de desenvolvimento econômico de uma nação, e como ele age na ausência de interesses do mercado em determinadas áreas. A terceira e última seção servirá para mostrar os fatos que culminaram na necessidade de se promover a busca por fontes renováveis de energia, além de um breve histórico do uso das fontes de energia pela humanidade.

### 1.1.O PAPEL DOS RECURSOS NATURAIS NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

No início do estudo da teoria econômica, os recursos naturais não ocupavam um lugar de destaque nas teorias formuladas. A teoria de Malthus (1809), que alertava que o crescimento da população forçaria os produtores de alimentos a usar terras cada vez menos produtivas, o que, no longo prazo, levaria à escassez dos alimentos e, por conseguinte, limitaria o desenvolvimento econômico daquela nação, considerava o fator terra como um importante componente na produção econômica, mas não reconhecia os recursos naturais como peças-chave no desenvolvimento da nação.

O que Malthus não previu, todavia, foi que a humanidade avançaria tecnologicamente, conseguindo melhorar o aproveitamento dos recursos naturais disponíveis, em especial o fator terra. Todavia, esse avanço tecnológico e o

aumento do uso dos recursos naturais, trouxeram externalidades (KAMOGAWA, 2003). Segundo Radetzki (1992), tais externalidades trouxeram ao desenvolvimento econômico um forte contraponto, que pode ser interpretado como um *trade-off*.

Todavia, a necessidade da busca por fontes de energia mais limpas acaba gerando inovações tecnológicas que podem ajudar no desenvolvimento econômico. De acordo com a teoria schumpeteriana, a inovação é a responsável pelo desenvolvimento econômico, uma vez que ela retira a economia do seu estado estacionário ao gerar “novos bens de consumo, do desenvolvimento de novos métodos de produção ou transporte, do fomento de novos mercados e, não menos importante, das novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria.” (CANDIDO, 2015, p. 26)

Fica claro, portanto, que o uso dos recursos naturais pode ser fator determinante no desenvolvimento de uma nação, uma vez que o aumento populacional trará uma constante, e cada vez maior, busca por métodos mais limpos de geração de energia gerará cada vez mais inovações tecnológicas, reduzindo o impacto negativo da atividade econômica no meio-ambiente (BOSERUP, 1981).

#### 1.1.1. A Curva Ambiental de Kuznets

Uma teoria que associa o desenvolvimento econômico de uma nação com os impactos causados ao meio-ambiente é a da Curva Ambiental de Kuznets, ou EKC. Essa curva é uma adaptação da Curva de Kuznets, que afirma que a relação entre a distribuição de renda e o crescimento econômico de um país tem a forma de “U invertido”. Isso significa que, ao decorrer do crescimento econômico a distribuição da renda fica mais desigual até certo ponto, quando, então, a renda passa a ser mais bem distribuída entre a população do país com o crescimento econômico (NIELSEN & ALDERSON, 1997).

A adaptação dessa curva para os efeitos que o crescimento econômico causa no meio-ambiente relaciona a degradação ambiental em função do crescimento econômico, mantendo o formato de “U invertido” da curva original. A teoria por trás disso é que, inicialmente, uma economia é extremamente dependente da sua agricultura e de atividades extrativistas, de baixa produtividade e complexidade

inicialmente, e que precisam de espaço para crescer. Com a intensificação dessas atividades, a degradação ambiental passa a crescer em taxas superiores à regeneração ambiental, até um ponto em que os avanços tecnológicos obtidos, aliados à conscientização ambiental, são capazes de continuar promovendo o crescimento econômico do país, mas sob taxas de degradação ambiental inferiores, possibilitando assim à natureza maiores chances dela se reabilitar (STERN, COMMON & BARBIER, 1996).

Essa teoria, apesar de parecer boa, até hoje não foi observada. Diversos estudos, utilizando as mais diversas medidas como *proxies* para “devastação ambiental”, foram feitos e nenhum encontrou a forma de “U” invertido proposta na EKC (CAVIGLIA-HARRIS, CHAMBERS & KAHN, 2009).

## 1.2. O PAPEL DO ESTADO NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

A discussão sobre o papel do Estado no desenvolvimento econômico de uma nação sempre produziu debates acalorados, normalmente marcados pela sobreposição das ideologias pessoais dos debatedores sobre o uso da imparcialidade.

O período pós-II Guerra Mundial foi, de certa forma, um grande laboratório nesse quesito, com diversas economias experimentando diferentes graus de intervenção do Estado nas suas economias. Stiglitz (1997) afirma que os progressos econômicos e sociais observados na Coreia do Sul, por exemplo, foram obtidos graças a uma cessão no modelo de planejamento central da economia e a adoção de um modelo mais voltado ao livre-mercado, com o governo sul-coreano passando a criar e guiar os mercados.

Com o amadurecimento do debate acadêmico acerca do assunto, pode-se afirmar que o desenvolvimento econômico e social é um fenômeno que envolve três áreas da sociedade: estrutural, que consiste no investimento em capital humano e tecnologias para gerar desenvolvimento; institucional, que preza pela interação entre os agentes privado e público para promover o desenvolvimento; e cultural, que aponta a influência determinante que os hábitos e costumes da população têm sobre a tomada de decisão dos agentes (BRESSER-PEREIRA, 2006). Essa importância

da interação entre diversas áreas da sociedade para gerar desenvolvimento econômico e social é também defendida por Celso Furtado, que afirma, entre outros exemplos, que nos países subdesenvolvidos, a propensão marginal a consumir é maior que a propensão marginal a poupar graças ao comportamento das elites dos países subdesenvolvidos de querer imitar o padrão de consumo das elites dos países desenvolvidos e do padrão de comportamento das massas dos países subdesenvolvidos em querer imitar o padrão de consumo das elites do seu país (FURTADO, 1952).

Uma forma encontrada pelo poder público para promover o desenvolvimento econômico é através de políticas públicas “que objetivam promover o desenvolvimento, criando alternativas de geração de emprego e renda como forma compensatória dos ajustes criados por outras políticas de cunho mais estratégico (econômicas)” (TEIXEIRA, 2002, p. 3). Essa forma de participação do Estado é mais indireta, dando ao mercado mais protagonismo e liberdade, enquanto o Estado atua como um orientador e incentivador dos mercados.

Outro método que o Estado tem para promover o desenvolvimento econômico é ele próprio tomar as rédeas dos meios que trazem o desenvolvimento à nação e, desse modo, assumir o controle do desenvolvimento. Essa opção é bem vista entre os autores de vertentes nacionalistas e protecionistas (CANDIDO, 2015). Essa alternativa é bem vista também pelos políticos, uma vez que, na visão de Bartik (1991, p. 1),

*“economic development means more jobs. More jobs are expected to bring many benefits: lower unemployment, higher wages, greater property values, increased profits for local businesses, more tax revenues, and reelection for the politician who can take credit for these boons.”*

Obviamente não podemos sempre atrelar o interesse do Estado em promover o desenvolvimento econômico da nação ao interesse dos agentes do Estado nas eleições. Promovendo o desenvolvimento econômico, o Estado poderia corrigir as falhas de mercado, que são inerentes a esta instituição, como falhas na distribuição de renda ou falta de investimentos à longo prazo, sobretudo em infraestrutura (KRUEGER, 1990). O presente trabalho considerará o interesse do Estado em promover o desenvolvimento como fruto da, suposta, falta de interesse do mercado em investir no mercado de energia renovável, uma vez que os custos de operação desse mercado são elevados, as taxas de lucro são menores e demoram mais

tempo para surgirem e o petróleo ainda é uma fonte viável e rentável do ponto de vista econômico.

### 1.3. A NECESSIDADE POR FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

As primeiras fontes energéticas utilizadas pela humanidade eram majoritariamente renováveis e limpas. A primeira fonte de energia amplamente utilizada era a força muscular, seguida pelo uso da tração animal e da força dos ventos e das águas. Até a Revolução Industrial houve pouca mudança na composição da matriz energética mundial, bem como a inovação nesse campo era limitada. A partir da Revolução Industrial, o consumo energético dispensado pela humanidade aumentou consideravelmente, acima do crescimento populacional (NOGUEIRA & CARDOSO, 2007). Era necessária, então, uma mudança na matriz energética mundial capaz de suprir essa nova demanda gerada pela Revolução Industrial.

A fonte energética capaz de atender à crescente demanda de energia pela humanidade era os combustíveis fósseis. Inicialmente, o carvão mineral era amplamente utilizado, uma vez que sua obtenção era relativamente fácil. Todavia, no ano de 1859, Edwin Drake conseguiu extrair petróleo do subsolo, revolucionando o uso dessa fonte de energia, que até então só era encontrada em fontes rasas na superfície. Apesar dessa descoberta de Drake, o uso do carvão prevaleceu até a década de 1960, quando, então, o petróleo assumiu o posto de principal fonte de energia (FARIAS & SELLITTO, 2011).

Com o passar do tempo, todavia, estudos relacionando o uso intenso de combustíveis fósseis com mudanças climáticas alertaram a humanidade sobre o uso desses combustíveis. A busca por fontes de energia renováveis é causada, sobretudo, pela necessidade da humanidade em ter que reduzir o uso dos combustíveis fósseis, uma vez que os danos causados à natureza a partir dessa fonte de energia podem chegar a um ponto irreversível caso nada, ou pouco, seja feito (SACHS, 2007). Mas essa busca também pode encontrar motivações político-econômicas, uma vez que a produção internacional de petróleo se encontra

praticamente monopolizada pelos países da OPEP<sup>1</sup>. Esse monopólio, que vem desde a criação da organização no início da década de 1960, causou ao mundo várias crises, sendo as mais destacadas as duas Crises do Petróleo da década de 1970, além de, de certa forma, manter as economias mundiais como suas reféns, uma vez que a Organização consegue manipular os preços internacionais do petróleo controlando a produção da *commodity* (SOUZA, 2003).

É importante ressaltar o alerta que Sachs (2007) faz em relação a mudanças nas fontes de energia usadas pela humanidade:

De qualquer modo, nenhuma das transições energéticas do passado se fez por causa do esgotamento físico de uma fonte de energia. A história da humanidade pode ser sintetizada como a história da produção e alocação do excedente econômico, ritmada por revoluções energéticas sucessivas. Todas elas ocorreram graças à identificação de uma nova fonte de energia com qualidades superiores e custos inferiores. Assim aconteceu com a passagem da energia de biomassa ao carvão e deste ao petróleo e gás natural. (SACHS, 2007, p. 22)

A partir do alerta de Sachs e dos motivos apresentados anteriormente para as nações investirem na busca de fontes de energia mais limpas, pode-se afirmar que o melhor método para promover as fontes renováveis de energia é torná-las mais baratas, ao mesmo tempo que se tenta encarecer o preço das fontes não-renováveis, tornando-as, assim, indesejadas pelos consumidores.

#### 1.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do apresentado acima, é plausível afirmar que a busca por uma matriz pode afetar o desenvolvimento de uma nação no longo prazo, ou que o desenvolvimento da nação trará impactos indesejados ao meio-ambiente. Todavia, as inovações trazidas por tal busca podem atenuar o impacto desse desenvolvimento no meio-ambiente, apesar de não anular todo o impacto já causado anteriormente.

A ação do Estado é, portanto, essencial naquela busca. A escolha nesse quesito é, todavia, a de como o Estado atuará: se diretamente, centralizando as decisões que serão tomadas; ou indiretamente, agindo como guia e fomentador do

---

<sup>1</sup> Em 2014, segundo relatório da própria OPEP, os países-membros da Organização possuíam 81% das reservas mundiais de petróleo bruto.

mercado de energia. Nos capítulos a seguir, veremos que os governos de Brasil e Alemanha decidiram agir de maneiras bem distintas um do outro, obtendo resultados também bastantes diferentes.

Por fim, foi mostrado que a busca por fontes renováveis de energia tem um benefício além da questão ambiental. Caso os esforços referentes àquela busca sejam levados a sério e incentivados, os países dependentes de petróleo e gás natural ficarão mais imunes aos preços praticados pelos países exportadores.

## 2. O ENERGI EWENDE

Este capítulo servirá para apresentar o programa alemão de transição energética, o *Energiewende*. O capítulo está dividido em três partes, que tratam, respectivamente, das origens do programa, dos objetivos iniciais do programa e do panorama atual do setor energético alemão e, por último, do mercado alemão de energia.

A primeira parte traz um histórico dos fatos que levaram o governo alemão a criar o *Energiewende*. Para isso, o trabalho buscou trabalhos acadêmicos que retratassem os debates que culminaram no surgimento do programa.

A segunda parte do capítulo buscará mostrar quais foram os objetivos inicialmente traçados para o programa, bem como estão os progressos obtidos frente aos principais objetivos do programa.

A última parte do capítulo trará uma breve análise do funcionamento do mercado alemão de energia e de como ele pode explicar o andamento dos progressos já citados acima.

### 2.1. AS ORIGENS DO ENERGI EWENDE

A busca por fontes renováveis de energia vem, nos últimos anos, sendo amplamente encorajadas pela ampla maioria dos governos nacionais. Todavia, a difusão das tecnologias necessárias para a busca por fontes energéticas renováveis ainda varia muito de país para país. É nesse ponto que a Alemanha assume papel de destaque (JACOBSSON & LAUBER, 2004).

As políticas adotadas pelo governo alemão para buscar fontes renováveis de energia datam de anos bem anteriores ao surgimento oficial do programa *Energiewende*, tanto que o termo foi usado pela primeira vez em 1980 em um estudo do Instituto de Ecologia Aplicada da Alemanha para se opor aos programas nucleares que o país vinha desenvolvendo à época (MORRIS & PEHNT, 2012). As crises do petróleo na década de 1970, o acidente nuclear de Chernobyl e a pressão popular contra investimentos na área nuclear foram determinantes para que o governo alemão decidisse, então, buscar outras fontes de energia.

No final da década de 1980, três cidades alemãs passaram a pagar tarifas que compensassem o uso de painéis fotovoltaicos em residências e prédios comerciais. Essas taxas serviram de base para a criação de uma taxa nacional para o mesmo propósito (MORRIS & PEHNT, 2012). A implementação dessa tarifa impulsionou a geração de energia através de fontes limpas. Um exemplo disso é que, no curto período entre 2001 e 2006, a geração de energia limpa na Alemanha saltou de 18,1 TWh para 52 TWh (SENSFUß, RAGWITZ & GENOESE, 2008).

Outro fator determinante para a evolução da produção de energia limpa na Alemanha foi a criação da *Erneuerbare-Energien-Gesetz* (EEG), Lei de Energia Renovável em tradução livre, em 2000. Os principais objetivos dessa lei são

*enable the energy supply to develop in a sustainable manner in particular in the interest of mitigating climate change and protecting the environment, to reduce the costs to the economy not least by including long-term external effects, to conserve fossil energy resources and to promote the further development of technologies to generate electricity from renewable energy sources.* (ALEMANHA, 2014, p. 1)

Tal lei obriga o Estado alemão a garantir um ambiente propício para a difusão de tecnologias capazes de gerar energia limpa.

É curioso notar que, no início da década de 1970, tanto Alemanha quanto Estados Unidos possuíam programas energéticos muito semelhantes. O que levou a Alemanha a progredir mais que os Estados Unidos foram as características da população e dos empresários alemães, que possuíam uma aceitação maior às energias limpas já naquela época (LAIRD & STEFES, 2009), além do fato de que os Estados Unidos não assinaram alguns acordos ambientais, como, por exemplo, o Protocolo de Kyoto.

Nota-se que a Alemanha sempre procurou planejar sua matriz energética, o que garantiu relativa estabilidade energética e econômica ao país, uma vez que a tendência é que os efeitos de eventuais choques externos não sejam tão fortes no país europeu. Foi graças aos fatos evidenciados acima que o *Energiewende* foi criado e vem obtendo sucesso na sua proposta.

## 2.2. OBJETIVOS E PROGRESSO ATUAL DO PROGRAMA

Quando o EEG foi criado, em 2000, foram definidos diversos objetivos a serem alcançados, bem como com o nascimento oficial do *Energiewende*, em 2010. O principal objetivo é reestruturar a matriz energética alemã, abrindo mão das fontes de energia não-renováveis, sobretudo da nuclear, ao incentivar a geração de energia através de fontes renováveis de energia, em especial incentivando a produção de energia através de plantas solares e eólicas.

Em termos numéricos, também foram definidos diversos objetivos, como mostra o Quadro 1 abaixo. Os principais são cortar em ao menos 40% as emissões de gases responsáveis pelo efeito estufa (comparados com as emissões de 1990) até 2020, e cortar entre 80% e 95% tais gases até 2050. Foi também definido que a matriz energética do país deveria ser composta por, no mínimo, 18% de fontes limpas de energia até 2020, com esse percentual chegando a 60% em 2050 (BUCHAN, 2012).

Quadro 1 - Objetivos do *Energiewende*

	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Redução na emissão de gases de efeito estufa (comparado aos níveis de 1990)	40%		55%		70%	80-95%
Aumento na participação de fontes renováveis de energia no consumo bruto de eletricidade		40-55%		55-60%		Ao menos 80%
Redução no consumo primário de energia (comparado aos níveis de 2008)	20%					50%
Redução no consumo bruto de eletricidade	10%					25%
Participação na geração de eletricidade a partir de plantas de cogeração	25%					
Redução do uso de energia no setor de transportes (contra 2005)	10%					40%

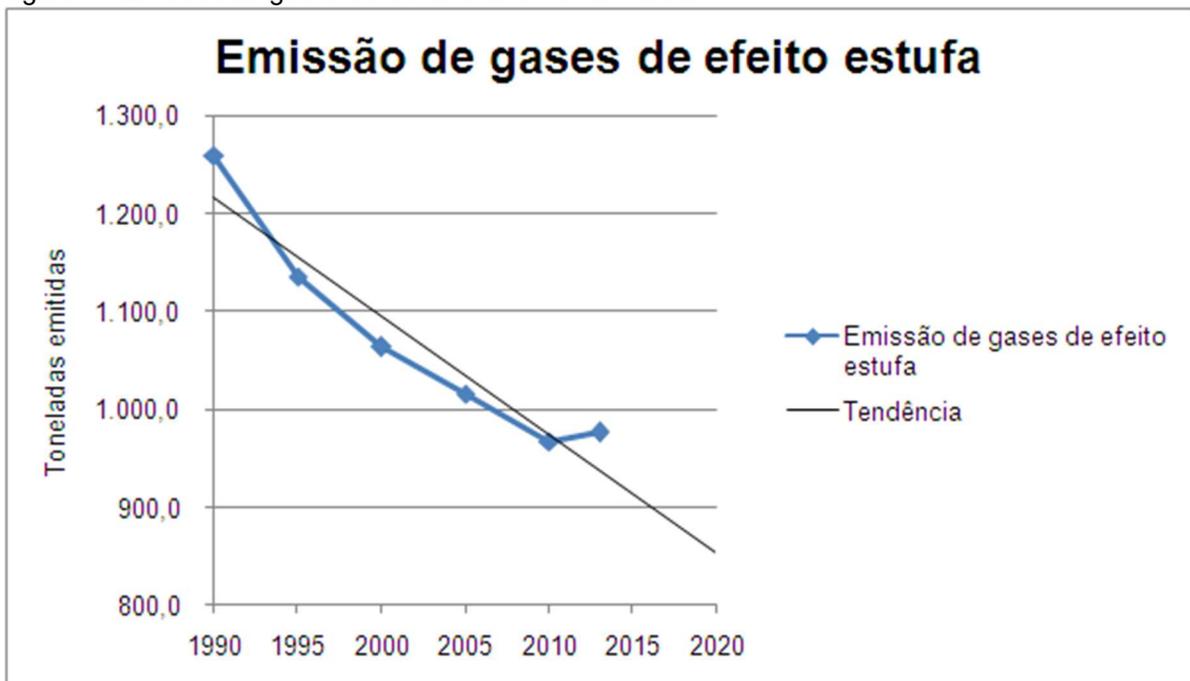
Fonte: BMWi (2014). Elaboração: Agora Energiewende. Tradução: própria.

Com cinco anos transcorridos desde o início efetivo do programa de transição energético, é plausível afirmar que ainda é cedo para se comparar os avanços já obtidos com os objetivos do programa. Todavia, o progresso corrente serve para

analisar como está o andamento do programa, servindo assim para dizer se o programa tende a funcionar dentro daquilo que foi proposto.

Segundo dados do Eurostat (2013), a agência de estatísticas da União Europeia, a Alemanha vem apresentando forte redução na produção de gases de efeito estufa. Em 1990, o país emitiu aproximadamente 1259,9 toneladas de gases de efeito estufa. Esse número, em 2013, foi de 976,3 toneladas, uma redução de aproximadamente 22,5% na emissão total. Seguindo a tendência dos números divulgados, é provável que, até 2020, as emissões de tais gases estejam em torno das 855 toneladas, representando assim uma redução de “apenas” 32% na emissão de tais gases frente o ano de 1990. Isso significaria uma derrota para a Alemanha, já que seu primeiro objetivo não seria cumprido. A Figura 1 mostra graficamente a situação indicada acima.

Figura 1 - Emissão de gases de efeito estufa na Alemanha

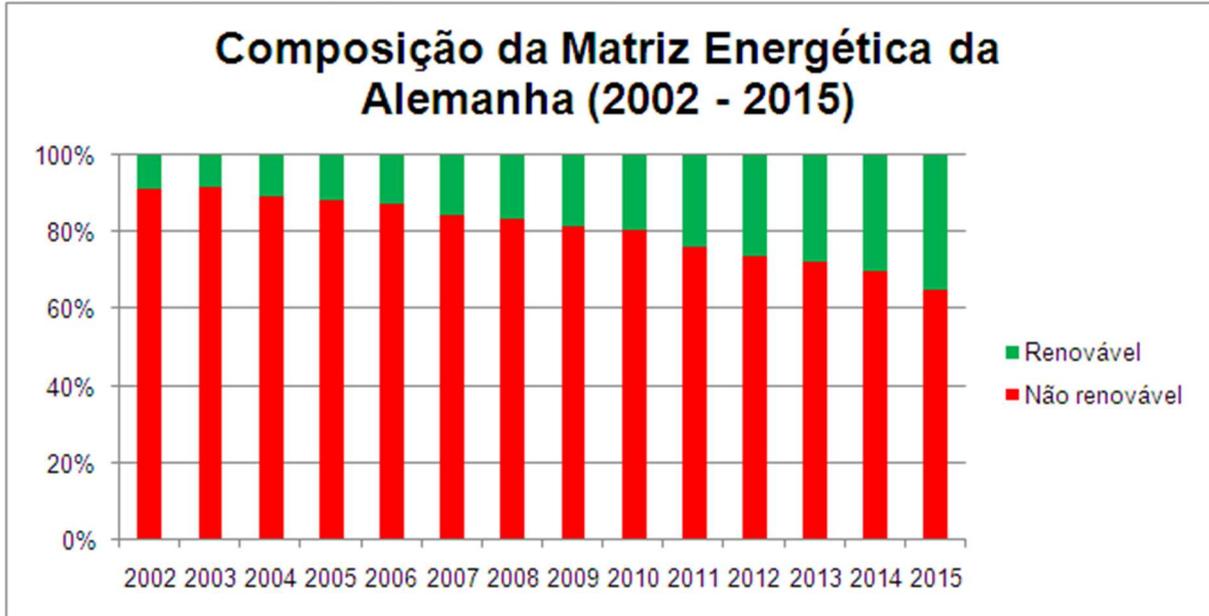


Fonte: Eurostat (2015). Elaboração: própria.

Se a missão de reduzir os gases de efeito estufa está complicada, o mesmo não se pode dizer sobre a busca por tornar a matriz energética alemã mais renovável. Segundo dados do Instituto para Energia Solar Fraunhofer (2015), a matriz energética alemã vem se tornando cada vez mais renovável. Em 2002, a matriz era composta por 91% de energias geradas por meios não-renováveis (energia nuclear, lignito, hulha e gás natural) e apenas 9% de energias renováveis

(hidrelétrica, biomassa, eólica e solar). Em 2015, a matriz era composta por 65% de energias não-renováveis e 35% de energias renováveis. A evolução da composição da matriz energética alemã está mais bem ilustrada na Figura 2 abaixo.

Figura 2 - Evolução da composição da matriz energética da Alemanha



Fonte: Fraunhofer-ISE (2015). Elaboração: própria.

A queda das energias não-renováveis e o aumento das energias renováveis se deram muito graças às mudanças na participação das energias nuclear e eólica. A energia nuclear, em 2002, era responsável por 32% da energia gerada na Alemanha, ao passo que a energia eólica, no mesmo ano, representava apenas 3% da energia gerada. Em 2015, a energia nuclear representava 16% da energia gerada no país, mesma participação da energia eólica.

### 2.3. O MERCADO DE ENERGIA ALEMÃO

Para se entender como o progresso acima ocorreu, é preciso analisar as estruturas do mercado de energia alemão, que é dividido em mercado de energia tradicional e renovável, e é dividido entre grandes empresas, companhias municipais e produtores privados, que são indivíduos comuns que produzem sua própria energia, ou cooperativas de moradores.

O mercado alemão de energia é dominado por quatro grandes empresas: as alemãs Eon, RWE e EnBW e a estatal sueca Vattenfall, que gera a energia em toda

a região da antiga Alemanha Oriental. Essas quatro empresas possuem, juntas, 80% do mercado de geração de energia “tradicional” (nuclear e combustíveis fósseis), ao passo que possuem apenas 7% do mercado de geração de energia renovável. A geração de energia renovável é fortemente descentralizada, com 40% do seu mercado na mão de pequenos produtores privados e cooperativas (BUCHAN, 2012).

Essa predominância da produção privada de energia renovável pelos pequenos produtores, aliada à crescente produção desse tipo de energia no país germânico se dá graças à política do *feed-in tariffs*, que incentiva a produção de energia renovável ao oferecer aos produtores desse tipo de energia acordos de longo-prazo garantindo a venda dessa energia (CORY et al, 2010). Essa política entrou em vigor na Alemanha em 1991, e, com a chegada do EEG em 2000, ela foi fortificada. Os ganhos financeiros advindos dessa tarifa pagos pelo governo alemão interessaram os produtores privados, que podem se juntar à uma cooperativa pagando valores entre €100 e €500 (BUCHAN, 2012).

Todavia, o sucesso da energia renovável na Alemanha não se dá apenas pelo lado financeiro. Como dito no capítulo 1 desse trabalho, o fator cultural também pode influenciar o desenvolvimento de uma nação. Novamente segundo Buchan (2012), há uma força moral muito forte presente na sociedade alemã, sobretudo nas questões acerca de cooperação em qualquer assunto. Essa cooperação dos alemães pode ser observada na recepção aos refugiados que vêm adentrando a Europa recentemente. A questão energética também foi “alvo” desse espírito alemão, como ficou evidente na fala da porta-voz da Cooperativa de Energia dos Cidadãos de Berlim Stefan Taschner, que afirmou que *“the design of our future energy system is not just a matter of politics and energy, but a societal problem”* (TASCHNER, 2012 apud BUCHAN, 2012, p. 10).

## 2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações trazidas nesse capítulo mostram que a Alemanha está acertando no seu caminho rumo a uma matriz energética mais sustentável e limpa. Os avanços registrados num curto período de tempo reforçam isso, ao mesmo

tempo em que apontam para uma tendência de ainda mais melhoras no cenário para os próximos anos.

A descentralização da produção de energia limpa aparece como grande trunfo desse processo, uma vez que os principais beneficiados da produção de energia, os consumidores, passam a ter protagonismo no setor. Outro fator que explica o sucesso da produção descentralizada é o papel do Estado alemão, ao prover incentivos fiscais para quem optar por produzir sua própria energia através de fontes limpas. Todavia, provavelmente essa descentralização da produção de energia provocará reações das principais empresas de produção e distribuição de energia do país, que temerão perder seus consumidores.

O fator cultural citado acima pode ser um fator essencial para o sucesso do projeto proposto, já que, uma vez enraizada nos hábitos e no estilo de vida dos alemães, a produção própria de energia por fontes renováveis dificilmente será substituída pela produção via fontes não-renováveis.

### 3. A QUESTÃO ENERGÉTICA NO BRASIL

Esse capítulo trata da questão energética no Brasil. Como esta monografia busca fazer uma comparação, o presente capítulo se estrutura nos mesmos moldes do capítulo anterior, para que haja mais clareza no exercício da comparação. Em dezembro de 2015, o Ministério de Minas e Energia criou o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), que se assemelha ao *Energiewende* alemão. Esse programa visa incentivar a produção de energia pelos próprios consumidores através de fontes renováveis de energia, sobretudo através da energia solar. Todavia, por ainda ser um programa muito incipiente, ele não será utilizado como balizador do cenário energético brasileiro atual, como feito no capítulo anterior com o *Energiewende*. É por tal motivo que esse capítulo abordará a questão da matriz energética do Brasil num todo, ao invés de focar num programa como feito no capítulo anterior.

A primeira parte trará um histórico da formação da matriz energética brasileira, buscando identificar os motivos que fizeram a matriz nacional ter a composição que ela apresenta atualmente. Nessa parte do capítulo também será proposto um debate sobre um eventual desperdício de oportunidade por parte do Brasil ao focar na geração de energia renovável através de uma única fonte, a hidrelétrica, abrindo mão do potencial de energia gerada através de outras fontes renováveis, como a solar.

A segunda parte trata dos dados relativos à evolução do uso de energias renováveis no Brasil. Como dito acima, o ProGD não será usado como balizador e, portanto, o trabalho apenas apresentará a evolução do uso dessas fontes no território nacional.

A terceira e última parte do capítulo servirá para fazer uma análise do mercado de energia do Brasil. Ele mostrará como esse mercado é composto, quais suas regras e como ele afeta a formação da matriz energética brasileira.

#### 3.1. ORIGENS DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

No início das atividades produtivas no Brasil, em especial nos ciclos da cana de açúcar e do ouro, a principal fonte de energia era a lenha. Com a advento do

ciclo do café, os fazendeiros passaram a usar o carvão mineral, mesmo não necessitando dessa substituição (FERNANDES, 2004).

Ocorre, todavia, que esse carvão era importado, principalmente da Inglaterra, o que poderia acarretar desequilíbrios e prejuízos em eventuais crises que restringissem o fornecimento de tal matéria-prima. Mas, paralelamente ao aumento das importações de carvão mineral, os avanços do setor cafeeiro causaram avanços que atraíram investidores estrangeiros dispostos a aproveitar as vantagens geográficas e naturais do Brasil para investir na produção de energia hidrelétrica (CANDIDO, 2015).

Após a Primeira Guerra Mundial, junto com o crescimento mundial do consumo de automóveis, o Brasil passou a importar petróleo para suprir a demanda interna. Rapidamente, essa fonte de energia passou a ser a principal fonte de energia do Brasil em pouco tempo, com as importações triplicando até a Crise da Bolsa de Valores de Nova Iorque, em 1929 (CANDIDO, 2015).

Até a década de 1970, o petróleo continua com o posto de principal fonte de energia no Brasil, quando as Crises do Petróleo forçaram o país a buscar outras fontes de energia. Foi nesse contexto que surgiu o Proálcool, que tinha como objetivo desenvolver técnicas e aprimorar os insumos necessários para a produção do álcool etílico, além de, é claro, substituir os automóveis dependentes dos derivados de petróleo (ANDRADE *et al*, 2009 *apud* CANDIDO, 2015). Além do Proálcool, o governo brasileiro reagiu aos efeitos das Crises do Petróleo incentivando a Petrobras a prospectar petróleo em águas profundas, intensificando a construção de usinas hidrelétricas e nucleares, em especial com a construção das usinas de Angra 1 e Angra 2 em parceria com a Alemanha (FERNANDES, 2004).

Segundo Fernandes (2004), esses esforços do governo foram capazes de suprir a demanda nacional por energia durante bom tempo. Ocorre que a ampla maioria, para não dizer a totalidade, das empresas responsáveis pela geração e transmissão da energia gerada era estatal. Durante o governo de Fernando Henrique Cardoso, como meio para estabilizar a economia nacional, as empresas de transmissão de energia foram privatizadas, sem que houvesse um marco regulatório eficiente (FERNANDES, 2004).

Mesmo após o processo de privatização das empresas transmissoras de energia, a produção de energia no Brasil ainda é fortemente controlada pelo estado brasileiro, sobretudo pelo Governo Federal e no estabelecimento dos preços cobrados pelas geradoras aos clientes. Essa capacidade do Governo em manipular os preços influencia o comportamento da inflação do Brasil, como observado no ano passado. A carta aberta do presidente do Banco Central ao Ministro da Fazenda explicando os porquês da inflação em 2015 ter ultrapassado o teto da meta é categórica ao afirmar que a correção dos preços das tarifas contribuiu para o resultado observado (BACEN, 2016). Esses reajustes foram altos porque no ano anterior à eleição presidencial, a presidente afastada Dilma anunciou uma redução no custo da tarifa da energia elétrica mesmo com o setor estando numa crise hídrica que aumentou os custos de produção e tendo que recorrer ao uso das usinas termoelétricas, que possuem um custo de operação mais elevado que as usinas hidrelétricas.

A predominância dos investimentos na geração de energia através de usinas hidrelétricas causa ao Brasil uma espécie desperdício de oportunidade ao não investir em outras fontes renováveis de energia. Segundo Lieb (2014), 40% da energia consumida no Brasil é gerada em fontes renováveis, mas majoritariamente através de usinas hidrelétricas. Apesar de ser bom, há problemas ligados ao uso de usinas hidrelétricas, sobretudo logísticos, já que a maior parte da energia gerada por tais usinas se encontra nas regiões Sul e Norte do país, enquanto a maior parte dessa energia gerada é consumida na região Sudeste (LIEB, 2014).

Descentralizar a produção, então, passa a ser vista como uma boa alternativa. Analisando as características geográficas do Brasil, é evidente que, do ponto de vista econômico, a energia renovável a ser explorada é a solar, mas incentivando as regiões com menos insolação a buscarem outras fontes viáveis. Como visto no capítulo anterior, a Alemanha vem investindo cada vez mais no uso dessa fonte de energia. O Brasil, como é de conhecimento popular, possui muito mais horas de insolação por ano do que a Alemanha e, mesmo assim, a Alemanha gera mais energia solar que o Brasil. A insolação anual na Alemanha é de 900 a 1220 kWh/m<sup>2</sup>, enquanto que no Brasil essa insolação é de 1500 a 2400 kWh/m<sup>2</sup> (LIEB, 2014). Segundo relatório da WWF (2015), o Brasil possui todas as

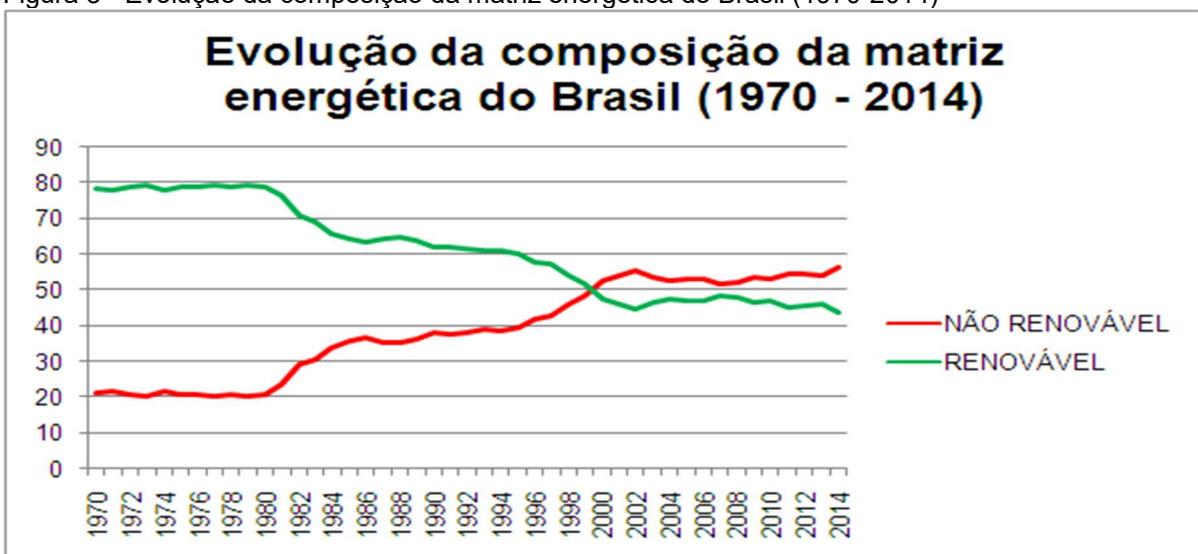
características que tornariam viáveis a produção de energia solar durante o ano todo.

### 3.2. A EVOLUÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Como dito anteriormente, a matriz energética do Brasil poderia ser mais limpa. Isso por que, segundo dados divulgados no Balanço Energético Nacional, do Ministério de Minas e Energia (2014), apenas 39,4% das fontes de energia do Brasil eram produzidas através de fontes renováveis. Apesar de parecer um número satisfatório, essa porcentagem é exatamente a mesma da produção de energia através do petróleo.

Essa igualdade é ainda mais preocupante quando é feita uma análise histórica da composição da matriz energética brasileira. Em 1970, apenas 21% da energia produzida no Brasil vinha de fontes não-renováveis, enquanto 79% era produzida através de fontes renováveis. Um quadro, portanto, bastante positivo. Esse cenário se manteve durante toda a década de 1970, mas a partir da década de 1980 apresentou fortes mudanças, com as energias não-renováveis aumentando sua participação na matriz. O ano de 1999 marcou a virada do cenário: as energias não-renováveis passaram então a assumir o controle da produção de energia e, desde então, vêm aumentando sua participação na composição da matriz brasileira, como mostra a Figura 3 abaixo.

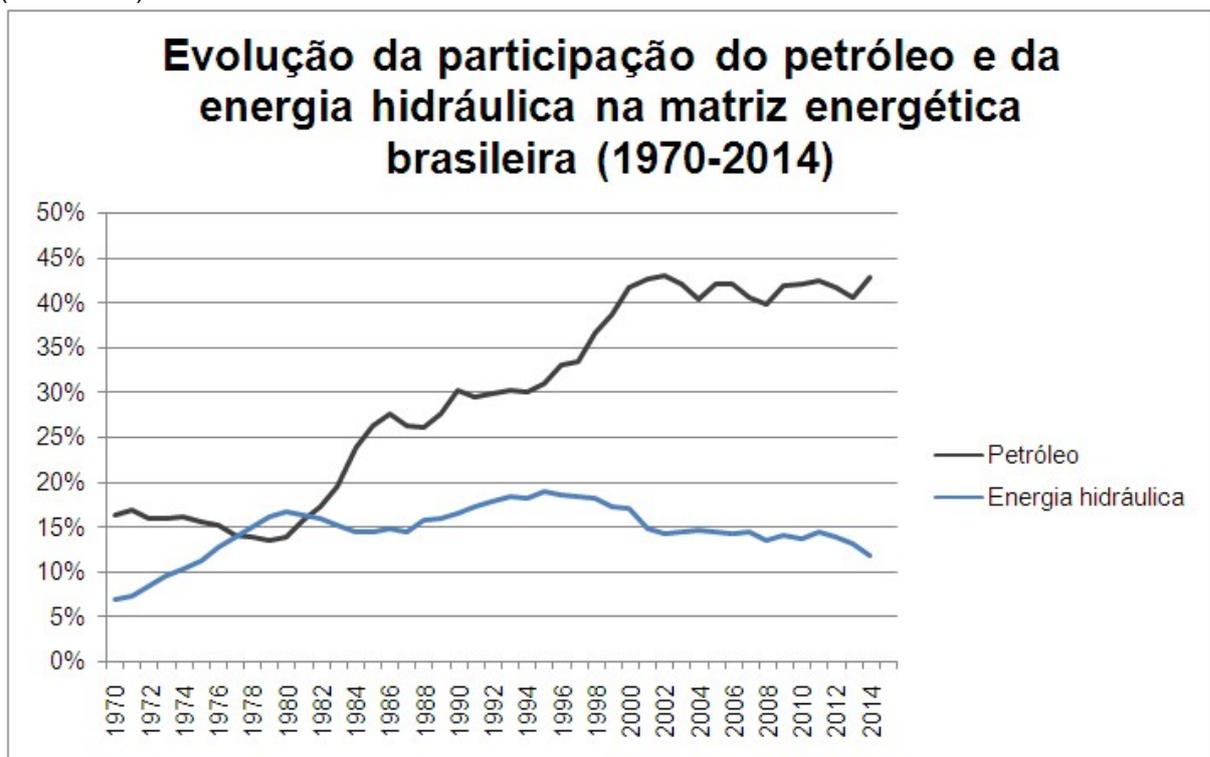
Figura 3 - Evolução da composição da matriz energética do Brasil (1970-2014)



Fonte: BNE-MME (2015). Elaboração: própria.

O salto dado pelas fontes não-renováveis na década de 1980 coincide com a implementação de medidas que visavam aumentar a eficiência energética nacional (EPE, 2014). Com essa política, a energia gerada pelo petróleo ganha importância, uma vez que o benefício da geração de energia através desse combustível fóssil é superior aos de outras fontes. A Figura 4 mostra a evolução das participações do petróleo e da energia hidráulica na matriz energética brasileira. Nele fica claro o protagonismo do petróleo na nossa matriz energética a partir da década de 1980.

Figura 4 - Evolução da participação do petróleo e da energia hidráulica na matriz energética brasileira (1970-2014)



Fonte: BNE-MME (2015). Elaboração: própria.

A falta de uma política oficial visando o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de produção de energia através de fontes renováveis até hoje prejudica o desenvolvimento do país. Goldemberg & Moreira (2005) afirmam que, levando em consideração as características das reservas energéticas brasileiras, é provável que o país continue investindo mais nas fontes não-renováveis. Isso se deve à descoberta de grandes reservas de petróleo na camada do pré-sal deu ao governo brasileiro uma grande oportunidade de financiar projetos de seu interesse, além das grandes reservas de carvão mineral e gás natural presentes no território brasileiro.

A participação do Brasil em acordos internacionais climáticos, todavia, podem ajudar o país a inverter a tendência apontada acima. O acordo internacional mais “forte” é o de Paris, já que ele determina que os países signatários utilizem os mesmos sistemas de medição, notificação e verificação das suas emissões, evitando assim eventuais fraudes nos resultados de cada país (ROBBINS, 2016). Ainda segundo Robbins (2016), um grande trunfo do Acordo de Paris é que os países desenvolvidos ajudarão, financeira e tecnicamente, os países em desenvolvimento a se adaptarem às mudanças climáticas.

Os principais objetivos do Acordo de Paris são:

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

Para garantir que tais objetivos sejam atingidos, será necessário que os países signatários adotem políticas que visem tornar suas matrizes energéticas o mais renováveis possível. Como já dito acima por Lieb (2014), o Brasil possui ampla capacidade de alterar a configuração da sua matriz energética, mas é necessário que haja incentivo para que essa mudança seja realizada.

### 3.3. O MERCADO BRASILEIRO DE ENERGIA ELÉTRICA

Para que o Brasil possa alterar a composição da sua matriz energética, é necessário observar como está configurado o mercado de energia elétrica nacional. O nosso mercado é fortemente controlado pelo governo, através do CNPE (Conselho Nacional de Política Energética). Mais adiante, serão apresentadas as competências do CNPE.

Graças aos diversos planos de desenvolvimento do Brasil, o mercado de energia elétrica brasileiro atravessou períodos de turbulência e interrupções, nunca conseguindo manter uma continuidade na sua formação. Segundo Avilés (2009),

esse mercado passou por quatro fases. Até a década de 1930, os governos locais eram responsáveis pelos investimentos em infraestrutura, repassando a empresas privadas o direito de uso dessas infraestruturas. Com a chegada de Getúlio Vargas ao poder, os contratos entre os entes estatais e empresas privadas foram suspensos, dando ao governo federal maiores poderes regulatórios. A partir da década de 1950, o governo central assume o papel definitivo de investidor e controlador do sistema energético nacional, com a Eletrobrás representando bem a situação desse período. Todavia, graças às crises do petróleo e aos problemas da economia brasileira na década de 1980, o governo federal perdeu a capacidade de investimento no setor. A chegada de Fernando Henrique Cardoso ao poder, junto das suas reformas, decretou o fim do sistema centralizado vigente desde a década de 1930 com implementações de um sistema de propriedade mista, privatizações e melhorias no marco regulatório. Em 2004, o então presidente Lula cria a Empresa de Pesquisa Energética, que é responsável por planejar o setor elétrico nacional em longo prazo.

O CNPE foi fundado em 1997, pela Lei nº 9478, e é vinculado à Presidência da República e presidido pelo ministro de Minas e Energias. A ele cabe propor ao mandatário máximo do país sugestões de políticas energéticas. Portanto, a prerrogativa de aumentar os investimentos em energias renováveis depende do CNPE.

Outro fator que é determinante no aumento do uso de fontes renováveis de energia é possibilitar aos usuários o comércio da energia gerada por eles. Esse comércio é possível no Ambiente de Contratação Livre (ACL), onde os contratos são firmados através de acordos bilaterais (AVILÉS, 2010). Recentemente, a ANEEL publicou uma resolução permitindo que consumidores que produzissem sua própria energia através de painéis solares e, caso produzissem energia acima do necessário, revendessem esse excedente para as concessionárias locais. Somado a essa resolução, o ProGD citado na introdução desse capítulo pode servir como incentivo à produção própria de energia através de painéis fotovoltaicos. Assim como citado na introdução, haverá benefícios fiscais aos produtores de energia que venderem sua produção para as empresas distribuidoras de energia do seu estado. Inicialmente o valor de venda foi definido em R\$ 454,00 por MWh, mas esse valor será atualizado automaticamente todo ano com base no IPCA durante a vigência do

contrato. Além disso, o ProGD também reestruturará o ACL com o intuito de facilitar as negociações no mercado livre e expandi-lo para mais agentes (MME, 2015).

### 3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil aparecia, na década de 1970, como um referencial àqueles que buscassem uma matriz energética limpa. Todavia, graças às escolhas equivocadas de políticas econômicas, o Estado brasileiro, que conduzia mais diretamente do que os dias de hoje as políticas energéticas nacionais, não conseguiu sustentar a configuração que a matriz brasileira possuía. A consequência disso é que o Brasil passou a possuir uma matriz energética cada vez menos limpa e sustentável.

Atualmente, o Brasil se preocupa em ter uma matriz energética tão limpa quanto antes. Obviamente a motivação de se investir na busca por uma matriz mais limpa de antigamente não é a mesma que a dos dias de hoje, mas é de extrema importância para a nação essa busca por fontes renováveis de energia. Além disso, como o Brasil subutiliza o seu potencial energético sustentável, a busca por fontes renováveis de energia geraria ainda mais empregos e traria mais desenvolvimento para a nação.

Para isso, seria interessante que o Estado brasileiro se espelhasse no modelo adotado na Alemanha e mude sua forma de atuação no setor energético. O ProGD é um projeto muito interessante do ponto de vista de mudar os rumos da produção energética no Brasil. Caso ele seja levado a sério pelos governantes futuros do país e incentivado entre a população, a probabilidade de sucesso na caminhada rumo à uma matriz energética mais limpa aumentará exponencialmente.

## CONCLUSÃO

Como ficou demonstrado nessa monografia, a matriz energética de Alemanha e Brasil, hoje, são praticamente igualmente limpas. Isso é antagônico ao cenário esperado, e que, portanto, traz a questão proposta na página 8 ao centro da discussão: por que a matriz energética brasileira não é amplamente mais limpa que a alemã? Isso ocorre graças a fatores históricos e fatores mais atuais.

A Alemanha visou uma matriz energética limpa como forma de fugir dos problemas causados pela energia nuclear, que era a alternativa mais bem vista pelo governo alemão como substituto do petróleo após as Crises do Petróleo na década de 1970. O processo de “limpeza” da matriz alemã começou descentralizado, com algumas cidades oferecendo benefícios fiscais a quem produzisse sua própria energia e, então, tais benefícios foram levados ao âmbito federal e passaram a ser garantidos em lei federal. Esse processo de baixo para cima é vantajoso por não gerar custos excessivos ao governo federal no processo de adaptação das unidades produtoras de energia visando a “limpeza” da matriz energética. Outro fator que torna interessante para o governo alemão que a população produza sua própria energia, é a queda na necessidade de importar fontes energéticas de outros países (como, por exemplo, o gás natural, que é importado da Rússia), uma vez que a Alemanha não conta com tantas fontes alternativas de energia como o Brasil.

O Brasil também buscou possuir uma matriz energética renovável com o objetivo de fugir das crises internacionais que afetavam o mercado de energia. As Crises do Petróleo serviram para o país desenvolver seu primeiro grande programa energético, o Proálcool. No Brasil, o governo brasileiro sempre foi o condutor das políticas energéticas, definindo onde seriam os investimentos e qual o tamanho de cada um deles. Esse modelo se mostrou problemático, uma vez que sempre que o governo perdia a capacidade de financiar tais projetos, eles eram abandonados, sem que houvesse uma continuidade. Além disso, com o Brasil tendo diversos poços de petróleo a serem explorados, e contando com uma das melhores tecnologias de extração de petróleo no mundo, é economicamente viável para o Brasil explorar esses poços, além de, comercializada tal *commoditie*, garantir ao governo brasileiro mais recursos para financiar projetos de desenvolvimento da nação.

Obviamente para a Alemanha é mais interessante, economicamente, promover um programa de transição energética para uma matriz mais limpa, uma vez que o custo de oportunidade dela ao deixar de explorar as fontes “sujas” e investir nas fontes limpas é praticamente nulo. Para o Brasil, todavia, há muitas vantagens em ainda investir na extração de petróleo, acarretando num custo de oportunidade muito alto para abdicar dessa fonte e focar apenas nas fontes renováveis. Todavia, como dito nas páginas iniciais dessa monografia, há pressões globais para repensar o uso de fontes não-renováveis de energia e, caso o Brasil resolva atender a tais pressões, o programa alemão se mostra um modelo bastante interessante a ser seguido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEMANHA. **Gesetz Für Den Ausbau Erneuerbarer Energien (erneuerbare-energien-gesetz - Eeg 2014)**. BERLIM, 2014

AVILÉS, Ivan Pablo Lobos. **Avaliação de Smelter de Alumínio Auto-Suficiente em Geração de Energia Elétrica pela Metodologia de Opções Reais**. 2009. Tese de Doutorado. PUC-Rio.

BARTIK, Timothy J. **Boon or Boondoggle? The debate over state and local economic development policies**. 1991.

BRESSER-PERREIRA, C.L.; **O Conceito Histórico de Desenvolvimento Econômico**; Fundação Getúlio Vargas, 2006.

BOSERUP, Ester et al. Population and technological change: A study of long-term trends. **International Journal of Health Services**, v. 13, n. 1, p. 15-31, 1983.

BRASIL, Banco Central do. **Aviso 1/2016 – BCB**. Brasília, 2016.

BUCHAN, David. **The Energiewende-Germany's gamble**. Oxford, UK: Oxford Institute for Energy Studies, 2012.

CANDIDO, Vitor França. **O papel do Estado no dinamismo da matriz energética brasileira: Uma análise sobre os potenciais dos biocombustíveis**. Monografia. Curitiba. 2015.

CAVIGLIA-HARRIS, Jill L.; CHAMBERS, Dustin; KAHN, James R. Taking the “U” out of Kuznets: A comprehensive analysis of the EKC and environmental degradation. **Ecological Economics**, v. 68, n. 4, p. 1149-1159, 2009.

CORY, K. et al. **A policymaker's guide to feed-in tariff policy design**. T, Couture (E3 Analytics); K. Cory and C. Kreycik (NREL); E. Williams (US Department of State), 2010.

ENERGÉTICA, Empresa de Pesquisa. **Consumo de Energia no Brasil: Análises Setoriais**. Rio de Janeiro: Epe, 2014.

ENERGIA, Ministério de Minas e. **Brasil lança Programa de Geração Distribuída com destaque para energia solar**. 2015. Disponível em:

<[http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset\\_publisher/32hLrOzMKwWb/content/programa-de-geracao-distribuida-preve-movimentar-r-100-bi-em-investimentos-ate-2030](http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/programa-de-geracao-distribuida-preve-movimentar-r-100-bi-em-investimentos-ate-2030)>. Acesso em: 10 maio 2016.

EUROSTAT. **Total greenhouse gas emissions statistics**. 2015. Disponível em: <[http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Greenhouse\\_gas\\_emission\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Greenhouse_gas_emission_statistics)>. Acesso em: 13 abr. 2016.

FARIAS, Leonel Marques; SELLITTO, Miguel Afonso. Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras. **Revista Liberato**, v. 12, n. 17, p. 07, 2011.

FERNANDES, F.; **Reflexões sobre a história da matriz energética brasileira e a sua importância para a definição das novas estratégias para o gás**. Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás – IBP. Rio Oil & Gas Expo and Conference. Rio de Janeiro, 2004.

FRAUNHOFER-ISE. **Annual electricity generation in Germany**. Disponível em: <<https://www.energy-charts.de/energy.htm>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

FURTADO, Celso. Formação de capital e desenvolvimento econômico. **Revista Brasileira de Economia**, v. 6, n. 3, p. 7-45, 1952.

GOLDEMBERG, José; MOREIRA, José Roberto. Política energética no Brasil. **Estudos avançados**, v. 19, n. 55, p. 215-228, 2005.

JACOBSSON, Staffan; LAUBER, Volkmar. The politics and policy of energy system transformation—explaining the German diffusion of renewable energy technology. **Energy policy**, v. 34, n. 3, p. 256-276, 2006.

JANNUZZI, Gilberto De Martino. Uma avaliação das atividades recentes de P&D em energia renovável no Brasil e reflexões para o futuro. **Energy Discussion Paper**, n. 2.64-01, p. 03, 2003.

KAMOGAWA, L; **Crescimento Econômico, Uso dos Recursos Naturais e Degradação Ambiental: Uma aplicação do modelo EKC no Brasil**. São Paulo, 2003.

KRUEGER, Anne O. **Government failures in development**. National Bureau of Economic Research, 1990.

LAIRD, Frank N.; STEFES, Christoph. The diverging paths of German and United States policies for renewable energy: Sources of difference. **Energy Policy**, v. 37, n. 7, p. 2619-2629, 2009.

LIEB, Theresa. **A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA ALEMÃ NO BRASIL**. 2014. Disponível em: <<http://www.kas.de/energie-klima-lateinamerika/pt/publications/37203/>>. Acesso em: 19 abr. 2016.

MALTHUS, Thomas Robert. **An essay on the principle of population, as it affects the future improvement of society**. 1809.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balço Energético Nacional: Análise Energética e Dados Agregados 1970-2014**. 2015. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Cap%C3%ADtulo%201%20\(An%C3%A1lise%20Energ%C3%A9tica%20e%20Dados%20Agregados\)%201970-2014.xls](https://ben.epe.gov.br/downloads/Cap%C3%ADtulo%201%20(An%C3%A1lise%20Energ%C3%A9tica%20e%20Dados%20Agregados)%201970-2014.xls)>. Acesso em: 25 abr. 2016.

MORRIS, Craig; PEHNT, Martin. Energy Transition: The German Energiewende. **Heinrich Böll Stiftung**, 2012.

NIELSEN, Francois; ALDERSON, Arthur S. The Kuznets curve and the great U-turn: income inequality in US counties, 1970 to 1990. **American Sociological Review**, p. 12-33, 1997.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta; CARDOSO, Rafael Balbino. Perspectivas da Matriz Energética mundial e no Brasil. **Revista O Setor Elétrico, São Paulo (SP)**, ano, v. 2, p. 32-43, 2007.

OPEC. **Annual Statistic Bulletin**. Organization of the Petroleum Exporting Countries. VIENA, 2014.

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

RADETZKI, Marian. **Economic growth and environment**. Washington, DC: World Bank, 1992.

RAP (2015): **Report on the German power system**. Version 1.0. Study commissioned by Agora Energiewende.

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

SACHS, Ignacy. A revolução energética do século XXI. **Estudos avançados**, v. 21, n. 59, p. 21-38, 2007.

SENSFUß, Frank; RAGWITZ, Mario; GENOESE, Massimo. The merit-order effect: A detailed analysis of the price effect of renewable electricity generation on spot market prices in Germany. **Energy policy**, v. 36, n. 8, p. 3086-3094, 2008.

SOUZA, Celinalva das Graças Gonsalves de. **O PAPEL DA OPEP NO MERCADO INTERNACIONAL DE PETRÓLEO**. 2003. 67 f. Monografia (Especialização) - Curso de Finanças e Gestão Corporativa, Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2003.

STERN, David I.; COMMON, Michael S.; BARBIER, Edward B. Economic growth and environmental degradation: the environmental Kuznets curve and sustainable development. **World development**, v. 24, n. 7, p. 1151-1160, 1996.

STIGLITZ, Joseph E. The role of government in economic development. In: **Annual World Bank Conference on Development Economics**. Washington DC: World Bank, 1997. p. 11-23.

TEIXEIRA, Elenaldo Celso. O papel das políticas públicas no desenvolvimento local e na transformação da realidade. **Salvador: AATR**, 2002.

WWF-BRASIL. **Mecanismos de suporte para inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira: modelos e sugestão para uma transição acelerada**. Brasília: Supernova, 2015.