

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO SÓCIO ECONÔMICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO DE CIÊNCIA ECONOMICAS

ANDRÉ GATTI

ENERGIAS RENOVÁVEIS NA MATRIZ ENERGÉTICA: COMPARAÇÃO  
BRASIL E ESTADOS UNIDOS

FLORIANÓPOLIS

2018

**ANDRÉ GATTI**

**ENERGIAS RENOVÁVEIS NA MATRIZ ENERGÉTICA: COMPARAÇÃO BRASIL E  
ESTADOS UNIDOS**

Monografia submetida ao curso de Ciências  
Econômicas da Universidade Federal de  
Santa Catarina, como requisito obrigatório  
para a obtenção do grau de Bacharelado.

**Orientador: Prof. Gilson Geraldino Silva  
Junior.**

FLORIANÓPOLIS, 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC  
CENTRO SÓCIO-ECONÔMICO – CSE  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

A Banca Examinadora resolveu atribuir a nota 9,0 ao aluno André Gatti na disciplina CNM  
7107 – Monografia, pela apresentação deste trabalho.

Banca Examinadora:

-----  
Prof. Dr. Gilson Giraldino Silva Junior  
(Orientador)

-----  
Prof. Dr. Eraldo Sérgio Barbosa da Silva

-----  
Prof. Henrique Reichert

## **RESUMO**

O propósito desse trabalho é descrever a matriz energética do Brasil e dos Estados Unidos. A questão ecológica é prioritária em esfera global e a energia renovável surge como opção para manter em nível aceitável a preservação do meio ambiente como um todo, minimizando os efeitos nocivos das mudanças climáticas, e suprimindo a necessidade de segurança energética e da preferência pelo desenvolvimento sustentável. Utilizou-se como fundamentação teórica conceitos relevantes para o estudo sobre energia. Inicialmente buscou-se apresentar a matriz energética brasileira e a norte americana. Posteriormente, foram apresentados programas adotados pelos governos que incentivaram o uso de fontes renováveis tanto no Brasil quanto nos Estados Unidos. Por fim foram apresentadas as principais Conferências Mundiais que tinham o tema energia como um dos principais e a posição do Brasil e dos Estados Unidos nesses encontros.

**Palavras-chave:** Matriz energética; energias renováveis; Brasil; Estados Unidos

## **ABSTRAT**

The purpose of this study is describe the energy matrix of Brazil and the United States. The ecological issue is a global priority and renewable energy is an option to maintain the preservation of the environment, minimizing the harmful effects of climate change, and providing for the need for energy security and the preference for sustainable development. Relevant concepts for the energy study were used as theoretical foundation. Initially, it sought to present the Brazilian and North American energy matrix. Subsequently, programs were adopted by governments that encouraged the use of renewable sources in Brazil and the United States. Finally, it was presented the main World Conferences that had the theme energy as one of the main ones and the position of Brazil and the United States in these meetings.

Keywords: Energy matrix; renewable energy; Brazil; U.S

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA .....	9
1.2 OBJETIVOS .....	11
<b>1.2.1 Objetivo geral</b> .....	<b>11</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>11</b>
1.3 JUSTIFICATIVA .....	11
1.4 METODOLOGIA .....	11
<b>2. ENERGIAS RENOVÁVEIS: REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
2.1 CONCEITOS E FUNDAMENTOS DE ENERGIA .....	14
2.2 FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS .....	16
<b>2.2.1 Energia hidrelétrica</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2.2 Biomassa</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2.3 Energia solar</b> .....	<b>19</b>
2.3 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA .....	20
<b>2.3.1 Composição atual da matriz energética brasileira</b> .....	<b>22</b>
2.4 MATRIZ ENERGÉTICA DOS ESTADOS UNIDOS .....	25
2.5 COMPARAÇÃO ENTRE A MATRIZ ENERGÉTICA DO BRASIL E DOS ESTADOS UNIDOS.....	28
<b>3. PROGRAMAS DE REESTRUTURAÇÃO ENERGÉTICA DO BRASIL E DOS ESTADOS UNIDOS</b> .....	<b>33</b>
3.1 PROGRAMAS BRASILEIROS .....	33
<b>3.1.1 Programa nacional do álcool</b> .....	<b>33</b>
<b>3.1.2 Programa nacional de produção de óleos vegetais como combustíveis</b> .....	<b>37</b>
<b>3.1.3 Programa nacional de produção e uso do biodiesel (PNPB)</b> .....	<b>38</b>
<b>3.1.4 Diesel Hbio da Petrobrás</b> .....	<b>40</b>
<b>3.1.5 Renova Bio 2030</b> .....	<b>41</b>
3.2 PROGRAMAS NORTE AMERICANOS .....	42
<b>3.2.1 Programas no Governo George Bush</b> .....	<b>43</b>
<b>3.2.2 Programas no Governo Barack Obama</b> .....	<b>45</b>
3.3 COOPERAÇÃO ENTRE O BRASIL E OS ESTADOS UNIDOS NO SETOR DE ENERGIA	50
3.4 INVESTIMENTOS REALIZADOS PELO BRASIL E PELOS ESTADOS UNIDOS EM FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA .....	51
<b>4 DAS CONFERÊNCIAS MUNDIAIS ATÉ ENERGIAS RENOVAVEIS COMO OPÇÃO ENERGÉTICA</b> .....	<b>55</b>
4.1 Rio 92.....	55
4.2 Protocolo de Quioto .....	57
4.3 Rio + 20.....	60
4.4 Acordo de Paris.....	61
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>63</b>

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>66</b>
--------------------------	-----------

## TABELAS

Tabela 1- Classificação das fontes energéticas.....	15
Tabela 2 - Agrupamento das energias renováveis em temas e subtemas .....	16
Tabela 3 - Oferta de Biomassa no Brasil em 2005 .....	18
Tabela 4 - Oferta interna de energia elétrica brasileira em porcentagem .....	23
Tabela 5 - Estados que mais precisam mudar o seu nível de emissão para atingir a meta estabelecida pelo plano de energia limpa .....	48
Tabela 6 - Estados que menos precisam mudar seu nível de emissão para atingir a meta estabelecida pelo plano de energia limpa .....	49
Tabela 7 - Países que mais investiram em fontes renováveis em 2015.....	52
Tabela 8 - Países com maior capacidade de produção de eletricidade por fonte .....	53



## FIGURAS

Figura 1 - Segmentação da oferta interna por fonte energética no ano de 2016 (%) .....	24
Figura 2 - Segmentação do consumo interno por fonte energética no ano de 2016 (%).....	24
Figura 3 - Consumo primário de energia nos Estados Unidos (1776 – 2040) .....	25
Figura 4 - Geração elétrica por fonte nos anos 2001 e 2015 .....	26
Figura 5 - Comparação entre a matriz energética do Brasil e dos Estados Unidos em 1973 ...	28
Figura 6 - Participação do consumo de energia renovável no consumo de energia total dos Estados Unidos e do Brasil (1990-2014).....	29
Figura 7 - Comparação entre a matriz energética do Brasil e dos Estados Unidos em 2015 ...	30
Figura 8 - Participação de energia renovável na produção de energia elétrica no Brasil e nos Estados Unidos (1990-2014) .....	31
Figura 9 - Comparação entre a matriz elétrica do Brasil e dos Estados Unidos em 2015.....	31
Figura 10: Evolução da produção de álcool etílico (1970 a 2000).....	35
Figura 11 - Matriz de Combustíveis Veiculares 2016.....	37
Figura 12 - Cronograma de aumento de teor de biodiesel ao diesel.....	39
Figura 13 - Ciclo produtivo do diesel Hbio .....	41
Figura 14 - Redução dos custos das tecnologias de geração de energia limpa (2008-2015) ...	47
Figura 15 - Investimentos do Brasil e dos Estados Unidos em eletricidade e combustíveis renováveis de 2005 a 2015 .....	54

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

A questão econômica que motiva este trabalho parte da busca de atingir uma eficiência energética por parte de países que enfrentaram os choques do petróleo, e por este motivo buscam fontes de energia alternativas ao petróleo. Essa procura proporciona uma mudança na composição da matriz energética, com o aumento da participação de fontes renováveis.

Energia é um fator essencial para o desenvolvimento econômico que reflete diretamente em todos os segmentos da economia. Sem energia não se pode pensar no desenvolvimento industrial do país, condição básica para a independência econômica e política no contexto internacional.

Um país como o Brasil deve levar em conta as principais vantagens quando se trata do uso dos recursos naturais, afetando os fundamentos que alicerçam as questões políticas, econômicas e de logística que impactam o desenvolvimento da matriz energética brasileira. Historicamente, o Brasil procurou depender de insumos energéticos nacionais sempre que possível, devido à grande dificuldade do país em gerar dólares para importá-los e pelo enorme gasto que tivemos importando petróleo e seus derivados (GOLDEMBERG; MOREIRA, 2005).

A matriz energética representa o conjunto de fontes de energia que o país produz e consome, de acordo com a EPE (2017). É composta por biocombustíveis, hidráulica, derivados de petróleo, carvão mineral e derivados, nuclear, solar, urânio, outras energias não renováveis, lenha, carvão vegetal e outras energias renováveis.

A matriz energética brasileira em 2010 foi considerada a mais renovável do mundo industrializado com 45,3% de sua produção proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além das energias eólica e solar, de acordo o Ministério do Meio Ambiente (2010). As usinas hidrelétricas são responsáveis pela geração de mais de 75% da eletricidade no Brasil de acordo com o artigo “Matriz energética” (2010). Ainda segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (2010), a matriz energética mundial é composta por 13% de fontes renováveis nos países industrializados, caindo para 6% entre as nações em desenvolvimento.

O modelo energético brasileiro mostra potencial para crescimento, o que promove diversas

oportunidades de investimento de longo prazo. De acordo com Birnfeld (2014), o Brasil é um país rico em recursos energéticos renováveis. As fontes energéticas como solar, eólica e biomassa podem ser exploradas em maior escala por meio de políticas de incentivo, criando condições para que essas fontes aumentem sua participação na matriz energética, e assim promova desenvolvimento ao país de forma sustentável.

O Brasil possui uma grande oportunidade de aproveitar esse processo de mudança para adotar soluções que promovam incentivos a utilização das fontes renováveis de energia de maneira diversificada e sustentável.

A matriz energética dos Estados Unidos é composta principalmente de combustíveis fósseis. O petróleo é a base da matriz energética americana, seguido do gás e do carvão de acordo com dados da EIA (2017).

Os Estados Unidos são os maiores produtores e consumidores de energia, ao lado de China e Rússia (BENEVIDES, 2011). Os EUA dependem do fornecimento externo para atender parte da demanda doméstica por petróleo e gás natural. O fator que possibilitou a expansão, no período pós-guerra, foi a autossuficiência de petróleo. A partir da década de 60, o volume das importações de petróleo aumentou, com exceção nos períodos em que ocorreram os choques do petróleo na década de 70.

O governo norte americano tomou algumas iniciativas em relação à política energética com o intuito de reduzir a vulnerabilidade dos Estados Unidos. Entre essas iniciativas estavam o incentivo ao uso de fontes renováveis, a ampliação da produção doméstica de energia e a programas de conservação e eficiência energética.

A composição da matriz energética americana modificou-se, ao longo dos anos, principalmente devido ao aumento da participação das energias renováveis. No entanto, mesmo com o aumento do uso de fontes de energias renováveis, os combustíveis fósseis ainda predominam na matriz energética norte americana.

Diante do contexto de aumento do uso de fontes de energia renováveis buscando a eficiência energética, o presente trabalho busca descrever as mudanças na matriz energética do Brasil e dos Estados Unidos. Além disso, o trabalho apresenta alguns programas propostos pelo governo brasileiro e americano que incentivaram as energias renováveis. Ainda será apresentada a participação do Brasil e dos Estados Unidos nas principais Conferências Mundiais do Meio Ambiente que tinham em pauta o tema energia.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo descrever as mudanças na matriz energética do Brasil e dos Estados Unidos, ressaltando a participação das energias renováveis.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Descrever a matriz energética do Brasil e dos Estados Unidos.

Apresentar a trajetória dos programas de reestruturação energética brasileira e norte americana.

Descrever a participação do Brasil e dos Estados Unidos nas principais Conferências Mundiais do Meio Ambiente que tinham em pauta o tema energia.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

O crescimento da demanda por habitação e o aumento da demanda do setor industrial e de transporte levará ao crescimento do consumo mundial de energia (BUENO, 2013). Com esse aumento da demanda de energia surge a preocupação dos países com o fim das reservas energéticas e da poluição gerada no consumo de energia.

Para resolver esse problema e depender menos dos países exportadores de petróleo, o Brasil e os Estados Unidos vêm buscando aumentar o uso de energias alternativas como a solar, eólica, e biomassa com o intuito de gerar energia de uma forma menos agressiva ao nosso planeta.

Outras fontes alternativas de energia também estão sendo pesquisadas e os governos brasileiro e norte americano devem gerenciar essa expansão de forma eficiente, já que a maioria de investimentos para o setor são privados.

Dessa maneira, o presente trabalho encontra-se justificado pelas mudanças que ocorreram nas matrizes energéticas Brasil e dos Estados Unidos. Já que o cenário atual é de necessidade de fontes alternativas e limpas de energia, para os países fortalecerem suas matrizes energéticas e se tornarem menos dependentes de fontes externas, tendo uma maior preocupação com o meio ambiente.

## 1.4 METODOLOGIA

A metodologia engloba todos os passos realizados para a construção do trabalho científico,

que vai desde a escolha do procedimento para a obtenção de dados até a categorização e análise dos dados coletados (OLIVEIRA, 2005, p. 28)

Os procedimentos seguidos para a realização desta pesquisa levaram inicialmente a uma revisão da literatura sobre o tema energia, tendo como foco as energias renováveis, e sua influência para as economias baseadas em pesquisas, artigos, trabalhos, livros e internet relacionados com o tema em questão.

No presente trabalho foram utilizadas análises, dados e relatórios feitos pelo Ministério do Meio Ambiente, da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), The World Bank Data e estudiosos do tema, que permitiram analisar a matriz energética brasileira e norte americana.

A coleta de dados é uma etapa importante para a execução da pesquisa porque é através dela que o pesquisador obtém os dados necessários para identificar os pontos principais ressaltados. Para isso foram utilizados dados secundários como base para esta pesquisa.

De acordo com Mattar (1993), as fontes secundárias são aquelas onde os dados e informações já foram coletados, tabulados, ordenados, e as vezes até analisados, com o propósito de atender à pesquisa em andamento e que estão catalogadas à disposição dos interessados. Esses dados secundários foram utilizados para a fundamentação da pesquisa por meio do levantamento bibliográfico incluindo livros, artigos científicos, documentos inerentes à organização, ou seja, referencias que se relacionam com o tema proposto.

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos. Além desta introdução, o segundo capítulo faz uma revisão da literatura sobre a energia, trazendo os conceitos e fundamentos acerca do tema, destacando algumas fontes alternativas geradoras de energia de forma sustentável. Nesse mesmo capítulo foi apresentada a matriz energética do Brasil e a dos Estados Unidos e foi realizada uma comparação entre as duas.

No terceiro capítulo foram apresentados os programas adotados pelo governo brasileiro e norte americano, como tentativas de incentivos aos países em desenvolverem fontes de energia mais limpas, sustentáveis e que auxiliem o desenvolvimento econômico. Além disso, foram apresentados os investimentos realizados pelo Brasil e pelos Estados Unidos em fontes produtoras de energia.

O quarto capítulo descreve as conferências mundiais que tinham como pauta assuntos relacionados ao meio ambiente e que auxiliaram as mudanças na matriz energética do

Brasil e dos Estados Unidos, no sentido de busca por fontes geradoras de energia mais limpa.

Por fim, no quinto capítulo foram apresentadas as principais conclusões do trabalho.

## **2. ENERGIAS RENOVÁVEIS: REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 CONCEITOS E FUNDAMENTOS DE ENERGIA**

Segundo as ideias de Goldemberg e Lucon (2007), a energia, o ar e a água são ingredientes essenciais à vida humana. Nas antigas sociedades o custo desses ingredientes era praticamente zero e a energia era obtida da lenha das florestas, e utilizada para aquecimento e atividades domésticas, como cozinhar. Com o passar do tempo, o consumo de energia foi crescendo, o que fez com que outras fontes fossem necessárias.

Ao longo da Idade Média, as energias provindas dos cursos de água e dos ventos foram utilizadas, mas em quantidades insuficientes para suprir as necessidades da população que era crescente, principalmente nas cidades. Após a Revolução Industrial, foi preciso usar mais carvão, petróleo e gás, que têm um custo elevado para a produção e transporte até os centros consumidores (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

A energia, meio ambiente e desenvolvimento socioeconômico estão fortemente interligados e para entender o que é energia deve-se compreender as fontes energéticas, suas limitações e quais as consequências que o mau uso dela pode causar ao meio ambiente em que vivemos.

A energia que move o mundo pode vir dos recursos naturais como o vento, água, sol, resíduos sólidos e combustíveis fósseis, como petróleo e gás natural. Essas são as fontes primárias de energia. De acordo com o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), elaborado em 2011, as fontes secundárias de energia são transformadas a partir das fontes de energia primárias; por exemplo, energia elétrica, gasolina, gás, óleo, alcatrão, carvão mineral, vapor, entre outros.

De acordo com dados EIA (2017), o petróleo é a fonte de energia mais consumida no mundo e pode ser encontrado na natureza impregnado em rochas sedimentares. Nos diferentes pontos de ebulição das substâncias que estão no petróleo, ocorre a separação para converter em outros produtos. Entre os produtos obtidos estão o gás, a gasolina, o querosene e as ceras. Todos eles têm influência no desenvolvimento da vida humana e no progresso tecnológico e econômico (SEGURA, 2012).

Eficiência está relacionada com a capacidade de ser produtivo utilizando o menor número

de recursos e tempo possíveis (ZYLBERSZTAJN, 2005). Quando se trata de eficiência energética, significa atender às necessidades da economia utilizando menos energias primárias para dessa forma agredir menos a natureza. Segundo o PNEf (2011), Eficiência Energética (EE) é o conjunto de ações de diversas naturezas que ao mesmo tempo conseguem reduzir o consumo e suprir as demandas da sociedade relacionadas a serviços de energia como transportes e uso em processos.

As energias renováveis são aquelas provenientes de ciclos naturais de conversão da radiação solar, fonte primária de quase toda energia disponível na Terra e, por isso, são praticamente inesgotáveis e não alteram o balanço térmico do planeta (PACHECO, 2006).

No entanto, o contexto atual de produção e consumo de energia são baseados nas fontes fósseis, o que gera emissões de poluentes locais, gases de efeito estufa e colocam em risco o planeta a longo prazo. Dessa maneira, é preciso alterar esses padrões incentivando as energias renováveis, e, nesse sentido, o Brasil apresenta uma condição bastante favorável em relação ao resto do mundo (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

Segundo Birnfeld (2014), as fontes energéticas podem ser classificadas em relação a sua renovabilidade, ou seja, se sua disponibilidade é limitada em função do esgotamento de suas reservas ou se possuem formas de renovação.

Na Tabela 1, pode-se observar as diversas fontes de energia primárias e em quais energias elas serão transformadas durante o processo.

Tabela 1- Classificação das fontes energéticas

<b>Fontes Energéticas</b>		<b>Energia Primária</b>	<b>Energia Secundária</b>
<b>Não renováveis</b>	Fósseis	Carvão mineral; petróleo e derivados; gás natural; materiais fósseis	Termoeletricidade, calor, combustível para transporte
	Tradicionais	Biomassa primitiva	Calor
<b>Renováveis</b>	Convencionais	Lenha de desmatamento; potenciais hidráulicos de médio e grande porte	Hidroeletricidade
	Modernas ou novas	Potenciais hidráulicos de pequeno porte; biomassa moderna: lenha replantada, culturas energéticas (cana de açúcar, óleos vegetais)	Biocombustíveis (etanol, biodiesel), termoeletricidade e calor.
		Energia solar	Calor, eletricidade fotovoltaica
		Geotermal, eólica, maremotriz e das ondas	Calor, eletricidade

Fonte: Goldemberg, 2011 apud Birnfeld, 2014, p20.



Como evidencia a Tabela 1, as fontes energéticas não renováveis integram os combustíveis fósseis. Já as fontes renováveis de energia são classificadas em tradicionais, convencionais ou modernas. As fontes renováveis de energia são a radiação solar, vento, ondas, marés, água, biomassa e biogás (PNEf, 2011).

## 2.2 FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS

O aumento da produção de energias renováveis (ERs) que são etanol, biodiesel, biogás, hidrelétrica, solar e eólica, tem ocorrido em dimensão global juntamente com a difusão das preocupações ambientais, a partir da década de 1960, de acordo com Santos (2015).

Tabela 2 - Agrupamento das energias renováveis em temas e subtemas

<b>Fonte Primária</b>	<b>Tipo/transformação ou forma de uso</b>
1. Eólica	Elétrica
2. Solar	2.1 Elétrica-fotovoltaica, radiação solar
	2.2 Térmica - aquecimento/armazenamento
3. Biomassa	3.1 Biodiesel e outros substitutos do diesel
	3.2 Etanol e outros renováveis substitutos da gasolina
	3.3 Biogás - eletricidade
	3.4 Eletricidade de biomassa sólida
	3.5 Térmica - uso em caldeiras e fornos
4. Hidráulica	Elétrica
5. Maremotriz	Elétrica
6. Hidrogênio	Conversão e armazenagem
	Combustível - célula combustível
	Energia elétrica
7. Renováveis de forma geral	Gestão em energias, planejamento, modelagem, impactona na economia e no meio ambiente, C & T ou P & D multitemáticos.

Fonte: SANTOS, 2015, p.28.

É amplamente conhecido que o Brasil, além de ser referência mundial em energias renováveis, apresenta também enorme potencial de produção em todas as demais modalidades.

O grande potencial hídrico do Brasil, a sua capacidade de produção de biomassa, a enorme e constante incidência luminosa nas diversas regiões são fatores naturais que contribuem para a produção e o consumo de energias renováveis. A produção dessa forma de energia significa oportunidade para a indústria de insumos tecnológicos necessários em toda a cadeia produtiva (GELLER, 2003).

Segundo Geller (2003), o avanço tecnológico é o principal fator que pode contribuir para o aumento da oferta de energias renováveis, para assim reduzir os custos de produção, que

ainda são, na maioria das fontes, superiores aos custos das fontes de energia de origem fóssil. Nesse sentido, esforços em pesquisa e desenvolvimento (P&D) tecnológico por parte dos setores público e privado, em diversos países e por empresas líderes na área, têm reduzido substancialmente os custos de todas as energias renováveis.

### 2.2.1 Energia hidrelétrica

Segundo a ANEEL (2013) o uso da energia hidráulica foi uma das primeiras formas de substituição do trabalho animal pelo mecânico, principalmente para a moagem de grãos e o bombeamento de água devido a disponibilidade de recursos, facilidade de aproveitamento e seu caráter renovável.

Nos últimos 30 anos, de acordo com levantamentos da International Energy Agency (IEA) em seu relatório “Key World Energy Statistics” (2008), os países que mais aumentaram sua oferta de energia hidrelétrica foram a China e o Brasil. Nesse mesmo período, os países desenvolvidos já haviam explorado todos os seus potenciais, o que fez com que o volume produzido registrasse evolução inferior ao de outras fontes, como gás natural e as usinas nucleares (ANEEL,2013).

No Brasil a hidroeletricidade responde pela maior parte da produção da energia elétrica (IEA,2008). O potencial hidráulico ocorre de maneira natural, aproveitando os desníveis existentes na natureza ou pode ser por meio de construções de barragem ou desvio dos rios de seus leitos naturais. A energia cinética gerada pelo movimento da água é levada até as turbinas que a convertem em energia elétrica por meio dos geradores que produzem a eletricidade. Após este processo, a água segue para o leito natural do rio (ANEEL, 2013).

A energia hidrelétrica apresenta fatores favoráveis como ser renovável e principalmente para países que possuem um grande potencial hídrico, como no caso do Brasil, pode ser uma grande vantagem em relação aos outros países. Contudo, existem alguns fatores desfavoráveis relacionados à energia hidroelétrica, como o desmatamento de uma grande área para a construção de usinas e alagamento de áreas para realizar os desvios do rio de seu caminho original.

### 2.2.2 Biomassa

O Ministério de Minas e Energia no Relatório da Matriz Energética Nacional 2030 (2007) define biomassa como:

O termo biomassa compreende a matéria vegetal gerada pela fotossíntese e seus diversos produtos e subprodutos derivados, tais como florestas, culturas e resíduos agrícolas, dejetos animais e matéria orgânica, contida nos rejeitos industrial e urbano. Essa matéria contém a energia química acumulada através da transformação energética da radiação solar e pode ser diretamente liberada por meio da combustão, ou ser convertida, através de diferentes processos, em produtos energéticos de natureza distinta, tais como carvão vegetal, etanol, gases combustíveis e de síntese, óleos vegetais combustíveis e outros (MME, 2007, p125).

A biomassa energética apresenta uma grande variedade de fontes, que variam desde os resíduos agrícolas, industriais e urbanos até as culturas dedicadas. Para sua produção é necessária uma grande quantidade de tecnologias para os processos de conversão, que englobam desde combustão para obtenção da energia térmica até processos físico-químicos e bioquímicos complexos para a obtenção de combustíveis líquidos e gasosos e outros produtos, e que variam em escala partindo da micro até a larga escala, segundo o Relatório da Matriz Energética Nacional de 2030 (2007).<sup>106</sup>

Tabela 3 - Oferta de biomassa no Brasil em 2005

	10 <sup>6</sup> t/ano	10 bep/dia <sup>4</sup>
<b>Total</b>	558	4,24
<b>Resíduos Agrícolas</b>	478	3,54
Soja	185	1,25
Milho	176	1,43
Arroz (palha)	57	0,42
Cana-de-açúcar (palha)	60	0,44
<b>Resíduos Agroindustriais</b>	80	0,59
Cana-de-açúcar (bagaço)	58	0,46
Arroz (casca)	2	0,02
Lixívia <sup>2</sup>	13	0,08
Madeira <sup>3</sup>	6	0,04
<b>Florestas Energéticas</b>	13	0,11
Madeira Excedente	13	0,11

Notas: 1) Considerou-se na conversão 1 bep = 5,95 GJ (GJ= 0,239 cal x10<sup>9</sup>); 2) Licor negro, com concentração entre 75 e 80% de resíduos sólidos; 3) Resíduos de madeira da indústria de celulose: lenha, cavaco e cascas de árvore; 4) diferença entre a quantificação teórica da produção potencial nas áreas ocupadas pela silvicultura e o consumo de madeira em tora para uso industrial oriundo de florestas plantadas.

Fonte: Matriz Energética Nacional de 2030 (2007).

A Tabela 3 coloca em evidência as fontes energéticas de biomassa brasileira em 2005. Pode-se estimar que a produção e oferta de resíduos de biomassa como fonte de energia primária, em 2005, foi de 558 milhões de toneladas em base seca.

Avanços tecnológicos aumentam a perspectiva de maior eficiência no uso do bagaço e o

aproveitamento da palha na geração de eletricidade (MME, 2007). Contudo, o melhor aproveitamento desse potencial necessita de investimentos no desenvolvimento de rotas tecnológicas para o desenvolvimento de equipamentos capazes de recuperar a forma adequada a biomassa e de transportá-la até a unidade na qual será processada a transformada.

As condições naturais e geográficas favoráveis do Brasil, reforçam a ideia de que o país possui vantagens comparativas expressivas para assumir posição de destaque, no plano mundial, na produção e uso da biomassa como recurso energético de acordo com a Matriz Energética Nacional de 2030 (2007). Essas vantagens surgem devido à grande quantidade de terra com características adequadas para agricultura e condições climáticas favoráveis e a possibilidade de múltiplos cultivos dentro de um mesmo ano.

### 2.2.3 Energia solar

A utilização da iluminação natural e do calor para aquecimento de ambientes, denominado de aquecimento solar passivo, decorre da absorção da radiação solar nas edificações, reduzindo a necessidade de iluminação e aquecimento, segundo a ANEEL (2013). O uso de coletores ou concentradores solares aumenta o aproveitamento térmico.

Os coletores solares são mais usados em aplicações residenciais e comerciais como por exemplo em hotéis, casas, restaurantes, clubes e hospitais para o aquecimento de água. Os concentradores solares são utilizados quando é preciso temperaturas mais elevadas, como para a secagem de grãos e para a produção de vapor.

A conversão direta da energia solar em energia elétrica ocorre pelos efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores, gerando dois efeitos o termoelétrico e o fotovoltaico. O efeito termoelétrico caracteriza-se pela diferença de potencial, provocada pela junção de dois metais, em condições específicas. No efeito fotovoltaico, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, por meio da utilização de células solares, de acordo com a ANEEL (2013).

Entre os diversos processos de aproveitamento da energia solar, os mais usados no Brasil atualmente são o aquecimento de água, principalmente nas regiões Sul e Sudeste devido ao clima, e a geração fotovoltaica de energia elétrica localizada principalmente nas regiões Norte e Nordeste, em comunidades isoladas da rede de energia elétrica, segundo ANEEL (2013).

### 2.3 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Matriz Energética é uma representação quantitativa da oferta de energia que um determinado país ou região dispõe para sustentar o desenvolvimento de suas atividades econômicas (Coutinho, 2015).

De acordo com Segura (2011), entre o século XIX e XX, durante o ciclo da cana de açúcar e do ouro no Brasil, o principal recurso energético utilizado era a lenha. Com o início do ciclo do café, ocorreu a mudança da matriz energética para utilização do carvão mineral. Contudo nesse período ocorre a primeira guerra mundial, o que dificulta a importação de carvão, levando o governo a realizar investimentos para geração de energia elétrica, entre 1901 e 1930.

A partir de 1930, com o início do processo de industrialização do Brasil com a intensificação da urbanização levaram a introdução de novas fontes na matriz energética brasileira como o petróleo, o álcool etílico e o carvão nacional, de acordo com Barbalho (1987).

No período de 1890 a 1940, a principal atuação foi exercida pela energia hidráulica, que se tornou central para a geração de energia elétrica, que passou gradativamente a atender os setores industrial, comercial e residencial (BARBALHO, 1987). O governo passa a adotar medidas protecionistas para os recursos hídricos do Brasil, como a criação do Código de Águas em 1934, que garantia à União a posse de todo recurso hídrico nacional.

A partir da década de 30, outras medidas são adotadas pelo governo com a finalidade de regulamentar o setor energético, com a criação do Instituto do Açúcar e do Alcool em 1933, e do Código de Minas em 1938, que teriam como objetivo a regulamentação e a coordenação dos recursos do país.

Segundo Andrade (2010), um novo modelo energético estava surgindo e teria

Implicações técnicas, econômicas e ambientais distintas do modelo anterior, pois enquanto o antigo apresentava relativa estabilidade em torno da lenha e do carvão vegetal, um insumo produzido nacionalmente, renovável e cujo domínio tecnológico era amplamente difundido, as necessidades energéticas do futuro sinalizavam para o aumento do consumo dos combustíveis fósseis e da energia elétrica, ambos necessários à fase industrial e urbana na qual o país ingressava (ANDRADE, 2010, p.

50).

O petróleo também ficou sob controle do estado. Em 1938, o governo passou a adotar medidas de controle criando o Conselho Nacional do Petróleo (CNP), e por meio dele o governo controlaria as atividades de refino, prospecção e exploração das jazidas de petróleo.

Em 1953 foi criada a Petrobrás, definindo o monopólio estatal da produção de petróleo, o que representa um momento de grande esforço de crescimento e industrialização do setor energético, de acordo com Andrade (2017). As áreas de petróleo, hidroeletricidade e carvão adquiriram dimensões de indústria, somando os esforços do governo na construção de indústrias de base e infraestrutura (SEGURA, 2011).

O preço do petróleo é o principal fator responsável pela inserção desse produto no mercado nacional e mundial. Um grande impacto se deu na economia nacional e mundial quando a Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) aumentou significativamente o preço do petróleo em 1973.

O mundo reagiu de diferentes formas e o governo brasileiro, o qual estava sob comando do regime militar formulou ações e programas, como a prospecção e extração de petróleo em águas profundas, a intensificação da construção de hidrelétricas para reduzir a dependência do petróleo na indústria, a associação com a Alemanha de repasse de tecnologia nuclear, resultando na construção de Angra 1 e Angra 2 e compra dos principais itens de Angra 3 e o Proálcool, maior programa mundial de sucesso em renováveis, segundo Segura (2011).

Diante do cenário de altos preços do petróleo, a economia brasileira precisou buscar alternativas de fontes energéticas. Em 1975 teve início o projeto nacional de combustíveis renováveis, com a criação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), que levou a todo um progresso na área energética do etanol, de biodiesel de soja, entre outras fontes. (HAGE, 2008).

Em 1979 se inicia a segunda fase do programa Proálcool, que possuía metas mais audaciosas de produção de álcool do que os da primeira fase e a participação da indústria automobilística é essencial.

A partir dos anos 90 o governo brasileiro atuou no sentido de reestruturar o setor energético na medida em que o próprio modelo de desenvolvimento da economia se reestruturava, passando a ser orientado pelas premissas de desregulamentação, abertura comercial e

financeira e privatização (ANDRADE, 2017).

Em 1996 com a criação da ANEEL pela Lei nº 9.427 de 26 de dezembro de 1996 é o marco da saída do Estado do controle da cadeia produtiva do setor elétrico brasileiro. A ANEEL foi criada como autarquia vinculada ao Ministério das Minas e Energia por meio da extinção do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE, com as funções de regular e fiscalizar a produção, transmissão e comercialização de energia elétrica (BRASIL, 1996).

O período dos governos de Lula e Dilma foram marcados pela retomada da atuação estatal no setor energético e a expansão do segmento com a criação do Programa Luz para Todos que previa a universalização do acesso à eletricidade. Um destaque dos anos 2000 foi a descoberta do pré-sal que estabelece a posição brasileira no mercado internacional de petróleo.

O Brasil possui a matriz energética mais sustentável do mundo industrializado, com 45,3% de sua produção proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além das energias eólica e solar (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010). Essa abundância em recursos naturais, é um estímulo para o uso de fontes renováveis na geração de energia hidrelétrica, eólica ou solar.

### 2.3.1 Composição atual da matriz energética brasileira

A oferta interna de energia em 2016 atingiu 288,3 Mtep, redução de 3,8% em comparação a 2015, o que acompanhou o enfraquecimento da atividade econômica, já que o PIB nacional em 2016 reduziu em 3,6%, de acordo com a Resenha Energética Brasileira de 2017, publicada pelo Ministério de Minas e Energia.

Tabela 4 - Oferta interna de energia elétrica brasileira em porcentagem

Fontes	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Energia Não Renovável</b>	<b>54,5</b>	<b>54,4</b>	<b>53,2</b>	<b>55,3</b>	<b>56,5</b>	<b>58,2</b>	<b>59,6</b>	<b>60,6</b>	<b>58,7</b>	<b>56,5</b>
Petróleo e derivados	37,5	36,7	38	37,8	38,6	39,3	39,3	39,4	37,3	36,5
Gás natural	9,3	10,3	8,8	10,2	10,2	11,5	12,8	13,5	13,7	12,3
Carvão mineral	5,7	5,5	4,6	5,7	5,7	5,4	5,6	5,7	5,9	5,5
Uranio	1,4	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,5
Outras não renováveis	1	0,4	0,4	0,1	0,5	0,5	1	1	1	1
<b>Energia Renovável</b>	<b>45,5</b>	<b>45,6</b>	<b>46,8</b>	<b>44,7</b>	<b>43,5</b>	<b>41,8</b>	<b>40,4</b>	<b>39,4</b>	<b>41,3</b>	<b>43,5</b>
Hidráulica	14,9	14,1	15,2	14	14,7	13,8	12,5	11,5	11,3	12,6
Lenha e carvão vegetal	12	11,6	10,1	9,7	9,6	9,1	8,3	8,2	8,3	8
Derivados da cana-de-açúcar	15,9	17	18,1	17,5	15,7	15,4	16,1	15,8	16,9	17,5
Eólica	0	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,6	1
Solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Outras renováveis	2,7	2,9	3,3	3,4	3,4	3,3	3,3	3,7	4,1	4,4
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

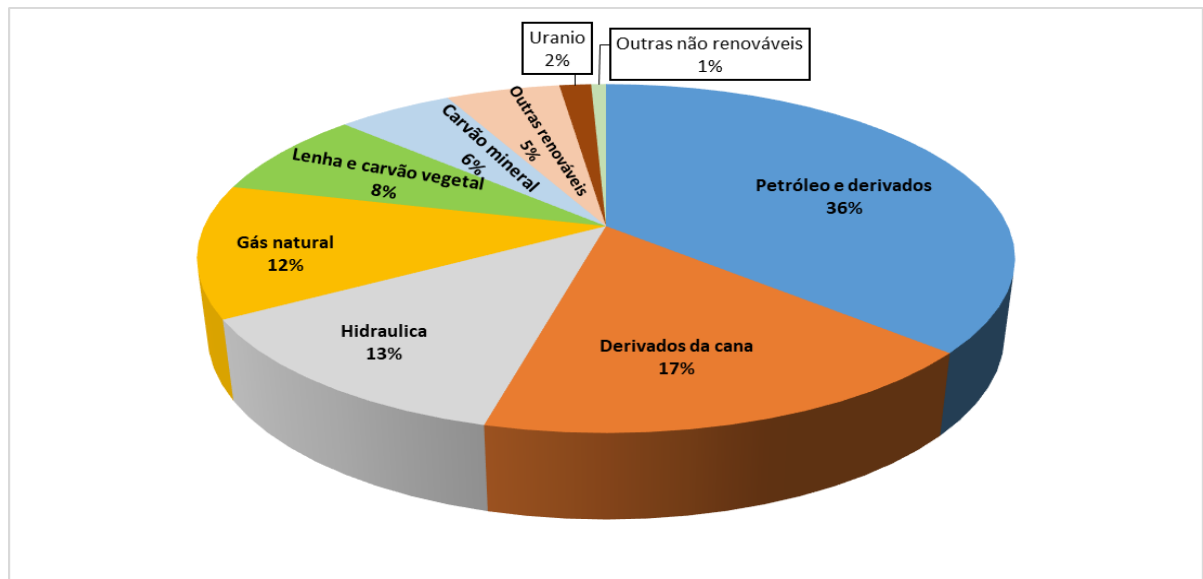
Fonte: Resenha Energética Brasileira 2017

A Tabela 4, com dados da Resenha Energética Brasileira de 2017, evidencia a oferta interna de energia elétrica do Brasil no período de 2007 a 2016. Em relação às fontes de energia, merecem destaque os aumentos da oferta de energia eólica e derivados da cana de açúcar e a redução da oferta tanto de fontes não renováveis, como o gás natural e o carvão quanto de fontes renováveis como a hidráulica e a lenha.

Em 2016 a oferta interna de energia do Brasil foi composta por 56,5% de fontes não renováveis e os outros 43,5% por fontes renováveis, como mostra a Figura 1. Entre as fontes não-renováveis estão o petróleo e seus derivados (36,5%), gás natural (12,3%), carvão mineral (5,5%), urânio (1,5%), e outras fontes não renováveis (0,7%), (EPE, 2017). Dentre as energias renováveis estão biomassa da cana (17,5%), hidráulica (12,6%), lenha e carvão vegetal (8,0%), lixo, eólica, solar e outras fontes (5,4%), conforme os dados disponibilizados pela EPE (2017).



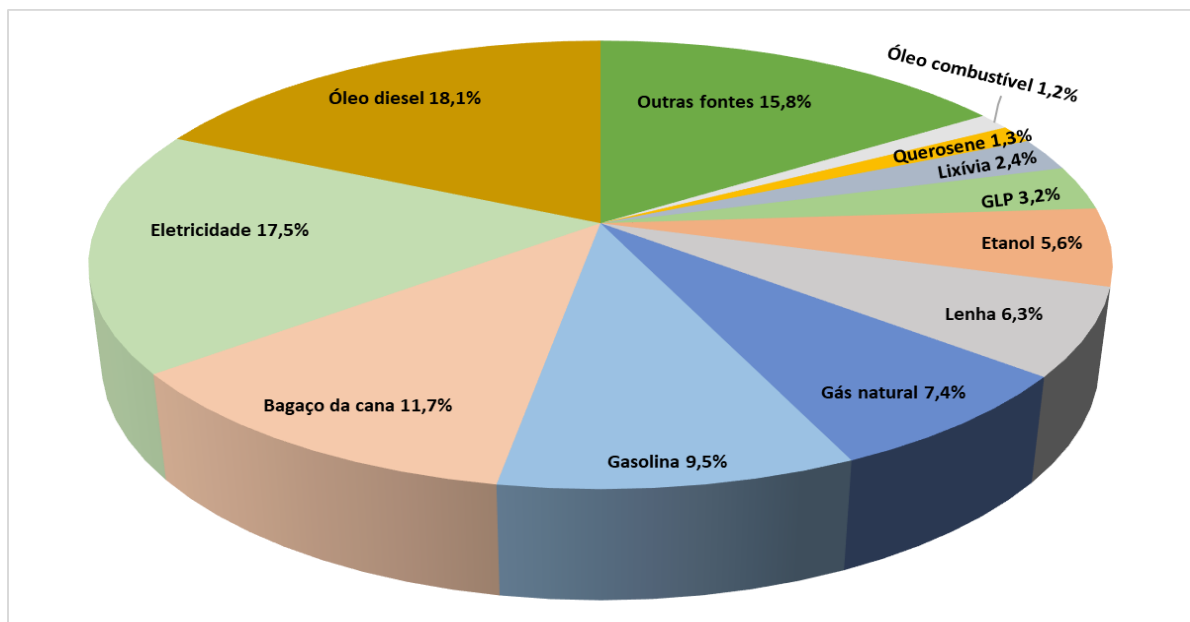
Figura 1- Segmentação da oferta interna por fonte energética no ano de 2016 (%)



Fonte: EPE, 2017.

Em 2016 a maior parcela do consumo de energia brasileiro foi o de óleo diesel, que corresponde a 18,1% do total, já a segunda maior parcela foi a eletricidade que representa 17,5% do consumo final, como mostra a figura 2. As fontes energéticas que tiveram menor participação no consumo total de energia em 2016 foram o óleo combustível com 1,20%, o querosene com 1,30% e a lixívia com 2,40% no consumo total.

Figura 2 - Segmentação do consumo interno por fonte energética no ano de 2016 (%)



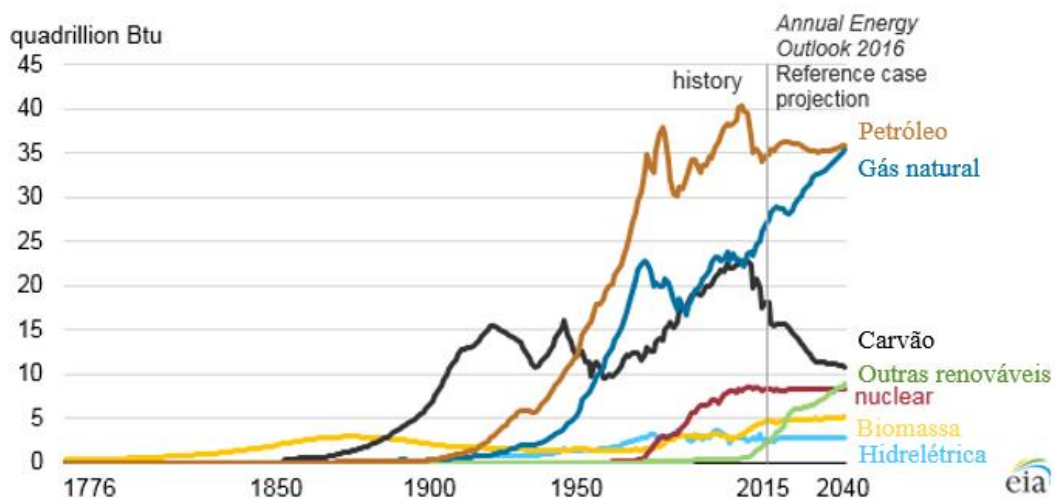
Fonte: EPE, 2017.

## 2.4 MATRIZ ENERGÉTICA DOS ESTADOS UNIDOS

A matriz energética da maior potência econômica do mundo, que são os Estados Unidos, é baseada principalmente em combustíveis fósseis. O petróleo é a base da matriz energética americana, seguido do gás natural e do carvão, de acordo com dados da EIA (2017). A partir de 1990, mesmo não assinando o Protocolo de Kyoto, os Estados Unidos investem em fontes mais limpas, como a energia nuclear e outras fontes de energia renováveis buscando cada vez mais eficiência.

A composição da matriz energética americana modificou-se, ao longo dos anos, devido ao crescimento da participação das energias renováveis. De acordo com Pinto Junior e Febraro (2017), em 2014 as energias renováveis representaram 9,8% do total da energia consumida nos Estados Unidos. De 2001, ano em que a participação das renováveis estava em seu nível mais baixo, a 2014 o crescimento do uso das energias renováveis foi, em média, de 5% ao ano (PINTO JUNIOR; FEBRARO, 2017). Este crescimento se deu principalmente devido ao maior uso das energias solar e eólica e dos biocombustíveis, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 - Consumo primário de energia nos Estados Unidos (1776 – 2040)



Source: U.S. Energy Information Administration, Monthly Energy Review, Annual Energy Outlook 2016

Fonte: EIA - U.S Energy Information Administration, 2016

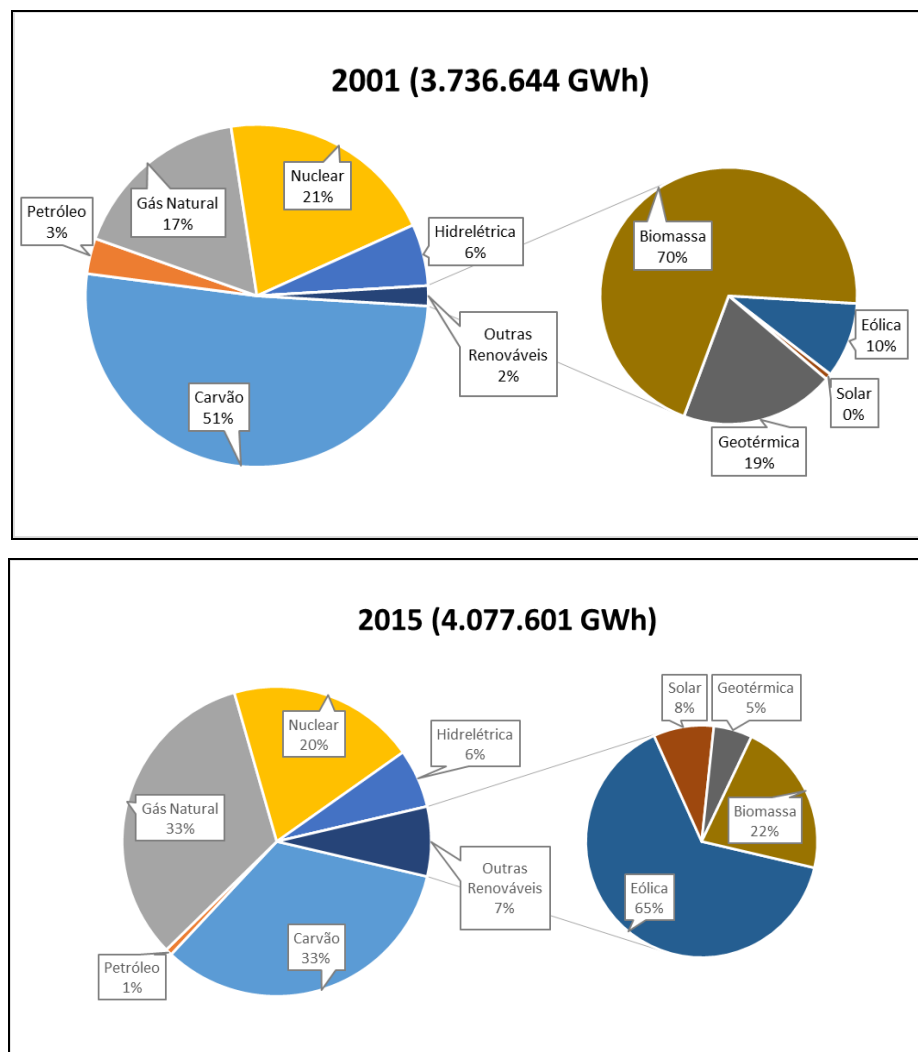
Além das outras fontes de energias renováveis, o gás natural também apresenta uma trajetória crescente, como mostra a Figura 3. A partir de 1990, o consumo de gás natural está crescendo e em 2015 representou 29% do consumo primário de energia dos Estados Unidos, segundo Pinto Junior e Febraro (2017). A queda no consumo do carvão mineral foi maior do que o crescimento no consumo de gás natural, o que promoveu uma ligeira redução no

consumo total de energia no ano de 2015.

Mesmo com o grande avanço na utilização de fontes renováveis para a geração de energia nos últimos anos, os combustíveis fósseis ainda dominam o consumo energético americano. De acordo com Pinto Junior e Febraro (2017), durante mais de 100 anos o Petróleo, o gás natural e o carvão proveram mais de 80% de toda energia consumida nos Estados Unidos.

A matriz elétrica americana segue a mesma tendência da matriz energética brasileira, passando por transformações ao longo das últimas décadas. Durante toda a década de 1990 e até a primeira década dos anos 2000, a geração elétrica a partir do carvão era a principal e correspondia à metade de todo o suprimento de eletricidade dos Estados Unidos. De 2001 a 2015 a participação do carvão na geração elétrica norte-americana caiu de 51% para 33% como é evidenciado nos gráficos da Figura 4.

Figura 4 - Geração elétrica por fonte nos anos 2001 e 2015



Fonte: Pinto Junior e Febraro (2017).

No período analisado a participação do gás natural na matriz elétrica americana cresceu significativamente passando de 17% em 2001 para 33% em 2015 (PINTO JUNIOR; FEBRARO, 2017).

De acordo com Pinto Junior e Febraro (2017), a substituição do carvão pelo gás natural como combustível para as termelétricas americanas, que se iniciou na década de 1990, ocorreu devido a alguns motivos. Um desses motivos foi a redução dos custos de geração de energia a partir do gás natural, que foi possível devido aos ganhos em eficiência que foram adquiridos a partir da tecnologia. Outro motivo que explica a mudança para o gás natural é o crescimento da rede de gasodutos e da produção doméstica de gás de xisto. Esses fatores possibilitaram a redução das incertezas em relação a disponibilidade de gás natural e pode atender a demanda crescente por esta fonte, o que contribuiu para uma queda dos preços do gás, na mesma época, em que o preço do carvão aumentava.

Existem diversos fatores que afetam a escolha dos combustíveis utilizados na geração de eletricidade, como por exemplo a disponibilidade de cada um deles, segurança na transmissão, contratos para aquisição dos combustíveis e para fornecimento de energia, regulamentação ambiental e outros incentivos e instrumentos de política energética.

Uma transformação também ocorreu na geração de energia elétrica com o aumento de fontes renováveis, nos Estados Unidos. Nas últimas décadas a geração hidrelétrica que sempre teve uma maior participação na geração de energia do que as outras fontes renováveis como a eólica, solar, geotérmica e biomassa. Segundo Pinto Junior e Febraro (2017), em 2015, a geração de eletricidade por estas outras fontes superou a eletricidade produzida pelas hidrelétricas.

O aumento da participação da geração fotovoltaica e eólica tiveram grande relevância para o crescimento da participação das fontes renováveis na produção de eletricidade, já que há duas décadas a energia fotovoltaica era praticamente insignificante, mas em 2015 representou 1% do total da produção de energia elétrica americana. A geração eólica em 1990 era de 0,1% e em 2015 foi responsável por 5% da produção total. Esses 5% referentes à geração eólica, mesmo representando uma parcela modesta no total gerado nos Estados Unidos, corresponde quase um terço do total de eletricidade gerada em todo o Brasil (PINTO JUNIOR; FEBRARO, 2017).

A cada ano, a participação das fontes não convencionais tem se tornado mais expressiva. Em 2016, a eletricidade gerada a partir da energia solar, eólica e gás natural respondeu por

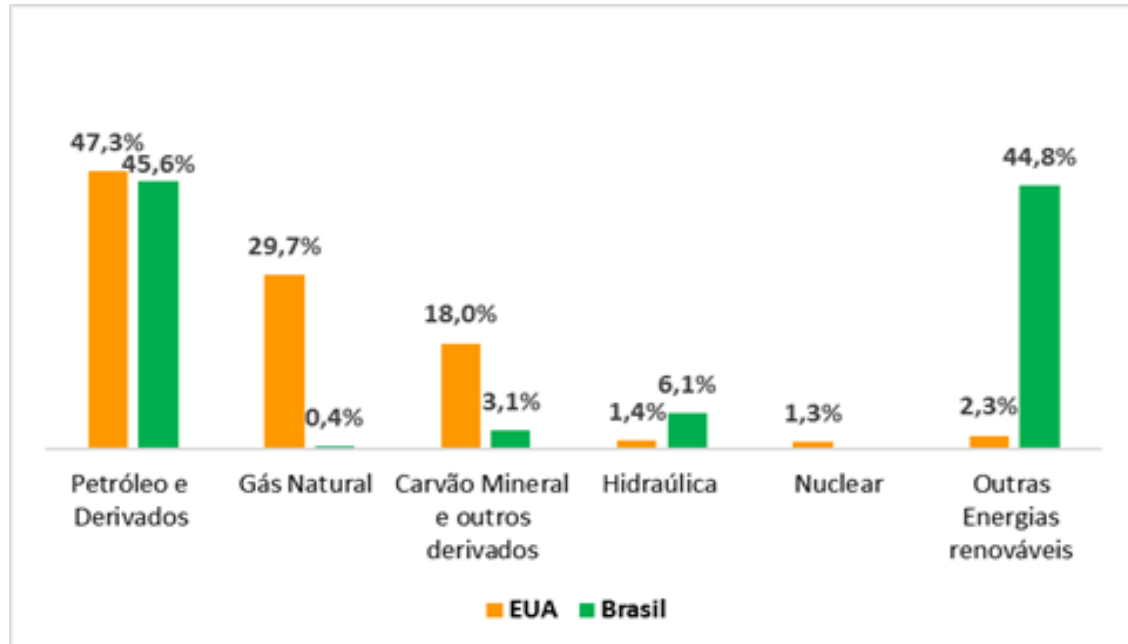
93% do incremento de geração de energia (PINTO JUNIOR; FEBRARO, 2017).

## 2.5 COMPARAÇÃO ENTRE A MATRIZ ENERGÉTICA DO BRASIL E DOS ESTADOS UNIDOS

O Brasil possui uma vantagem por ser um país rico em diversos recursos naturais, essa grande diversidade impacta diretamente o setor de energia. De acordo com dados publicados pelo Ministério de Minas e Energia em 2017, em 1973 as energias renováveis representavam uma participação de 49,1% na matriz energética brasileira. A principal fonte renovável de energia utilizada pelo Brasil na década de 70 era a lenha, segundo MME (2017).

No mesmo período, no entanto, na matriz energética norte americana as energias renováveis apresentavam uma participação de apenas 5%. As fontes não renováveis de energia compunham os 95% da matriz energética dos Estados Unidos, sendo a principal fonte o petróleo e seus derivados. Na Figura 5, apresenta-se a comparação entre a composição matrizes energéticas do Brasil e dos Estados Unidos no ano de 1973.

Figura 5 - Comparação entre a matriz energética do Brasil e dos Estados Unidos em 1973



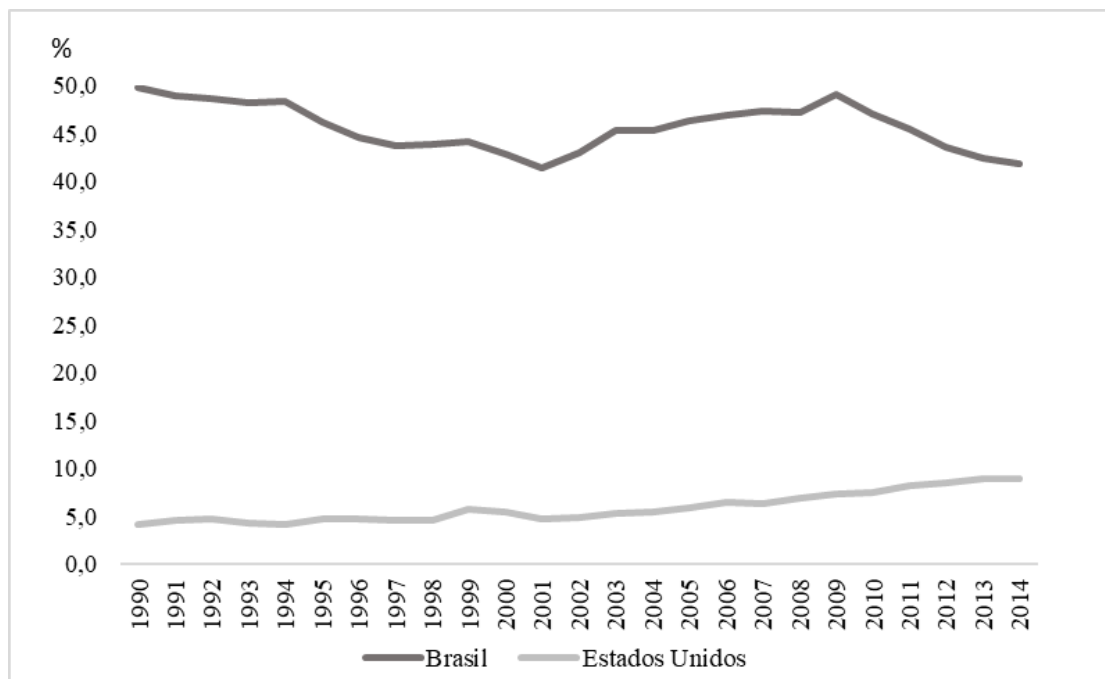
Fonte: Adaptado de MME, 2017.

Na década de 70, a geração de energia a partir de derivados de petróleo e carvão mineral estavam em pleno desenvolvimento e apresentavam uma maior viabilidade econômica, o que justifica a alta participação desses combustíveis na matriz energética dos Estados

Unidos.

De acordo com dados do The World Bank Data (2017), ao longo dos anos os Estados Unidos buscaram alterar suas estratégias aumentando o uso de fontes renováveis de energia e assim proporcionar mudanças em sua matriz energética. Como mostra a Figura 6, a participação do consumo de energia renovável no consumo total de energia norte americana dobrou no período de 1990 até 2014.

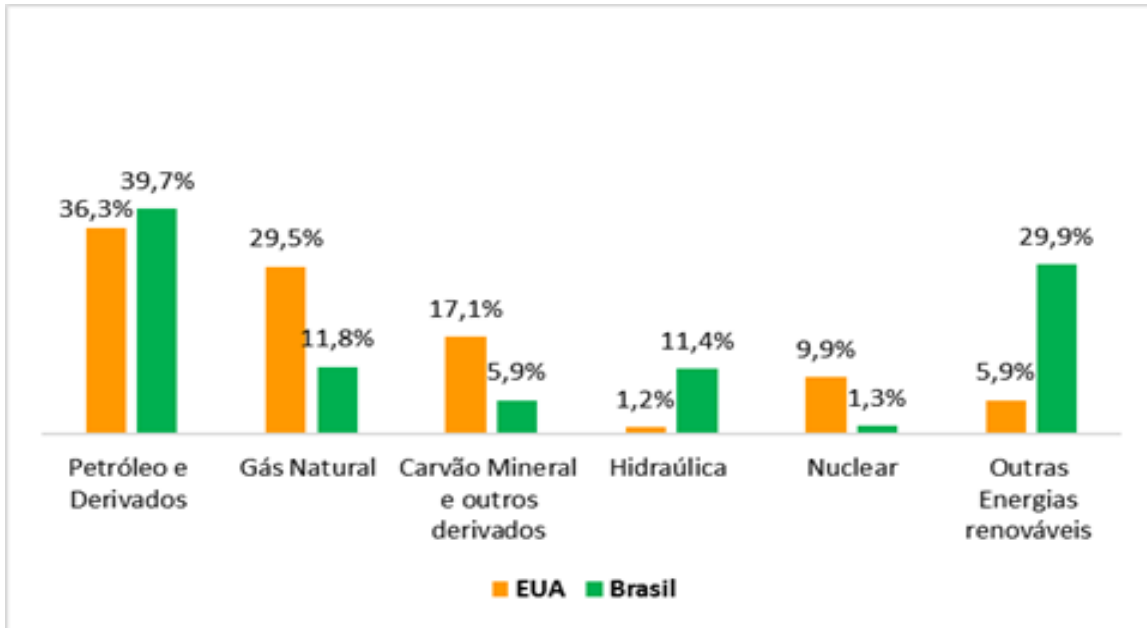
Figura 6 - Participação do consumo de energia renovável no consumo de energia total dos Estados Unidos e do Brasil (1990-2014)



Fonte: The World Bank Data (2017).

O Brasil, no entanto, ao longo dos anos seguiu uma trajetória contrária à dos Estados Unidos, expandiu o uso de derivados de petróleo, reduzindo a parcela de fontes renováveis de energia na matriz energética. A Figura 7 mostra os resultados das substituições energéticas adotadas pelo Brasil e pelos Estados Unidos, demonstrando a participação de fontes na matriz energética no ano de 2015.

Figura 7 - Comparação entre a matriz energética do Brasil e dos Estados Unidos em 2015



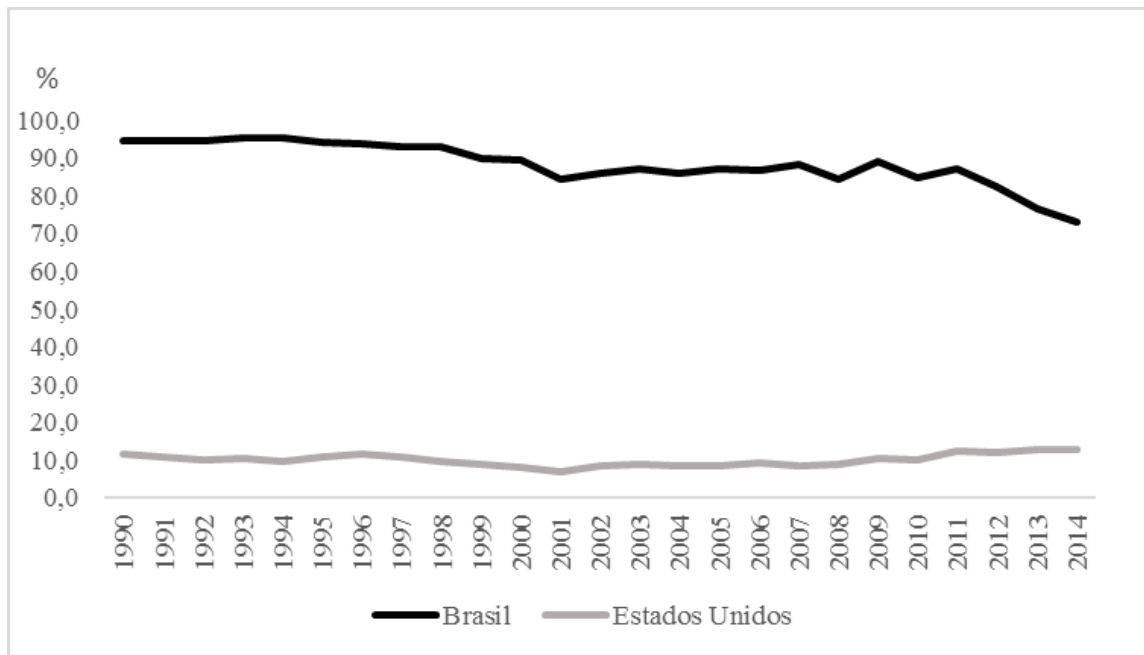
Fonte: Adaptado de MME, 2017.

A participação de fontes não-renováveis na matriz dos Estados Unidos, em 2015, foi reduzida em comparação a 1973, de 95% para 83%.

No Brasil, mesmo com a redução do uso do petróleo e seus derivados a participação de fontes não renováveis aumentou. Isso foi consequência principalmente do aumento da utilização do gás natural. Mesmo com esse aumento, a matriz energética brasileira é muito mais baseada em recursos renováveis do que a matriz energética dos Estados Unidos.

Em relação a produção de eletricidade a partir de fontes renováveis, os Estados Unidos de 1990 para 2014 apresentaram um pequeno crescimento dessa participação. Já o Brasil, a partir de 2012, teve uma queda significativa da participação das energias renováveis para a geração de eletricidade, encerrando 2014 com 73,03%, sendo a menor participação do período analisado, segundo World Bank Data (2017). Mesmo com a redução da participação brasileira de fontes renováveis para a produção de eletricidade, esta continua sendo muito maior do que a participação das fontes renováveis norte americanas para a produção de energia, como podemos observar na Figura 8.

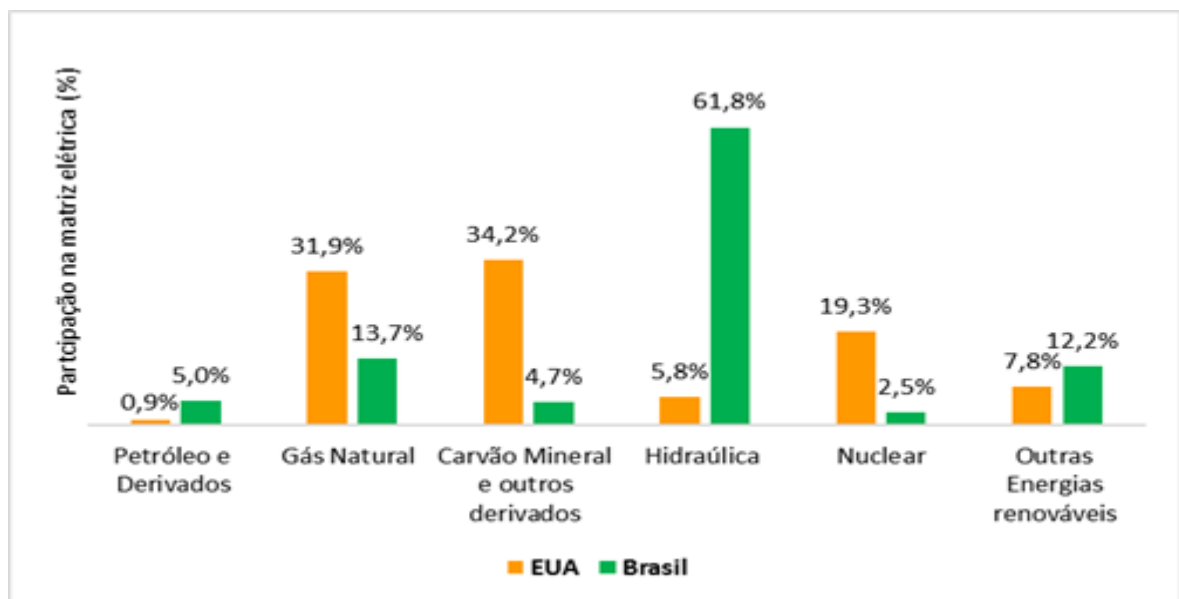
Figura 8 - Participação de energia renovável na produção de energia elétrica no Brasil e nos Estados Unidos (1990-2014)



Fonte: The World Bank Data (2017).

Em 2015, a principal fonte renovável para a produção de energia elétrica no Brasil foi a hidráulica, que correspondeu a 61,8% a produção total, seguido pelo gás natural com 13,7% de participação, como mostra a Figura 9.

Figura 9 - Comparação entre a matriz elétrica do Brasil e dos Estados Unidos em 2015



Fonte: Adaptado de MME, 2017.

Nos Estados Unidos, as fontes que possuem maior participação na produção de energia



elétrica são o carvão mineral e derivados juntamente com o gás natural, com a participação, respectivamente, de 34,2% e 31,9% da produção de energia elétrica total. Dessa forma, a produção de energia elétrica norte americana é baseada em fontes não renováveis de energia.

No Brasil, as fontes renováveis representam, no ano de 2015, 76,6% da produção total de energia elétrica, já nos Estado Unidos as essas fontes representam 32,9% da produção total, de acordo com dados do MME (2017).

### **3. PROGRAMAS DE REESTRUTURAÇÃO ENERGÉTICA DO BRASIL E DOS ESTADOS UNIDOS**

#### **3.1 PROGRAMAS BRASILEIROS**

A história dos combustíveis no Brasil e no mundo se iniciam no século 19 e 20 respectivamente. Foi durante a Exposição Mundial de Paris, em 1900, que se apresentou ao público um motor diesel, criado e patenteado por Rudolf Diesel em 1893, de injeção indireta que necessitava de petróleo filtrado, óleos vegetais ou até mesmo por óleos de peixe.

No Brasil, desde os anos 20, o Instituto Nacional de Tecnologia já estudava e realizava testes com combustíveis alternativos e renováveis. Outros órgãos também se envolveram em pesquisas nessa área como o Instituto de Óleos do Ministério da Agricultura e o Instituto de Tecnologia Industrial de Minas Gerais. Neste último, em 1950, registraram-se estudos sobre o uso de óleos de ouricuri, mamona e algodão em motores a diesel de seis cilindros (CADERNOS NAE, 2004).

O Conde Francisco de Matarazzo foi o primeiro na utilização de biocombustíveis. As indústrias Matarazzo buscavam produzir o óleo a partir dos grãos do café. Para higienização do café era utilizado o álcool proveniente da cana de açúcar. A reação entre o álcool e o óleo de café resultou na liberação de glicerina, que gerou o éster etílico, produto que hoje é chamado de biodiesel (BARROS & PESSOA, 2006).

Diante do crítico cenário energético mundial motivado pelas crises do petróleo, na década de 1970, o Brasil foi impulsionado a reduzir sua dependência do petróleo importado. Nesse período, os programas nacionais para o desenvolvimento dos biocombustíveis foram incentivados, já que novas alternativas energéticas eram fundamentais para promover a substituição dos combustíveis fósseis.

##### **3.1.1 Programa nacional do álcool**

A crise do petróleo na década de 70 começou a impactar a economia, o que proporcionou que a produção dos biocombustíveis ganhasse destaque na matriz energética brasileira. Foi nessa época que os motores dos automóveis passaram a ser modificados para utilização com combustíveis de origem vegetal, alternativos aos derivados do petróleo que enfrentavam altas nos preços.

Em meados da década 70, pelo decreto n.º. 76.593/75, foi criado o Programa Nacional do Álcool (Próalcohol), que no primeiro momento estabeleceu algumas medidas como a mistura obrigatória do etanol à gasolina, promoveu empréstimos com juros baixos e garantias para a construção de novas unidades de produção de álcool, a fixação do preço da gasolina em um nível que proporcionava vantagem competitiva ao etanol, os investimentos da Petrobrás para distribuição de etanol pelo país e também incentivos ao uso do álcool por meio de propagandas oficiais, de acordo com Bastos (2007).

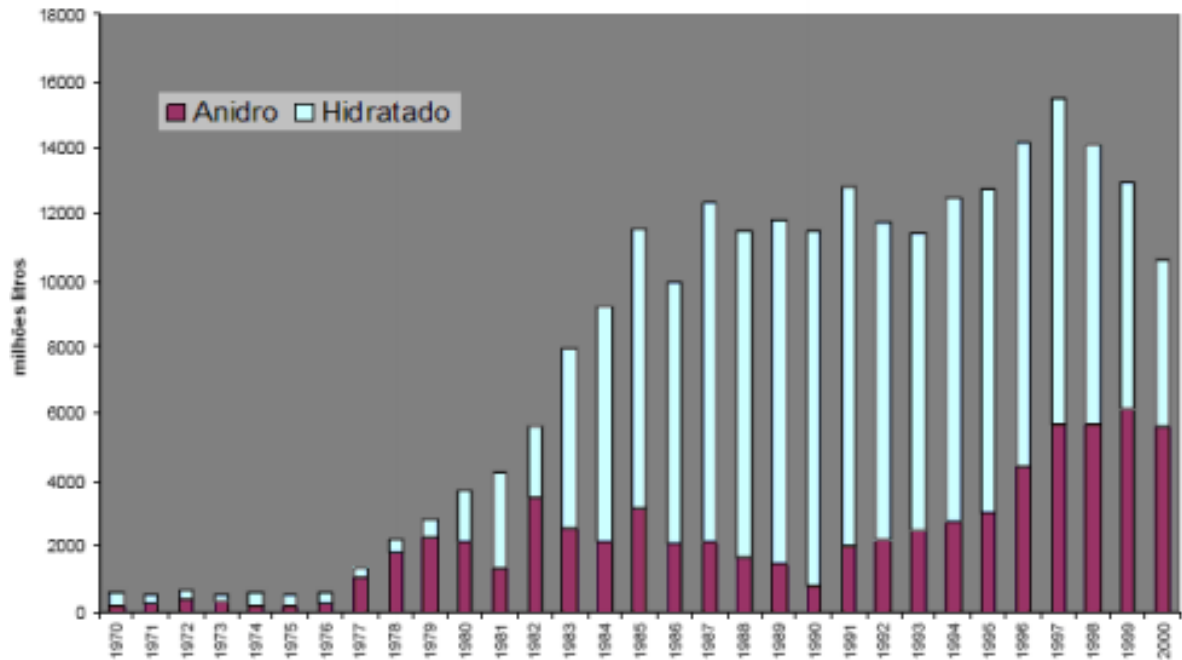
A decisão de produzir etanol a partir de cana-de-açúcar, levou em conta dois fatores: o preço do açúcar e política econômica, segundo Gehling (2007). Essa decisão ocorreu em 1975, no momento em que o governo federal decidiu fornecer incentivos à produção do álcool para substituir a gasolina pura, com a meta de diminuir as importações de petróleo, que na época eram um grande peso na balança comercial do país.

A elevação nos preços do petróleo ocorreu no mesmo período em que o mercado de açúcar apresentou dificuldades devido à forte queda em seu preço internacional a partir de 1974. Segundo Parente (2003), foi a motivação original para o direcionamento do álcool para fins carburantes.

Entre os anos de 1975 e 1979, o programa Próalcohol está em sua fase inicial, sendo motivado pelo governo em busca de evitar o aumento da dependência externa. No período, os preços do barril do petróleo ficaram maiores do que nos anos anteriores. Assim os esforços foram direcionados para a produção de álcool anidro para ser misturada com a gasolina.

Como mostra a Figura 10, a produção alcooleira cresceu de 600 milhões de litros/ano produzidos em 1975 para 3,4 bilhões de litros/ano produzidos em 1979. Este crescimento foi responsável pelo surgimento dos primeiros veículos movidos exclusivamente a álcool em 1978.

Figura 10: Evolução da produção de álcool etílico (1970 a 2000).



Fonte: GEHLING, 2007.

O segundo período do programa se inicia em 1980 e vai até 1985, e é considerado a fase de consolidação em que a produção de álcool etílico de 4 bilhões de litros/ano em 1980 passa a ser 10 bilhões de litros/ano em 1986, como pode ser observado na Figura 10.

A produção de álcool aumentou porque o governo, nesse período, optou pela implementação definitiva do programa em razão dos preços internacionais do barril do petróleo que haviam triplicado devido ao segundo choque do petróleo em 1979. Seguindo a linha de pensamento de Bastos (2007), a fabricação dos automóveis movidos a álcool hidratado foi motivada pelo governo com alguns incentivos como a fixação dos preços do álcool em nível inferior ao da gasolina em 65% em 1980 e 59% em 1982, a diminuição de impostos sobre a venda dos carros a álcool, a redução IPVA e aumento dos impostos dos carros movidos a gasolina.

Para realizar esses incentivos ao álcool etílico, o governo cria alguns órgãos específicos. Um dos principais órgãos criados foram o Conselho Nacional do Álcool (CNAL) e a Comissão Executiva Nacional do Álcool (CENAL) que tinham o objetivo de acompanhar o programa Proálcool.

O terceiro período do programa, que vai de 1986 até 1995, é marcado pela interrupção das constantes altas do petróleo. Os preços do barril de óleo bruto reduziram de US\$30 a

US\$40 para um nível de US\$ 12 a US\$ 20 (GEHLING, 2007).

A redução na produção de etanol gerou problemas de abastecimento, já que continuava a produção dos carros a álcool. Entre os anos de 1995 a 2000, o Proálcool passa por uma revisão de seu programa.

A queda no preço do petróleo em conjunto com a redução na produção de etanol e a política de ajuste fiscal quase levam ao fim do programa. De acordo com Bastos (2007), principal motivo que fez com que o programa do Proálcool retomasse, no início dos anos 2000, foi a introdução no mercado dos veículos *flex fuel*, ou seja, veículos que possuem motores biocombustíveis e dão a possibilidade ao consumidor de escolher entre álcool e gasolina.

Essa nova dinâmica provocada pelo programa gera impactos sócio ambientais devido a produção de cana, de acordo com alguns pesquisadores. O meio ambiente sofre um grande impacto com a produção da cana de açúcar porque a mesma promove um grande uso de produtos químicos, a queima dos solos, a poluição gerada no processo e o lixo químico das usinas processadoras do álcool e do açúcar.

Os impactos sociais que ocorrem na região produtora da cana de açúcar acontecem porque a maior parte da mão de obra é imigrante e possui baixa qualificação e se instalam em regiões que não possuem infraestrutura para acolhê-los. Por fim, alguns ainda levantavam a questão de que a cana de açúcar e outros insumos para a produção de combustíveis renováveis podem levar à redução da plantação de alimento, o que reduziria sua oferta e faria com que os preços dos alimentos aumentassem. Outros pesquisadores pensam o contrário: que o etanol é uma fonte de energia renovável e gera muitos empregos tanto diretamente quanto indiretamente.

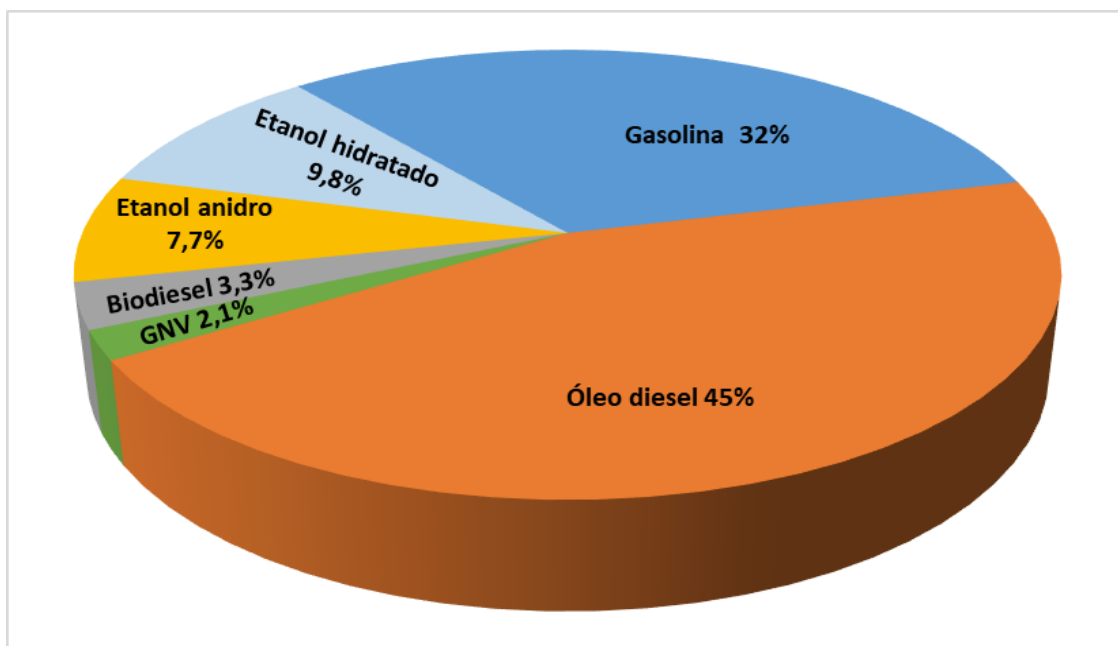
Quando comparamos a produção de cana para combustível com a produção de alimentos, pode-se perceber que o uso do solo visando à produção do etanol é pequeno em relação à área total agricultável brasileira. No ano de 2015, a área plantada com cana destinada à fabricação do etanol representou aproximadamente 7% da área agrícola brasileira e um percentual bastante pequeno quando considerada, em conjunto, as áreas agrícola, de pecuária e da silvicultura (BACCHI, 2017).

O Proálcool foi um programa que teve forte apoio do Estado e participação de empresários nacionais, e proporcionou ao Brasil uma alternativa energética que pode ajudar ainda a reduzir as emissões dos gases efeito estufa, gerou empregos e uma opção nacional para

reduzir a dependência do setor petrolífero que ameaçam diversas economias mundiais.

Apesar de todas as discussões sobre o assunto, dados fornecidos pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (Anp) de 2016, mostram que, na Matriz de Combustíveis Veiculares, há uma redução da participação total do álcool de 19,1% em 2015 para 17,5% em 2016. A gasolina aumentou sua participação na matriz, de 29,7% em 2015 para 32,0% em 2016. A Figura 6 evidencia a participação dos combustíveis na matriz de combustíveis veiculares em 2016.

Figura 11 - Matriz de combustíveis veiculares 2016



Fonte: Anp, 2016.

A participação do álcool na matriz de combustíveis veiculares reduziu e ocorreu um aumento da presença da gasolina. Para que essa situação seja revertida e ocorra um aumento da produção de etanol, que está estagnada, é necessário definir regras de comercialização que tragam menor risco para o setor de biocombustíveis. Esse segmento do agronegócio brasileiro tem enfrentado condições adversas de mercado, por conta de medidas imediatistas relacionadas tanto ao preço de produto substituto distorcido ou a questões tributárias (BACCHI, 2017).

### 3.1.2 Programa nacional de produção de óleos vegetais como combustíveis

Uma das primeiras tentativas de utilizar óleos vegetais como combustíveis no Brasil foi na década de 1920. Em consequência do difícil cenário energético mundial, as pesquisas relacionadas a essa produção começam a ser discutidas pelo governo em 1975. Em 1980,

foi criado o Programa Nacional de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos sob a direção do ministério da Agricultura e do Conselho Nacional de Energia (Proóleo).

A política do Proóleo tinha como objetivo a substituição do óleo diesel por óleos vegetais em mistura de até 30% em volume, incentivar as pesquisas tecnológicas para produção de óleos vegetais em diversas regiões do país e busca a total substituição do óleo diesel por óleos vegetais. (CADERNOS NAE, 2004).

No início dos anos 80, o preço do barril de petróleo estava em alta em comparação a anos anteriores, o que impulsionou a produção de insumos necessários à fabricação dos óleos vegetais. No início do programa de óleos vegetais, a atenção primeiramente se voltou para a soja, depois amendoim, girassol e dendê. Em 1985, os preços do petróleo já estavam menores e o plantio destas culturas para a geração de energia tornou-se questionável e, assim, o programa foi sendo abandonado.

O Programa Nacional de Alternativas Energéticas Renováveis de Origem Vegetal (OVEG) realizou uma pesquisa que teve como principal conclusão que os custos de produção do óleo vegetal para fins energéticos fazem com que os programas em larga escala sejam inviáveis, de acordo com Furlan Júnior et al. (2004). Assim, os óleos vegetais não se tornaram um dos substitutos do petróleo por motivos econômicos.

### 3.1.3 Programa nacional de produção e uso do biodiesel (PNPB)

O Programa Brasileiro de Biodiesel (Pro biodiesel), que em dezembro de 2004 foi renomeado para Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), tem sido organizado pelo Governo Federal por meio de ministérios específicos para incentivar o seu funcionamento. O PNPB tem como objetivo principal o aumento em escala do consumo e da produção do biodiesel como substituto do diesel petrolífero no Brasil, se tornando uma alternativa sustentável, buscando também a inclusão social e o desenvolvimento regional por meio da diversificação de fontes de matérias-primas vegetais e de regiões produtoras, gerando emprego e renda nessas áreas.

Em treze de janeiro de 2005, a Lei 11.097 instituiu juridicamente o início da implementação do PNPB, introduzindo o biodiesel na Matriz Energética Brasileira de combustíveis líquidos ao decretar obrigatoriedade da adição de 2% do biodiesel ao óleo diesel de origem fóssil no país a partir de 2008.

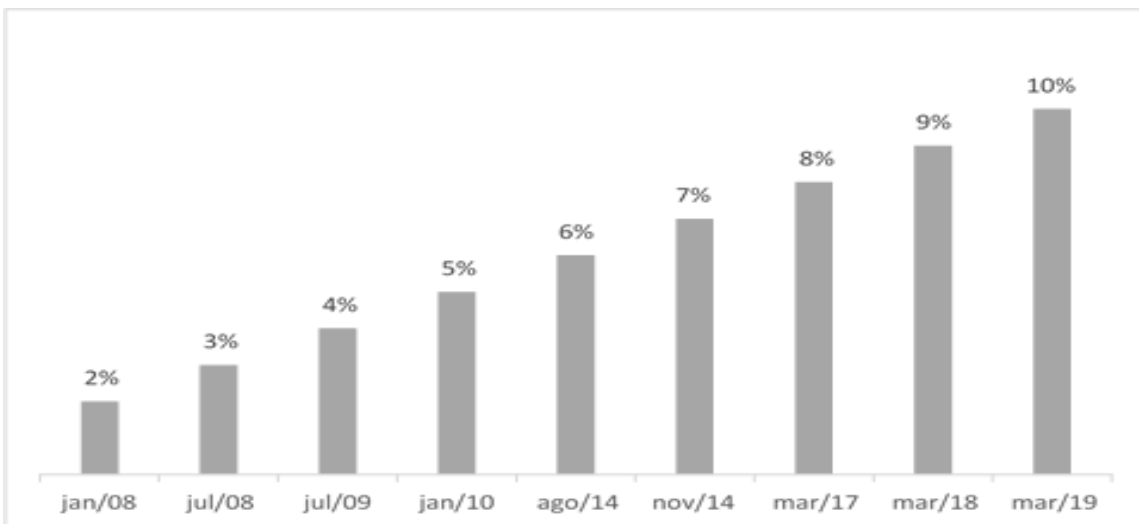
A Lei n. 11.097/20051 também apontou a definição legal do biocombustível e biodiesel e fixou inicialmente em 5%, em volume, o

percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, e o prazo para aplicação deste percentual de 5% foi de oito anos após a publicação da Lei em 2005. Adicionalmente, a Lei estabeleceu que, até 2008, deveria ser utilizado um percentual mínimo obrigatório intermediário de 2%, em volume (PINHO; TEIXEIRA, 2015, p 145).

A partir do momento em que o biodiesel começou a ser utilizado internacionalmente surgiu a necessidade da adoção de uma nomenclatura única para identificar a concentração de biodiesel na mistura. De acordo com Pinho e Teixeira (2015), a base da nomenclatura seria “BXX”, em que o “B” refere-se o óleo diesel e o XX representa a percentagem em volume do biodiesel na mistura diesel/biodiesel como por exemplo uma concentração de 2%, 5% e 100% de biodiesel são representadas respectivamente por B2, B5 e B100.

Em 2017, o setor de biodiesel ganhou impulso para aumentar a sua produção no país depois de o Governo Federal estabelecer, pela lei nº 9.478, que o percentual de adição ao diesel comum deve crescer de 7% para 8% em 2017. Portanto, o Brasil passará a produzir e comercializar o B8, de acordo com dados da Anp (2016).

Figura 12 - Cronograma de aumento de teor de biodiesel ao diesel



Fonte Anp, 2016.

De acordo com Suerdick (2006), os atos legais que compunham o marco regulatório do PNPB e merecem destaque são os percentuais de mistura do biodiesel ao diesel; um regime tributário diferenciado com o objetivo de incentivar a produção da agricultura familiar em regiões menos desenvolvidas, como as regiões Norte e Nordeste, além da criação do Selo Combustível Social que viabilizava a inserção dos produtores familiares na cadeia



produtiva.

Para inserir a agricultura familiar nesta cadeia produtiva foram concedidas linhas de crédito específicas para o custeio da produção de oleaginosas, sem prejudicar a produção dos outros cultivos paralelamente. Assim, criou-se o Pronaf Biodiesel, para que o agricultor começasse a plantar oleaginosas para a produção de biodiesel, mas também continuasse a plantar outros produtos que está mais acostumado, como o feijão ou milho.

Dessa maneira, o biodiesel já é uma realidade no país e garante destaque ao Brasil em relação ao resto do mundo. O etanol e biodiesel fortalecem a participação dos biocombustíveis na matriz energética nacional e a imagem do Brasil como país que valoriza as fontes energéticas renováveis.

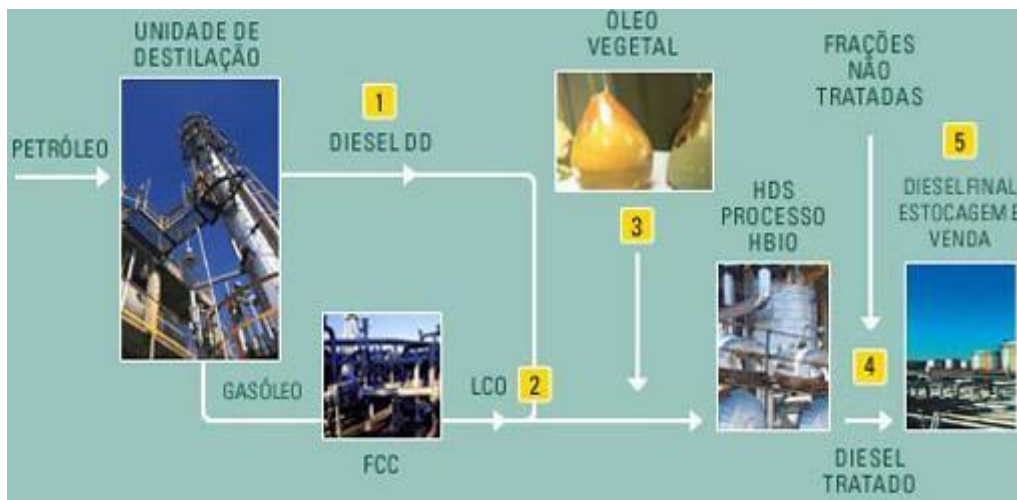
#### 3.1.4 Diesel Hbio da Petrobrás

Ainda em relação aos programas nacionais para o desenvolvimento dos biocombustíveis, uma nova tecnologia para a produção de óleo diesel foi descoberta pelo Centro de Pesquisas da Petrobrás (Cenpes). O novo combustível, denominado Hbio, é o processo para a produção de óleo diesel a partir de óleos vegetais e por hidrorefino, que é um refino com a utilização do hidrogênio, acaba resultando no óleo diesel.

Segundo a Biodieselbr (2006), o processo da produção Hbio se inicia com o diesel que sai da unidade de destilação e segue para a unidade de hidrodessulfurização (HDS), também vai para a HDS óleo leve (LCO), depois de passar pela unidade de craqueamento (FCC). Nesta etapa é inserido o óleo vegetal que segue com o diesel e o óleo leve para a HDS.

O produto que sai é um diesel tratado, de alta qualidade e baixíssimos teores de enxofre. Depois são misturados outros derivados, que não precisam do processo de hidrotratamento, para formar o diesel final, que tem como destino o consumidor. O produto é o diesel que conhecemos, com a mesma especificação e qualidade, não exigindo nenhuma adaptação de motores ou de sistemas de transporte e estocagem. Dessa forma, de acordo com a Petrobrás (2007), não haverá competição entre HBio e o óleo diesel, mas uma complementaridade. A Figura 13 ilustra esse processo.

Figura 13 - Ciclo produtivo do diesel Hbio



Fonte: Biodieselbr, 2006.

O biodiesel é óleo vegetal sem glicerina, enquanto o Hbio é diesel de petróleo com 10% de óleo vegetal (BIODIESELBR, 2006). Uma das vantagens deste método é diminuir o nível de enxofre do diesel final e ter as mesmas condições de estocagem.

O Hbio era uma das apostas da Petrobras para cumprir a demanda de inserir combustíveis renováveis na matriz energética brasileira, como a obrigatoriedade de adição de 3% de biodiesel no diesel mineral. Acontece que na regulamentação da adição de biodiesel o Hbio ficou de fora, assim a produção só acontece quando financeiramente vale a pena, (LIMA,2017).

### 3.1.5 Renova Bio 2030

O Renova Bio 2030, foi proposto em 2016 com o intuito de promover a expansão da produção de combustíveis renováveis no Brasil. O programa tem como objetivo tratar da sustentabilidade do setor de biocombustíveis, abrangendo os convencionais e novos biocombustíveis, como o etanol de segunda geração, o diesel de cana, o biogás, o bioquerosene e o biodiesel.

Esse programa busca estabelecer regras de comercialização e definir políticas que incentivem o investimento em alternativas renováveis. As audiências públicas a serem realizadas tratarão do detalhamento do programa e das ações a serem implementadas (BACCHI, 2017).

O Brasil, em 2015, na Conferência do Clima da ONU (COP21), juntamente com outros

países se comprometeu a enfrentar os problemas ambientais. Pelo Brasil já ter uma tecnologia desenvolvida para o etanol, ele terá um papel importante no cumprimento das metas estabelecidas, sendo estimado um aumento de sua produção, de acordo com Bacchi (2017).

### 3.2 PROGRAMAS NORTE AMERICANOS

Os choques do petróleo que ocorreram na década de 70 promoveram a atenção para a questão da segurança energética. A reação do governo norte americano levou a adoção de uma série de iniciativas, tanto no âmbito da política energética nacional quanto internacionais, com o objetivo de diminuir a vulnerabilidade do país as variações do fornecimento externo de energia, principalmente o petróleo proveniente dos países da OPEP.

De acordo com Benevides (2011), a estratégia para promover a segurança energética dos Estados Unidos, ao longo dos anos, inclui os seguintes elementos principais: a presença militar no Golfo Pérsico; a aliança com a Arábia Saudita; a criação da Agência Internacional de Energia; reservas estratégicas de petróleo; a ampliação da produção doméstica de energia; programas de conservação e eficiência energética; estímulo a fontes renováveis de energia; e a diversificação da oferta externa de petróleo.

Seguindo as ideias de Benevides (2011), a produção de energia renovável atende não apenas ao objetivo de segurança energética que envolve reduzir a dependência externa, diversificar a oferta e aumentar a produção doméstica, mas também às políticas de proteção ambiental que envolve a redução de emissões de gases do efeito estufa, e o desenvolvimento rural e agrícola.

Desde os anos 70, os Estados Unidos têm aprovando normas legislativas, incentivos financeiros e programas de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias para produção de energia renovável (BENEVIDES, 2011). Em 1978, foram aprovados dois instrumentos relevantes: o Public Utility Regulatory Policies Act, que estimulou empresas do serviço público a consumirem eletricidade gerada a partir da energia renovável, e o Energy Tax Act, que criou créditos fiscais para a instalação de equipamentos de energia solar, eólica e geotérmica em residências e prédios comerciais, visando o aumento da utilização das fontes renováveis.

Em 1992, o Energy Policy Act estabeleceu o Renewable Energy Production Incentive

(REPI) e concedeu créditos fiscais que permitiram acelerada expansão da capacidade de geração eólica nos Estados Unidos (BENEVIDES, 2011).

O Departamento de Energia (DOE) é o órgão do Governo Federal Americano que é responsável pelos investimentos em projetos de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias para produção de energia renovável. Esses programas de energia renovável, financiado pelo DOE, proporcionam apoio às indústrias nascentes, o que proporciona a redução de custos e riscos, segundo Benevides (2011). Desde os anos 80, as parcerias público-privadas respondem por grande parte do financiamento da pesquisa e desenvolvimento de energia renovável nos Estados Unidos.

### 3.2.1 Programas no Governo George Bush

Existia na época um amplo consenso bipartidário, tanto dos republicanos quanto dos democratas, em torno da necessidade de ampliar a participação das fontes renováveis na matriz energética dos Estados Unidos. De acordo com Benevides (2011), em junho de 2001, o Presidente George W. Bush pediu o apoio ao Congresso americano para executar ações em algumas áreas. Uma das ações era a expansão dos programas de eficiência energética, levando em consideração principalmente o setor de transporte, com o desenvolvimento de veículos híbridos e a adoção de incentivos fiscais para encorajar a conservação de energia.

Outra área de ação está relacionada com a infraestrutura visando atender o crescimento da demanda por eletricidade e combustíveis. O Governo Bush ressaltou ser necessário investir no aumento da capacidade de refino da indústria petrolífera, na construção de novos oleodutos e gasodutos e na reforma e ampliação das linhas de transmissão de eletricidade.

Outra ação proposta por Bush era a diversificação das fontes de energia. Além dos incentivos fiscais para a exploração de fontes renováveis e alternativas, como por exemplo a hidroeletricidade, a energia solar, os biocombustíveis e a energia eólica, o Governo Bush também defendia a eliminação de entraves legais à exploração de fontes de combustíveis fósseis como o petróleo, gás natural e carvão.

Outra área de ação está relacionada à proteção ambiental. A National Energy Policy (NEP) recomendou a aprovação de legislação que estipulasse metas para a diminuição das emissões de três gases poluentes, que são o dióxido de enxofre, o mercúrio e os óxidos de nitrogênio.

Após anos de negociações com os líderes parlamentares resultou na aprovação do Energy Policy Act of 2005, em julho de 2005, dois anos após o blecaute que afetou o nordeste dos Estados Unidos e o sudeste do Canadá, e possibilitou a aceleração da execução da política energética do Governo Bush.

Segundo Benevides (2011), a Energy Policy Act of 2005 concedeu estímulos fiscais, ou seja, redução de impostos à produção de energia nuclear, combustíveis fósseis, eletricidade, tecnologias de carvão limpo, eficiência e conservação, motores para uso de combustíveis alternativos, como etanol, metano, propano e GNL. O EAct of 2005 também estabeleceu uma meta obrigatória de consumo de combustíveis renováveis (Renewable Fuels Standard) de 4 bilhões de galões em 2006, 6,1 bilhões em 2009, e 7,5 bilhões em 2012. Forneceu incentivos à exploração de petróleo e gás natural no Golfo do México e a produção de carvão. Propôs estudos de viabilidade para iniciar a exploração comercial de xisto e areias betuminosas nos estados de Colorado, Utah e Wyoming.

Os furacões Katrina e Rita, que passaram pelo Golfo do México em 2005, causaram sérios danos a indústria petrolífera dos Estados Unidos, o que contribuiu para à volatilidade dos preços internacionais do petróleo. O Presidente George W. Bush, durante o discurso do Estado da União, em janeiro de 2006, reconheceu a gravidade da crise energética, em particular a dependência do petróleo importado de regiões instáveis (BENEVIDES, 2011).

Em dezembro de 2007, o Congresso aprovou o Energy Independence and Security Act (EISAct). De acordo com Benevides (2011), as principais medidas aprovadas no EISAct of 2007 são o aumento da meta de consumo de combustíveis renováveis e alternativos. Para atingir a meta os Estados Unidos deverão até 2022 adicionar à oferta de gasolina por volta de 36 bilhões de galões de etanol, dos quais 21 bilhões devem corresponder a biocombustíveis avançados.

A segunda medida foi o aumento de 40% dos padrões de eficiência para fabricação de carros e veículos leves. A terceira medida foi a aprovação de incentivos fiscais para pesquisa e desenvolvimento das tecnologias de produção de carvão limpo que irá promover a diminuição de emissões de gases poluentes proveniente das usinas de carvão.

A quarta medida foi estabelecer padrões rígidos de eficiência para o funcionamento de eletrodomésticos; estímulos à aquisição de produtos elétricos mais eficientes pelas agências federais e redução do consumo de energia elétrica em prédios federais.

Por fim, a última medida foi fornecer estímulos para pesquisa e desenvolvimento de baterias avançadas para fabricação de veículos elétricos e híbridos; garantias de empréstimo e outros incentivos com o objetivo de fabricar veículos mais eficientes e com uso de tecnologias avançadas.

Antes do final de seu segundo mandato, o Presidente George W. Bush, para reduzir a dependência do petróleo importado no Oriente Médio, realizou uma tentativa de ampliar as áreas de exploração de petróleo e gás natural no território dos Estados Unidos.

### 3.2.2 Programas no Governo Barack Obama

As metas de energia e do meio ambiente do governo Barack Obama foram audaciosas segundo Sudbrak (2010). A política energética proposta na administração Obama difere das políticas adotadas no governo do seu antecessor que consistia na maximização da produção doméstica de petróleo com o apoio do governo.

Obama prometeu em seu plano energético diminuir a dependência do petróleo importado e elevar o país a uma posição à frente do combate ao aquecimento global (SUDBRAK,2010). Os dois objetivos dessa política energética levavam a um conjunto de iniciativas para a diminuição do uso de combustíveis fósseis e o predomínio de fontes energéticas renováveis e da sustentabilidade ambiental e assim proporcionar uma economia energética de baixa produção de carbono.

Barack Obama iniciou o seu mandato em 2009. O cenário era de recuperação econômica nos Estados Unidos, e os diversos fatores como os efeitos causados pelo furacão Katrina e do vazamento de petróleo no Golfo do México elevaram as necessidades de controle das reservas de combustível no exterior, o que fez com que a política energética ganhasse prioridade no governo Obama, de acordo com Sudbrak (2010).

O plano de Obama em relação ao setor de eletricidade envolve uma maior diversificação de fontes de produção de energia elétrica em que a meta para 2025 é de que 25% da energia produzida seja proveniente de fontes renováveis de energia, de acordo Sudbrak (2010). Foi também criado o programa Renewable Portfolio Standard (RPS), que estimulava os governos estaduais e locais a se comprometer em produzir no mínimo 10% da sua energia elétrica da sua respectiva região de fontes renováveis de energia.

Apesar da preocupação ambiental, os Estados Unidos têm produzido mais petróleo e gás natural em direção à maior segurança energética (PINTO JUNIOR; FEBRARO, 2017). A

estratégia adotada levando a preocupação ambiental em conta fez com que essa produção fosse mais segura e responsável. Foram implementadas as mais agressivas reformas na regulação da produção off shore da história dos EUA visando a proteção do meio ambiente, como resposta ao vazamento de petróleo no Golfo do México em 2010. O aumento da produção doméstica possibilitou a redução da dependência americana da importação de petróleo, havendo assim uma retomada do controle sobre a segurança energética americana.

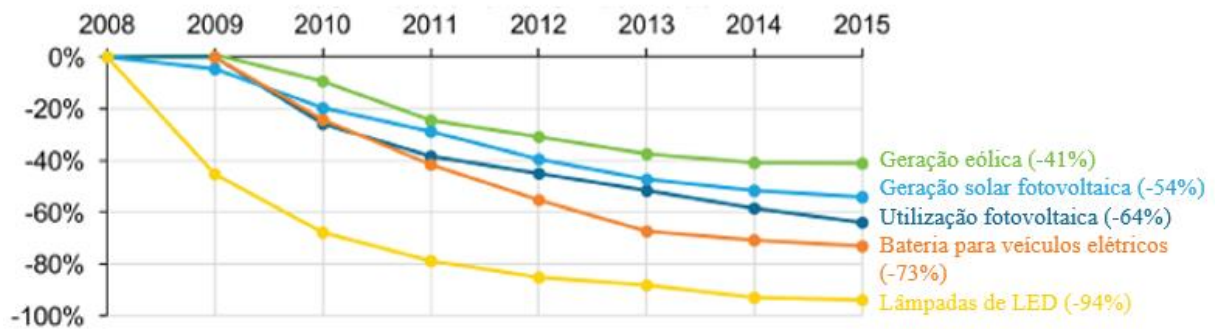
A elevação da produção americana de petróleo se deu em conjunto com outras ações implementadas na administração Obama como a estratégia de incentivar a comunicação direta entre a Environmental Protection Agency (EPA) e o Departamento de Transportes para que pudessem trabalhar juntos, já que mais de 70% do petróleo utilizado pelo país é direcionado para o setor de transportes, segundo Pinto Junior e Febraro (2017). Os investimentos em veículos mais eficientes contribuíram para a redução do consumo de petróleo.

Em 2014, a geração solar já era vinte vezes maior do que em 2008, quando o presidente Obama foi eleito, e a geração eólica havia sido multiplicada por três (PINTO JUNIOR; FEBRARO, 2017).

A estratégia do governo Obama de incentivar parcerias entre o público e o privado em projetos de energias renováveis em áreas públicas vem perseguindo algumas metas, segundo Pinto Junior (2017), como 100MW de capacidade renovável instalados em residências subsidiadas pelo governo federal até 2020; 10GW em projetos de renováveis em áreas públicas até 2020; 3GW de energia renovável instalados em instalações militares até 2025; e dobrar as gerações elétricas solar e eólica nos Estados Unidos até 2025.

Os fortes investimentos e incentivos nas fontes renováveis têm possibilitado uma redução nos custos de algumas tecnologias como da geração eólica, geração solar fotovoltaica, lâmpadas de LED e baterias para veículos elétricos que diminuiram entre 41% e 94% desde 2008 como evidencia a Figura 14. Essa diminuição nos custos permitiu a adoção em maior escala dessas fontes assim como desenvolvimento de todas elas em território norte-americano.

Figura 14 - Redução dos custos das tecnologias de geração de energia limpa (2008-2015)



Fonte: Pinto Junior e Febraro (2017).

Em agosto de 2015, o presidente Barack Obama e a US Environmental Protection Agency (EPA) anunciaram o Clean Power Plan, que representa um passo histórico e importante na redução das emissões de carbono e assim minimizar as mudanças climáticas. Esse Plano de Energia Limpa (CPP) impõe aos estados que desenvolvam planos para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> de unidades geradoras existentes que utilizam combustíveis fósseis, segundo U.S. Energy Information Administration (2017).

Além disso, o Clean Power Plan tem a meta de aumentar 30% em 2030 a geração de energia a partir de fontes renováveis e ainda deve fornecer a infraestrutura adequada para que essa meta seja atingida, de acordo com Pinto Junior e Febraro (2017). Esse plano energético tem o objetivo de reduzir o desperdício de energia nas residências, indústrias e estabelecimentos comerciais e ainda diminuir com as emissões de outros gases causadores do efeito estufa. Esse plano mostra aos outros países do mundo que os Estados Unidos estão preocupados e empenhados para enfrentar as mudanças climáticas.

Os cenários propostos pela EIA levando-se em conta o Plano de Energia Limpa indicam maior geração elétrica a partir de fontes renováveis, principalmente solar, eólica e gás natural e uma redução do consumo do carvão. As tabelas 5 e 6 mostram em que ponto os estados estavam em 2012 em comparação com o objetivo da taxa de emissão de 2030 adotando ou não o Plano de Energia Limpa.



Tabela 5 - Estados que mais precisam mudar o seu nível de emissão para atingir a meta estabelecida pelo plano de energia limpa

Estado	Previsão de emissão em 2030 sem o plano de energia limpa (lb/MWh)	Meta de emissão em 2030 (lb/MWh)	% Mudanças
Montana	2243	1305	42%
North Dakota	2179	1305	40%
Missouri	1935	1272	34%
Indiana	1849	1242	33%
Ohio	1786	1190	33%
Nebraska	1902	1296	32%
Texas	1539	1042	32%
Michigan	1677	1169	30%
Utah	1679	1179	30%
Alabama	1437	1018	29%

Fonte: McCabe (2015).

Como mostra a Tabela 5, os estados que tem que mais se adequar para atingir as metas estabelecidas no plano de Energia Limpa até 2030 são Montana, North Dakota e Missouri, que para atingir o objetivo traçado, deve reduzir as emissões em 42%, 40% e 34% respectivamente.

Os estados que já adotam medidas para a utilização de energia limpas podem até aumentar suas emissões que ainda assim estariam dentro da meta estabelecido pelo Plano de Energia Limpa. Alguns desses estados são New Hampshire, Virginia e Califórnia.

Tabela 6 - Estados que menos precisam mudar seu nível de emissão para atingir a meta estabelecida pelo plano de energia limpa

Estado	Previsão de emissão em 2030 sem o plano de energia limpa (lb/MWh)	Meta de emissão em 2030 (lb/MWh)	% Mudanças
Maine	729	779	- 7%
New York	876	918	- 5%
New Hampshire	620	858	- 38%
Virginia	704	934	- 33%
California	635	828	- 30%
Massachusetts	801	824	- 3%
Oregon	708	871	- 23%
Delaware	802	916	- 14%
Nevada	848	855	- 1%
South Dakota	1157	1167	- 1%

Fonte: McCabe (2015).

Além do Plano de Energia Limpa a administração Obama também realizou outros esforços com o objetivo de diminuir as emissões de carbono e outros gases poluentes com o intuito de combater o aquecimento global. Foram desenvolvidas estratégias para reduzir as emissões de metano, com regras para exploração de novas reservas de petróleo e gás e o desenvolvimento de tecnologias que possibilitam identificar e mensurar as emissões desse gás.

Durante quase 40 anos as emissões de carbono do setor elétrico estiveram superiores às do setor de transportes, mas recentemente, essas posições se inverteram (PINTO JUNIOR; FEBRARO, 2017). Essa mudança se deve porque o carvão acabou perdendo espaço para o gás natural e fontes renováveis e isso fez com que as emissões de CO<sub>2</sub> do setor elétrico caíssem em média 2,8% ao ano entre 2007 e 2015, segundo Pinto Junior e Febraro (2017). Já as emissões do setor de transportes aumentaram a uma taxa média de 1,8% ao ano nos últimos 4 anos, uma vez que o aumento das viagens e da frota ultrapassou os ganhos de eficiência.

No geral, as emissões do setor de energia reduziram muito devido a maior participação na geração dos combustíveis limpos, como nuclear, hidroeletricidade, eólica e solar, e com a

transferência da geração a carvão para a geração a gás natural. De acordo com Pinto Junior e Febraro (2017), as regulações de carbono estabelecidas na administração Obama foram fundamentais para essa conquista, já que 30% das desativações das centrais elétricas movidas a carvão ocorreram após a entrada em vigor das novas normas da EPA para emissões de mercúrio e demais gases tóxicos e do Plano de Energia Limpa.

### 3.3 COOPERAÇÃO ENTRE O BRASIL E OS ESTADOS UNIDOS NO SETOR DE ENERGIA

Por décadas, a energia é um tema que incentiva os diplomatas americanos e brasileiros a buscarem intensificar a cooperação bilateral. Foi a partir da crise do petróleo em 1970 que as relações bilaterais com o tema energia se tornaram frequentes.

Em 1972, o Brasil e os Estados Unidos assinaram um acordo bilateral de cooperação no uso civil da energia nuclear (LANGEVIN, 2013). Esse acordo levou à construção do primeiro reator nuclear do Brasil com contrato de abastecimento pela Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos (AEC) com urânio enriquecido.

Em outubro de 1997, foi assinado entre o Brasil e os Estados Unidos o Ajuste Complementar para a Cooperação na Área de Tecnologia Energética. O ajuste complementar estabeleceu estrutura para cooperação nas áreas de eficiência energética, carvão e sistemas de potência avançados, tecnologias ambientais e de energia renovável, pesquisa básica, intercâmbio de informações, planejamento e regulamentação energética (BENEVIDES, 2011).

O ajuste ainda definiu como órgãos executores o Departamento de Energia dos Estados Unidos e o Ministério das Minas e Energia do Brasil. Nesse acordo de cooperação três temas ganharam destaque na cooperação no campo do carvão e sistemas energéticos, energias renováveis e a eficiência energética. Em relação à energia renovável, foram organizados seminários sobre bioenergia e geração em sistema isolado. Mais tarde esses seminários evoluíram para o encontro entre empresários na área de biocombustíveis, de acordo com Benevides (2011).

Durante o período dos governos do presidente Lula e do presidente americano George W. Bush, de 2003 a 2009, ambos os governos aceleraram os esforços para se envolverem em uma cooperação energética (LANGEVIN, 2013). Em 2003, Dilma Rousseff, Ministra de Minas e Energia, e Spencer Abraham, o Secretário de Energia dos EUA, assinaram um Memorando de

Entendimento que tinha o objetivo de estipular diversos mecanismos de consulta para tratar temas como tecnologia energética de célula de hidrogênio, bicombustíveis e transmissão de energia elétrica.

Em 2006, o Brasil propôs a criação do Fórum Etanol, que tinha como objetivo promover o relacionamento entre os grandes países produtores e consumidores e a liderança dos governos no processo de estabelecimento dos padrões internacionais, que levariam a uma maior produção, consumo e comércio do etanol em escala mundial, segundo Benevides (2011).

Além disso, o Fórum ainda buscava incentivar o diálogo sobre temas relacionados a organização dos biocombustíveis no mercado internacional, tais como a adoção de padrões internacionais para os biocombustíveis, problemas de infraestrutura e logística e instrumentos para garantir a estabilidade do fornecimento de etanol. O Fórum deveria integrar os seguintes países: Brasil; Estados Unidos; China; Índia; Japão; União Europeia; África do Sul; Nigéria e Austrália, que são os principais países produtores e consumidores de etanol. A proposta de criação do Fórum Etanol foi bem recebida pelo Governo dos Estados Unidos (BENEVIDES, 2011).

No final de 2008, o presidente americano Barack Obama deu continuidade às iniciativas do governo Lula, acelerando a cooperação energética bilateral. Em julho de 2010, o Ministro de Minas e Energia, Márcio Zimmermann e o Secretário de Energia dos EUA, Steven Chu, assinaram um tratado para estabelecer o *Bi-national Energy Working Group and Joint Action Plan* (LANGEVIN, 2013). Esse tratado estabelecia algumas áreas fundamentais que incluíam energia renovável, eficiência energética, óleo, gás e carvão, energia nuclear, colaboração em pesquisa e desenvolvimento entre institutos de pesquisa de diferentes países.

Mesmo em 2011, quando Dilma Rousseff assume a presidência do Brasil, a diplomacia de cooperação em assuntos relacionados à energia teve continuidade. Os Estados Unidos e o Brasil têm interesses comuns em atingir a eficiência energética, com a redução da intensidade de carbono, expandindo o uso de gás natural, promovendo o desenvolvimento de biocombustíveis e a coordenação da exploração e do desenvolvimento de petróleo *offshore*.

### 3.4 INVESTIMENTOS REALIZADOS PELO BRASIL E PELOS ESTADOS UNIDOS EM FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA

A eficiência energética é essencial para a redução de emissões de gases poluentes e pode

proporcionar diversos benefícios para toda a economia, como por exemplo uma maior segurança energética, melhor infraestrutura energética e melhora da saúde pública. De acordo com REN 21 (2016), uma melhora na eficiência energética faz com que aumente os investimentos no setor. Em 2013, os investimentos mundiais em eficiência energética totalizaram cerca de US\$ 130 bilhões (REN 21, 2016).

Os avanços no setor energético incentivam o maior uso de políticas e programas de apoio. Em 2015, o investimento mundial em fontes renováveis de energia para o aumento da capacidade de produção de energia elétrica foi maior do que os investimentos em fontes não renováveis. O total dos investimentos em 2015, em fontes renováveis e não renováveis, foi de US\$ 285,9 bilhões e US\$ 130 bilhões respectivamente, sendo que os países em desenvolvimento investiram ainda mais do que os desenvolvidos, segundo REN 21 (2016). A Tabela 7 mostra os cinco países que mais investiram no aumento da capacidade de produção de cada uma das fontes renováveis em 2015.

Tabela 7 - Países que mais investiram em fontes renováveis em 2015

	<b>Investimento em eletricidade e combustíveis renováveis</b>	<b>Capacidade de energia geotérmica</b>	<b>Capacidade hidrelétrica</b>	<b>Capacidade solar Fotovoltaica</b>	<b>Capacidade de energia eólica</b>	<b>Produção de biodiesel</b>	<b>Produção de etanol combustível</b>
1°	China	<b>Turquia</b>	<b>China</b>	China	China	Estados Unidos	<b>Estados Unidos</b>
2°	<b>Estados Unidos</b>	Estados Unidos	Brasil	<b>Japão</b>	Estados Unidos	<b>Brasil</b>	<b>Brasil</b>
3°	<b>Japão</b>	México	Turquia	<b>Estados Unidos</b>	Alemanha	Alemanha	<b>China</b>
4°	Reino Unido	<b>Quênia</b>	Índia	Reino Unido	<b>Brasil</b>	Argentina	<b>Canadá</b>
5°	Índia	Alemanha/ Japão	Vietnã	Índia	Índia	França	<b>Tailândia</b>

Fonte: Adaptado de REN21, 2016.

O país que mais investiu na produção de energias renováveis em 2015 foi a China, seguido pelos Estados Unidos. O Brasil apresenta destaque nos investimentos em hidrelétricas e biocombustíveis, como o biodiesel e o etanol. No ano de 2015, o Brasil era o segundo maior produtor e investidor do setor de biocombustíveis mundial (REN 21, 2016). Os Estados Unidos são o maior investidor em biocombustíveis, tanto para a produção de biodiesel quanto em produção do etanol. Os investimentos norte americanos também ganham destaque na produção de energia eólica, energia geotérmica e energia solar.

A partir dos investimentos realizados por cada país em fontes renováveis de energia a Tabela 8 mostra os cinco países com maior capacidade de produção de eletricidade a partir de cada fonte de energia renovável em 2015.

Tabela 8 - Países com maior capacidade de produção de eletricidade por fonte

	<b>Eletricidade renovável</b>	<b>Geração de bioenergia</b>	<b>Capacidade de energia geotérmica</b>	<b>Capacidade hidrelétrica</b>	<b>Capacidade solar Fotovoltaica</b>	<b>Capacidade de energia eólica</b>
1º	China	<b>Estados Unidos</b>	<b>Estados Unidos</b>	China	China	China
2º	<b>Estados Unidos</b>	China	Filipinas	<b>Brasil</b>	Alemanha	<b>Estados Unidos</b>
3º	<b>Brasil</b>	Alemanha	Indonésia	<b>Estados Unidos</b>	Japão	Alemanha
4º	Alemanha	<b>Brasil</b>	México	Canadá	<b>Estados Unidos</b>	Índia
5º	Canadá	Japão	Nova Zelândia	Rússia	Itália	Espanha

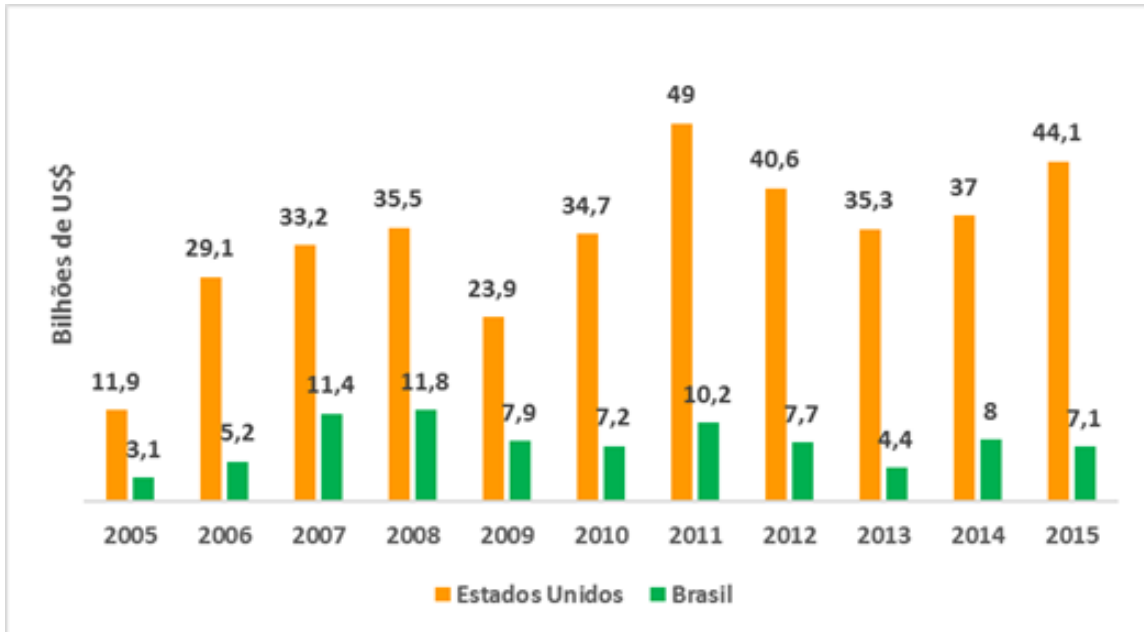
Fonte: Adaptado de REN21, 2016.

O Brasil é o terceiro país com a maior capacidade total de utilização de fontes renováveis para geração de energia elétrica. Isso ocorre devido à alta capacidade instalada de usinas hidrelétricas e de biomassa no Brasil. Os Estados Unidos são o segundo país que possui com maior capacidade de fontes renováveis para a geração de energia elétrica, devido principalmente à elevada demanda energética e a novos investimentos em fontes renováveis de energia.

Os investimentos em novos projetos de energia renovável são fundamentais porque possibilitam a modificação da matriz energética e ainda levam a uma redução dos gases de efeito estufa, reduzindo assim o aquecimento global.

Os investimentos em energia renovável dos Estados Unidos aumentaram de 11,9 bilhões em 2011 para 44,1 bilhões de dólares em 2015. Os investimentos realizados pelo Brasil nesse mesmo período também cresceram, sendo em 2011 um investimento de 3,1 bilhões de dólares e em 2015 um investimento de 7,1 bilhões, de acordo com a REN 21 (2016), como mostra a Figura 15.

Figura 15 - Investimentos do Brasil e dos Estados Unidos em eletricidade e combustíveis renováveis de 2005 a 2015



Fonte: Adaptado de REN21, 2016.

A partir de 2005, os Estados Unidos aumentam consideravelmente os investimentos em fontes de energia. Apresentam uma redução em 2009, mas em 2011 investem o montante de 49 bilhões de dólares, o maior valor do período analisado. O Brasil realizou os maiores investimentos em energias renováveis nos anos de 2007 e 2008, e a partir de 2011 apresentou uma queda nos investimentos.

## **4 DAS CONFERÊNCIAS MUNDIAIS ATÉ ENERGIAS RENOVÁVEIS COMO OPÇÃO ENERGÉTICA**

A partir do fim da década de 60 ocorreu um crescimento da relevância da discussão a respeito do tema meio ambiente. No entanto este tema só começou a ser tratado oficialmente pela ONU no início da década de 1970. O tema ambiental também ganhou força em âmbito global a partir do descontentamento da classe média dos países desenvolvidos com as consequências negativas geradas pela industrialização, de acordo com Lago (2013).

Na década de 90 ocorre a conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, mais conhecida como Rio-92, em que o assunto referente ao uso de energias limpas ganhou destaque.

Mais tarde, em 1997, ocorreu a constituição de um tratado complementar à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, definida na Rio-92, que estipulou metas de redução de emissões para os países desenvolvidos e os em desenvolvimento, que foram considerados os responsáveis históricos pela mudança atual do clima. Este complemento ficou denominado como Protocolo de Quioto, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2015).

Em 2012 ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (CNUDS), mais conhecida como Rio +20, realizada entre os dias 13 e 22 de junho de 2012 na cidade do Rio de Janeiro. O principal tema discutido nessa conferência foi o desenvolvimento sustentável, para alcançá-lo, um dos meios é o investimento em fontes renováveis de energia, conforme Lago (2013).

No ano de 2015 um novo acordo entra em vigor, o Acordo de Paris, que foi adotado com o objetivo principal de fortalecer a resposta global à ameaça da mudança do clima e de reforçar a capacidade dos países em lidar com os impactos decorrentes dessas mudanças. Uma das estratégias assumidas pelo Brasil para redução da emissão dos gases de efeito estufa foi aumentar a participação das energias renováveis na matriz energética, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2017).

### **4.1 Rio 92**

Na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, denominada de Rio 92, os representantes de 179 países



definiram uma agenda global para minimizar os problemas ambientais mundiais. A crescente ideia de desenvolvimento sustentável fez com que se buscasse um modelo de crescimento econômico e social em conjunto à preservação ambiental e ao equilíbrio climático. Nesse cenário, foi elaborada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). Ainda na Rio 92, outras duas convenções foram elaboradas: a Convenção sobre Diversidade Biológica e a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos efeitos da seca, conforme o Ministério do Meio Ambiente (2015).

A UNFCCC tem como meta principal estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera em um nível que impeça a interferência danosa ao sistema climático. Esse nível deverá ser alcançado em um prazo suficiente que permita aos ecossistemas acostumarem-se naturalmente à mudança do clima, assegurando que a produção de alimentos não seja ameaçada e permitindo ao desenvolvimento econômico prosseguir de modo sustentável (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

Para atingir o objetivo de estabilizar as concentrações de gases efeito estufa foram estipulados compromissos e obrigações para todos os países que eram membros da convenção, levando em consideração as responsabilidades diferenciadas entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento.

O Brasil foi o primeiro país a assinar a Convenção, que somente começou a vigorar em 29 de maio de 1994, 90 dias depois de ter sido aprovada e ratificada pelo Congresso Nacional (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

Conforme o Ministério do Meio Ambiente (2015), os compromissos afirmados entre todos os participantes da convenção são elaborar os inventários nacionais de emissões de gases de efeito estufa; implementar programas nacionais com meios para suavizar a mudança do clima e se adaptar a ela; incentivar o desenvolvimento, a aplicação e a difusão de tecnologias, práticas e processos que controlem, reduzam ou previnam as emissões antrópicas de gases de efeito estufa; possibilitar pesquisas científicas, tecnológicas, socioeconômicas no desenvolvimento de bancos de dados relativos ao sistema do clima; promover e ajudar na educação, treinamento e conscientização pública sobre a mudança do clima.

Os países desenvolvidos ainda se comprometem em adotar políticas e promover ações nacionais para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e desacelerar a mudança do

clima; realizar a transferência de recursos tecnológicos e financeiros para países em desenvolvimento; auxiliar os países em desenvolvimento, particularmente os mais vulneráveis à mudança do clima, na implementação de ações de adaptação e na preparação para a mudança do clima, reduzindo os seus impactos.

Embora os países em desenvolvimento não tenham o compromisso de diminuir suas emissões de gases, o Brasil formula e implementa alguns programas que buscam reduzir as alterações climáticas. Um exemplo é o programa de substituição de gasolina por álcool, ou seja, o Proálcool e da criação do CONPET e do PROCEL.

A postura do governo norte americano na Conferência do Rio de Janeiro em 1992 está altamente relacionada ao cenário vivenciado pelo país na época. A preocupação com a questão do aquecimento global a partir da década de 90 já estava presente entre os americanos devido a alguns acontecimentos. Um desses fatos ocorreu no verão de 1988, que foi um dos mais quentes até então e causou uma série de problemas para o meio ambiente e para a agricultura dos Estados Unidos. Em 1989, os EUA assumiram um papel de liderança nas negociações que formariam o Painel Intragovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change).

Contudo, alguns acontecimentos após 1989, fizeram com que os Estados Unidos mudassem suas iniciativas em relação ao debate climático. Um desses acontecimentos foi a invasão do Kuwait pelo Iraque, em agosto de 1990, e logo após a Guerra do Golfo, o que desmotivou a opinião pró-ambiente dos norte-americanos, de acordo com Sudbrack (2010).

A Guerra do Golfo evidenciou a forte dependência do petróleo da economia norte americana. Já que nessa época a economia americana dependia intensamente do carvão porque a energia elétrica era produzida grande parte a partir de termoelétricas em que queimavam principalmente o carvão seguido do petróleo, segundo Sudbrack (2010).

Durante a convenção Rio 92 os Estados Unidos adotaram como prioridade em sua política internacional questões relacionadas à Guerra do golfo, deixando as questões ambientais em segundo plano. De maneira, os EUA se negaram a assinar a Convenção, com a justificativa de que assinar a Convenção teria como consequência o repasse de tecnologia aos países mais pobres. Além disso, os EUA temiam que a defesa do meio ambiente viesse a ser um limite para o crescimento dos países desenvolvidos (LOPES, 2007).

#### 4.2 Protocolo de Quioto

O Protocolo de Quioto foi aprovado em Quioto no Japão, no ano de 1997, entrando em vigor somente em 2005. As diretrizes para a implementação do protocolo foram estabelecidas na COP 7 em 2001, na cidade de Marraquexe no Marrocos, de acordo com United Nations Framework Convention on Climate Change (2014).

O Protocolo de Quioto é um acordo internacional relacionado a UNFCCC, que define metas de redução de emissão de gases poluentes. O Protocolo reconhece que os países desenvolvidos são responsáveis pela maior parte das emissões de gases de efeito estufa e, portanto, os maiores responsáveis pela elevação da temperatura média da terra. Para estes países, o protocolo coloca uma meta mais ambiciosa de redução de emissão de gases de efeito estufa sob o princípio de “responsabilidades comuns, mas diferenciadas”, e ainda o compromisso da transferência de tecnologias limpas aos países em desenvolvimento.

Entre 2008 e 2012, considerado o primeiro período de compromisso, a Comunidade Europeia e outros 37 países industrializados comprometeram-se em reduzir as emissões de gases de efeito estufa a uma média de 5% em relação aos níveis de emissão de 1990, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2015).

Como compromisso para o segundo período, entre os anos de 2013 e 2020, os países comprometeram-se a reduzir as emissões desses gases em no mínimo 18% abaixo dos níveis de emissão em 1990, ainda com dados do Ministério do Meio Ambiente (2015).

Segundo Goldemberg (2003), existem alguns mecanismos que podem ser adotados pelos assinantes do protocolo que possibilitam a redução da emissão dos gases efeito estufa com baixo custo de implementação. Um dos mecanismos é denominado bolha, que possibilita que os países se agrupem para cumprir suas metas. Os países integrantes da bolha estabelecem um limite de redução conjunto que pode ser diferenciado entre cada país.

Seguindo a linha de Goldemberg (2003), outro mecanismo é o de Implementação Conjunta, que é um acordo bilateral, descrito no artigo VI do Protocolo, que possibilitou que um país industrializado, que possui meta de redução fixa, compense suas emissões financiando projetos de energia limpa em outro país industrializado.

Ainda de acordo com Goldemberg (2003), o terceiro mecanismo que está relacionado ao comércio de emissões que possibilita que os países que estiverem cumprindo suas metas, ou que não atingiram o teto permitido para suas emissões domésticas, possam comercializar essa sobra. Essa comercialização pode ocorrer com os países que estiverem em dificuldade

para alcançar suas metas, independentemente da realização de projetos conjuntos.

O Protocolo de Quioto incentiva todos os países a se esforçarem conjuntamente na redução das emissões de gases efeito estufa, porque um dos mecanismos criados pelo Protocolo de Quioto e proposto pelo Brasil, é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Esse mecanismo tem como objetivo ajudar os países não incluídos no Anexo 1 da Convenção a lograr o desenvolvimento sustentável, assim como os países desenvolvidos a honrarem seus compromissos quantificados de limitações de emissões (SCHWARTZMAN e MOREIRA, 2000). Isso quer dizer que esse mecanismo possibilita que o auxílio dos países desenvolvidos a realização de projetos de desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento, com o objetivo de reduzir as emissões de gases poluentes, possam ser usados pelos países desenvolvidos para que alcancem o compromisso de redução.

A participação conjunta de todos os países faz do Protocolo de Quioto um dos acordos internacionais mais relevante e abrangente já efetuado em relação ao crescimento econômico global. Sua implementação requer modificações tanto nas matrizes energéticas da maior parte dos países, visando o uso de energias renováveis e da biomassa ao invés de energias de origem fóssil, quanto nos sistemas de uso da terra.

O Brasil estava entre os maiores emissores de gases de efeito estufa, entre os anos de 1990 a 1994, a maior parte dessas emissões de gases poluentes estão relacionadas às mudanças no uso da terra e à transformação de florestas em áreas agrícola. As emissões de dióxido de carbono por consumo de combustíveis fósseis, especialmente no setor de transportes e na indústria, também contribuem para a emissão de gases poluentes, mas em um menor volume graças à elevada participação de energia renovável na matriz energética brasileira.

O diferencial no perfil da matriz energética brasileira, quando comparada à mundial, está relacionada à grande disponibilidade de recursos hídricos, de terras para uso agrícola e pela criação do Proálcool.

O Brasil assinou o documento em 23 de agosto de 2002, tendo sua aprovação interna por meio do Decreto Legislativo nº 144 de 2002. Entre os principais emissores de gases de efeito estufa, somente os Estados Unidos não assinaram o Protocolo. Contudo, suas responsabilidades e obrigações continuam sendo definidas pela Convenção, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2015).

Os Estados Unidos eram aguardados com grande expectativa já que era um dos responsáveis

por grande parte da emissão de gás carbônico no mundo, cerca de 25% total das emissões mundiais de acordo com Sudbrack (2010). O governo norte americano no primeiro momento se comprometeu em buscas por políticas de inovação tecnológicas para substituir a utilização dos combustíveis fósseis por renováveis e assim alcançar a eficiência energética. O governo americano também se comprometeu a fornecer incentivos a empresas do setor de energia e montadoras automobilísticas com o objetivo de discriminar o uso mais consciente da gasolina e ainda incentivar novas fontes. No entanto a posição americana foi se alterando ao longo da discussão do Protocolo.

A União Europeia exigia que os EUA reduzissem as emissões de 15% até 2010, entretanto os Estados Unidos concordavam apenas em não aumentar ao nível de 1990, segundo Sudbrack (2010). Esse embate já mostrava certa resistência norte americana ao protocolo.

Outra questão que não agradou os EUA em Kyoto foram as metas de redução para as nações subdesenvolvidas, que estipulavam que os países em desenvolvimento não teriam metas de emissão de gás carbono porque poderia dificultar o crescimento econômico desses países. O governo americano foi contra esse argumento e alegou que o combate ao CO<sub>2</sub> deveria ser global e não somente para um grupo selecionado de países.

#### 4.3 Rio + 20

A Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (CNUDS), mais conhecida como Rio +20, ocorreu nos dias 13 e 22 de junho de 2012 na cidade do Rio de Janeiro e considerada o maior evento já realizado pelas Nações Unidas até os dias atuais. A CNUDS foi formalizada por uma resolução da Assembleia Geral das Nações Unidas e teve como objetivo a reavaliação das duas últimas décadas de debate sobre meio ambiente e o desenvolvimento de ações fundamentais para as próximas duas décadas.

De acordo com Bescow e Mattei (2012), a razão para a realização da conferência Rio +20 foi a necessidade de soluções que agregassem as esferas econômica, social e ambiental de forma integrada, e assim buscar o desenvolvimento sustentável, passando pela reafirmação dos compromissos estabelecidos durante a Rio-92. Em relação a implementação, foram avaliados dois dos cinco documentos finais acordados em 1992 durante a CNUDS, sendo estes a Declaração do Rio e a Agenda 21.

O Brasil é um dos países com maior participação de fontes renováveis em sua matriz energética. Em linha com esse compromisso e com o desenvolvimento sustentável, o Comitê

Nacional de Organização (CNO) da Rio + 20 buscou soluções voltadas à sustentabilidade envolvendo o tema energia.

A estratégia adotada na conferência visou tanto a oferta quanto o consumo de energia. Pelo lado da oferta, os geradores do evento utilizaram B20, óleo diesel com 20% de biodiesel visando a redução do consumo de combustíveis fósseis. A utilização de equipamentos eficientes, pelo lado do consumo, também representou uma ação significativa. Nas áreas temporárias, construídas especificamente para a realização da Rio +20, foram utilizados equipamentos etiquetados pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem nas faixas de mais alta eficiência, como condicionadores de ar e tecnologias de iluminação como LEDs e lâmpadas fluorescentes de última geração.

O CNO orientou sua cadeia de fornecedores e os gestores dos espaços oficiais a utilizarem energia de forma eficiente, elétrica ou por combustível. O Comitê também fez o acompanhamento dos serviços para garantir o cumprimento das especificações quanto ao uso de equipamentos mais eficientes no consumo de energia.

#### 4.4 Acordo de Paris

De acordo com o Ministério do Ambiente (2017), o Acordo de Paris foi aprovado pelos 195 países que participaram da vigésima primeira Conferência das Partes (COP21) da UNFCCC, que ocorreu em Paris em 2015, com o objetivo principal de reduzir a ameaça da mudança do clima e de reforçar a capacidade dos países para lidar com os impactos decorrentes dessas mudanças, no contexto do desenvolvimento sustentável.

O principal objetivo do acordo de Paris é limitar o aquecimento da temperatura média da Terra a menos de 2°C acima dos níveis de temperatura anteriores à Revolução Industrial, de acordo com a Carta Capital (2017). Isso só se tornaria possível com o incentivo ao uso de energias renováveis, o que levaria à redução da emissão de gases do efeito estufa combatendo o aquecimento global.

O Brasil se comprometeu a diminuir em 2025 as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, e em 2030 reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 43% abaixo dos níveis de 2005, conforme o Ministério do Meio Ambiente (2017).

Para os objetivos se tornarem viáveis, o país se comprometeu a aumentar a participação de bioenergia sustentável na sua matriz energética para aproximadamente 18% até 2030, além de restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas, bem como alcançar uma

participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2017).

Os Estados Unidos juntamente com os 194 estados membros fizeram parte da conferência das Nações Unidas sobre as mudanças climáticas de 2015. Os Estados Unidos possuíam um papel determinante no Acordo de Paris, pois era considerado uma potência capaz de convencer os demais países a cumprirem o que foi acordado. Em 8 de novembro de 2016, quatro dias após a efetivação do Acordo de Paris, Donald Trump foi eleito Presidente dos Estados Unidos, e não era a favor do acordo. Segundo a Carta Capital (2017), o presidente Trump acredita que o Acordo de Paris oferece aos outros países uma vantagem injusta sobre a indústria americana e destrói os empregos dos norte-americanos.

Dia primeiro de junho de 2017, o Presidente Donald Trump anunciou que os Estados Unidos deixariam de participar do Acordo de Paris sobre mudanças climáticas firmado em 2015. Segundo a Carta Capital (2017), durante o período de campanha eleitoral, Trump já havia falado sobre a possibilidade de deixar o acordo, caso eleito.

De acordo com o Artigo 28 do Acordo de Paris, qualquer país integrante pode encerrar sua participação em até quatro anos após a ratificação. No caso, o prazo máximo para os Estados Unidos seria até 4 de novembro de 2020.

## 5. CONCLUSÃO

A matriz energética brasileira é composta por biocombustíveis, hidráulica, derivados de petróleo, carvão mineral, nuclear, solar, urânio, lenha, carvão vegetal e outras energias renováveis. Atualmente as energias renováveis representam grande parte da composição da matriz energética brasileira. Isso se deve em grande parte à riqueza brasileira de fontes de energias renováveis.

A matriz energética americana é composta principalmente de recursos não renováveis, sendo o principal deles o petróleo, seguido pelo carvão e o gás natural. As fontes de energias renováveis vêm ganhando espaço ao longo dos últimos anos. No entanto, os recursos não renováveis continuam sendo os principais componentes da matriz norte americana.

Os dois países vêm se esforçando para promover a substituição dos combustíveis fósseis da matriz energética por fontes renováveis. Foi criado tanto no Brasil quanto nos Estados Unidos programas nacionais para o desenvolvimento de novas alternativas energéticas. No Brasil, um dos principais programas de incentivo ao uso de biocombustíveis foi o Programa Nacional do Álcool que teve forte apoio do Estado e participação de empresários nacionais, e proporcionou ao Brasil uma alternativa energética, que contribui para a redução das emissões dos gases efeito estufa, gerou empregos, e ainda é uma alternativa para diminuir a dependência do petróleo. Em 2016, no entanto, a participação da gasolina aumentou e do álcool diminuiu na matriz de combustíveis veiculares, de acordo com a ANP (2016).

O governo brasileiro também realizou o programa de produção e uso do biodiesel, que atualmente também faz parte matriz energética. O aumento do percentual de uso do biodiesel no diesel está sendo incentivado e tem um cronograma traçado para ser realizado até 2019. Outros programas nacionais com o objetivo de incentivar o uso de energias renováveis são a produção de óleos vegetais como combustíveis e o Diesel Hbio da Petrobrás, que não atingiram o resultado esperado.

O governo norte americano também formulou alguns programas de incentivo como o Energy Policy Act of 2005 que forneceu estímulos fiscais, reduzindo os impostos da produção de energia nuclear, combustíveis fósseis, eletricidade, tecnologias de carvão limpo e motores para uso de combustíveis alternativos. Com a Guerra do Golfo em 2005 ficou ainda mais evidente que os Estados Unidos precisavam diminuir a dependência do petróleo importado de regiões instáveis. Em 2007, o Congresso americano aprovou o Energy



Independence and Security Act (EISAct). Aonde uma das principais iniciativas é o aumento da meta de consumo de combustíveis renováveis.

No plano energético, proposto pelo governo de Barack Obama, um dos pontos centrais era a redução da dependência do petróleo importado e colocar os Estados Unidos em uma posição à frente do combate ao aquecimento global. Os objetivos dessa estratégia energética foram o predomínio de fontes energéticas renováveis e a sustentabilidade ambiental, buscando atingir uma economia energética com baixa produção de carbono. Em 2015, ainda no governo Obama, é criado o Plano de Energia Limpa, que tem como um dos objetivos o aumento de 30% em 2030, a geração de energia a partir de fontes renováveis e garantir a infraestrutura adequada para que essa meta seja atingida.

Esses programas promovidos pelo governo norte americano levaram a redução das emissões provenientes do setor de energia devido à maior participação na geração dos combustíveis limpos, como hidroeletricidade, eólica, solar, e com a transferência da geração de energia a partir do carvão para a geração a gás natural.

O Brasil possui diversos recursos naturais dos quais poderia se beneficiar para impulsionar seu desenvolvimento. Os Estados Unidos são um dos países que mais consomem energia no mundo e possuem uma economia dependente de combustíveis fósseis. Para aumentar a participação das energias renováveis em sua matriz tiveram que investir em tecnologia.

Como foi analisado durante o trabalho, ocorreram diversas conferências mundiais do meio ambiente que tinham como uma das pautas assuntos relacionados à energia. O Brasil, junto com outros países, assumiu compromissos de redução de emissão de carbono e para isso uma das medidas adotadas foi o incentivo a utilização de fontes renováveis de energia

O posicionamento dos Estados Unidos nas conferências mundiais relacionadas ao meio ambiente foi contrário ao do Brasil e de diversos países. Na convenção Rio 92, os Estados Unidos se negaram a assinar o acordo com a justificativa que seria um limitador para o crescimento dos países desenvolvidos. O governo norte americano também não assinou o Protocolo de Quioto, por não concordar com os compromissos que foram estipulados pelo acordo como a definição de metas de redução de gás carbono somente para os países desenvolvidos. O Acordo de Paris foi outro acordo internacional que tinha como um dos objetivos a redução da mudança do clima, que só se tornaria viável com o aumento do uso de energias renováveis que proporcionariam uma redução dos gases que causam o efeito estufa e assim combateriam o aquecimento global. A princípio, os Estados Unidos tinham

aceitado o Acordo de Paris, mas Donald Trump, em 2017, anunciou que os Estados Unidos deixariam de fazer parte do Acordo.

Conclui-se que apesar do Brasil estar sempre a frente no uso das energias renováveis e apresentar uma vantagem por possuir certa abundância em fontes renováveis, dados de 2017 obtidos do Banco Mundial, exibem uma redução no consumo de energias renováveis em relação ao consumo total na matriz energética brasileira o que mostra que mesmo possuindo um grande potencial para a produção de energia a partir de fontes renováveis o Brasil está consumindo mais fontes não renováveis de energia em sua matriz energética. Já os Estados Unidos, mesmo as energias não renováveis sendo predominante em sua matriz energética estão buscando desenvolvimento de programas e tecnologias que incentivem a um maior uso de fontes renováveis para assim poder alcançar uma independência energética.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, André Luiz Campos de. **A matriz energética brasileira: trajetória histórica e situação atual.** In: ANDRADE, André Luiz Campos de. Energia e mudanças climáticas: uma discussão da matriz energética brasileira e da importância do setor de transportes. Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Economia - PPGECO. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis - SC: 2010. pp. 49-89. Disponível em: <http://www.tede.ufsc.br/teses/PCNM0219-D.pdf>. Acesso em: 23 de jun. de 2017.
- ANDRADE, Juliana Thais Matos. **A MATRIZ ENERGÉTICA PARANAENSE E A COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA – COPEL.** 2017. 140 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, Departamento de Economia e Relações Internacionais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: [https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/184993/Monografia da Juliana Andrade.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/184993/Monografia%20da%20Juliana%20Andrade.pdf?sequence=1). Acesso em: 20 mar. 2018.
- ANEEL - Agência nacional de energia elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil.** Brasília, DF, 2013. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Atlas/download.htm> Acesso em: 05 jun 2017.
- ANP, Agência Nacional do Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis. **Biodiesel.** 2016. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/www.anp/biocombustiveis/biodiesel>. Acesso em: 12 out. 2017.
- BACCHI, Mirian Rumenos Piedade. **O ETANOL SERÁ DEFINITIVAMENTE INSERIDO NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA?** 2017. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/mirian-rumenos-piedade-bacchi/o-etanol-sera-definitivamente-inserido-na-matriz-energetica-brasileira.aspx>. Acesso em: 10 nov. 2017.
- BARBALHO, Arnaldo Rodrigues. **Energia e desenvolvimento no Brasil.** Rio de Janeiro: Centrais Elétricas Brasileiras S/A – ELETROBRÁS: Memória da Eletricidade, 1987
- BARROS, Rodrigo de Oliveira; PESSOA, Valdemberg Magno do N.. **Biodiesel: alternativa ou solução?** Udop: online. Disponível em: <http://www.udop.com.br/index.php?cod=48343&tipo=clipping/>. Acesso em 25 out. 2017.
- BASTOS, Valéria Delgado. **Etanol, alcoolquímica e biorrefinarias.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 25, p. 5-38, mar. 2007.
- Benevides, Neil Giovanni Paiva. Ministério das Relações Exteriores. **Relações Brasil-Estados Unidos no Setor de Energia: Do Mecanismo de Consultas sobre Cooperação Energética ao Memorando de Entendimento sobre Biocombustíveis (2003-2007) – Desafios para a Construção de uma Parceria Energética.** 2011. Disponível em: [http://funag.gov.br/loja/download/823-Relacoes\\_Brasil-Estados\\_Unidos\\_no\\_Setor\\_de\\_Energia.pdf](http://funag.gov.br/loja/download/823-Relacoes_Brasil-Estados_Unidos_no_Setor_de_Energia.pdf). Acesso em: 20 abr. 2018.

BESKOW, Eduardo; MATTEI, Lauro. **Notas sobre a trajetória da questão ambiental e principais temas em debate na conferência Rio + 20**. Revista NECAT: núcleo de estudos de economia catarinense, Florianópolis, ano 1, n. 2, p. 06-14, jul/dez, 2012. Semestral.

BIODIESELBR. **H-BIO: O novo diesel da Petrobras**. 2006. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/destaques/2006/h-bio-novo-diesel-petrobras.htm>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

BIRNFELD, Aline. **Estudo sobre as opções tecnológicas em energia renovável para aplicação na região oeste de santa catarina.2014**. 72 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão Estratégica de Negócios, Universidade do Oeste de Santa Catarina – Unoesc, Videira, 2014. Disponível em: <<http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2015/02/Monografia-Aline-Birnfeld.pdf>>. Acesso em: 05 jun 2017.

BRASIL. Lei nº 9.427 de 26 de dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9427cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9427cons.htm). Acesso em: 04 de setembro de 2017.

BRASIL, Portal (Org.). **Matriz Energética**. 2010. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/matriz-energetica>>. Acesso em: 05 jun. 2017.

BUENO, Júlio. **A Matriz Energética Brasileira: Situação Atual e Perspectivas**. [S. l.: s.n.] 2013

CAPITAL, Carta. **Trump anuncia retirada dos EUA do Acordo de Paris**. 2017. Disponível em: <<https://www.cartacapital.com.br/internacional/trump-anuncia-a-retirada-dos-eua-do-acordo-de-paris>>. Acesso em: 17 jan. 2018.

COUTINHO, Mateus de Oliveira. **Perspectivas Energéticas Brasileiras de 2005 a 2030**. 2015. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/160302/MonografiadoMateusCoutinho.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 17 maio 2017.

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Ministério de Minas e Energia. **BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL**. 2017. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2017.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2018.

Energy Information Administration (eia). (Estados Unidos). Department Of Energy Organization. **Annual Energy Outlook 2017**. 2017. Disponível em: <[https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/0383\(2017\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/0383(2017).pdf)>. Acesso em: 14 dez. 2017

ERBER, Pietro. **Uma política energética para o desenvolvimento sustentável**, INEE, 2011.

FURLAN JÚNIOR, José; KALTNER, Franz Josef; ALVES, Sérgio de Mello; BARCELOS, Edson. **A Utilização de Óleo de Palma como Componente do Biodiesel na Amazônia**. Comunicado Técnico, Belém, ISSN 1517-2244, dez. 2004. Disponível em:

<<http://www.cpatu.embrapa.br/online/comunicado/com.tec.103.pdf/>>. Acesso em: 23 out. 2017.

GEHLING, Raquel. **Alternativas à matriz energética brasileira: o caso do biodiesel**. 2007. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: <<http://tcc.bu.ufsc.br/Economia293458>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

GELLER, Howard S. **Revolução energética: políticas para um futuro sustentável**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2003.

GOLDEMBERG, J. **O caminho até Joanesburgo**. In: TRIGUEIRO, A. (Coord.). Meio ambiente no século 21. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. p.170-181.

GOLDEMBERG, J; MOREIRA JR. **Política Energética no Brasil**. Estudos Avançados. 2005. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v19n55/14.pdf>> Acesso em: 18 julho 2017.

GOLDEMBERT, José; LUCON, Oswaldo. **Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Editora da Universidade de São Paulo, 3. ed. rev. e amp, 2011.

HAGE, José Alexandre Altahyde. **A estratégia brasileira para a energia e logística: breves comentários**. In: MENEZES, Wagner. Estudos de direito internacional: anais do 6º Congresso Brasileiro de **Direito Internacional**. Curitiba: Juruá, 2008. p. 251- 261 – v. XIII

JANK, Marcos Sawaya. **Etanol – mitos, exageros e preconceitos**. O Estado de São Paulo, São Paulo, 21 mar. 2007

Lago, André Aranha Corrêa do. Ministério das Relações Exteriores. **Conferências de Desenvolvimento Sustentável**. 2013. Disponível em: <<http://funag.gov.br/loja/download/1047-conferencias-de-desenvolvimento-sustentavel.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

LANGVIN, Mark S. **O Setor energético e as Relações Brasil Estados Unidos**. 2013. Disponível em: <<https://www.publicacoesacademicas.uniceub.br/relacoesinternacionais/article/download/2425/2067>>. Acesso em: 09 maio 2018.

LIMA, Renato. **Petrobras diminui a utilização de H-bio**. 2017. Disponível em: <<http://www.fecombustiveis.org.br/clipping/petrobras-diminui-a-utilizacao-de-h-bio/>>. Acesso em: 13 out. 2017.

LOPES, Laura. **O legado das discussões sobre meio ambiente na Rio 92**. 2007. Disponível em: <<http://reporterbrasil.org.br/2007/06/o-legado-das-discussoes-sobre-meio-ambiente-na-rio-92/>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

MAGALHÃES, Murilo Vill. **Estudo de utilização da energia eólica como fonte geradora de energia no brasil**. 2009. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://tcc.bu.ufsc.br/Economia291554>>. Acesso em: 15 maio 2017.

MATTAR, Fauze Najib. Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento, execução e análise. São Paulo: Atlas, 1993.

MCCABE, Janet. **Clean Power Plan: Power Plant Compliance and State Goals**. 2015. Disponível em: <<https://blog.epa.gov/blog/2015/08/clean-power-plan-power-plant-compliance-and-state-goals/>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

MINISTERIO DE MINAS E ENERGIA (Brasil). **Energia no mundo 2015 - 2016**. 2017. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/14+-+Energia+no+Mundo+-+Matrizes+e+Indicadores+2017+-+anos+ref.+2015+-+16+\(PDF\)/60755215-705a-4e76-94ee-b27def639806;jsessionid=23A29A5505323A1DD0ED0E7D02E956E2.srv155](http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/14+-+Energia+no+Mundo+-+Matrizes+e+Indicadores+2017+-+anos+ref.+2015+-+16+(PDF)/60755215-705a-4e76-94ee-b27def639806;jsessionid=23A29A5505323A1DD0ED0E7D02E956E2.srv155)>. Acesso em: 31 maio 2018.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Nacional de Eficiência Energética. Brasília**. 2011

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Matriz Energética Brasileira 2030**. Brasília. 2007.

MINISTÉRIOS DE MINAS E ENERGIA. **Resenha Energética Brasileira**. Brasília. 2015.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO (Brasil). **Progressão do biodiesel: mistura B8 é lei para 2017**. 2017. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/progressao-do-biodiesel-mistura-b8-e-lei-para-2017>>. Acesso em: 01 nov. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Acordo de Paris**. 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>>. Acesso em: 10 out. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC)**. 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>>. Acesso em: 10 out. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Matriz Energética**. 2010. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/matriz-energetica>>. Acesso em: 10 out. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Protocolo de Quioto**. 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-quioto>>. Acesso em: 10 out. 2017.

NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **CADERNOS NAE**, Brasília, n.2, jul. 2004.

PACHECO, Fabiana. **Energias Renováveis: Breves Conceitos**. Salvador: Conjuntura Econômica n. 149, 2006

PARENTE, E. J. de S., et al.. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza: Tecbio, 2003. 68p.

PETROBRÁS. Ministério das Minas e Energia. **BIOCOMBUSTÍVEIS: 50 PERGUNTAS E RESPOSTAS SOBRE ESTE NOVO MERCADO**. 2007. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/matprima1\\_000g7pcetcc02wx5ok0wtedt32e6jis7.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/matprima1_000g7pcetcc02wx5ok0wtedt32e6jis7.pdf)>. Acesso em: 13 abr. 2018.

PINHO, Lorena de Andrade; TEIXEIRA, Francisco Lima Cruz. **BIODIESEL NO BRASIL: UMA ANÁLISE DA REGULAÇÃO E SEUS REFLEXOS NA DIVERSIFICAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS USADAS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO**. 2015. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/rebap/article/viewFile/17212/11322>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

PINTO JUNIOR, Helder Queiroz; FEBRARO, Julia. **A Evolução Recente da Política Energética Americana: revisão de objetivos e mecanismos de incentivo**. 2017. Disponível em: <<https://6elae.aladee.org/webtree/submit/download.php?subId=295&final=yes>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo/RGS: Universidade Feevale, 2013.

REN 21, 2016 - REN21 – **Renewable Energy Policy Network for the 21st Century; Renewables 2016: Global Status Report**. Edição 2016. Disponível em: <[http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/11/REN21\\_GSR2016\\_KeyFindings\\_port\\_02.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/11/REN21_GSR2016_KeyFindings_port_02.pdf)>. Acesso em: 12 maio 2018.

SANTOS, Gesmar Rosa dos. **Financiamento público da pesquisa em energias renováveis no Brasil: a contribuição dos fundos setoriais de inovação tecnológica**. Rio de Janeiro: Ipea, 2015. Disponível em: <[http://ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td\\_2047.pdf](http://ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2047.pdf)>. Acesso em: 06 jun. 2017.

SCHWARTZMAN, S.; MOREIRA, A. G. **Protocolo de Kyoto e o mecanismo de desenvolvimento limpo**. In: MOREIRA, A. G.; SCHWARTZMAN, S. (Coords.). **As mudanças climáticas globais e os ecossistemas brasileiro**. Brasília: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2000. p. 23-33.

SEGURA, M. L. Revista Âmbito Jurídico - **Biodireito**, v. 15, n. 96, p. 1–7, 2011.

SUDBRACK, Miguel Eduardo Mendes. **O Desafio da Sustentabilidade Energética dos Estados Unidos da América: A formulação de uma política energética sustentável a base do etanol**. 2010. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Relações Internacionais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Cap. 4. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28374/000770824.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

SUERDIECK, Sidnei Silva. **Políticas públicas de fomento ao biodiesel na Bahia e no Brasil: impactos socioeconômicos e ambientais com a regulamentação recente**. Bahia Análise & Dados, Salvador, v. 16, n. 1, p. 65-

77, jun. 2006.

THE WORLD BANK DATA (Estados Unidos). Indicator - **Renewable electricity output (% of total electricity output)**.2017. Disponível em:

<<https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.RNEW.ZS?view=chart>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (Alemanha). **Kyoto Protocol**. 2014. Disponível em:

<[http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php)>. Acesso em: 08 out. 2017.