

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE ENERGIA

NILTON JOSÉ DE CARVALHO

A EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS ENERGÉTICOS NO BRASIL FRENTE
AOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

ITAJUBÁ
2019

NILTON JOSÉ DE CARVALHO

**A EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS ENERGÉTICOS NO BRASIL FRENTE
AOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências em Engenharia de Energia.

Área de Concentração: Exploração do uso racional de recursos naturais e energia.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Augusto Horta Nogueira

ITAJUBÁ
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE ENERGIA

NILTON JOSÉ DE CARVALHO

A EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS ENERGÉTICOS NO BRASIL FRENTE
AOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Dissertação Aprovada por banca examinadora em 08 de
Novembro de 2019, conferindo ao autor o título de **Mestre**
em Ciências em Engenharia de Energia.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Paulo Magalhães Filho – UNESP

Prof. Dr. Jamil Haddad - UNIFEI

Prof. Dr. Luiz Augusto Horta Nogueira (Orientador)

ITAJUBÁ
2019

DEDICATÓRIA

A Deus, pela luz que guia meus passos.

A minha família pelo amor e apoio.

AGRADECIMENTO

A toda minha família que sempre está ao meu lado e que com todo carinho me incentiva a buscar a realização dos meus sonhos.

Aos companheiros de trabalho do 9º Batalhão do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais – Varginha, que sempre me apoiaram, que contribuíram com trocas de horários de trabalho, para que eu pudesse realizar meus estudos na Universidade Federal de Itajubá – Campus de Itajubá, distante quase 180 Km do município onde resido e trabalho.

E finalmente ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz Augusto Horta Nogueira, por todo apoio desde o início desta jornada, pela constante paciência, orientação e por todos os ensinamentos.

Muito Obrigado!

RESUMO

Este trabalho apresenta a situação brasileira no que diz respeito aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), iniciativa lançada pelas Nações Unidas em 2015, apresentando dados sobre energia sustentável, como produção, acesso, demanda, eficiência e cobertura de serviços de energia entre a população.

Os dados empregados nesta análise foram retirados de órgãos oficiais do governo, responsáveis por estatísticas, planos e metas para o desenvolvimento no setor de energia. Este estudo justifica-se pela preocupação global com perspectivas de sustentabilidade e a correlação entre produção e uso de energia, considerando o crescimento populacional, a limitação dos recursos naturais, a produção de alimentos e a poluição atmosférica decorrente do uso de combustíveis fósseis. Na década de 80, o termo sustentabilidade foi definido como a capacidade de um indivíduo ou de um grupo de indivíduos atender às suas necessidades em um ambiente sem causar impactos nesse ambiente, e também garantir as mesmas condições para as gerações futuras.

Como grande produtor de energia, o Brasil tem um grande potencial de produção de energia a partir de recursos naturais, exigindo saber quanto é produzido de maneira sustentável e eficiente, e também quem tem acesso à energia.

O presente estudo indicou que o Brasil produz e utiliza energia predominantemente proveniente de recursos renováveis, bem como implantou nas últimas décadas programas nacionais para permitir que a maioria da população brasileira tenha acesso à energia moderna. Entretanto, as estratégias de eficiência energética, no marco dos objetivos propostos no âmbito dos ODS, devem ser reforçados.

PALAVRAS CHAVE: Perspectiva, Sustentabilidade, Objetivos, Eficiência Energética, Brasil.

ABSTRACT

This work presents the Brazilian situation with regards to the objectives proposed by the Sustainable Development Goals (SDG), an initiative put forward by United Nations, presenting data on sustainable energy, such as production, access, demand, efficiency and the coverage of energy services among the population. The data employed in this analysis were taken from official government agencies, responsible for develop statistics, plans and targets in the energy sector. This study is justified by the global concern with sustainability perspectives and closely related energy production and use, considering the population growth, depletion of natural resources, food production and atmospheric pollution from the use of fossil fuels. In the 80's sustainability was established as the ability of an individual or a group of individuals has to meet their needs in an environment without causing impacts to this environment, and also to ensure the same conditions for future generations. As a major energy producer, Brazil has a great potential for energy production from natural resources, demanding to know is how much is produced in a sustainable and efficient manner, and also who has access to energy. The current study indicated that Brazil produces and uses energy predominantly from renewable resources, as well as has deployed in the last decades national programs to allow the most of Brazilian population has access to modern energy, Nevertheless, the energy efficiency strategies, in the frame of objectives proposed by the SDG initiative, should be reinforced.

KEYWORDS: Perspective, Sustainability, Objectives, Energy Efficiency, Brazil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....	3
Figura 2. Investimento Global em tecnologia de energias renováveis 2004-2014.....	6
Figura 3. Objetivos de Desenvolvimento do Milênio lançado em 2000	12
Figura 4. Pessoas sem energia no mundo	13
Figura 5. Visão Geral dos países de Alto Impacto	14
Figura 6. Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	18
Figura 7. Taxa de desemprego no Brasil (2002-2015)	21
Figura 8. Oferta interna de energia elétrica por fonte 2017-2018 (%)	25
Figura 9. Matriz de oferta interna de eletricidade (%)	33
Figura 10. Preços médios anuais da Gasolina C e Etanol hidratado 2008-2018.....	40
Figura 11. Perfil da frota por tipo de combustível.....	41
Figura 12. Projeção da demanda de Etanol hidratado 2013 - 2050.....	41
Figura 13. Investimentos na cadeia de produção do Etanol (US\$ bilhões).....	42
Figura 14. Evolução da produção de cana de açúcar.....	43
Figura 15. Evolução da produção x consumo de Etanol (bilhões de litros/ano)	44
Figura 16. Teor de Biodiesel no óleo Diesel	46
Figura 17. Perspectiva da produção Nacional de Biodiesel (milhões de litros por dia).....	47
Figura 18. Capacidade instalada de produção e consumo de Biodiesel no Brasil.....	49
Figura 19. Emissões de CO2 para os anos de 1990 a 2012	49
Figura 20. Principais políticas de eficiência energética no Brasil.....	51
Figura 21. Modelo de etiqueta de eficiência energética utilizada no Brasil - 2014	51
Figura 22. Consumo de energia elétrica – Chuveiros elétricos – Edição 02/2014.....	52
Figura 23. Modelos de etiquetas de eficiência energética para fogões a gás – 2014 e veículos - 2016	53
Figura 24. Consumo médio por equipamento (kWh/ano/equipamento)	55
Figura 25. Matriz da Energia Elétrica do Brasil (2017)	63
Figura 26. Evolução da energia eólica no mundo (2010 - 2020)	67
Figura 27. Evolução da potência eólica instalada no Brasil entre 2010 e 2020.	68
Figura 28. Estimativa de investimentos em geração de energia até 2024.	69

Figura 29. Potencial de geração de eletricidade associado às instalações de processamento de Cana de açúcar (MW).....	71
Figura 30. Localização dos empreendimentos solares fotovoltaicos contratados no Leilão de Energia de Reserva de 2014.....	73
Figura 31. Brasil: capacidade instalada e energia solar gerada - 2014-2024.....	74
Figura 32. Efeito da eficiência energética em alguns países.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Consumo de energia per capita x IDH.....	9
Tabela 2. Indicadores Socioeconômicos do Brasil.....	21
Tabela 3. Capacidade de Geração no Brasil (jan-2018).....	23
Tabela 4. Participação de renováveis na matriz energética (%).....	24
Tabela 5. Total de geração por fonte (2016 a 2018).....	26
Tabela 6. Oferta Interna de Energia (10 ³ tep).....	27
Tabela 7. Brasil: Consumo de energia elétrica na rede– 2014/2013 (GWh).....	27
Tabela 8. Capacidade de geração de eletricidade por fonte (MW).....	28
Tabela 9. Consumo setorial de eletricidade no Brasil em 2015/2016 (%).....	29
Tabela 10. Porcentagem da população total com acesso a eletricidade 2000 a 2018.....	33
Tabela 11. Brasil: Investimentos no setor Elétrico 2014-2024 (R\$ Bilhões).....	34
Tabela 12. Alternativas para a Expansão da Oferta de Energia Elétrica no Período 2015-2030 (MW).....	35
Tabela 13. Acesso à energia elétrica e combustíveis limpos para cocção - Mundo (% da população).....	36
Tabela 14. Combustíveis para uso Residencial no Brasil - 2003.....	37
Tabela 15. Gasolina: Produção x Importação (10 ³ m ³).....	39
Tabela 16. Participação da hidroeletricidade na produção total de energia elétrica (%).....	62
Tabela 17. Total de energia gerada por fonte eólica e solar fotovoltaica em alguns países (GWh).....	64
Tabela 18. Evolução oferta interna de energia 2014-2024.....	65
Tabela 19. Estimativa da produção de Eletricidade (TWh).....	69
Tabela 20. Geração e potência instalada Solar no mundo (2016).....	72

SIGLAS E ABREVIATURAS

ABDIB	Associação Brasileira da Infraestrutura e Indústrias de Base
ABRAVA	Associação Brasileira de Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo, gás natural e biocombustíveis
BEN	Balanco Energético Nacional
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BIRD	Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe
CNODS	Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GEE	Gases do Efeito Estufa
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GWEC	Global Wind Energy Council
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDB	International Development Bank
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INEE	Instituto Nacional de Eficiência Energética
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IEA	International Energy Agency
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IVA	Imposto sobre o Valor Acrescentado
kW	Quilowatt ou Kilowatt
kWh	Quilowatt-hora ou Kilowatt-hora
MME	Ministério de Minas e Energia

OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OIEE	Oferta Interna de Energia Elétrica
ONU	Organização das Nações Unidas
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PIB	Produto Interno Bruto
PIS	Programas de Integração Social
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNE	Plano Nacional de Energia
PNUD /UNDP	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
SE4ALL	Sustainable Energy For All
TEP	Tonelada Equivalente de Petróleo
VBP	Valor Bruto de Produção

SUMÁRIO

CAPITULO 1. ENERGIA E SUSTENTABILIDADE	1
1.1 INTRODUÇÃO.....	1
1.2 OBJETIVO.....	2
1.3 METODOLOGIA.....	3
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	4
CAPITULO 2. ENERGIA E DESENVOLVIMENTO	5
2.1 ENERGIA E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO.....	5
2.2 DESENVOLVIMENTO DO SETOR ENERGÉTICO – INVESTIMENTOS EM ENERGIAS RENOVÁVEIS.....	6
2.3 ENERGIA E DESENVOLVIMENTO HUMANO.....	7
CAPITULO 3. AS INICIATIVAS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	11
3.1 METAS DE DESENVOLVIMENTO DO MILÊNIO	11
3.2 ENERGIA SUSTENTÁVEL PARA TODOS.....	12
3.3 OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	15
3.4 O OBJETIVO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL Nº 7 NO BRASIL.....	17
CAPITULO 4. BRASIL – PANORAMA SOCIOECONÔMICO E ENERGÉTICO	20
4.1 INDICADORES SOCIOECONÔMICOS DO BRASIL.....	20
4.2 SITUAÇÃO ENERGÉTICA ATUAL NO BRASIL	22
4.3 DEMANDA DE ENERGIA.....	26
CAPÍTULO 5. UMA VISÃO BRASILEIRA À LUZ DAS METAS DO ODS Nº 7.....	30
5.1 PLANOS E METAS ENERGÉTICAS DO BRASIL – MARCO LEGAL	30
5.2 UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ENERGIA ELÉTRICA.....	32
5.3 ACESSO A COMBUSTÍVEIS MODERNOS PARA COCÇÃO.....	36
5.4 COMBUSTÍVEIS PARA SETOR DE TRANSPORTE: ETANOL E BIODIESEL COMO ALTERNATIVAS MAIS EFICIENTES AO USO DE GASOLINA E DIESEL	38
5.4.2. Etanol	40
5.4.3. Biodiesel	45
5.4.4. Outras considerações	48
5.5 DUPLICAÇÃO DA TAXA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	50
5.6 COTA DAS FONTES RENOVÁVEIS NA MATRIZ BRASILEIRA.....	61
5.6.1. Energia hidráulica	65
5.6.3. Energia a partir de Biomassa	70

5.6.4.	Energia Solar.....	71
5.6.5.	Síntese dos resultados.....	75
CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....		78
6.1	<i>CONCLUSÕES.....</i>	<i>78</i>
6.2	<i>RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</i>	<i>82</i>
	<i>REFERÊNCIAS.....</i>	<i>83</i>

CAPITULO 1. ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

Neste capítulo se apresentam os conceitos básicos para esse estudo e se desenvolvem os objetivos e a metodologia utilizados para realização do trabalho.

1.1 INTRODUÇÃO

A transformação, transmissão, armazenamento e uso da energia de forma eficiente e consciente são fatores determinantes para o desenvolvimento sustentável de um país. No entanto, qual é o seu real significado? A palavra que do grego significa *energia* – atividade, é definida em termos gerais como a capacidade de produzir transformações num determinado sistema (GOLDEMBERG, 2010).

O ser humano necessita de energia para manter seu organismo em funcionamento através de atividades básicas como o aquecimento, locomoção, comunicação, visão, além de habilidades motoras essenciais como preparação de alimentos, trabalho e respiração, tornando-se imprescindível para a vida humana. No entanto, a questão sobre a forma como o homem a utiliza em suas diversas formas, a disponibilidade dos recursos energéticos e a influência da energia no desenvolvimento humano é uma preocupação recente, que ganha cada vez mais espaço em debates mundiais sobre o desenvolvimento global, possibilitando o surgimento do conceito da sustentabilidade, que em Latim significa “sustentare”, sustentação, favorecimento e conservação.

O termo sustentabilidade começou a ser propagado a partir da realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano – United Nations Conference on the Human Environment (UNCHE), em junho de 1972, na cidade de Estocolmo - Suécia, quando então se iniciou a discussão sobre assuntos relacionados ao meio ambiente e soluções para a preservação da humanidade, fazendo com que tal conceito ganhasse maior importância. No entanto, tal expressão apresentou dimensões maiores no Brasil após a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro em 1992, evento onde foi redigido o documento Agenda 21, visando ações para viabilizar um novo padrão de desenvolvimento ambientalmente racional. Tal documento evidenciou métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica, com enfoque nas políticas internacionais para apoiar o desenvolvimento sustentável dos países emergentes, contando com estratégias de combate à pobreza e à miséria, as mudanças necessárias a serem introduzidas nos padrões de consumo, além das inter-relações entre sustentabilidade e

dinâmica demográfica, propostas para a promoção da saúde pública e a melhoria da qualidade dos assentamentos humanos (BRASIL, 2019).

Em 1997, na cidade de Nova Iorque – Estados Unidos da América, aconteceu a 19ª Sessão Especial da Assembléia Geral das Nações Unidas, mais conhecida como Rio+5. Mais tarde, em 2002, foi realizada a Rio+10, na cidade de Johannesburgo-África do Sul, onde conforme o Relatório Especial da Câmara de Deputados (BRASIL, 2002), o tema energia foi inicialmente colocado em pauta, a partir de então o termo sustentabilidade vem sendo amplamente difundido e debatido, obtendo novas definições:

- a capacidade que o indivíduo ou um grupo de pessoas tem em se manterem dentro de um ambiente sem causar impactos a esse;
- soluções, caminhos e planos que busquem resgatar adoções de práticas sustentáveis na vida de cada pessoa e atinjam uma melhora comum;
- utilização inteligente dos recursos naturais, a fim de suprir as necessidades presentes sem interferência nas gerações futuras.

A sustentabilidade está associada ao meio ambiente e a tudo que esse envolve, relacionando-se com todos os demais setores da sociedade como educação, saúde, economia, cultura e desenvolvimento, tornando-se necessária a conscientização pessoal e a busca pelo cuidado do meio no qual se vive. A preservação da qualidade de vida e as condições de vida propriamente ditas dependem da forma como o ser humano utiliza dos recursos naturais, sendo este contexto o desenvolvedor o presente trabalho.

1.2 OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é apresentar a atual situação energética brasileira, bem como apresentar uma perspectiva energética no horizonte de 2030, frente as metas propostas pela iniciativa da ONU chamada de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS, mais especificamente o ODS número 7, que versa sobre energia acessível e renovável. Os ODS compõem a agenda 2030 e trata-se de uma iniciativa de ordem mundial, que dá sequência a outras iniciativas de desenvolvimento mundial elaboradas pela Organização das Nações Unidas nas últimas décadas (PNUD; IPEA, 2019).

Portanto, este trabalho visa avaliar o atual panorama do setor energético brasileiro e sua relação de contribuição para o desenvolvimento energético nos setores socioeconômicos, de sustentabilidade energética e de preservação do meio ambiente, apresentando ao final uma visão perspectiva da situação energética brasileira no horizonte de 2030 frente aos objetivos

propostos pelos ODS, no que tange as questões energéticas. A figura 1 apresenta os objetivos da iniciativa ODS, que serão melhor explanados no Cap. 3 deste trabalho.

Figura 1. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: PNUD, 2018.

1.3 METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado através de pesquisa documental exploratória para o levantamento de dados sobre as perspectivas energéticas do Brasil para 2030. Foram realizadas as coletas de informações estatísticas fornecidas por órgãos oficiais do governo brasileiro, como o Ministério de Minas e Energia – MME, Empresa de Pesquisa Energética – EPE, Agência Nacional do Petróleo – ANP, Instituto Brasileiro de Geografia e estatística – IBGE, bem como de órgãos internacionais como a Organização das nações Unidas – ONU, World Bank, International Energy Agency - IEA e Inter American Development Bank – IDB e United Nations Development Programme – UNDP, relacionados ao gerenciamento do banco de dados energéticos e de desenvolvimento em termos globais.

A pesquisa também contou com publicações de diversos autores vinculados ao setor de energia, publicações acadêmicas, monografias e consulta via internet, através de sites oficiais. O objetivo da pesquisa é apresentar os dados energéticos brasileiros, de forma que

possam ser analisados sob o ponto de vista dos ODS, apresentando um parecer sobre a situação energética atual e uma perspectiva de futuro no horizonte de 2030.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Após este primeiro capítulo que apresenta e introduz este trabalho, no capítulo seguinte se desenvolvem conceitos sobre energia e como esse recurso é imprescindível para a preservação ambiental, bem como para o desenvolvimento econômico, tecnológico e humano. No terceiro capítulo é apresentado a iniciativa das Organizações Unidas, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, como surgiu, suas metas e sua abrangência. No quarto capítulo é apresentado um panorama socioeconômico do Brasil e sua atual situação energética, produção, distribuição e consumo. No quinto capítulo se desenvolve uma visão brasileira à luz das metas dos ODS em termos de energia e sustentabilidade energética, onde são apresentados dados referentes ao acesso à energia elétrica, acesso à combustíveis modernos para cocção, taxa de eficiência energética e cota de fontes renováveis de energia. E por fim, no capítulo sexto são apresentadas as conclusões do presente estudo e seguem as recomendações para trabalhos futuros.

CAPITULO 2. ENERGIA E DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo se apresenta a energia como base para o desenvolvimento sustentável dos setores econômico, tecnológico e humano, de modo a fundamentar os demais capítulos deste trabalho.

2.1 ENERGIA E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

A energia é o recurso principal para qualquer atividade, sendo essencial para o desenvolvimento socioeconômico de uma nação.

O estudo de Montoya (2013) realizado com base no modelo insumo-produto, estima que no Brasil, em 2009, a participação do setor de energia geral no PIB foi de 5,5%, e a contribuição deste setor para Valor Bruto da Produção (VBP) foi de 7,8%, confirmando o uso generalizado de energia como insumo intermediário para outros setores. Ainda de acordo com este estudo, determinou-se para a energia no Brasil um fator de multiplicação de 3,629, expressando que quando uma quantidade adicional de energia equivalente a R\$ 1.000,00 é produzida e consumida, induz um aumento global de R\$ 3.629,00 na produção econômica brasileira (MONTROYA 2013). Da mesma forma, quando se tem um recuo na taxa de crescimento do setor energético em termos de produção renovável e aumento do uso de fontes não renováveis, observa-se um impacto direto na economia do país.

Em 2016, com a queda de investimentos e a queda no preço do barril de petróleo, tal setor enfrentou uma crise severa. A oferta interna de energia atingiu 288,3 Mtep, redução de 3,8% em relação a 2015, impactando na contração de 3,6% no PIB nacional (IBGE, 2016). O principal investidor no setor de petróleo no Brasil foi o governo federal através da estatal Petrobras, mesmo possuindo uma contribuição privada notável. A energia representa em média 10,7% da formação bruta de capital fixo (FBCF) no Brasil (ABDIB, 2012). O setor de petróleo e gás foi responsável por uma parcela crescente das receitas e investimentos no setor de energia, porém nos últimos três anos passa por uma vasta crise do segmento através da severa redução de investimentos, que mesmo com o aumento na produção obteve um resultado de alto endividamento e queda no valor das ações.

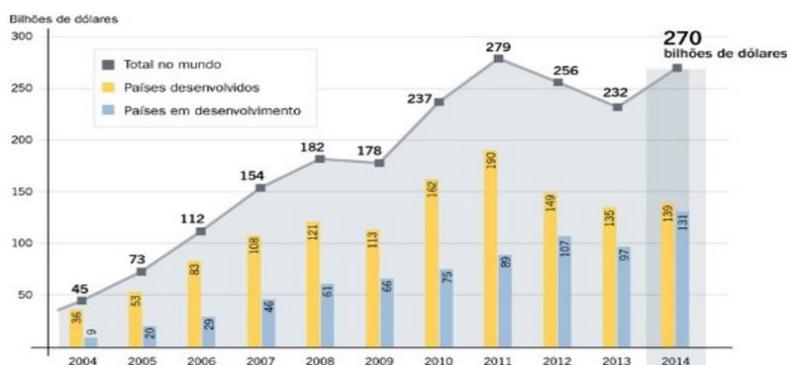
A participação do segmento de petróleo e gás natural no PIB (Produto Interno Bruto, que mede a soma de riquezas produzidas no país) do Brasil aumentou de 3% em 2000 para 12% em 2010 e chegou a 13% em 2018, devido aos investimentos da Petrobrás no período de 2014 a 2018, com perspectiva de dobrar a produção de petróleo até 2020, quando chegará a 4,2 milhões de barris de petróleo produzidos diariamente.

A busca por políticas mais apropriadas para tornar o planejamento energético eficaz requer que, inicialmente, se identifiquem os determinantes de maior relevância para a evolução do setor de energia dentro do horizonte estudado. A análise dos determinantes econômico-energéticos constitui-se em parte fundamental do processo de elaboração de estudos prospectivos. A evolução do contexto energético moldará a ambiência na qual os agentes do setor irão atuar e se posicionar estrategicamente. Dessa forma, a matriz energética de um determinado período reflete a interação das decisões correntes e passadas, tomadas pelos agentes setoriais dentro de um contexto energético específico, no caso deste trabalho, as fontes renováveis de energia.

2.2 DESENVOLVIMENTO DO SETOR ENERGÉTICO – INVESTIMENTOS EM ENERGIAS RENOVÁVEIS

Diante da atual situação energética mundial, associada às metas de preservação do planeta, é imprescindível que se invista massivamente no desenvolvimento de tecnologias eficientes de produção, armazenamento e uso de energia, a fim de atenderem a demanda energética de uma nova geração que, a cada vez mais, tem acesso a bens de consumo antes inacessíveis, como automóveis, eletrônicos, eletrodomésticos, alimentos, entre outros. A figura 2 aponta os investimentos globais na década de 2004 a 2014 em energias renováveis no mundo, tornando possível a percepção da evolução dos investimentos: de 45 bilhões de dólares em 2004 para 270 bilhões em 2014 (UNEP e BENEFF, 2015).

Figura 2. Investimento Global em tecnologia de energias renováveis 2004-2014



Fonte: UNEP e BENEFF, 2015.

A busca do desenvolvimento tecnológico contribui significativamente para a superação de desafios ligados a um abastecimento energético confiável, eficiente, seguro,

ambientalmente aceitável e economicamente viável, em benefício da sociedade. Uma tecnologia que ofereça qualidade superior, mesmo a custos eventualmente mais elevados, pode mudar drasticamente o estilo de vida e a forma do uso de energia pela população. A larga difusão do uso de eletricidade a partir do final do século XIX, por exemplo, proporcionou mudanças significativas nos processos produtivos e no padrão de vida das pessoas. Por sua vez, as máquinas a vapor alimentadas por carvão mineral estimularam a industrialização, enquanto os motores de combustão interna proporcionaram melhores condições de transporte.

Ao lado da demanda, equipamentos mais eficientes e menos poluentes têm sido recorrentemente colocados à disposição do mercado consumidor, contribuindo para uma maior eficiência energética e econômica. A diversificação da Matriz Energética Brasileira é uma das alternativas para aumentar a segurança no abastecimento de energia elétrica, além de permitir a valorização das características e potencialidades locais e regionais. Essas medidas requerem grandes investimentos em fontes limpas de energia, e gradativamente a redução do uso de fontes poluentes.

No Brasil, os trabalhos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico voltados a enfrentar a necessidade crescente de energia e reduzir os impactos ambientais do uso de combustíveis fósseis são modestos, e limitam-se a acompanhar o que é feito no exterior, sendo os investimentos mais significativos na produção de hidroeletricidade e recentemente em usinas eólicas. Há um grande mercado para as fontes renováveis de energia, principalmente a eólica e a solar fotovoltaica, que pode contribuir significativamente para a economia do país, gerando empregos e garantindo alternativas energéticas confiáveis. O domínio tecnológico dessas fontes de energia é que determina a viabilidade de suas aplicações no mercado.

2.3 ENERGIA E DESENVOLVIMENTO HUMANO

O fator energia encontra-se ligado ao Índice de Desenvolvimento Humano de uma sociedade e seu fator produtivo. Países mais desenvolvidos consomem mais energia em detrimento de outros países subdesenvolvidos ou em processo de desenvolvimento. Segundo o PNUD (2013), alcançar o desenvolvimento sustentável depende de como uma sociedade produz, distribui e consome energia, fatores que influenciam sérias implicações sobre o meio ambiente e se encontram relacionados ao comportamento humano. Estima-se que atualmente

1,1 bilhões de pessoas no mundo vivem sem eletricidade em suas casas e que cerca de 40% da população mundial ainda utilize combustíveis poluentes para cozinhar ou se aquecer, como querosene, madeira, carvão vegetal e esterco. Essas vivem, em sua maioria, em países subdesenvolvidos do continente africano e asiático, e em países latino americanos. Tal situação provoca a morte de aproximadamente 800.000 crianças ao ano por motivo de doenças respiratórias (NAÇÕES UNIDAS, 2015).

A falta de eletricidade impossibilita o desenvolvimento econômico e social. Não há como captar água por bombeamento elétrico, manter sistemas de refrigeração de alimentos e produtos de saúde, como medicamentos, além de impossibilitar que as crianças possam estudar em condições dignas no período noturno. A energia é a primeira medida para o alívio da situação de extrema pobreza, podendo proporcionar o mínimo necessário para a vida de tais pessoas. Em todos os setores da sociedade, os conceitos de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade têm ganhado cada vez mais espaço, por isso é necessário compreender melhor sobre as bases em que se fundamenta a noção atual de desenvolvimento.

Segundo Pizzi (2005), desenvolvimento pode ser concebido de cinco maneiras diferentes: a) desenvolvimento autêntico, que se refere à instância material, dependente do desenvolvimento tecnológico e econômico que visa o aumento nos níveis de vida dos indivíduos; b) o mal desenvolvimento, que contribui para as desigualdades sociais; c) o desenvolvimento destruidor, que não releva os aspectos sociais, ambientais e morais em função do desenvolvimento puramente econômico; d) o desenvolvimento sustentável, que se alicerça no equilíbrio do ambiente, dos recursos e dos bens e; e) o desenvolvimento emancipável que visa à autonomia nas práticas sociais dos indivíduos, abrangendo as dimensões econômicas, sociais, políticas, culturais, a plenitude da vida e um ambiente saudável.

O desenvolvimento de uma sociedade está ligado às atividades em geral que cerceiam seu modo de vida e anseios, tais como os avanços dos transportes, das indústrias, do acesso à informação, do consumo de produtos e acesso aos mais variados tipos de serviços. A medida em que esse desenvolvimento exige novas demandas de acesso a fontes energéticas, aumenta-se também o fosso existente entre as diferentes classes sociais. Os modelos de desenvolvimento descrevem a trajetória das sociedades em busca dos fins como desejáveis. Sua expressão material encontra-se nos modelos de produção e de consumo, que pressupõem determinados padrões de distribuição dos recursos, benefícios e custos de desenvolvimento entre os diferentes grupos sociais (ACSELRAD; LEROY, 1999).

Estudos demonstram que há existência de um vínculo estreito entre energia e desenvolvimento, devido ao papel importante que os recursos energéticos representam na oferta de serviços para o bem-estar das pessoas e para a movimentação das atividades produtivas. Segundo o PNUD, o conceito de desenvolvimento pode ser definido como um processo de ampliação das escolhas das pessoas, para que elas tenham capacidades e oportunidades de serem aquilo que desejam ser. As medidas dessas condições geram um indicador conhecido como Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, que é um fator que mede o desempenho geral de um país com base em três dimensões: longevidade, nível educacional e renda. Ainda segundo o PNUD, conforme Relatório de Desenvolvimento Humano de 1999, para avaliação do IDH de um país deve-se levar em conta o consumo de energia per capita, uma vez que, quanto maior o IDH, maior o consumo energético. A tabela 1 correlaciona o consumo de energia per capita e o IDH de alguns países. Em muitos estudos essa afirmação é contestada, uma vez que há a possibilidade da existência de países que apresentem IDH similares com níveis de consumo energéticos distintos. No entanto nota-se que quanto maior a industrialização de um país, o poder aquisitivo de bens de consumo e de serviços, maior sua demanda energética.

Tabela 1. Consumo de energia per capita x IDH

Consumo de energia per capita (tep/ano e MWh/ano) x IDH no mundo						
País	2003			2013		
	tep/ano	MWh/ano	IDH	tep/ano	MWh/ano	IDH
EUA	7,16	83,27	0,937	6,91	80,36	0,937
Rússia	4,94	58,93	0,779	5,09	59,19	0,788
Japão	3,90	45,36	0,932	3,57	41,52	0,912
Itália	2,81	32,68	0,916	2,58	30,00	0,881
China	1,81	21,05	0,721	2,23	25,93	0,699
Brasil	1,36	15,82	0,775	1,44	16,74	0,731
Indonésia	0,87	10,12	0,682	0,85	9,88	0,629
Nigéria	0,71	8,26	0,463	0,77	8,95	0,471
Índia	0,56	6,51	0,590	0,61	7,09	0,554
Paquistão	0,49	5,70	0,499	0,47	5,69	0,515

Fonte: PNUD, World Bank (2016).

Segundo Goldemberg (2010), no país onde o consumo de energia comercial per capita está abaixo de uma tonelada equivalente de petróleo (tep) por ano, as taxas de analfabetismo, mortalidade infantil e fertilidade total são altas, enquanto a expectativa de vida é baixa. Na medida em que o consumo de energia comercial per capita aumenta para valores acima de duas ou mais tep, como é o caso dos países desenvolvidos, as condições sociais melhoram de forma considerável.

A garantia de acesso à energia somente é possível mediante ao aumento da produção, na variabilidade dos meios de produção, do uso racional dos recursos naturais, no uso de novas tecnologias mais eficientes e limpas e na distribuição dessa energia. No entanto, esses processos enfrentam problemas econômicos, ambientais, de infraestrutura e domínio tecnológico. Como forma de superar esses obstáculos e maximizar o acesso à energia e o desenvolvimento social, o Brasil desenvolveu programas com a função de avançar na melhoria da qualidade de vida das populações carentes, como o programa Auxílio Gás em 2001 e Bolsa Família em 2003, que garantem um auxílio financeiro mensal às famílias de baixa renda que mantém a frequência das crianças nas escolas. Em 2004 foi implantado o Programa Luz para Todos, cujo objetivo era eletrificar todos os domicílios do Brasil até o ano de 2008, sendo prorrogado até 2018 através do decreto 8.387 de 20 de dezembro de 2014. O programa atendeu até o final de 2014, cerca de 15,3 milhões de pessoas (mais de 03 milhões de famílias), e demandou investimentos da ordem de R\$ 22,7 bilhões de reais. Porém, estima-se que 1% da população brasileira ainda não tenha acesso a energia elétrica, vivendo exclusivamente em regiões rurais e de difícil acesso das regiões mais pobres do país.

A problemática da inclusão energética como fator de desenvolvimento humano transcendem as ações voltadas a solução do problema, sendo necessário que seja analisado como uma problemática sócio científica, mediante ações que proporcionem uma abordagem mais abrangente sobre o tema energia, como questionamentos das ações e aplicações da ciência e da tecnologia; a compreensão e o questionamento da própria construção do conhecimento científico; os debates sobre a neutralidade da ciência; as relações dinâmicas do desenvolvimento; a compreensão dos conceitos relacionados à energia; a compreensão das relações complexas que envolvem a produção e o consumo de energia (LOPES, 2009).

Deve-se socializar o conhecimento sobre a importância da energia, desenvolver a conscientização sobre a produção e o consumo, bem como sobre os impactos gerados na produção e os meios para minimizá-los. Disseminar informações sobre a importância da energia no âmbito familiar, nas escolas, nas universidades, também são medidas de desenvolvimento e inclusão energética a serem implementadas e divulgadas.

CAPITULO 3. AS INICIATIVAS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Neste capítulo se apresentam as iniciativas de Desenvolvimento Sustentável elaboradas pela Organização das Nações Unidas, como surgiram, suas metas e abrangências. Os ODS constituem o pano de fundo do presente estudo, considerando as condições energéticas brasileiras à luz de suas metas.

3.1 METAS DE DESENVOLVIMENTO DO MILÊNIO

Os recursos energéticos sustentáveis formam uma linha tênue que liga o crescimento econômico ao desenvolvimento de uma nação, proporcionando uma maior equidade social, a preservação do meio ambiente e ainda contribui para que o mundo prospere. Onde os recursos energéticos não renováveis são abundantes, há um grande problema de geração de resíduos e poluição atmosférica decorrentes da queima de combustíveis fósseis, contribuindo para alteração do clima na terra, afetando todas as demais condições de vida no planeta.

Os princípios do desenvolvimento sustentável estão implícitos em muitas das conferências da ONU, com temas voltados a preservação ambiental, uso racional dos recursos naturais, emissão de gases de efeito estufa, mudança do clima, desenvolvimento humano, temas que trazem grande preocupação mundial e que geram grandes implicações em questões socioeconômicas e políticas. Em 1996, a ONU e a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE, que é uma organização internacional, composta por 37 países desenvolvidos, com sede em Paris na França, elaboraram um documento chamado *Shaping the 21th Century: The Contribution of Development Cooperation*, que traduzido, *Moldando o Século 21: A contribuição da cooperação para o desenvolvimento*. O documento fixava objetivos e metas para 2015, divididos em três áreas: desenvolvimento econômico, social e sustentabilidade ambiental. Mais tarde esse documento daria origem ou complementaria outro documento com metas voltadas ao desenvolvimento sustentável, chamado *Metas de Desenvolvimento do Milênio*, ou, *Millennium Development Goals – MDGs*.

Segundo Hulme (2007), o documento lançado pela ONU em 2000, pelo então Secretário Geral Kofi Annan, representava uma mudança de foco, tratando o Desenvolvimento como sinônimo da erradicação da pobreza no mundo. Ainda em 2000, foi realizada a Cúpula do Milênio, em Nova York, onde foi aprovada a Declaração do Milênio. Tal documento trouxe uma série de compromissos apresentados na figura 3, que se cumpridos

nos prazos fixados, segundo os indicadores, deveriam melhorar o destino da humanidade neste século.

Figura 3. Objetivos de Desenvolvimento do Milênio lançado em 2000



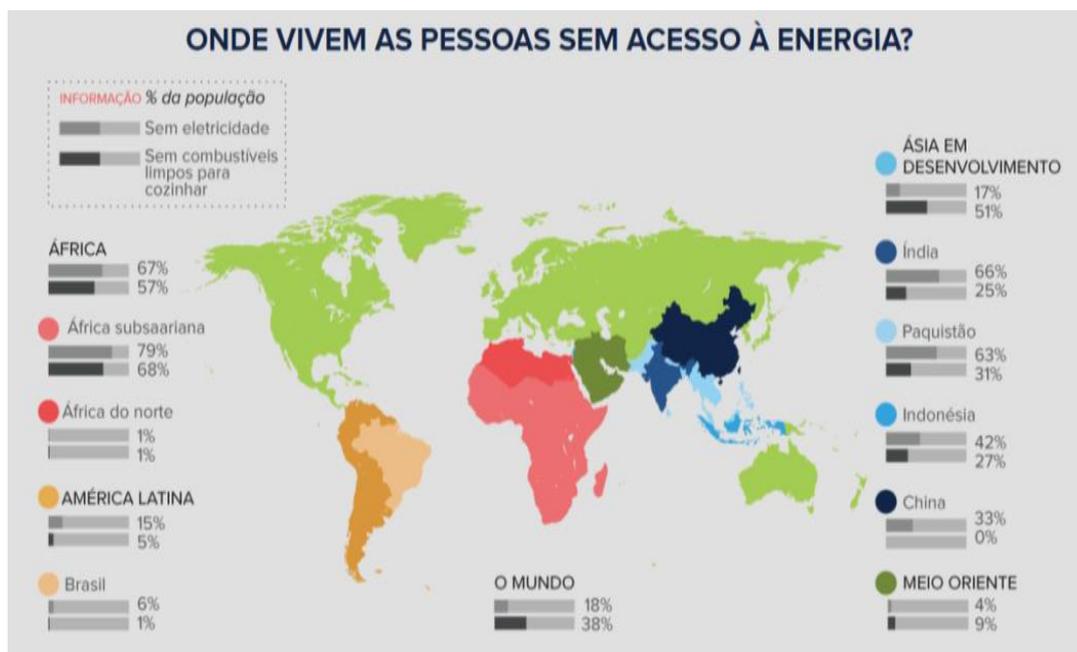
Fonte: PNUD Brasil, 2018.

As Nações Unidas, a partir de 1960, ajudou a estabelecer prioridades e metas através de uma série de estratégias internacionais de desenvolvimento social, econômico e humano. E como fator principal de desenvolvimento, o tema energia ganha cada vez mais atenção. Em 2011 a ONU lança o programa Energia Sustentável para Todos, com metas para 2030.

3.2 ENERGIA SUSTENTÁVEL PARA TODOS

Incorporada pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, lançados em 2015, a iniciativa Energia Sustentável para Todos (Sustainable Energy For All – SE4ALL) de 2011, foi baseada em 02 desafios considerados urgentes relacionados à energia: levar energia a 1,2 bilhões de pessoas no mundo, que segundo os relatórios recentes de monitoramento dos ODS, ainda não têm acesso à energia elétrica; e dar acesso a combustíveis modernos para 2,8 bilhões de pessoas que ainda dependem de combustíveis primitivos para cozinhar, aquecer e para iluminação, limitando essas pessoas a alcançarem melhores condições de vida, e mantendo-as em condições de extrema pobreza (IEA, 2017). A figura 4 apresenta a localidade onde vivem essas pessoas. (PNUD, 2013).

Figura 4. Pessoas sem energia no mundo



Fonte: PNUD, 2013.

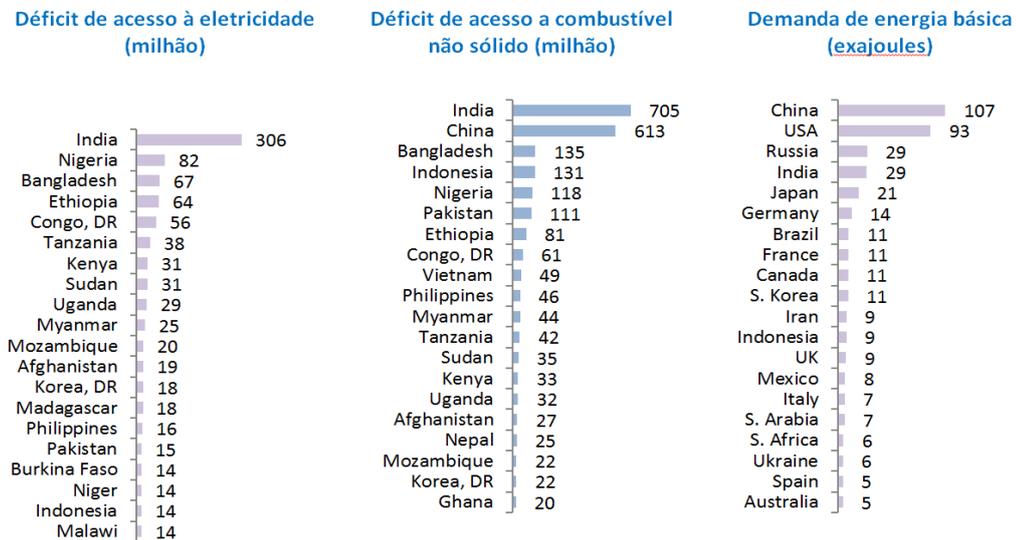
O programa SE4ALL lançado em Setembro de 2011 pelo então Secretário Geral das Nações Unidas, Ban Ki-moon, foi incorporado ao ODS 7, que visa catalisar uma transformação no sistema energético mundial, com empenho de trilhões de dólares, a fim de eliminar a pobreza energética, integrar os sistemas energéticos convencionais e renováveis, combater as alterações climáticas e compartilhar da prosperidade mundial com os menos favorecidos através do acesso à energia e, conseqüentemente, proporcioná-los possibilidades de desenvolvimento social e econômico.

As metas da iniciativa SE4ALL estimadas para 2030, agora descritas no ODS 7, são: garantir acesso universal a serviços modernos de energia; dobrar a cota global de eficiência energética; aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global; fortalecer a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa de tecnologias de energia limpa; viabilizar tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e expandir a infraestrutura para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento.

A figura 5 apresenta três grupos de países, dois destes sobrepostos de 20 países na Ásia e África que respondem por cerca de dois terços do déficit de eletrificação global e quatro quintos do déficit global no acesso a combustíveis não sólidos. O terceiro grupo de 20 economias emergentes e de renda elevada responde por quatro quintos do consumo global de

energia. Alcançar o objetivo de acesso universal dependerá, essencialmente, do progresso que pode ser feito nesses países (WORLD BANK, 2013).

Figura 5. Visão Geral dos países de Alto Impacto



Fonte: World Bank, 2013

O Brasil não faz parte dos grupos de países de alto impacto, tendo em vista que possui uma matriz energética predominantemente renovável e diversificada, entre outros fatores que serão apresentados ao longo deste trabalho.

O programa SE4ALL construiu uma grande rede de centros regionais espalhados estrategicamente pelo mundo que serve como um facilitador na obtenção de dados e na elaboração de novas iniciativas, contribuindo para a implementação do programa a nível mundial, construindo assim uma rede de conhecimento trabalhando em conjunto para alcançar a energia sustentável para todos. Os centros regionais foram destacados por regiões cuja ação do programa tem maior impacto, apoiados pelos respectivos órgãos de desenvolvimento, como: Banco Mundial (IRBD); Na África: Banco Africano de Desenvolvimento e Nova Parceria para o Desenvolvimento da África (NEPAD) e PNUD; Na Europa e Ásia Central: Banco Europeu de Reconstrução e Desenvolvimento (BERD); Na América Latina: Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), em conjunto com a Comissão Econômica para América Latina e Caribe (CEPAL); Na Ásia Pacífico: Banco Asiático de Desenvolvimento (ABD) juntamente com a Comissão Econômica e Social das Nações Unidas para a Ásia e Pacífico (UNESCAP) e PNUD. Para as questões tecnológicas de desenvolvimento energético, há centros temáticos: na Dinamarca: Universidade Técnica da Dinamarca (TDU); Nos

Emirados Árabes: Agência Internacional de Energias Renováveis (IRENA); Na Índia: Instituto de Energias e Recursos (TERI) e no Japão: Centro de Conservação de Energia (ECCJ), todos voltados exclusivamente para atender os objetivos propostos, antes pelo SEA4ALL, e agora pela agenda dos ODS.

3.3 OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Conforme apresentado no Cap. 1, a agenda 2030 contém os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável que sucedem os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. Lançados em setembro de 2015 durante a 70ª Assembléia Geral das Nações Unidas, a nova Agenda para o Desenvolvimento Sustentável conta com 17 Objetivos e 169 metas, com vigência entre 2015 e 2030. Desde 1960, a ONU promoveu diversas conferências e acordos, para tratar em âmbito global, das mais diversas questões que afligem a humanidade, e ao longo dos anos, esses encontros acumularam assuntos e ações importantes em diferentes áreas, como a Eco-92 no Rio de Janeiro, voltadas para a questão ambiental, a Conferência em Viena sobre direitos humanos em 1993, a Conferência no Cairo sobre questões populacionais em 1994, a Conferência em Beijing sobre as mulheres em 1995, as Conferências das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas que vem acontecendo desde 1995 (COP), o Fórum Mundial de Educação, em Dakar, no ano de 2000 e a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável em 2012 (Rio+20).

Dos objetivos:

1. Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares;
2. Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável;
3. Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades;
4. Assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos;
5. Alcançar a igualdade de gênero;
6. Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e o saneamento para todos;
7. Assegurar a todos o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia;
8. Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos;
9. Construir infraestrutura capaz de promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;

10. Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles;
11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros e sustentáveis;
12. Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis;
13. Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e os seus impactos;
14. Conservar e usar sustentavelmente os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável;
15. Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade;
16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis;
17. Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

Alcançar os objetivos e metas dos ODS exige um plano de ação que envolva todas as nações, com a finalidade de ajudar o próximo, preservar o planeta e a prosperar, e ainda, através dessa cooperação mútua, fortalecer a paz universal. São objetivos e metas claras, para que cada país atue conforme suas prioridades, orientando suas ações a fim de garantir melhores condições de vida para as pessoas, tanto no presente quanto no futuro. Diferente dos ODM, os novos 17 objetivos que somam mais que o dobro dos anteriores e possuem ampla abrangência nos aspectos socioeconômicos, culturais, ambientais, tais como combate à pobreza e à fome, igualdade de gênero, padrões de consumo, educação inclusiva e manejo sustentável de recursos naturais. São metas ambiciosas a serem alcançadas num curto espaço de tempo, que despertam o ceticismo de alguns, enquanto representam grande esperança para muitos, uma vez que simboliza a reunião de todos os temas importantes voltados à paz, igualdade e qualidade de vida num só documento, uma vez que tentativas anteriores foram tratadas isoladamente.

Conforme o Relatório dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio de 2015, as metas propostas não foram plenamente alcançadas, mas apresentaram avanços significativos e houveram progressos importantes mesmo nos países mais pobres, o que encoraja a vencer os desafios dos ODS até 2030. Dentre todos os resultados positivos alcançados podemos citar a redução do número de pessoas que viviam com menos de 1,25 dólares ao dia, que diminuiu de 1,9 bilhões em 1990 para 836 milhões em 2015; o número de crianças fora da escola diminuiu de 100 milhões, em 1990, para 57 milhões, em 2015; a quantidade de pessoas em

situação de desnutrição no mesmo período caiu de 23% da população mundial para 13%; o número de infecções pelo vírus HIV diminuiu em 40%, entre 2000 e 2013, e o diagnóstico e tratamento da tuberculose salvaram um número estimado de 37 milhões de vidas no mesmo período; mais de 6,2 milhões de mortes por malária foram evitadas entre 2000 e 2015 e o percentual da população global com acesso a água potável passou de 76%, em 1990, para 91%, em 2015 (PNUD, 2016). Ainda segundo o relatório dos ODM 2015, a taxa de crianças que morrem antes do seu quinto aniversário diminuiu em mais da metade, caindo de 90 para 43 mortes por mil nascidos vivos desde 1990. O documento destaca que os ganhos significativos foram feitos em várias metas dos ODM em todo o planeta, mas o progresso tem sido desigual entre regiões e países, com muitas adversidades a serem vencidas, podendo citar como conflitos armados, desigualdade de gênero e desigualdades sociais.

A ONU espera que todas as experiências dos ODM, sucessos e fracassos, sejam utilizadas nos ODS em prol do alcance das metas da nova agenda pós 2015, além de proporcionar a união das nações em prol do alcance de seus objetivos.

3.4 O OBJETIVO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL Nº 7 NO BRASIL

Segundo o Instituto de pesquisas Econômica Aplicada - IPEA, em documento apresentado no 8º Fórum Mundial da Água Brasília, de 18 a 23 de março de 2018, o Brasil foi o primeiro país da América Latina a constituir um arranjo institucional com representação paritária entre governo e sociedade civil, dedicados ao processo de coordenação de políticas para implementação da Agenda 2030, através da edição do Decreto 8.892/2016, que institui a Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (CNODS) – Figura 6, que tem dentre suas competências elaborar o plano de ação para implementação da Agenda 2030; propor estratégias, instrumentos, ações e programas para a implementação dos ODS; acompanhar e monitorar o desenvolvimento dos ODS, bem como elaborar relatórios periódicos; elaborar subsídios para discussões sobre o desenvolvimento sustentável em fóruns nacionais e internacionais; identificar, sistematizar e divulgar iniciativas que colaborem para o alcance dos ODS; e promover a articulação entre órgãos e entidades públicas das unidades federativas para a disseminação e a implementação dos ODS em níveis municipais, estaduais e federais.

Figura 6. Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: IPEA, (2017).

Em outubro de 2017, a CNODS aprova o plano de ação para a implementação e disseminação dos ODS no Brasil, possuindo por finalidade criar mecanismos que permitam a articulação de instancias governamentais e sociedade civil, entre outros órgãos, que, com assessoramento técnico permanente do IPEA e IBGE, possam concretizar os objetivos da agenda 2030.

No que se refere especificamente ao ODS N° 7, energia acessível e renovável, pode-se ressaltar que o Brasil é um país privilegiado e tem potencial para lograr êxito no alcance das metas identificadas pelo documento devido ser amplamente dotado de recursos naturais. Entretanto, a energia elétrica e os combustíveis no país estão entre os mais caros do mundo, mesmo com a expansão da infraestrutura de energia renovável e dos programas de acessibilidade, que serão vistos no capítulo a seguir.

O ODSN 7 tem as seguintes metas para 2030:

- Garantir o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia, para todos;
- Aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global;
- Dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética;
- Reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de

combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa;

- Expandir a infraestrutura e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, particularmente nos países de menor desenvolvimento relativo, nos pequenos Estados insulares em desenvolvimento e nos países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio.

Nota-se que as metas englobam os objetivos propostos anteriormente pelo SE4ALL, lançado em setembro de 2011, conforme apresentado no item 3.2 deste trabalho. Portanto, no Capítulo 4 a seguir, são apresentados os atuais dados socioeconômicos e energéticos brasileiros e no Capítulo 5, as perspectivas energéticas no horizonte de 2030.

CAPITULO 4. BRASIL – PANORAMA SOCIOECONÔMICO E ENERGÉTICO

Neste capítulo se apresenta de modo sucinto uma visão socioeconômica do Brasil e sua atual situação energética, componentes essenciais para introdução da análise de suas perspectivas energéticas no horizonte de 2030.

4.1 INDICADORES SOCIOECONÔMICOS DO BRASIL

O Brasil é um país amplo e diversificado, segundo projeção IBGE (2018), possuindo ao final de 2017 cerca de 207,7 milhões de habitantes, um território de 8,5 milhões de quilômetros quadrados. O país é dividido em 27 unidades federativas, sendo 26 Estados e um Distrito federal, totalizando 5.435 municípios. A maior parte da população, cerca de 42%, vive na região sudeste, considerada a mais rica; 30% vivem no Nordeste e cerca de 16% no Sul, caracterizando uma distribuição populacional irregular, podendo ser observados nos dados da densidade demográfica, tendo o Sudeste possuindo 87 Hab./Km², 4,1 Hab./Km² no Norte e 8,7 Hab./Km² no Centro-oeste. A população vive, em sua maioria, em regiões urbanas, 39% em cidades com mais de um milhão de habitantes. A taxa de crescimento da população apresenta queda significativa, cerca de 3% entre 1950-1960, 1% entre 2000-2010 e 0,8% entre 2011 a 2018 (IBGE, 2018).

A tabela 2 apresenta os indicadores socioeconômicos do Brasil, tornando possível a observação de que o país presenciou mudanças relevantes nas últimas décadas. Entre 1990 e 2017, o produto interno bruto (PIB) per capita (em dólares correntes dos EUA) aumentou cerca de 56%, enquanto a taxa de mortalidade infantil diminuiu 74% e a expectativa de vida ao nascer aumentou em 11%. É notório que as condições gerais de vida melhoraram, embora a desigualdade persista na distribuição de renda, como indicado pelo índice de Gini, instrumento utilizado para medição da concentração financeira em um determinado grupo, tendo o Brasil apresentado um dos mais altos no mundo, colocando o país nas últimas posições do ranking mundial da igualdade social. O PIB total, cerca de 2,02 trilhões de dólares em 2017, coloca o Brasil entre as maiores economias do mundo, precisamente na 8ª posição, porém com expressivo índice de desigualdade de renda. Há também uma elevada assimetria no desenvolvimento regional, sendo que as regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste apresentam índices de maior riqueza, e Norte e Nordeste maior pobreza (IBGE, 2013 e Banco Mundial, 2013).

Tabela 2. Indicadores Socioeconômicos do Brasil

Indicadores	1990	2000	2017
População (total, milhões) *	149,6	174,5	207,7
População Urbana (% do total) *	73,9	81,2	84,7
Mortalidade Infantil (a cada 1000 nascimentos) *	51,6	29,1	14,5
Expectativa de vida (anos) *	66,5	70,2	74,68
Taxa de alfabetização (% de pessoas acima de 15 anos) *	79,9	86,4	93,5
Condições sanitárias adequadas (% da população com acesso) *	79,2	82,8	87,6
Índice de Desenvolvimento Humano (de acordo com PNUD) **	0,590	0,669	0,754
PIB per capita (dólares constantes 2005) **	3.999	4.406	9.725
Índice de pobreza (% da população) ***	25,6	n.d.	8,4
Índice de Gini***	0,611	0,606	0,515

Fontes: *IBGE, 2018; **PNUD, 2013 and ***World Bank, 2013.

No primeiro trimestre de 2018, a população economicamente ativa no Brasil era de mais de um 126 milhões de pessoas, das quais 9% com ocupação na agricultura, 18% no setor de indústria e 73% no setor de serviços (IBGE, 2018). Como indicado na figura 7, a redução da taxa de desemprego manteve-se considerável nos últimos anos, com aumento significativo de 7,8% no terceiro trimestre de 2015. Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (2016), a taxa de desemprego no Brasil chegou a 11,5% no terceiro trimestre de 2016 e 13,1% no primeiro trimestre de 2018. Em 2016, o salário médio mensal foi de R\$ 2.227,50 (IPEA, 2016).

Figura 7. Taxa de desemprego no Brasil (2002-2015)



Fonte: IPEA, 2016.

A economia brasileira é diversificada, com uma indústria extrativa relevante (mineração, processamentos de ferro, alumínio, manganês, estanho, petróleo e gás natural), a agricultura ativa (soja, milho, cana de açúcar, arroz, café, laranja e frutas, aves e carne), indústria de transformação (agroindústria, alimentos e bebidas, têxteis, calçados, produtos químicos, cimento, madeira, aço, alumínio, automóveis e partes, aviões, máquinas e equipamentos, eletrodomésticos), e o setor terciário (comércio, serviços bancários, serviços, transportes e telecomunicações). Dessa forma o PIB brasileiro é composto pela contribuição da agricultura (5,2%), indústria (26,3%) e serviços (68,5%). Alguns dados adicionais são suficientes para informar o tamanho da economia brasileira: nos últimos anos (2010 a 2014), foram produzidos anualmente cerca de 75 milhões de toneladas de cereais, 22 milhões de toneladas de carne, 48 milhões de toneladas de aço, 63 milhões de toneladas de cimento, 20 milhões de toneladas de papel e cartão, 7,8 milhões de refrigeradores domésticos e 2,9 milhões de carros para passageiros (BRICS, 2013 e IBGE, 2014).

Com o índice de compromisso do governo com o desenvolvimento social, os gastos públicos com educação e saúde foram, respectivamente, cerca de 4,3% e 4,8% do PIB (BRICS, 2013). É reconhecida a necessidade de investimentos em infraestrutura, e uma de suas formas de medição se dá pelo índice de Formação Bruta de Capital Fixo – FBCF, indicador que permite analisar o desempenho ao longo do ano dos investimentos por componentes (máquinas e equipamentos, construção civil e outros). Esse índice voltou a ser o principal destaque positivo entre os componentes do PIB pelo lado da demanda. Na comparação livre de influências sazonais, o avanço de 2% no quarto trimestre de 2017 representou aceleração em relação aos dois trimestres anteriores, quando houve avanços de 0,4% e 1,8%, respectivamente (IPEA, 2018).

Em geral, a atual situação socioeconômica do Brasil é preocupante. Segundo o IBGE, através da Pesquisa Nacional por Amostra Domiciliar Contínua (PNAD) 2017, o desemprego continuou em alta no ano de 2018, a qual taxa de desocupação chegou a 14,2 milhões de desempregados. Associada a uma grave crise política, a incerteza econômica do país reflete em expectativas pessimistas de crescimento da indústria e do setor de serviços, encontrando-se em momento de recuperação da pior fase da crise, em termos sociais e econômicos.

4.2 SITUAÇÃO ENERGÉTICA ATUAL NO BRASIL

O crescimento econômico está diretamente relacionado com a situação energética do país, fazendo parte de uma infraestrutura dependente de planejamento, gestão e regulação

eficientes. Conforme o Balanço Energético Nacional 2017, a oferta interna de energia (total de energia demandada no país) atingiu 288,3 Mtep em 2016, registrando uma queda de 3,8% em relação a 2015 e uma redução de 3,6% do PIB nacional (IBGE, 2016).

O sistema elétrico brasileiro é um dos maiores, mais diversificado e integrado entre as nações conforme apontado na tabela 3, reunindo milhares de unidades de produção, além de contar com a conversão de diferentes energias primárias para portadores de energia apropriados para o uso final, disponível para milhões de consumidores por grandes sistemas de transporte, armazenamento e distribuição, cobrindo praticamente todo o território nacional.

Tabela 3. Capacidade de Geração no Brasil (jan-2018)

Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
Central Geradora Hidrelétrica	669	624.923	627.159	0,40
Central Geradora Eólica	510	12.532.539	12.509.743	7,90
Pequena Central Hidrelétrica	429	5.070.129	5.042.723	3,19
Central Geradora Solar	89	1.133.362	1.129.002	0,71
Usina Hidrelétrica	218	101.883.450	95.619.468	60,41
Usina Termelétrica	3.003	42.722.038	41.365.779	26,13
Usina Termonuclear	2	1.990.000	1.990.000	1,26
Total	4.562	160.107.580	147.491.086	100

Nota: Os valores de porcentagem são referentes à Potência Fiscalizada. A Potência Outorgada é igual a considerada no Ato de Outorga. A Potência Fiscalizada é igual a considerada a partir da operação comercial da primeira unidade geradora.

Fonte: ANEEL, 2018.

A matriz energética brasileira, historicamente, possui uma elevada porcentagem de energia primária renovável devida à base extensa e diversificada de recursos energéticos renováveis, especialmente recursos hídricos e Biomassa, combinadas até recentemente com a disponibilidade relativamente limitada das reservas energéticas fósseis. Tal panorama sofreu alterações na última década através de descobertas significativas de petróleo na plataforma continental, no entanto mantém-se elevada a participação de fontes renováveis, tendo em vista as condições econômicas e políticas enfrentadas pelo setor de petróleo brasileiro.

Há uma evolução da produção local de energia primária e da oferta interna de energia, considerando os locais de produção, comércio (importações menos exportações) e variação anual de ações, correspondendo à energia efetivamente fornecida. Em 2014, a oferta interna

de energia (total de energia demandada no país) aumentou 9,28 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep) em relação ao ano anterior, anotando uma taxa de crescimento de 3,04% e atingindo 305,5 Mtep. Essa expansão torna-se ainda mais significativa ante a pequena evolução do PIB nacional, de apenas 0,15%, segundo IBGE. Gás natural, petróleo e derivados responderam por 97% deste incremento, justificados pela redução na oferta interna de Biomassa da cana, notadamente do Etanol, e de hidroeletricidade. Uma vez que a produção de derivados sofreu um aumento considerável, não acompanhou o ritmo da demanda, trazendo como consequência, uma maior importação de Gasolina e Diesel.

Outro reflexo foi a redução da proporção de renováveis na matriz energética em 2014, conforme a tabela 4, devido à crise hidrológica que afetou a produção de energia elétrica, contudo, essa participação manteve-se no patamar de 39,4%, significativamente acima da média mundial, calculada em 13,2% pela Agência Internacional de Energia (2013). Em 2015 e 2016, apresentou crescimento de 4,4% e 5,3%, respectivamente.

Tabela 4. Participação de renováveis na matriz energética (%)

País / Ano	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2016
Brasil	42,3	43,6	42,2	40,6	40,4	39,4	41,2	43,4
Chile	19,1	20,2	18,4	17,6	-	-	-	-
Uruguai	35,0	39,0	47,4	42,4	-	-	-	-
Argentina	8,7	9,4	10,1	9,8	-	-	-	-
Mundo	-	-	-	13,0	13,2	-	-	-
OCDE	-	-	-	8,1	8,6	-	-	-

Nota: “-” indica dados não disponíveis.

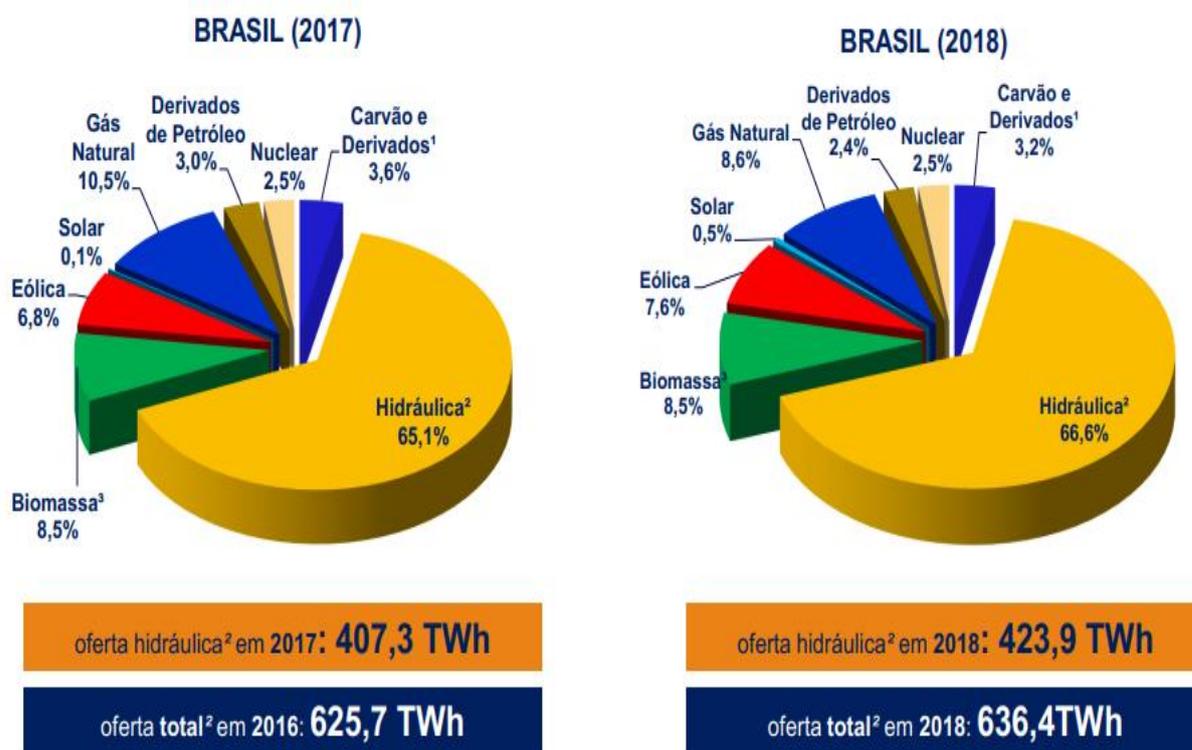
Fonte: Elaboração própria – dados EPE (BEN 2017), Cepalstat (base de dados).

Em 2012, apesar do aumento de 1.835 MW na potência instalada do parque elétrico, a oferta de energia reduziu-se em 1,9% devido às condições hidrológicas, especialmente na segunda metade do ano. A menor oferta hídrica explica o recuo da participação de renováveis na matriz elétrica, de 88,9% em 2011 para 84,5% em 2013 (EPE, 2015). Em julho de 2014, a capacidade instalada de geração de eletricidade no Brasil chegou a 127,44 GW, considerando-se os serviços públicos e autoprodutores de energia. Deste total, cerca de 63,44% correspondem as usinas hidrelétricas de grande e pequeno porte, e 29% as plantas térmicas (8,45% alimentada com Biomassa, bagaço de cana e, principalmente, licor negro, em sistemas

de cogeração instaladas em usinas de açúcar e fábricas de papel e celulose) e de equilíbrio (3,71%), utilizando energia nuclear, eólica e solar (ANEEL, 2014A). Tal distribuição se dá conforme os recursos naturais disponíveis. O potencial total de energia hidrelétrica no Brasil em 2014 era estimado em cerca de 252 GW (não incluindo pequenas centrais hidrelétricas, com menos de 50 MW). Já em 2016 o potencial estimado era de 260 GW (MME, 2017). A figura 8 mostra a oferta interna de energia elétrica por fonte no período de 2017 a 2018, sendo possível verificar a diversificação da matriz.

A tabela 5 apresenta a geração em GWh no Brasil entre 2016 e 2018, e aponta uma matriz de geração elétrica de origem, predominantemente renovável, com geração hidráulica que responde por cerca de 70% da oferta interna. Somando as importações, que essencialmente também são de origem renovável, pode-se afirmar que cerca de 80% da eletricidade no Brasil é produzida por fontes renováveis.

Figura 8. Oferta interna de energia elétrica por fonte 2017-2018 (%)



Fonte: BEN (EPE, 2019).

Tabela 5. Total de geração por fonte (2016 a 2018)

TOTAL DE GERAÇÃO EM GWh			
	2016	2017	2018
ENERGIA GERADA	Jan-Dez	Jan-Dez	Jan-Dez
Despachada ao SIN	536.567	547.360	543.850
Fora do SIN	2.703	2.011	2.975
Total gerado	539.270	549.370	546.824
GERAÇÃO POR FONTE			
RENOVÁVEIS	82,8%	80,9%	84,1%
Hidráulica	75,7%	72,0%	74,2%
Biomassa	1,4%	1,6%	1,6%
Eólica/Fotovoltaica	5,7%	7,2%	8,3%
NÃO RENOVÁVEIS	17,8%	19,1%	15,9%
Gás Natural	8,3%	9,9%	7,7%
Óleo Diesel/combustível	1,5%	1,7%	1,1%
Carvão	2,9%	2,7%	2,3%
Nuclear	2,9%	2,9%	2,8%
Outros	1,6%	1,9%	1,9%

Fonte: ANEEL, 2019.

Segundo a ANEEL, atualmente o Brasil conta com 06 empreendimentos de usinas hidrelétricas em construção, com incremento de 1,25 GW na capacidade instalada até 2021. Em janeiro de 2016, a capacidade instalada das centrais hidrelétricas de geração de energia no Brasil alcançou 107 GW, sendo que a capacidade total de geração de energia elétrica chegou a 141,7 GW. Portanto, 75,5% desse total correspondem a energia hidráulica. Por fim, vale ressaltar que as usinas eólicas são responsáveis por um incremento considerável no grid nacional. Devido aos incentivos promovidos pela nova legislação do setor energético, há uma evolução das fontes solares fotovoltaicas e eólicas, que será vista posteriormente neste trabalho.

4.3 DEMANDA DE ENERGIA

Devido ao crescimento da economia e à expansão da classe média, o consumo de energia apresenta um crescimento contínuo, principalmente nos setores industrial, de transporte e residencial. No setor industrial, o uso do óleo combustível apresenta uma redução proporcional ao crescimento do uso de Biomassa, gás natural e energia elétrica. As substituições de combustíveis se devem a mudanças nas estruturas produtivas setoriais. A

tabela 6 demonstra que a oferta interna de energia renovável caiu de 78% em 2005 para 65% em 2014, devido ao aumento do uso de derivados de petróleo, o que justifica a preocupação quanto ao uso de combustíveis fósseis, e os incentivos do uso de combustíveis menos poluentes.

Tabela 6. Oferta Interna de Energia (10³tep)

Identificação	2005	2008	2011	2014
Energia não renovável	121.819	136.981	153.855	185.100
Energia renovável	96.117	114.878	118.341	120.489
Total	217.936	251.860	272.196	305.589

Fonte: BEN (EPE, 2017).

No setor dos transportes, o óleo Diesel é o vetor de energia de forma mais relevante, devido a sua grande utilização em caminhões e ônibus. Neste setor a principal mudança está associada à adoção do Etanol, deslocando a Gasolina, e apresentando diferentes fases da participação de biocombustíveis no setor. Quanto aos domicílios brasileiros, a transição energética mais relevante foi a redução do uso de Biomassa, em grande parte substituída por gás liquefeito de petróleo (GLP), e o aumento do uso da eletricidade. De fato, durante os últimos anos, o aumento da demanda de energia elétrica foi concentrado no setor residencial e comercial. Vale a pena observar que a demanda vem crescendo mais do que a economia como um todo, devido à expansão populacional (EPE, 2013). A tabela 7 apresenta que concomitantemente ao consumo de energia elétrica, o setor residencial apresentou crescimento de 2,2% entre 2013 e 2014, e o setor comercial 7,3%, enquanto o setor industrial registrou queda de 3,6% no consumo elétrico em relação ao mesmo período.

Tabela 7. Brasil: Consumo de energia elétrica na rede– 2014/2013 (GWh)

Região / Classe	Em dezembro			Até dezembro		
	2014	2013	%	2014	2013	%
Brasil	39.673	39.555	0,3	473.395	463.122	2,2
Residencial	11.136	10.705	4,0	132.049	124.896	5,7
Industrial	14.483	15.321	-5,5	178.055	184.685	-3,6
Comercial	7.859	7.572	3,8	89.819	83.704	7,3
Outros	6.194	5.957	4,0	73.472	69.838	5,2

Fonte: BEN (EPE,2014).

Os demais setores, público, agropecuário, comercial e transportes, quando analisados em bloco apresentaram variação positiva de 6,9% em relação ao ano anterior. O setor energético cresceu 12,7%. Houve um aumento relativo no consumo final de energia elétrica inferior ao crescimento relativo da energia elétrica disponibilizada, o que significa aumento nas perdas. A tabela 8 apresenta a capacidade de geração de eletricidade por fonte entre 2015 e 2016, tendo a fonte hidráulica representada por 59,2% e 58,7% da capacidade, respectivamente, aumento na capacidade hidráulica de 5,39% no período, e queda de 6,19% em relação a capacidade total.

Tabela 8. Capacidade de geração de eletricidade por fonte (MW)

Fonte	2016	2015	2015 / 2016 (%)
Hidrelétrica	96.874	91.650	5,4
Gás natural	12.965	12.428	4,1
Biomassa	14.147	13.257	6,9
Fósseis	25.550	24.961	2,3
Nuclear	1.990	1990	0
Eólica	10.124	7.633	24,6
Solar	24	21	12,5
Outras	3.168	2.684	15,2
Total	164.842	154.624	6,19

Fonte: EPE (BEN 2017), IEA.

É relevante observar que as fontes solar e eólica apresentam alto índice de crescimento em detrimento das outras fontes, o que associado ao aumento da potência hidráulica, impacta positivamente a capacidade de geração renovável de energia elétrica no país. A demanda de energia está atrelada ao nível de atividade econômica, requerendo um planejamento energético capaz de produzir e consumir energia de forma sustentável. A tabela 9 correlaciona a demanda e consumo setorial de energia elétrica no Brasil entre 2015 e 2016.

Tabela 9. Consumo setorial de eletricidade no Brasil em 2015/2016 (%)

Setores	2015	2016
Consumo Total Final (10 ³ tep)	45.096	44.705
Comercial	17,4	17,2
Residencial	25,0	25,6
Industrial	37,7	37,6
Transporte	0,4	0,4
Público	8,3	8,3
Agricultura	5,1	5,3
SetorEnergético	6,1	5,7

Fonte: EPE, 2017.

É possível visualizar que o consumo de energia elétrica é mais significativo no segmento industrial e residencial, portanto, é notório que para que ocorra o crescimento econômico do país é necessário a maior produção de energia, com foco em formas mais eficientes a fim de evitar perdas, visando o uso racional e a produção sustentável. Com uma vasta literatura sobre a demanda de energia e crescimento econômico, tal tema vem sendo estudado há tempos e trata-se de uma correlação complexa. Segundo a EPE, para um prospecto sobre o crescimento econômico e demanda energética no horizonte de 2030, há de se estabelecer premissas demográficas, macroeconômicas e setoriais, pois essas têm papel fundamental na determinação da dinâmica do consumo de energia, com implicação direta no comportamento de vários indicadores de mercado.

CAPÍTULO 5. UMA VISÃO BRASILEIRA À LUZ DAS METAS DO ODS Nº 7

Neste capítulo se apresentam os planos e metas energéticas do Brasil à luz do ODS Nº 7 – Energia limpa e acessível. Com efeito, o Brasil vem ao longo das últimas décadas orientando seu sistema energético com expressiva cobertura e uso de Energias Renováveis.

5.1 PLANOS E METAS ENERGÉTICAS DO BRASIL – MARCO LEGAL

Segundo o IBGE (2018), estima-se que o Brasil tenha em 2030 cerca de 224 milhões de habitantes, portanto, a fim de continuar suprimindo a demanda de energia requerida para tamanha população, o país elabora através do Ministério de Minas e Energia – MME e da Empresa de Pesquisa Energética – EPE, seu planejamento energético, chamados Plano Nacional de Energia e Plano Decenal de Energia, em um novo modelo institucional do setor, que tem seu papel ampliado no sentido de promover melhorias na confiabilidade e qualidade do suprimento energético, bem como de harmonizar o papel dos diversos agentes e instituições, criando um quadro favorável ao investimento, estimulando a competição entre agentes. O MME retoma o exercício da função de planejamento setorial. Dessa forma o Plano Nacional de Energia 2030 - PNE 2030, e PNE – 2050, são produtos priorizados no processo de retomada, representando um importante instrumento para o planejamento do setor energético do país, orientando tendências e estratégias de expansão a longo prazo. No âmbito do planejamento, dois pontos ganham relevância para a sociedade, destacando-se a busca da eficiência energética e o respeito às questões socioambientais, dentro da ótica de desenvolvimento sustentável.

O planejamento do setor elétrico comporta um grande processo, incluindo o levantamento do potencial energético, com destaque para os estudos do inventário hidrelétrico de bacias hidrográficas, de viabilidade técnica, econômica e ambiental. A realização desses estudos demanda, além de longos prazos (o estudo de inventário de uma bacia pode requerer até dois anos para sua conclusão), o envolvimento de equipes multidisciplinares, com a mobilização de firmas de consultoria especializada e um grande número de técnicos, inclusive na coordenação das atividades. Na dimensão energética, os demais segmentos da área (petróleo, gás natural, carvão mineral e biocombustíveis), de estruturas similares à do setor elétrico obtiveram estudos específicos, conduzidos por iniciativa de interessados. Na área de petróleo, em particular, o planejamento esteve sempre vinculado a Petrobras, situação em que

a flexibilização do monopólio da exploração e produção de tal fonte energética foi alterada qualitativamente.

O marco legal que subsidia os estudos de planejamento energético de longo prazo pela EPE, observadas as diretrizes do MME, se reporta à Lei n 10.847, de 15/03/2004, e ao Decreto n° 7.798, de 12/09/2012. A Lei estabeleceu as condições para a criação da EPE, empresa pública vinculada ao MME, e definiu como sua finalidade “prestar serviços na área de estudos e pesquisas do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras” (art. 2º). Entre as competências gerais atribuídas à EPE estão a de realizar estudos e projeções da matriz energética nacional e a de identificar e quantificar os potenciais de recursos energéticos, identificando o fato de que “os estudos e pesquisas desenvolvidos pela EPE subsidiarão a formulação, o planejamento e a implementação de ações do Ministério de Minas e Energia, no âmbito da política energética nacional” (art. 4º).

No bojo da reestruturação administrativa do MME, o Decreto n° 5.267/2004, mais tarde substituído pelo Decreto n° 7.798/2012, definiu que compete à Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético – SPE, entre outras atribuições, “propor mecanismos de relacionamento com a EPE e definir diretrizes para a prestação de serviços ao Ministério e ao setor” (inciso XIV, art. 15, seção II, Cap. III, Anexo I). Com base nesse arranjo institucional, a EPE desenvolveu, logo nos primeiros anos de seu funcionamento (2005), os estudos que se consolidaram no PNE 2030, publicado em 2007. O PNE 2050, de 2015, constitui, portanto, uma atualização desses estudos de longo prazo, incorporando as tendências e a evolução percebida nos últimos anos e consolidando o ciclo do planejamento energético nacional brasileiro.

Observa-se que os estudos de planejamento energético não são recentes, e por conseguinte, o atual trabalho foi realizado com base em fontes oficiais de informação, bem como publicações científicas, a fim de obter dados atualizados que possam subsidiar o objetivo proposto.

A seguir serão apresentados os dados referentes a universalização dos serviços modernos de energia, ao acesso a combustíveis modernos para cocção e transporte, aos planos de eficiência energética e a cota de fontes renováveis de energia.

5.2 UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ENERGIA ELÉTRICA

A Constituição Brasileira de 1988 reconhece a distribuição de energia elétrica como um serviço público essencial que o governo federal deve assumir a total responsabilidade, seja diretamente ou através de empresas concessionárias de serviços públicos designadas. Sob este mandato e com o objetivo de estender os serviços de energia elétrica a todos os brasileiros, dois programas federais foram estabelecidos, o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM) e o Programa Luz no Campo, nos anos de 1994 e 2000 respectivamente. No entanto, não foi estabelecida a meta para o alcance ao acesso universal em áreas rurais.

Em 2002, a Lei 10.438 estabeleceu que o órgão regulador Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) seria responsável pela universalização dos serviços de energia elétrica, além de criar a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), um fundo baseado em impostos específicos sobre operações de energia e destinado a financiar sistemas de universalização de energia renovável. Em novembro de 2003 foi lançado, por meio do Decreto 4.873 de 11/11/2003, o Programa de Eletrificação Rural com o desafio de acabar com a exclusão elétrica no país, visando levar o acesso à energia elétrica, gratuitamente, para mais de 10 milhões de pessoas do meio rural até o ano de 2008. Coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, o Programa foi operacionalizado pela Eletrobrás e executado pelas concessionárias de energia elétrica e cooperativas de eletrificação rural em parceria com os governos estaduais, entre tantos desafios encontrados, o programa vem sendo reestruturado mediante decretos, a fim de cumprir as metas de universalização de acesso a energia elétrica.

Conforme o mapa da exclusão elétrica no país, antes da execução do projeto as famílias sem acesso à energia estavam majoritariamente nas localidades de menor Índice de Desenvolvimento Humano e nas famílias de baixa renda, com cerca de 90% delas com renda inferior a três salários mínimos. Com o objetivo de pôr fim à essa realidade, o governo definiu que a energia seja um vetor de desenvolvimento social e econômico dessas comunidades, contribuindo para a redução da pobreza e aumento da renda familiar. Além da facilitação da integração de programas sociais do governo federal, o acesso à energia em tais localidades facilitou o acesso a serviços de saúde, educação, abastecimento de água e saneamento.

Segundo projeção do IBGE, o Brasil possuirá em dezembro de 2024 cerca de 218 milhões de habitantes, considerando a taxa anual de crescimento populacional de 0,7%, implicando na necessidade de adição de 73,5 GW na potência instalada, representando um incremento de 78,6% em relação a 2014 que era de 133,9 GW.

A tabela 10 apresenta a porcentagem da população total com acesso a eletricidade entre 2000 e 2018, e mostra a evolução do acesso à energia elétrica no Brasil, o acesso total chega a 99,7% da população. Ainda há um déficit de acesso em domicílios rurais, cerca de cerca de 1,4%. As residências rurais sem acesso a eletricidade estão situadas em sua maioria no interior das regiões Norte e Nordeste.

Tabela 10. Porcentagem da população total com acesso a eletricidade 2000 a 2018

Ano	Indicador	Domicílios		
		Total	Urbanos	Rurais
2000	Total com eletricidade	44.721.434	37.363.856	7.357.579
	Acesso a eletricidade (%)	94,5	97,0	71,0
2010	Total com eletricidade	57.324.185	49.226.767	8.097.418
	Acesso a eletricidade (%)	98,7	99,3	92,6
2018	Total com eletricidade	71.015.100	10.652.266	8.763.000
	Acesso a eletricidade (%)	99,7	99,7	97,8

Fonte: IBGE, PNAD 2018.

Segundo a ANEEL, as distribuidoras se comprometeram a universalizar o acesso até 2027, aumentando o prazo estabelecido pelo programa luz para todos. As justificativas das distribuidoras baseiam-se na localização remota das residências, no difícil acesso e no custo estimado de aproximadamente R\$ 20 mil/ligação. Portanto, muitas dessas residências terão energia com produção local, solar ou de pequenas centrais hidrelétricas, o que é mais barato do que conectá-las ao Sistema Interligado Nacional - SIN. A figura 9 mostra a oferta interna de eletricidade entre 2017 e 2018.

Figura 9. Matriz de oferta interna de eletricidade (%)

Valores em TWh		2017	2018
Oferta interna de E. Elétrica ¹	↑	625,7	636,4
Centrais elétricas SP ²	↑	491,1	500,2
Centrais elétricas APE ³	↑	98,2	101,2
Importação de eletricidade ⁴	↓	36,4	35,0
Consumo final ⁵	↑	528,1	535,4
Perdas (comerciais + técnicas)		97,6	101,0
Perdas (%)	↑	15,6%	15,9%

Fonte: EPE (BEN, 2019).

Para atender as demandas futuras, novos investimentos na cadeia de produção da eletricidade serão necessários, abrangendo três segmentos principais: geração, transmissão e distribuição, incluindo instalações gerais. O termo geração refere-se à implantação das novas usinas. A EPE divulgou em outubro de 2015 o Plano Decenal de Energia – PDE 2024, e estipulou investimentos em infraestrutura na ordem de R\$ 1.408 Bilhões até 2024, conforme distribuição presente na tabela 11.

Tabela 11. Brasil: Investimentos no setor Elétrico 2014-2024 (R\$ Bilhões)

Área		2014-2024	%
Energia elétrica	Total	377	26,7
	Geração	269	19,1
	Transmissão	108	7,7
Petróleo e gás		993	70,6
Biocombustíveis		38	2,7
TOTAL		1.408	100

Nota: Investimentos baseados em R\$ 2,65/US\$.

Fonte: MME (2015).

O PNE 2030 considerou a energia elétrica produzida por sistemas solares fotovoltaicos um horizonte ainda pouco distante da realidade brasileira, tendo em vista os custos decorrentes da implementação desses sistemas, da falta de regulamentação específica, e ainda citou que são necessários analisar aspectos como qualidade, segurança e proteção na geração distribuída, propondo que tais sistemas possam ser mais atrativos a partir de 2020. Já a energia eólica apresentou um horizonte mais promissor, devido à grande oferta deste recurso, e pelo incentivo dado às fontes alternativas de energia eólicas através do PROINFA. Antes do programa existiam apenas 28,5 MW de potência instalada; em dezembro de 2006 essa potência já atingia 236,8 MW, chegando a 10,1 GW em 2016 e com perspectiva de 24 GW até 2024, ANEEL (2015). As metas de fornecimento de energia elétrica em 2024, segundo o Ministério de Minas e Energia, ainda dependerão basicamente da manutenção do sistema hidráulico, que responderá por 65,8% do fornecimento.

O Brasil presenciou períodos críticos no suprimento de energia elétrica entre 2000 e 2001, racionando cerca de 20% do consumo do país, com exceção da região sul, período conhecido como “crise do apagão”. Entre 2014 e 2015, com a forte estiagem e um cenário hidrológico desfavorável, novamente o racionamento voltou a ser cogitado no sul e sudeste.

Houve racionamento no suprimento de água, inclusive a falta de água em grandes cidades, como São Paulo e Rio de Janeiro. A tabela 12 aponta as alternativas para expansão da oferta de energia no horizonte de 2030, com acréscimo máximo da potência por fonte, incluindo como alternativas as PCH's, centrais eólicas, Biomassa de cana e resíduos urbanos.

Tabela 12. Alternativas para a Expansão da Oferta de Energia Elétrica no Período 2015-2030 (MW)

FONTE	NORTE	NORDESTE	SUDESTE	SUL	ACRÉSCIMO MÁXIMO	
					PERÍODO	POR ANO
<i>HIDRELÉTRICAS</i>	44.000	1.100	10.000	6.200	61.300	4.090
<i>TÉRMICAS</i>	0	9.000	15.000	6.000	30.000	2.000
Gás natural	0	4.000	10.000	1.000	15.000	1.000
Nuclear	0	3.000	3.000	0	6.000	400
Carvão	0	2.000	2.000	5.000	9.000	600
Outras	-	0	0	0	-	-
<i>ALTERNATIVAS</i>	0	3.950	8.000	3.400	15.350	1.025
PCH	0	500	4.000	1.500	6.000	400
Centrais Eólicas	0	2.200	0	1.100	3.300	220
Biomassa da cana	0	950	3.300	500	4.750	320
Resíduos Urbanos	0	300	700	300	1.300	85
<i>TOTAL</i>	44.000	14.050	33.000	15.600	106.650	7.110

Fonte: EPE (2015).

Segundo a Associação Brasileira de Energia Eólica – ABEEólica, o crescimento da energia eólica no Brasil tem sido constante nos últimos anos. Em 2013 foram contratados 4,7 GW de projetos eólicos, e em 2014, 2,3 GW - todos a serem implantados até 2020. Até o final de 2018, o Brasil já contava com mais de 14 GW de potência desta fonte instalada.

Ainda com relação a universalização do acesso à energia, a tabela 13 apresenta a porcentagem da população sem acesso a eletricidade e combustíveis para cocção no mundo, onde as fontes energia eólica, solar fotovoltaica, Biomassa e gás natural podem servir como alternativa de inclusão energética. Verifica-se que as regiões mais críticas em termos de acesso à energia localizam-se na África, Índia, Paquistão e Indonésia, valendo citar a China,

que embora represente o maior crescimento econômico mundial, possui cerca de 33% da população sem acesso à eletricidade.

Tabela 13. Acesso à energia elétrica e combustíveis limpos para cocção - Mundo (% da população)

Onde?	Sem eletricidade	Sem combustíveis limpos para cocção
África	67	57
África Subsaariana	79	68
África do Norte	1	1
América latina	15	5
Brasil	1	6
Ásia em desenvolvimento	17	51
Índia	66	25
Paquistão	63	31
Indonésia	42	27
China	33	0
Mundo	18	38

Fonte: PNUD, 2015.

No Brasil, o PNE 2030 coloca pontualmente a questão do aproveitamento dos resíduos sólidos, citando as vantagens socioeconômicas e ambientais do processo para geração de eletricidade, expondo também os desafios a serem vencidos, a fim de valorizá-los como fonte energética alternativa, o que não ocorre até o momento. Segundo o IBGE, a destinação dos resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil tem sua destinação final em aterros sanitários controlados, porém grande parte ainda é destinada a áreas conhecidas como lixões. Em pouquíssimos casos são aplicadas outras soluções.

5.3 ACESSO A COMBUSTÍVEIS MODERNOS PARA COCÇÃO

No Brasil o combustível mais utilizado nos domicílios para cozinhar é o GLP, conforme mostra a tabela 14, tendo uma infraestrutura de armazenamento e distribuição bem desenvolvida em todas as regiões, o que torna o combustível bem acessível, diminuindo ao longo das últimas décadas, a taxas mínimas, o consumo de madeira para tal finalidade.

Tabela 14. Combustíveis para uso Residencial no Brasil - 2003

Combustível	Domicílios Urbanos		Domicílios Rurais		Total	
	Número de	%	Número	%	Número	%
Somente GLP	31.916.473	78,9%	2.480.533	25,3%	34.397.006	68,5%
GLP e lenha	3.007.274	7,4%	4.096.489	41,9%	7.103.763	14,1%
Somente lenha	462.382	1,1%	1.312.046	13,4%	1.774.428	3,5%
GLP e carvão	4.248.244	10,5%	874.777	8,9%	5.123.021	10,2%
Lenha e carvão	89.244	0,2%	270.041	2,8%	359.285	0,7%
Somente carvão	323.916	0,8%	311.889	3,2%	635.805	1,3%
GLP, lenha e Carvão	387.338	1,0%	442.242	4,5%	829.580	1,7%
Total	40.434.871		9.788.017		50.222.888	

Fonte: IBGE, 2004

Segundo o sindicato nacional das empresas distribuidoras de gás liquefeito de petróleo – Sindigás, o Brasil é uma nação movida a GLP. Tal combustível é distribuído em todos os 5.570 municípios brasileiros, estando presente em cerca de 53 milhões de lares, atendendo a 98% dos domicílios nacionais, incluindo os situados nas regiões mais isoladas.

Em 2014 o Brasil produziu 10,1 milhões de m³ de GLP, queda de aproximadamente 2,5% em relação ao ano anterior, e ainda, importou 36,5%, cerca de 3.72 milhões de m³. Segundo o IBGE (PNAD, 2018), o fogão a gás é um utensílio doméstico muito comum nos lares brasileiros, 98% das famílias, incluindo 93% das famílias rurais tem acesso ao combustível GLP ou gás natural. Cerca de 80% do seu consumo é verificado no setor residencial e é distribuído em todo o país, sendo que sua substituição por gás natural é limitada às áreas urbanas onde há infraestrutura de canalização, que são muito reduzidas em número. No Brasil não há uma diversificação de combustíveis para cozinhar. A lenha e carvão vegetal ainda continuam a ser utilizados, porém de maneira marginal no setor domiciliar e concentrada na população de baixa renda. A opção de GLP e gás natural parece estabelecida e sem indicações de mudanças nos Planejamentos Energéticos produzidos pelo governo. Certamente deve-se pensar em opções baseadas em energias renováveis, como forma de diversificação e segurança de fornecimento de energia para esse fim.

5.4 COMBUSTÍVEIS PARA SETOR DE TRANSPORTE: ETANOL E BIODIESEL COMO ALTERNATIVAS MAIS EFICIENTES AO USO DE GASOLINA E DIESEL

O Brasil enfrenta uma violenta crise econômica e política envolvendo a estatal Petrobrás, o que acarretou um aumento significativo do preço dos combustíveis e queda na produção, tornando esse cenário um tanto quanto embaraçoso ao que se espera das medidas realmente eficazes para reverter a situação e alcançar os objetivos propostos no planejamento energético. O programa de produção do álcool, segundo Goldemberg (2010), deixou de crescer desde 2009 devido ao congelamento do preço da Gasolina, deixando de ser competitivo no país, uma vez que o Etanol é uma alternativa energética mais limpa. Os combustíveis líquidos representam uma parcela significativa na matriz energética brasileira, portanto, o incremento de inovação tecnológica para produção, armazenamento, logística e uso eficientes são necessários, a fim de proporcionar a redução de GEE, e ainda se tornarem acessíveis a preços competitivos ao consumidor.

O PNE 2030 cita brevemente ter identificado o potencial de inserção de algumas tecnologias no horizonte 2030, tais como: Etanol por hidrólise, gaseificação da Biomassa, célula a combustível e utilização de hidrogênio, entre outras. Numa visão promissora, os destaques no setor de transporte são o Etanol e o Biodiesel na substituição aos derivados do petróleo, com uso também no setor agropecuário. O querosene de aviação será o único combustível líquido derivado de petróleo, com taxa de crescimento (4,7% a.a.) superior à expansão do PIB. De acordo com as projeções do PNE 2030, o H-bio, óleo Diesel processado a partir de óleo vegetal, suprirá o mercado de 260 milhões de litros de Diesel por dia em 2030, chegando ao processamento de 27 milhões de litros por dia e sua rota deverá expandir-se ainda mais.

Neste trabalho serão apresentados apenas a Gasolina, Etanol e Biodiesel, relacionados ao setor de transporte, pois o assunto necessita de um aprofundamento maior quando se tratam de outros setores, como indústria e agricultura.

5.4.1 Gasolina

A Gasolina não é um combustível renovável e limpo, porém neste trabalho serão apresentados dados sobre esse combustível, tendo em vista a correlação de influência entre seu mercado energético e o mercado do Etanol. A Gasolina tipo C, que apresenta entre 18% a 25% de álcool anidro na sua concentração, abastece cerca de 60% dos veículos de passeio no Brasil, segundo a ANP. De acordo com Balanço Energético Nacional - BEN (2015), a

produção de Petróleo aumentou 11% em 2014, atingindo a média de 2.250 barris por dia, apresentando um aumento de 2,4% na produção dos derivados, cerca de 2,65 milhões de tep, tendo o Diesel e a Gasolina representando 39% e 20%, respectivamente, da produção total. Mesmo com o aumento na produção entre 2012 e 2014, frente a alta do dólar, a queda nas ações e o aumento constante na demanda, o Brasil manteve a importação da Gasolina. A alta carga de imposto sobre o produto, cerca de 55%, eleva o preço a níveis altíssimos, deixando o preço do combustível no Brasil entre os mais caros do mundo. Tudo isso gera ainda a queda de investimentos de capital estrangeiro no setor. A tabela 15 apresenta a queda das exportações no período de 2011 a 2016, enquanto mantém-se a importação, e um incremento de 8,1% na produção entre 2013 e 2014, com nova queda em 2016.

Tabela 15. Gasolina: Produção x Importação (10^3 m^3)

Fluxo	2011	2012	2013	2014	2016
Produção	26.678	26.684	28.514	30.972	28.187
Importação	2.193	3.786	2.265	2.111	3.810
Exportação	-324	-151	-347	-365	-728
Perdas e ajustes	585	1.335	1.323	710	193

Fonte: BEN, 2017.

Os altos valores dos combustíveis afetam todas as demais cadeias produtivas, principalmente o setor de transporte, atingindo diretamente o setor de alimentos, com impacto direto na renda das famílias brasileiras. A figura 10 exibe o preço da Gasolina C no Brasil no início de 2018, que mesmo com quedas históricas do valor do petróleo, manteve-se em altos índices, uma vez que a Petrobrás e o governo federal são responsáveis pela fixação dos preços.

Figura 10. Preços médios anuais da Gasolina C e Etanol hidratado 2008-2018

Ano	Etanol Hidratado (R\$/litro)	Var. (% a.a.)	Gasolina C (R\$/l)	Var. (% a.a.)	PE/PG	Var. (% a.a.)
2008	1,44	1,5	2,51	-0,2	0,57	1,8
2009	1,49	3,3	2,52	0,5	0,59	2,7
2010	1,64	10,6	2,57	2,2	0,64	8,2
2011	1,96	19,1	2,73	6,2	0,72	12,2
2012	1,92	-2,1	2,74	0,1	0,70	-2,2
2013	1,95	1,7	2,86	4,4	0,68	-2,5
2014	2,05	5,1	2,98	4,3	0,69	0,8
2015	2,24	9,1	3,35	12,6	0,67	-3,2
2016	2,63	17,7	3,69	10,1	0,71	7,0
2017	2,66	1,0	3,76	2,1	0,71	-1,0
2018	2,90	8,9	4,40	16,8	0,66	-6,6

Fonte: ANP, 2018.

5.4.2. Etanol

O Etanol é o combustível produzido a partir de qualquer matéria prima biológica que contenha quantidades apreciáveis de açúcares, em sua maioria é produzido a partir da cana de açúcar, apresentando as melhores condições de viabilidade econômica.

Com elevação dos preços do Petróleo no mercado internacional, o Brasil criou em 1975 o Programa Nacional do Álcool – PROALCOOL. À época, o país apresentava grande dependência de óleo cru importado, de modo que uma das motivações do programa foi contribuir para a redução dessa importação. Com a evolução da produção de Etanol entre os anos de 1975 a 2000, foram produzidos cerca de 5,6 milhões de veículos movidos a álcool hidratado, e em adição, o programa deslocou um volume expressivo da demanda por Gasolina, pela adição de uma fração de álcool anidro (entre 1,1% a 25% em volume) a esse combustível, que movia uma frota superior a 10 milhões de veículos. Assim, no período foi evitada a importação de aproximadamente 550 milhões de barris de Petróleo, o que proporcionou uma economia de dívidas estimada em US\$ 11,5 bilhões. Adicionalmente foram evitadas emissões de gás carbônico da ordem de 110 milhões de toneladas de CO₂.

A partir de 2003, com a nova tecnologia do motor bicomcombustível, movido a álcool e/ou Gasolina, os veículos chamados Flex Power começaram a ganhar mercado, enquanto os motores antigos a Gasolina ou álcool perdiam lugar, conforme aponta a figura 11, a frota de veículos leves no Brasil é predominantemente movida a motores flex.

Figura 11. Perfil da frota por tipo de combustível

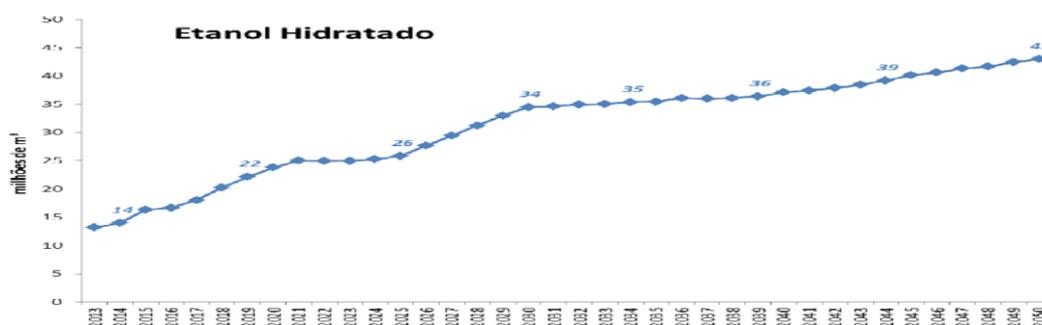
Discriminação	2008	2017
Gasolina	63,4%	24,8%
Álcool	7,0%	1,6%
<i>Flex-fuel</i>	29,6%	73,6%
Total	100,0%	100,0%

Fonte: EPE, 2018.

Outra vantagem da cana de açúcar, é sua Biomassa (bagaço e palha), gerada após a produção de álcool e açúcar, que pode ser transformada, em sua grande parte, em energia aproveitável através de processos industriais, apresentando alto índice de aproveitamento e relativo baixo impacto ambiental, podendo ser utilizada na produção de energia elétrica. Em 2013 e 2014 foram gerados 84.412 GWh de energia elétrica a partir da Biomassa, composta basicamente de lenha, bagaço de cana e lixívia. Desse total, 28,5% correspondem unicamente ao bagaço de cana (BEN, 2015).

Ainda segundo BEN (2015), a produção de cana de açúcar no ano de 2014 alcançou 631,8 milhões de toneladas, montante inferior ao registrado no ano anterior, quando a moagem foi de 648,1 milhões de toneladas. A produção de açúcar em 2014 foi de 35,4 milhões de toneladas, 5,0% inferior a 2013, enquanto a fabricação de Etanol cresceu 3,3%, atingindo um montante aproximado de 28 milhões de m³, tendo participação significativa no mercado de veículos leves. Segundo o PNE 2050, em 2015, foi projetado a demanda de Etanol hidratado em 16 milhões de m³. Para o período de 2013 a 2050, estima-se um crescimento de 3,2% ao ano, atingindo um volume de 42 milhões de m³ em 2050, conforme figura 12.

Figura 12. Projeção da demanda de Etanol hidratado 2013 - 2050



Fonte: EPE, 2015.

Consciente da necessidade de investimentos em inovação tecnológica para aumentar a produtividade dos derivados de cana, bem como pesquisas do Etanol de segunda geração, o governo federal tem metas de participação de 17% das renováveis na matriz energética nos próximos 10 anos, desconsiderando a hidráulica, que representava 15,7% em 2015, e atualmente representa 12%. Conforme o PNE 2030 – MME, os investimentos no setor sucroalcooleiro podem ser divididos em dois conjuntos claramente distintos: os relativos à fase agrícola e os vinculados à etapa industrial de produção de Etanol, com exceção dos investimentos na produção de energia elétrica, conforme figura 13.

Figura 13. Investimentos na cadeia de produção do Etanol (US\$ bilhões)

	2005-2030	MÉDIA ANUAL	
Etapa agrícola	12	0,48	40%
Etapa industrial	18	0,72	60%
TOTAL	30	1,20	100%

Fonte: EPE, 2015.

As referências quanto aos custos de investimentos baseiam-se na estrutura demandada para os empreendimentos, da escala de produção e da tecnologia a ser empregada. Esses investimentos, obviamente, são variáveis quanto à região escolhida, não apenas pelo custo da terra, mas também pelas suas características climáticas, que podem exigir mudas de cana-de-açúcar de variedades diferentes e demandar tratamentos culturais diversificados.

Figura 14. Evolução da produção de cana de açúcar

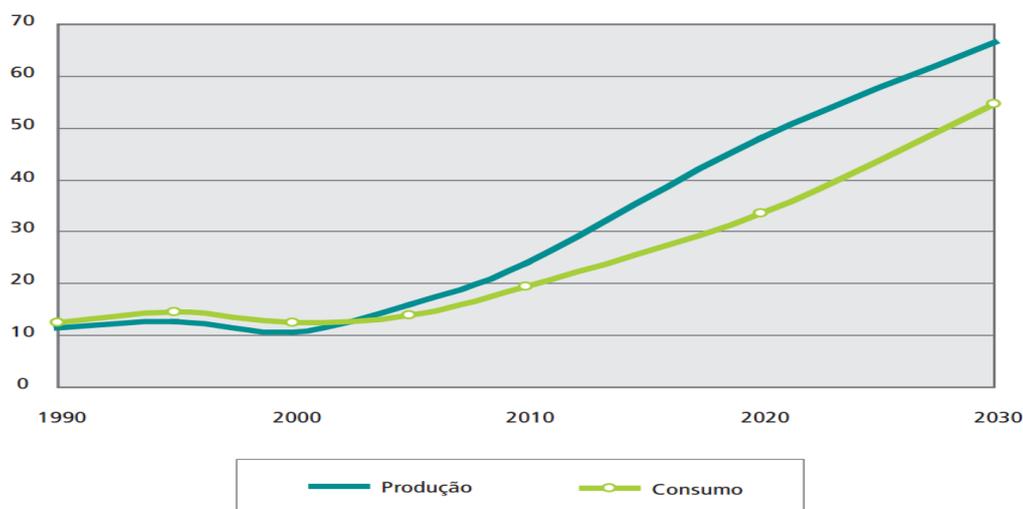
	2005	2010	2020	2030
Cana-de-Açúcar				
Produção (10 ⁶ t)	431	518	849	1.140
Área ocupada (10 ⁶ ha)	5,6	6,7	10,6	13,9
Açúcar (10⁶ t)				
Produção	28,2	32,0	52,0	78,0
Exportação	17,8	21-23	28-30	31-37
Etanol (10⁶ m³)				
Produção	16,0	24,0	48,0	66,6
Exportação	2,5	4,4	14,2	11,5
Biomassa (10⁶ t)				
Bagaço	58	70	119	154
Palha	60	73	119	160

Fonte: EPE, PNE 2030 (2007).

Com ótima avaliação pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), o Etanol brasileiro foi reconhecido como biocombustível avançado, ou seja, que comprovadamente reduz, em no mínimo, 50% o nível de emissões de gases de efeito estufa em toda a cadeia. Conforme os estudos da EPA, as emissões de CO₂ do Etanol de cana-de-açúcar correspondem a 39% das emissões da Gasolina.

Após a trajetória do Etanol no Brasil e assumindo a necessidade de avanços tecnológicos para o desenvolvimento de combustíveis mais eficientes através de fontes renováveis, estudos do Ministério da Agricultura e do Ministério de Minas e Energia, como a Projeção do Agronegócio Brasileiro, o Balanço Energético Nacional, o Plano Decenal de Energia (PDE) e o Plano Nacional de Energia (PNE) 2030, além de projetarem a produção e consumo de Etanol para 2030, conforme figura 15, destacaram os principais desafios que merecem atenção de políticas públicas, considerando que o Etanol de cana-de-açúcar é produzido com elevada eficiência na captação e na conversão de energia solar e que a relação da produção/consumo de energia é mais aceita no meio acadêmico, situando-se entre 4,9 e 8, contra 1,3 do Etanol de milho nos Estados Unidos. Nota-se que a produtividade agroindustrial é bastante superior à dos demais biocombustíveis da atual geração, em uma média de 6,7 mil litros de Etanol por hectare, com perspectiva de alcance de 8 mil litros por hectare nas unidades mais produtivas na agricultura e nas novas plantas industriais.

Figura 15. Evolução da produção x consumo de Etanol (bilhões de litros/ano)



Fonte: EPE – PNE 2030 (2007)

Assim, os seguintes desafios para a cadeia do Etanol no Brasil são listados abaixo a fim de demonstrarem as etapas a serem vencidas para retomada da produção do Etanol de forma ambiental e economicamente viável:

- **Custo de produção:** o horizonte de preços deve ser favorável ao investidor, principalmente em etapas anteriores à indústria, que incluem os custos com insumo nas fazendas, o que hoje é estimado em 80%; Necessidade de utilização de inovações tecnológicas que aumentem a produtividade por unidade plantada. Logo, para uma solução a médio prazo, não basta o barateamento da matéria prima.

- **Impactos ambientais:** Os efeitos associados à produção de Etanol de cana de açúcar sobre os recursos hídricos, o solo e a biodiversidade devem ser reduzidos a níveis que atendem a legislação. Levando em consideração a etapa agrícola, esse objetivo pode ser alcançado, pois uma vez atendidas as leis ambientais, obtém-se ganhos de mercado em relação aos produtores que não as cumprem.

- **Equilíbrio de benefícios:** Atendidos todos os requisitos legais e políticas públicas, o Etanol de cana-de-açúcar reduz em quase 90% as emissões de gases de efeito estufa, e ainda garante a viabilização das cadeias de biocombustíveis, com facilidades de crédito, tecnologias e acesso à terra e infraestrutura comparáveis ao petróleo.

- **Emprego:** A redução do trabalho braçal é inevitável com a mecanização na colheita, ao mesmo tempo que melhora a qualificação e a remuneração do trabalhador, porém, estudos que visam a geração de novos empregos analisam a viabilidade do plantio intercalado de outros alimentos com a produção de cana, além do manejo da terra, que possam gerar

empregos melhores e de maior qualidade, certificando ainda mais as potencialidades do setor de agroenergia.

- Desenvolvimento da cadeia produtiva com vista ao longo prazo: Diversos outros setores da economia são promovidos com o desenvolvimento do setor sucroalcooleiro, como a indústria de máquinas e equipamentos agrícolas e industriais, por exemplo. Com intuito de não sofrer com a concorrência de outros países e empresas, o setor necessita de contínuas ações que visem o domínio tecnológico, que garanta o equilíbrio do mercado interno e proporcionem maior inserção no mercado externo.

- Pesquisa e desenvolvimento: As novas tendências do setor energético requerem a continuidade plena dos investimentos em pesquisa a fim de que numa premissa a longo prazo, tenhamos o domínio tecnológico capaz de nos colocar a frente de qualquer outro produtor de Etanol do planeta. Tais investimentos devem contar com linhas de financiamento e programas em ciência, tecnologia e inovação, sempre acompanhados das tendências do setor energético.

- Marco legal e regulação econômica: A viabilização de todas as metas para o Etanol, só será possível mediante à regulação e financiamento que geram o equilíbrio entre as atividades econômicas, ambientais e sociais dos agentes que viabilizam este combustível. Outra necessidade é+ definir claramente os rumos e limites, tendo em vista o mercado crescente de outros combustíveis que poderiam gerar concorrência no mercado de Etanol.

5.4.3. Biodiesel

O Biodiesel é um composto biodegradável, ecologicamente sustentável, produzido a partir de óleos vegetais e gorduras animais, que pode ser adicionado parcialmente ao óleo Diesel, ou substituí-lo totalmente, como forma de reduzir a emissão de GEE. O Brasil produziu em 2014 cerca de 1,03 milhão de tep em óleo Diesel, o que equivale a aproximadamente 53 milhões de metros cúbicos, utilizados basicamente no setor agrícola e de transportes. O produto apresenta custo elevado ao consumidor final, assim como a Gasolina e outros derivados do petróleo, devido a fatores já citados neste trabalho, tendo seu custo médio em setembro de 2018 de R\$ 3,46 (ANP, 2018).

Com a crescente utilização de tal combustível e sua associação ao Diesel, tende-se a ocorrer, nos próximos anos, sua inversão de produção, tendo em vista questões ambientais. Com o objetivo de introduzi-lo na matriz energética brasileira, o governo criou a Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Definiu-se, ainda, que Biodiesel é um biocombustível derivado de Biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por

compressão ou, conforme regulamento, para geração de energia, podendo substituir, parcial ou totalmente, combustíveis de origem fóssil.

A legislação brasileira determinou que, a partir de 2013, fosse observado o percentual de 5% em volume como “mínimo obrigatório de adição de Biodiesel ao óleo Diesel comercializado ao consumidor final, em qualquer parte do território nacional” (art. 2º da Lei nº 11.097/05). Sua introdução vem sendo gradual, conforme figura 16. A mistura chegou a um incremento de 7% no Diesel comercializado no Brasil em 2014, tornando possível que os motores emitam menos 57% de gases poluentes. Com 10% do combustível misturados (B10), a redução de hidrocarbonetos lançados na atmosfera pode chegar a 10%, o que representa uma diminuição de 12,5 milhões de toneladas de CO₂/ano. Quando a mistura chegar a 20% corresponderá a atenuação de 25 milhões de toneladas de CO₂/ano.

Figura 16. Teor de Biodiesel no óleo Diesel



Fonte: ANP (2017).

Além das vantagens já citadas, o Biodiesel também apresenta a possibilidade de produção local com geração de empregos, uma vez que pode ser produzido a partir de diversas oleaginosas da diversidade regional do Brasil. A figura 17 apresenta a perspectiva de produção nacional de Biodiesel em milhões de litros por dia, no período compreendido entre 2010 e 2030 conforme projeções do Plano Nacional de Energia.

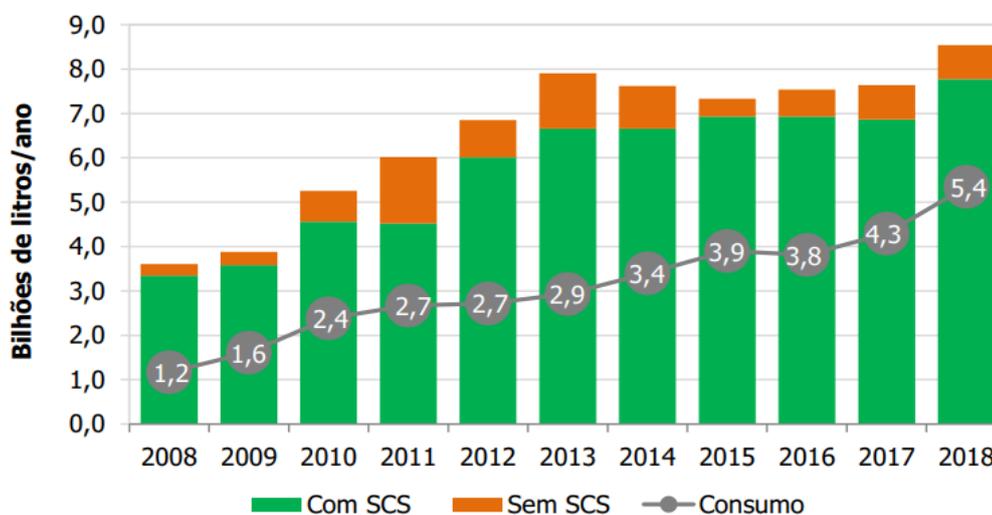
Figura 17. Perspectiva da produção Nacional de Biodiesel (milhões de litros por dia)

	2010	2020	2030
Consumo projetado de diesel	51,2	69,1	97,9
% de biodiesel adicionado	6%	11,5%	18,9%
Produção de biodiesel	3,1	7,9	18,5
em milhões de litros por dia	8,4	21,7	50,5

Fonte: EPE, PNE 2030 (2007).

Claro que há riscos e tendências a serem analisadas. Sabendo que sua introdução deve ser gradual, a perspectiva segundo as projeções do PNE 2030 é de que até 2030 se alcance a mistura de 12% (B12), levando em consideração o ano de publicação do estudo (2007), pode-se crer que iremos ultrapassar esse percentual, tendo em vista que já em 2017 já alcança o percentual de 10% (B10), antecipando em 01 ano o prazo determinado pela Lei nº 13.263/16.

Figura 18: Capacidade instalada de produção e consumo de Biodiesel no Brasil



Nota: SCS: Selo Combustível Social – é uma distinção conferida às indústrias produtoras de Biodiesel, que utilizam em sua cadeia produtiva, produtos oriundos da agricultura familiar.

Fonte: ANP (2018).

Atualmente os preços do Biodiesel são definidos em leilões pela ANP e a principal compradora é a Petrobrás, sendo esse preço fixado para três meses, sendo baseado na porta do

produtor e não para o consumidor final, além do fato de que, o frete também é por conta do comprador, no caso a Petrobrás, a fim de incentivar o produtor.

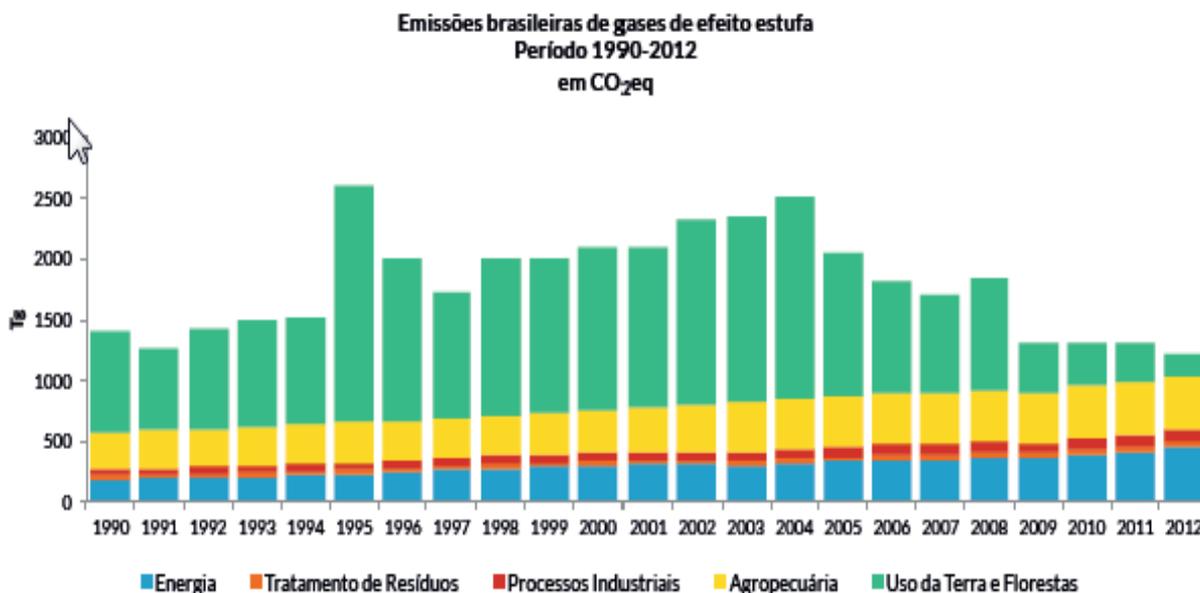
Mesmo que em crescimento, o mercado de Biodiesel ainda é recente, existindo desafios a serem superados. O Biodiesel ainda representa apenas um complemento marginal ao Diesel mineral e possui um custo relativamente alto para sua produção, além do fato de que há a necessidade de buscar uma matéria prima que desassocie o Biodiesel das oleaginosas tidas como alimento humano e/ou animal, a fim de não haver comprometimento de mercado para nenhum dos produtos, e ainda promover uma redução no custo de produção de ambos.

É imprescindível a busca por inovações para o dado combustível, a fim de proporcionar a redução nos custos de produção, bem como o emprego de matéria-prima de alta produtividade que não seja alimento. Assim, num horizonte além do PNE 2030, estima-se que o mesmo possa efetivamente se tornar uma alternativa energética sustentável.

5.4.4. Outras considerações

Segundo a EPE, o planejamento energético a curto e médio prazo requer, inicialmente, a identificação dos determinantes de maior relevância para a evolução do setor de energia dentro do horizonte de 2030 e 2050. O que se espera é a maior participação das renováveis na matriz energética, menor uso de combustíveis fósseis, e um cenário com menor necessidade de utilização das usinas térmicas para geração de eletricidade. No entanto, a geração térmica a gás ofereceria maior competitividade a custos flexíveis. Ainda segundo a EPE, o balanço de gás natural é favorável, prevendo um aumento na demanda de 100 milhões de m³/dia em 2015 para 147 milhões de m³/dia em 2024.

O Consumo de combustíveis líquidos derivados de petróleo representam cerca de 44,5% do consumo final de energia no Brasil (EPE, 2015), setor também responsável por 37% das emissões de CO₂, conforme figura 19, considerando para este índice, a queima de combustíveis fósseis, emissões fugitivas da indústria de petróleo, gás e carvão mineral (EMBRAPA, 2012).

Figura 19. Emissões de CO₂ para os anos de 1990 a 2012.

Diante dos dados apresentados, é possível verificar a necessidade da substituição dos combustíveis fósseis por tecnologias mais eficientes e menos poluentes. Para tanto, na busca da segurança de suprimento energético de forma sustentável, combinada com preços acessíveis, é necessário que haja um amplo planejamento, com participação dos órgãos ambientais, a fim de proporcionar a retomada do Etanol, o avanço do Biodiesel, e ainda a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias no setor de energia que visem a preservação do meio ambiente, qualidade de vida e a segurança energética sustentável e não somente o aspecto econômico.

Importante ressaltar no presente estudo, que o Brasil em 06 de novembro de 2019, através do Decreto Presidencial nº 10.102, o Presidente da República Brasileira delega ao Ministério de Minas e Energia, a autoridade para regulamentar a Política Nacional de Biocombustíveis - RenovaBio e o mercado de Créditos de Descarbonização, a fim de cumprir os compromissos assumidos no Acordo de Paris, com o aumento do uso de biocombustíveis como alternativas aos combustíveis fósseis e, conseqüentemente, reduzir significativamente a emissão de Gases de Efeito Estufa – GEE. Portanto, novos planejamentos devem ser elaborados em relação ao mercado de biocombustíveis no Brasil dentro do horizonte de 2030.

5.5 DUPLICAÇÃO DA TAXA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Um dos temas centrais do ODS 7, a produção de energia renovável e sua disponibilização deve ser implementada de forma eficiente, ou seja, sua aplicação deve gerar maior benefício para uma mesma quantidade de energia utilizada. A Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) é uma das formas utilizadas para avaliar esse ganho em termos de sustentabilidade dos processos de produção, armazenamento e uso de energia. Segundo a EPE, Eficiência significa fazer mais, ou pelo menos a mesma coisa, com menos, mantendo o conforto e a qualidade. Quando se discute energia, eficiência energética significa gerar a mesma quantidade de energia com menos recursos naturais ou obter o mesmo serviço com menos energia. Já o Instituto Nacional de Eficiência Energética – INEE, define que um sistema é eficiente quando não há desperdício de energia.

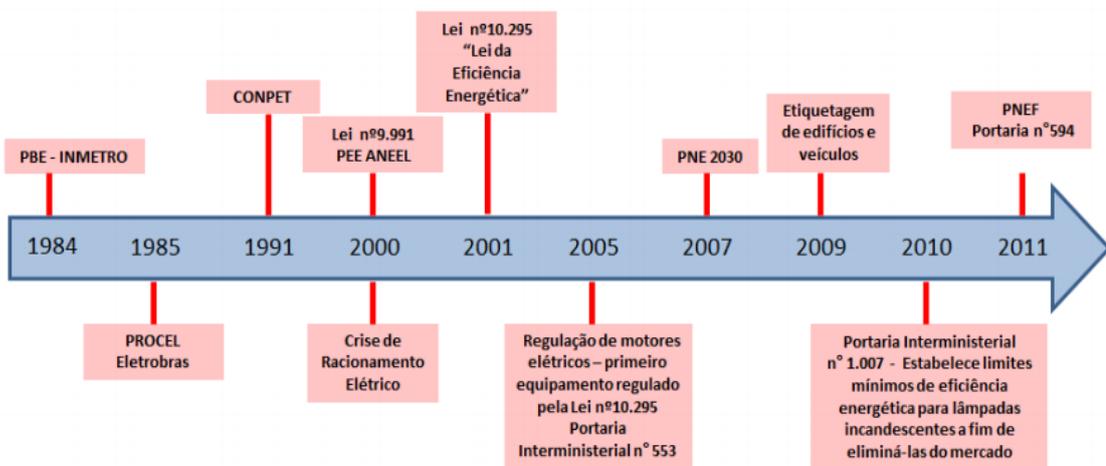
Na física e na engenharia define-se eficiência como a relação entre a energia fornecida a um sistema (seja elétrica, térmica, cinética ou química) e a energia produzida pelo sistema, geralmente em forma de trabalho. Quando esse sistema passa a utilizar quantidades cada vez menores de energia produzindo o mesmo resultado, conclui-se que o sistema está mais eficiente.

Desde a década de 80, programas governamentais no Brasil foram desenvolvidos para promover a eficiência energética, conforme apresentado na figura 20. Em 1984, na primeira medida importante, se deu início ao Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), dirigido para a avaliação de equipamentos de energia e informação aos consumidores sobre o desempenho e identificação de uma ampla gama de modelos de equipamentos que incluem vários aparelhos, como chuveiros elétricos, motores elétricos, fogões e aquecedores de água a gás, bem como coletores solares. O PBE fornece informações sobre o desempenho dos produtos, considerando atributos como a eficiência energética, ruído e outros critérios que podem influenciar a escolha dos consumidores que, assim, poderão tomar decisões de compra mais conscientes. Ele também estimula a competitividade da indústria, que deverá fabricar produtos cada vez mais eficientes.

Em 1985 foi criado pelo MME o Programa de Conservação de Energia Elétrica Nacional (PROCEL). Este programa, coordenado pela ELETROBRÁS, compreende subprogramas, com ações no setor industrial, saneamento, educação, edificação, prédios públicos, gestão energética municipal, informação, desenvolvimento tecnológico e áreas de difusão (PROCEL, 2013). O subprograma Selo PROCEL recebe atenção uma vez que, juntamente com as atividades de marketing, são responsáveis por quase 70% dos resultados

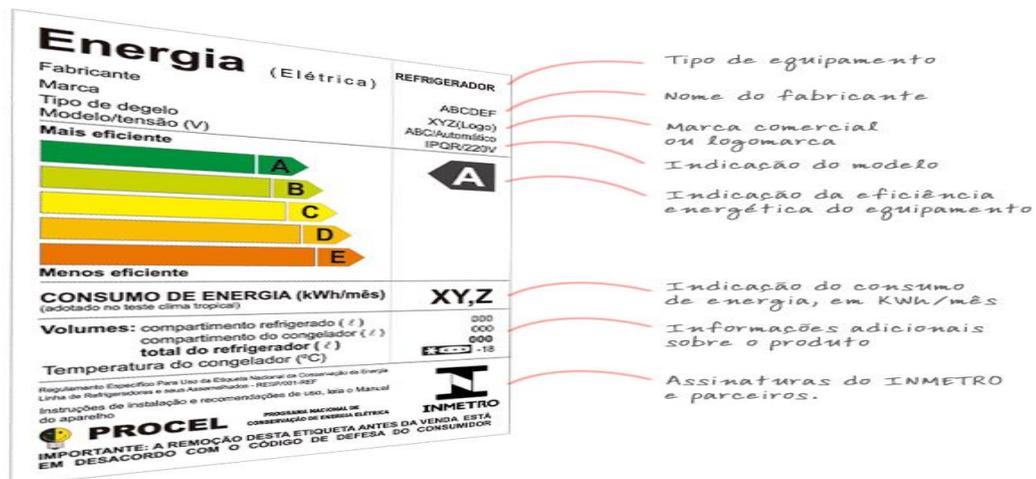
obtidos. Tal programa de etiquetagem de eficiência energética é gerido em cooperação com o INMETRO e alinhado com PBE. Como complemento relevante guiado pela ANEEL, desde 1999, o Programa de Eficiência Energética (PEE) tem orientado a aplicação de 0,5% do faturamento das concessionárias de energia elétrica para a eficiência energética, representando um orçamento significativo. A figura 21 apresenta um modelo da etiquetagem presente nos aparelhos elétricos já citados.

Figura20. Principais políticas de eficiência energética no Brasil



Fonte: EPE (2013).

Figura 21. Modelo de etiqueta de eficiência energética utilizada no Brasil - 2014



Fonte: INMETRO (2014).

Um exemplo de um produto cuja etiquetagem de eficiência energética é muito importante devido ao seu grande consumo de energia elétrica é o chuveiro elétrico. O Inmetro analisou 20 marcas e etiquetou 320 modelos. A figura 22 apresenta alguns exemplos.

Figura 182. Consumo de energia elétrica – Chuveiros elétricos – Edição 02/2014.



MARCA	FAMÍLIA	MODELO	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (W)	CONSUMO MENSAL MÁXIMO		CONSUMO MENSAL MÍNIMO		CLASSIFICAÇÃO DE POTENCIA
					CONSUMO (kWh/mês)	ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA (°C)	CONSUMO (kWh/mês)	VAZÃO (l/min)	
ENERBRAS		ENERDUCHA PLUS	220	4400	18,10	19,4	12,8	4,1	C
		ENERDUCHA PLUS	220	5400	22,00	23	12,9	4,1	D
	DUCHA ELETRÔNICA	DUCHA ENERTRONIC	127	5500	25,30	26,2	10,1	3,0	D
		DUCHA ENERTRONIC	220	7500	33,10	34,6	10,9	3,0	F
EXATRON	BANHO FLEX	MYSHOWER	220	7500	30,50	29,8	9,61	3,0	F
FAET	CHUVEIRO	CHUVEIRO	127	4500	20,40	20,9	13,9	4,7	C
		CHUVEIRO	220	5500	24,10	24,6	14	4,3	D
	DUCHA	DUCHA	127	4500	23,20	22,4	14,7	4,2	C
		DUCHA	220	5500	22,90	25,8	13,9	4,6	D

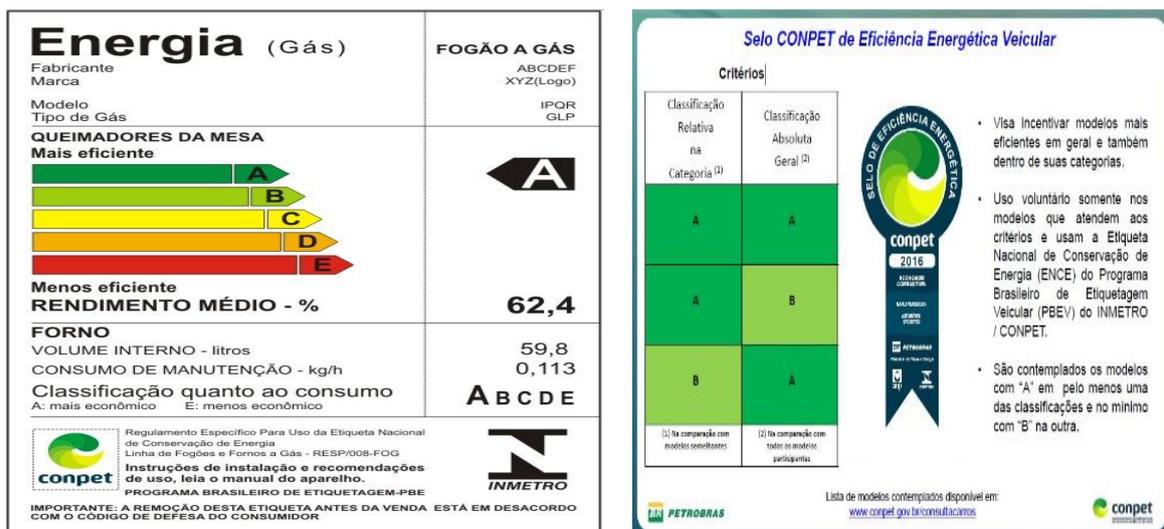
Fonte: Inmetro (2014).

Assim como no setor residencial, considerou-se os potenciais análogos para a poupança de energia no setor de transportes, lançando em 1991, através do MME, o Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados de Petróleo e de Gás Natural (CONPET), gerido e apoiado pela PETROBRÁS, promovendo ações educacionais, de marketing com foco em empresas de carga e de transporte de passageiros e ações de

rotulagem pelo selo CONPET, atualmente aplicado a fogões a gás, aquecedores de água domésticos e veículos leves.

Em 2001, a Lei Federal 10.295, também conhecida como a Lei de Eficiência Energética, foi aprovado para reforçar esses programas, permitindo que o governo brasileiro estabelecesse padrões mínimos de desempenho energético para aparelhos e equipamentos de energia, vedando a comercialização de modelos de baixa eficiência e promovendo a retirada progressiva de modelos de baixa eficiência do mercado. A implementação desta lei manteve-se sob a responsabilidade da Comissão de Gestão de Níveis de Eficiência Energética (CGIEE ou Comitê Gestor dos Índices de Eficiência Energética), composto por representantes do governo, fabricantes de eletrodomésticos e comerciantes, bem como representantes da comunidade acadêmica e dos consumidores. Atualmente, equipamentos como geladeiras, condicionadores de ar, motores elétricos, lâmpadas, fogões a gás e aquecedores de água a gás têm seu desempenho mínimo estabelecido por esta lei. A figura 23 apresenta o modelo de etiqueta de eficiência energética para fogões a gás. Vale a pena observar a complementaridade de etiquetas de eficiência energética e os padrões mínimos de desempenho energético: níveis mínimos de desempenho são mais relevantes para os fabricantes e comerciantes, enquanto a rotulagem é orientada a fornecer informações aos consumidores, apesar de estimular a comercialização e competição de produtos com melhores qualidades.

Figura 23. Modelos de etiquetas de eficiência energética para fogões a gás – 2014 e veículos - 2016



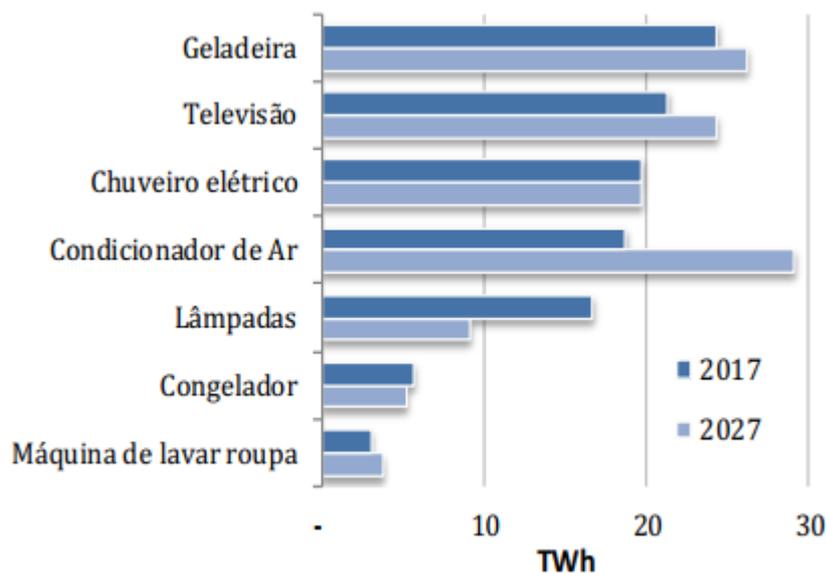
Fonte: INMETRO, 2016.

No Plano Nacional de Energia 2030, assumiu-se impactos entre 4,0 - 15,5 GW de capacidade de geração de energia elétrica, salvo como resultados de eficiência energética. Para obter essa economia, prevê-se que 5% da demanda de energia elétrica será reduzido devido ao avanço tecnológico autônomo e mais 5% de redução pode ser realizada por ações de economia indutivas (EPE, 2008). Para alcançar esses objetivos, o MME elaborou o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEF), com um inventário das iniciativas em curso e que se apresenta como meta de reduzir o consumo de eletricidade em 10% em 2030, o que corresponde a salvar cerca de 106 TWh (MME, 2012).

Investir em tecnologias de eficiência energética requer mais do que gastar e comprar produtos prontos, requer investir em conhecimento, pesquisas, ensaios, testes e por fim formar uma base de dados própria, além de produzir de forma sustentável. Segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2027, a conservação de energia estimada para o período de 2017 a 2027 é de 4%, em grande parte, resultado das políticas de revisão de índices mínimos de eficiência energética dos equipamentos como ar condicionado, refrigerador e congelador. Devido ao aumento de renda das famílias, e conseqüentemente ao poder aquisitivo, estima-se que em 2027, somente o aparelho de ar condicionado responda por 15% da demanda de eletricidade do setor residencial no Brasil. A figura 24 apresenta o consumo médio por equipamento (kWh/ano/equipamento).

Segundo o PNE 2030, a opção estratégica de investir em eficiência energética é a que menos agride o meio ambiente, gera empregos e apresenta uma expectativa crescente do aumento de sua competitividade comparada às outras opções de expansão da oferta de energia elétrica. Os custos decorrentes que geram o encarecimento do insumo energia tem implicações na competitividade e nos benefícios sociais da economia do país, visto que este bem tem a capacidade de interferir em todos os segmentos da economia e seu encarecimento traz como consequência a exclusão de determinadas parcelas da população, com menor poder aquisitivo, da possibilidade de melhoria de qualidade de vida e de suas atividades econômicas.

Figura24. Consumo médio por equipamento (kWh/ano/equipamento)



Fonte: EPE – PDE 2027 (2017).

Os programas de eficiência energética têm sido utilizados em diversos países como importantes instrumentos para controle da poluição atmosférica e outras externalidades negativas associadas, para melhorar a competitividade da indústria nacional e conseguir avanços em metas sociais. Investimentos em mecanismos de incentivo à eficiência energética, seja por meio do chamado Gerenciamento pelo Lado da demanda (GLD) ou de outros mecanismos de mercado, motivam as empresas a investirem também em projetos de uso eficiente da energia. Com efeito, a Agência Internacional de Energia tem afirmado que a Eficiência Energética é o mais importante combustível do futuro.

O Brasil possui longo histórico de implementação de mecanismos de eficiência energética, com destaques às ações do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica- PROCEL, Programa Nacional da Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e do Gás Natural - CONPET, Programa Brasileiro de Etiquetagem, Lei de Eficiência Energética (nº 10.295/01) e a Lei nº 9.991/00. Dentro de um processo de evolução natural, os atuais estudos energéticos do Governo Brasileiro tomam em conta uma estratégia de eficiência energética, objetivando definir metas, prazos e a perpetuação da energia conservada, embora existam dificuldades com levantamento de dados e com as atividades de monitoramento e verificação, com as quais se vem trabalhando no sentido de minimizá-las. No sentido amplo, a eficiência energética aborda as medidas de redução de energia consumida, sem perda na qualidade, e substituição de fontes de energia, com ganhos sistêmicos de eficiência. Outras dificuldades estão ligadas aos custos de substituição de tecnologias ineficientes, custos estes

nem sempre recuperáveis pelo consumidor final, embora estrategicamente interessantes do ponto de vista do sistema elétrico. Neste sentido, a cogeração ganha destaque, em função de sua amplitude e potencial.

De acordo com o PNE, para atingir o objetivo de cumprir a meta definida para o programa de conservação induzido de 5% do mercado de energia elétrica em 2030, torna-se necessário criar as estratégias de eficiência energética que definirão os mecanismos que o Governo implementará ou fomentará visando atingir a meta especificada. A diretriz que norteará a construção das estratégias é a criação de mercado de maior escala e menor incerteza para a eficiência energética no Brasil. Para detalhar a proposta, as estratégias serão divididas em três grupos principais: Estratégias Gerais, que compõem as grandes medidas que balizarão todas as seguintes; Estratégias Estruturantes, cuja finalidade é prover os alicerces necessários para o sólido desenvolvimento das estratégias operacionais; Estratégias Operacionais, que visam implementar as diretrizes.

O tema eficiência energética ainda não tem o destaque que atualmente se imponha em assuntos de planejamento energético, devendo, portanto, ser considerado um assunto primordial a fim de se alcançar as metas energéticas estipuladas pelo governo, tendo em vista sua influência não apenas na redução do consumo desnecessário de energia e seus custos decorrentes, mas também na possibilidade do aumento de produção. Abaixo seguem as estratégias de eficiência energética, segundo o PNE:

5.5.1. Eficiência energética – Estratégias Gerais

- **Eficiência Energética como uma Opção de Investimento no Planejamento do Setor Energético Brasileiro**

Evoluir nas discussões sobre os novos conceitos e aperfeiçoar a metodologia de introdução da eficiência energética no planejamento do setor energético como um todo e não somente para o elétrico. Porém, o fato de maior importância é considerar, de forma sistemática, a eficiência energética como opção aos investimentos na ampliação da produção de energia.

- **Política de Eficiência Energética do Governo Federal – Lei 10.295/01**

Objetivo principal de orientar a ação dos diversos entes governamentais e privados no combate ao desperdício energético e na construção de uma sociedade energeticamente eficiente, direcionando recursos, aperfeiçoando o marco legal e criando uma cultura para o combate do desperdício de energia e para a preservação dos recursos naturais.

- **Planejamento de Ações de Eficiência Energética**

Trata-se da elaboração de um Plano Nacional de Eficiência Energética - PNEf, instrumento adequado para o detalhamento das estratégias traçadas no âmbito da Política de Eficiência e do PNE, bem como o estabelecimento das medidas necessárias à sua operação, sob a coordenação do MME e contemplando a participação de outros ministérios e agências reguladoras.

- **Ampliar a Base de Informação**

A precariedade de informações é a principal barreira identificada para definir as perspectivas de eficiência energética, no horizonte de longo prazo.

Informações como estatísticas detalhadas sobre custos, rendimentos e vendas de equipamentos e veículos, resultados de pesquisas de campo sobre posse e hábitos de usos, além de informações sobre as respostas dos diversos grupos de consumidores às diferentes medidas de conservação são imprescindíveis para subsidiar os órgãos encarregados de planejar, implementar e monitorar os programas de eficiência energética.

- **Trabalho de Articulação**

Construir uma articulação entre os principais agentes econômicos e governamentais para a criação de mercado sustentável para a eficiência energética é uma estratégia essencial para o sucesso da estruturação da Política de Eficiência Energética e da elaboração e implementação de um primeiro PNEf.

5.5.2. Eficiência energética – Estratégias Estruturantes

- **Assegurar Recursos para Viabilizar as Estratégias Propostas**

De uma forma resumida, o Brasil apresenta uma falta de estrutura que garanta recursos humanos e orçamentários capazes de garantir um gerenciamento adequado e eficaz dos programas de eficiência energética. Os recursos orçamentários são oriundos, em sua maioria, do setor público e são insuficientes para o financiamento dos programas, necessitando de uma completa reestruturação que garanta efetivamente os recursos necessários para uma coordenação eficaz e integrada.

- **Monitorar e Verificar os Resultados**

O monitoramento e verificação de resultados, bem como suas fiscalizações, são procedimentos necessários para estruturar os estudos do PNEf, beneficiando-se,

evidentemente, o máximo possível da experiência internacional e nacional, não negligenciando da necessidade de tais procedimentos únicos serem discutidos com os atores afetos a este processo.

- **Aperfeiçoar o Marco Legal de Forma a Incentivar o Mercado de Eficiência Energética**

Atualmente o Brasil dispõe de um vasto arcabouço legal e normativo, cujo escopo abrange o PBE, PROCEL, CONPET, PEE e a Lei de Eficiência Energética, tornando possível que as novas estratégias operacionais possam requerer seu aperfeiçoamento.

Com objetivo de dar continuidade na evolução sistemática das estratégias de eficiência energética propostas pelo PNEf, poderia ser criado um grupo técnico para tratar da revisão desse marco legal.

- **Construir uma Cultura de Combate ao Desperdício de Energia**

Hábitos mais eficientes no uso da energia, bem como a aquisição de equipamentos de maior eficiência tem se caracterizado como medidas de fomento à eficiência energética praticada universalmente, desde a década de setenta. Daí se observa a necessidade de levar informações energeticamente sustentáveis aos consumidores sobre seus hábitos cotidianos, que podem contribuir para o uso racional de energia.

Programas brasileiros como PBE, PROCEL e CONPET, desde a sua criação, tem evoluído ao longo do tempo, e preveem grandes investimentos em comunicação e marketing a fim de disseminar a cultura de eficiência energética e uso racional de energia.

5.5.3. Eficiência energética – Estratégias Operacionais

- **Fomentar a Inserção de Equipamentos, Edificações e Processos mais Eficientes no Mercado**

A etiquetagem, os selos para os equipamentos mais eficientes, e os de níveis mínimos de eficiência obrigatórios para novos equipamentos são os mecanismos eficazes utilizados no Brasil com objetivo de transformação do mercado de equipamentos, processos e edificações, de forma a elevar a eficiência média destes produtos.

Outras estratégias estão em análise pelo governo a fim de promoverem o alcance dos objetivos acima, como incentivo fiscal, alternativas tecnológicas e a incorporação de requisitos de sustentabilidade para aquisições públicas.

- **Reduzir Desperdícios de Energia Junto à População de Baixa Renda**

No Brasil, uma elevada parcela de consumidores é caracterizada na subclasse residencial de baixa renda, existindo uma elevada percentagem de furtos de energia entre esses consumidores, seja pelo baixo poder de compra ou outros problemas sociais, que levam a elevado nível de desperdício de eletricidade. A ANEEL busca promover a regularização das ligações e sedimentação da cultura de combate ao desperdício de energia, para, posteriormente, poder reduzir este recurso gradativamente, direcionando-o para outras estratégias de eficiência energética, mantendo sempre um percentual mínimo para esse fim, no sentido de garantir a esse grupo da população, condições do uso da energia de forma sustentável, mostrando que a eficiência energética pode ser aplicada também num caráter social.

- **Otimizar Processos e Instalações Industriais, Comerciais e de Serviços no Ponto de Vista Energético**

O setor industrial, os grandes centros comerciais e de serviços respondem por 50% do consumo total de energia elétrica e parte significativa do consumo de combustíveis.

O treinamento de multiplicadores e agentes, o investimento em centros de pesquisa, laboratórios e pesquisas aplicadas e a concessão de financiamentos em condições favoráveis são os mecanismos mais utilizados como ações de otimização em processos industriais, que promovem a conscientização e materializa as ações de consumo racional de energia e o uso de equipamentos mais eficientes.

A disseminação de informações acerca da conservação e do uso racional da energia, mantendo-se a sustentabilidade pela ampliação de infraestrutura de pesquisa para avanços nessa área, garantem os bons resultados nos programas de eficiência. Além disso, prêmios para melhores práticas e a divulgação de casos de sucesso no aumento da eficiência energética também são mecanismos utilizados pelos programas a fim de induzirem o aumento da conservação e uso racional de energia.

- **Aperfeiçoar a Regulação Tarifária para Estimular Investimentos em Eficiência Energética**

O atual sistema de regulação tarifária, de tarifa pelo custo, assim como o sistema de regulação por teto tarifário vigente no setor elétrico brasileiro desestimula investimentos em programas de eficiência energética. Especialistas sugerem que a adoção de tetos de receita (utilizado nos EUA) ou de um sistema híbrido de teto de receita/tarifário na regulação tarifária de empresas concessionárias distribuidoras de energia elétrica e de gás natural canalizado no Brasil atrairia investimentos adicionais destas empresas para a promoção da eficiência energética. Ressalta-se que devem ser excluídos dessa abrangência os recursos aplicados nos PEE das concessionárias distribuidoras de eletricidade. Outra possibilidade que poderia ser estudada para o Brasil seria o repasse do custo do “possível” leilão de eficiência energética (ou outro mecanismo a ser definido no PNEf) para a tarifa, além de tarifas diferenciadas. Esta é uma estratégia complexa, pois envolve vários atores, direitos e regras de mercado, sendo foco do PNEf em estudos mais aprofundados. Porém pode-se apresentar como uma diretriz geral a ser estudada, de forma a incentivar eficazmente a eficiência energética nos vários grupos de consumo de energia elétrica.

- **Substituir Fontes de Energia, com Ganhos Sistêmicos de Eficiência**

A substituição adequada de fontes de energia para um determinado uso final é uma medida que garante segurança no suprimento, mais qualidade do sistema e ainda reduz impactos ao meio ambiente. Algumas substituições implicam ganhos sistêmicos de eficiência, como é o caso da troca dos chuveiros elétricos por aquecedores solares ou a gás natural, ou ainda, em maior porte, a implantação de unidades de cogeração em substituição a unidades separadas de produção de eletricidade e calor. Nesses casos, os governos de vários países têm oferecido diversos tipos de subsídios para tornar estas substituições economicamente atrativas, valendo ressaltar que o mesmo não ocorre no Brasil.

Uma diretriz geral para esta estratégia seria o incentivo a fontes alternativas que gerem ganhos sistêmicos, priorizando-se três pontos:

- incentivo à substituição do aquecimento de água obtido a partir da energia elétrica por solar;
- incentivo à cogeração e geração distribuída;
- incentivo às fontes de combustíveis renováveis.

O maior potencial para o uso do aquecimento solar de água concentra-se no setor residencial, mas não se restringe a ele. Outras aplicações significativas são: no setor industrial, podem ser utilizados no pré-aquecimento de caldeiras, e, no setor comercial, em chuveiros e piscinas. A estratégia de incentivo ao uso do aquecimento de água por energia

solar já está sendo estudada em conjunto com o Ministério de Meio Ambiente e será contemplada em programa específico de incentivo.

O estímulo ao uso de combustíveis alternativos no setor de transportes é também importante nesta estratégia, uma vez que este setor responde por mais de 30% do uso de combustíveis no Brasil. Deve haver fomento à inserção no mercado de sistemas motrizes alternativos: veículos elétricos, biocombustíveis, hidrogênio e subprodutos de refino de petróleo.

- **Apoiar a Otimização da Matriz de Transportes no Brasil**

Tal otimização deve ser dada em base energética e ambientalmente sustentável, primando pelo uso de veículos mais eficientes, na redução do uso de combustíveis, no uso de meios de transportes alternativos como ferroviário, aquaviário, marítimo e fluvial, no transporte de cargas e passageiros. Essas conversões e integração de modais de transporte preconizadas anteriormente só podem ser viabilizadas de maneira gradativa por conta dos pesados investimentos nas diversas infraestruturas de transporte que requerem. Por outro lado, existem medidas de fomento à eficiência energética que podem ser adotadas em prazo mais curto, tais como a utilização de corredores viários urbanos, a construção de ciclovias e a implantação da inspeção veicular em todo o território nacional.

O consumo racional de energia, eletricidade principalmente, é o caminho mais promissor para que o Brasil se desenvolva de forma sustentável. É óbvio que é deve haver mudanças no papel do consumidor no setor de energia, mas o país tem o papel fundamental a dar ao consumidor condições não somente para adquirir, mas para conhecer o que está adquirindo. O acesso a novas das tecnologias, bens de consumo mais eficientes, tornam o consumidor mais ativo dentro do setor de energia. No entanto vale ressaltar, que o Brasil mantém o foco de suas políticas de eficiência energética no consumidor residencial, sendo que os demais setores da economia representam a maior parte da demanda energética do país, principalmente o setor industrial.

5.6 COTA DAS FONTES RENOVÁVEIS NA MATRIZ BRASILEIRA

Para elaborar um trabalho visando seguir as metas do ODS N° 7 no horizonte de 2030, primeiramente deve-se levar em consideração algumas condições básicas de análise, como demográficas, macroeconômicas e setoriais, assim como aquelas relativas à eficiência energética e à autoprodução, pois todas possuem um papel fundamental na determinação da

dinâmica do consumo de energia elétrica, com implicação direta no comportamento de vários indicadores de mercado. No setor residencial, o número de ligações à rede elétrica depende de variáveis demográficas, como a população, o número de domicílios e o número de habitantes por domicílio; o consumo médio por consumidor apresenta correlação com a renda, com o PIB e com o PIB per capita. Essas mesmas variáveis são também importantes na explicação de outros setores de consumo, como é o caso da classe comercial (comércio e serviços) e das demais classes de consumo.

O Brasil é considerado um país rico em recursos naturais, tendo em vista que poucos países desfrutam de um sistema hídrico tão amplo. A tabela 16 realiza um comparativo com alguns países em relação a participação da hidroeletricidade na produção total de energia elétrica. Do total de 8.514.876 quilômetros quadrados que compõe a área do território brasileiro, 55.455 quilômetros quadrados estão cobertos por água, distribuídos em rios, lagos e riachos, e é dessa generosa disponibilidade de água que surge o enorme potencial de energia hidráulica, tornando o país em um dos maiores produtores de energia hidrelétrica no mundo.

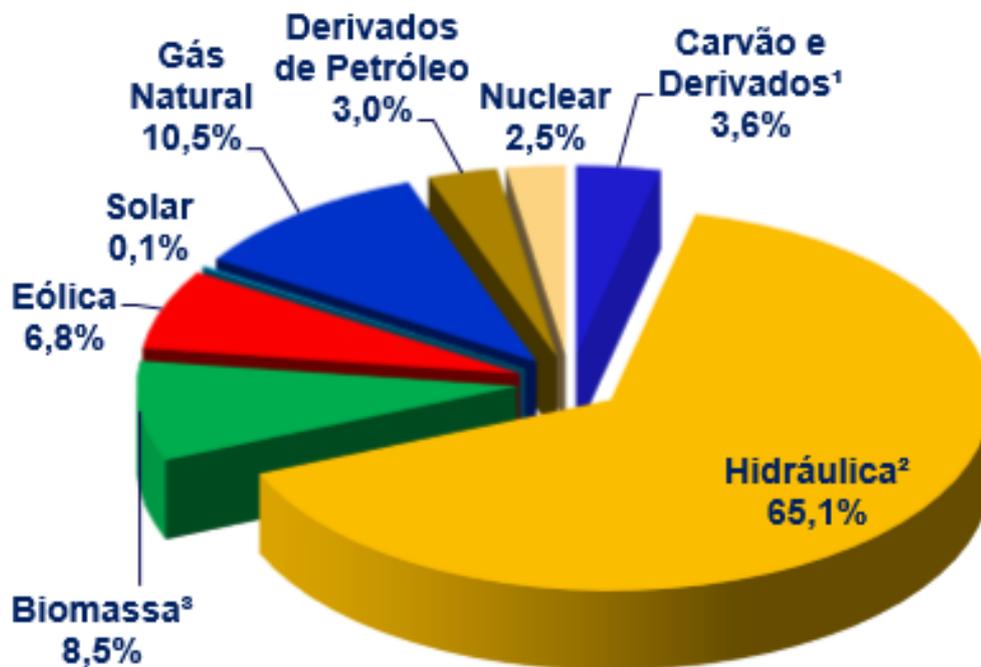
Tabela 16. Participação da hidroeletricidade na produção total de energia elétrica (%)

País	Ano	
	2006	2013
Noruega	98,5	96,1
Brasil	83,2	68,6
Venezuela	72,0	67,8
Canadá	58,0	60,1
Rússia	17,6	17,3
Índia	15,3	11,9
Japão	8,7	8,1
Estados unidos	7,4	6,7

Fonte: IEA (2014).

Para uma perspectiva de consumo mais eficiente e sustentável, o Brasil deverá passar por uma série de reformulações políticas e culturais, cujo objetivo principal é a redução no consumo desnecessário de energia, o aumento da produção de energia limpa, o aumento da eficiência energética e o acesso de todos a fontes modernas de energia, como eólica e Biomassa que somam pouco mais de 15,3% na matriz elétrica em 2017, conforme figura 25, além de incentivar o aumento dos sistemas fotovoltaicos e das Pequenas Centrais Hidrelétricas.

Figura 25. Matriz da Energia Elétrica do Brasil (2017)



Fonte: ANEEL, 2018.

Conforme o Relatório de Síntese do Balanço Energético Nacional – BEN (2015), entre 2013 e 2014, devido às condições hidrológicas desfavoráveis observadas ao longo do período, houveram reduções da oferta de energia hidráulica, sendo que em 2013 o decréscimo foi de 5,4%. A menor oferta hídrica explica o recuo da participação da energia hidráulica na matriz elétrica, de 84,5% em 2012 para 79,3% em 2014, apesar do incremento de 1.724 MW na potência instalada do parque hidrelétrico. Referente à geração eólica, a potência atingiu 2.202 MW, o que proporcionou um acréscimo de 30,2% na geração de eletricidade a partir dessa fonte. A tabela 17 traz um comparativo da energia gerada por fontes eólicas e solares fotovoltaicas em alguns países entre 2005 a 2011, podendo-se notar um crescimento expressivo da geração eólica no Brasil, de 2 GWh em 2005 para 2.705 GWh em 2011, enquanto a solar apresenta, dentre os países analisados, uma evolução significativa apenas nos EUA.

Tabela 17. Total de energia gerada por fonte eólica e solar fotovoltaica em alguns países (GWh)

País	Fonte	Ano		
		2000	2005	2011
Brasil	Solar Fotovoltaica	0	0	0
	Eólica	2	93	2.705
Chile	Solar Fotovoltaica	0	0	0
	Eólica	332	7	338
Argentina	Solar Fotovoltaica	0	0	2
	Eólica	35	35	26
Uruguai	Solar Fotovoltaica	0	0	0
	Eólica	0	0	111
EUA	Solar Fotovoltaica	183	524	5.260
	Eólica	5.650	17.881	120.854

Fonte: IEA, 2014.

O aumento do consumo final de eletricidade no país em 2013 foi de 3,6%, com destaque para os setores residencial e comercial, atendido a partir da expansão da geração térmica, especialmente das usinas movidas a carvão mineral (+75,7%), gás natural (+47,6%) e bagaço de cana (+19,2%), cujas participações na matriz elétrica, na comparação de 2013 contra 2012, cresceram de 1,6 para 2,6%, de 7,9 para 11,3%, e de 4,2 para 4,9%, respectivamente.

Segundo o PNE 2030, a evolução da Matriz Energética, no período 2005/2030, apresenta uma ampliação na sua diversificação com uma redução significativa da utilização de lenha e carvão vegetal, de 13% para 5,5%; um aumento da participação do gás natural, de 9,4% para 15,5%; uma redução da participação do petróleo e derivados de 38,7% para 28%; uma elevação na participação das fontes energéticas oriundas de produtos da cana-de-açúcar e outras renováveis, (Etanol, H-Bio, Biodiesel e outras), de 16,7% para 27,6%; e a manutenção da participação das fontes renováveis, atualmente em torno de 45%, diante ao valor de 14% no mundo.

Com o aumento populacional de 207,7 milhões de habitantes em 2017 para 224 milhões de habitantes em 2030, a energia per capita de 2013, de 1,44tep/habitante ao ano,

evoluiria para 2,33 tep/habitante ao ano em 2030. Com relação ao PIB, esta oferta interna de energia implicaria em reduzir em 5% a intensidade energética ao longo do horizonte do Plano.

As fontes primárias de energia nacionais apresentam uma elevada participação na Matriz Energética, sendo o valor de aproximadamente 90% em 2017, e segundo o PNE 2030, mantendo-se no ano de 2030. Com relação a importação de energia, se concentra no carvão mineral, para siderurgia, no gás natural (gasodutos/GNL) e na energia elétrica, essa última principalmente oriunda da República Argentina e da República Oriental do Uruguai, conforme publicado na Portaria Nº 372 de 19/09/2017 pelo MME. De acordo com Plano Nacional de Energia, considerando a parcela paraguaia de Itaipu, e os novos empreendimentos em construção no Brasil, a hidroeletricidade em termos de capacidade instalada, situou-se em torno de 75%, e prevê-se que esse percentual se mantenha no ano 2030. Considerando as demais fontes renováveis nacionais, centrais eólicas, Biomassa da cana-de-açúcar e resíduos urbanos, a parcela de energia renovável para produção de eletricidade se situaria em torno de 86%, em 2030, bastante elevada quando comparada com a média mundial atual de apenas 20%.

5.6.1. Energia hidráulica

Segundo a EPE – PDE 2027, a estimativa de investimentos em linhas de transmissão entre 2017-2027 é de R\$ 108 bilhões, dos quais R\$ 75 bilhões somente em linhas de transmissão e R\$ 35 bilhões em subestações, a fim de atender um incremento de cerca 60 GW de potência instalada até 2027. O montante total dos investimentos chega a R\$ 268 bilhões, incluindo usinas já autorizadas e outras fontes renováveis. A tabela 18 apresenta a evolução da oferta interna de energia segundo o PDE 2014-2024.

Tabela 18. Evolução oferta interna de energia 2014-2024

Energia Renovável	2014		2019		2024		2014-2024
	Mil tep	%	Mil tep	%	Mil tep	%	Varição (%a.a.)
Hidráulica e	40.417	13,5	45.073	13,5	53.270	13,3	4,3
Lenha e carvão	22.403	7,5	22.993	6,9	27.444	6,9	1,0
Derivados cana de	50.212	16,8	60.171	18,0	67.586	16,9	3,5
Outras renováveis	14.256	4,8	22.009	6,6	32.358	8,1	9,9
Total	127.289	42,5	150.246	45,0	180.569	45,2	4,1

Fonte: EPE (2015).

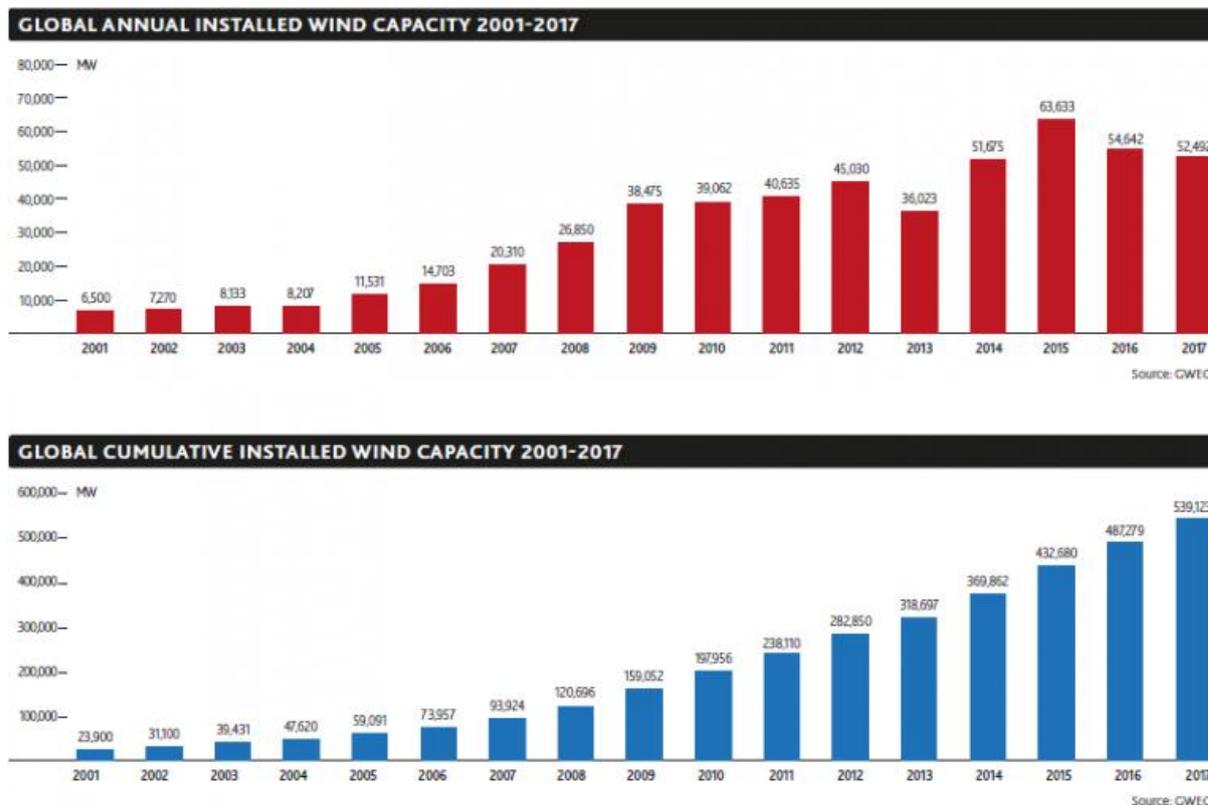
O Brasil possui um potencial hidrelétrico de 261 GW, e segundo o Plano Decenal de Energia elaborado pela EPE, a energia hidráulica continua com supremacia em 2024, respondendo por 65,8% do total, indicador um pouco superior ao verificado em 2014, de 65,2% (incluindo importação). As fontes eólica, solar e Biomassa, somadas, passam a responder por 20,4% da Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE) de 2024, mais do dobro do indicador de 2014 (9,4%). A OIEE chega a 941 TWh em 2024, crescimento de 4,2% a.a. sobre 2014.

A estimativa de crescimento na OIEE inclui um planejamento bem elaborado da evolução das linhas de transmissão, que permita aos consumidores e agentes de mercado o livre acesso à rede, garantindo um ambiente propício para competição na geração e comercialização de energia elétrica no sistema interligado. Segundo a EPE, no horizonte 2014-2024, a expansão das linhas de transmissão corresponderá a um incremento de 75,7 mil km, chegando a 201,4 mil quilômetros, e a um investimento de R\$ 108 bilhões.

5.6.2. Energia Eólica

Em função da sua localização geográfica, o Brasil apresenta um grande potencial para todas as renováveis. Sendo assim, o país dispõe de recursos abundantes de energia solar, eólica, oceânica e Biomassa, mantendo seu destaque em fontes renováveis de energia frente aos demais países. A figura 26 apresenta a evolução da capacidade instalada de energia eólica no mundo divulgada pelo Conselho Global de Energia Eólica – GWEC, em 2017 a potência instalada atingiu 539 GW.

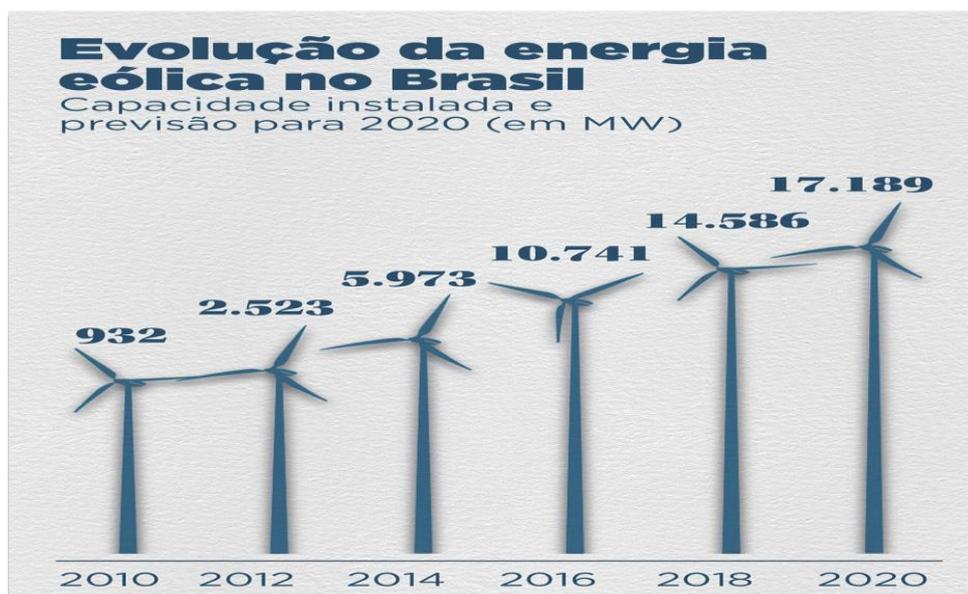
Figura26. Evolução da energia eólica no mundo (2010 - 2020)



Fonte: GWEC apud EPE, 2018.

No Brasil, as Regiões Nordeste e Sul apresentam o maior potencial eólico para o uso desta fonte. Segundo o Ministério de Minas e Energia (2015), o fator de capacidade da geração eólica ficou em 0,38 em 2014, acima dos indicadores de 0,37 em 2013 e 0,34 em 2012, e muito acima do indicador mundial de 0,25. O Rio grande do Norte detém 33% da potência instalada (1.625 MW), seguido do Ceará (25% e 1.219 MW), da Bahia (17% e 842 MW) e Rio Grande do Sul (15% e 715 MW). De acordo com a CEPREL, em publicação do Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, elaborado em 2000, e publicado em 2001, apontou-se um potencial bruto de 143 GW de potência, com base na utilização de equipamentos disponíveis àquela época. A figura 27 apresenta a evolução da potência instalada no Brasil entre 2010 e 2020, apontando o crescimento do potencial eólico em torno de 1560% no período de 2010 a 2018. Com perspectiva de alcançar o potência de 17.189 MW em 2020. Em 2015 foram gerados 21.626 GWh de energia elétrica e em 2016 esse valor chegou a 33.489 GWh (BEN 2017).

Figura 27. Evolução da potência eólica instalada no Brasil entre 2010 e 2020.



Fonte: EPE, 2018.

Junto a evolução dos sistemas de geração eólica há uma redução gradativa no custo unitário da geração (US\$/kWh), devido à queda do custo dos componentes e dos custos de fabricação. Segundo uma avaliação dos aerogeradores instalados na Dinamarca, realizada pelo National Reserch Laboratory, em 1995, observou que os custos tinham caído de 169 US\$/MWh, em 1989, para 61,5 US\$/MWh, em 1995, representando uma redução de dois terços.

No Brasil, no leilão de energia elétrica de abril de 2015 realizado pela ANEEL, o preço médio de geração eólica praticado pelo PROINFA foi de R\$ 179,00/MWh. No leilão A-4 de 2017 o preço médio final das negociações foi de R\$ 144,51/MWh para os novos empreendimentos eólicos. A Associação Brasileira de Energia Eólica questiona os preços praticados nos leilões e apontam que isso pode afugentar os empreendedores. Segundo a ANEEL, o Brasil já possuía em 2018 14,1 GW de potência instalada de geração eólica, e segundo o PDE, a projeção é de que tenha um potencial de 32 GW instalado em 2027, representando um incremento de 17,9 GW, que segundo estimativa do planejamento energético, representará uma produção de aproximadamente 50,6TWh de energia em 2030.

Conforme a Associação Brasileira de Energia Eólica – ABEEólica (ano), o custo médio (R\$/kW) de potência instalada de geração eólica gira em torno de R\$ 4.500,00/kW. A figura 28 exhibe os investimentos estimados pela EPE até 2024, destacando o maior percentual para as fontes como PCH, Biomassa, eólica e solar.

Figura28. Estimativa de investimentos em geração de energia até 2024.

TIPO DE FONTES	Usinas contratadas e autorizadas		Usinas planejadas		TOTAL	
	R\$ bilhões	%	R\$ bilhões	%	R\$ bilhões	%
HIDRO	18,3	17,6	54,8	33,2	73,1	27,2
PCH + BIOMASSA +EÓLICA+SOLAR	59,3	57,3	96,5	58,5	155,8	58,1
TERMELETRICA	26,0	25,1	13,6	8,3	39,6	14,7
Nuclear	11,0	10,6	-	-	11,0	4,1
Gás natural	12,7	12,3	13,6	8,3	26,3	9,8
Carvão	2,3	2,2	-	-	2,3	0,8
Óleo combustível/diesel	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
TOTAL	103,6		164,9		268,5	

Fonte: EPE (2015).

Segundo a EPE, no horizonte de 2030 estima-se uma queda do custo unitário de investimento em razão da evolução rápida na curva de aprendizagem, com desenvolvimento de infraestrutura nacional, matéria prima e mão de obra, atraindo cada vez mais investidores nessa tecnologia devido ao grande potencial brasileiro.

Tabela 19. Estimativa da produção de Eletricidade (TWh)

Produção	2005	2010	2020	2030
Hidráulica	325,1	395,0	686,5	980,9
Nuclear	9,9	15,0	30,5	51,6
Carvão Mineral	6,1	13,0	15,6	31,4
Gás Natural	13,9	58,4	61,5	92,1
Biomassa Cana	0	1,1	14,6	33,5
Resíduos Urbanos	0	0	1,0	6,8
Eólica	0,9	3,6	50,6	112,5
Outras Fontes	7,2	9,9	5,4	12,5

Fonte: EPE, PDE 2027 (2017).

Para 2030 é estimado o consumo total de energia elétrica entre 950 e 1250 TWh, segundo o PNE 2030. Para o atendimento dessa demanda, iniciativas adicionais serão

necessárias na área de eficiência (consideradas nas projeções), para suprir uma parcela, de cerca de 4% a 5% dessa demanda.

As projeções elaboradas pela EPE nos planejamentos anteriores, com relação a energia eólica, já foram superadas há tempos, devido à grande dinâmica do setor. Novas projeções já estão em análise, tendo em vista o rápido crescimento dessa fonte ao longo dos últimos anos, superando todas as expectativas com números cada vez mais expressivos.

Segundo a ABEEólica (2018), ao final de 2017 o Brasil já ocupava a 8ª posição no ranking mundial de energia eólica em capacidade instalada, cerca de 13,74 GW, sendo que o potencial de geração de energia eólica no país é estimado atualmente em 500 GW, com grande parte dessa capacidade localizada no Nordeste e Sul do País, com potenciais nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, entre outros, que já estão sendo pesquisados. Com os leilões de energia regulados pela ANEEL, somente entre 2015 e 2017, 96 novos parques eólicos foram instalados, somando à matriz elétrica 2,6 GW de potência. Os estados contemplados com os novos empreendimentos foram Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Ceará, Bahia, Pernambuco e Piauí.

5.6.3. Energia a partir de Biomassa

No Brasil há o aproveitamento energético da Biomassa proveniente de diversos produtos. Existem várias fontes que podem ser utilizadas e cada categoria possui características próprias como tamanho, forma e densidade, e a partir destes dados pode-se determinar as opções tecnológicas a serem utilizadas em seu aproveitamento energético. Neste trabalho nos ateremos à Biomassa da cana de açúcar, tendo em vista sua produção atrelada à manufatura de outro combustível muito importante, o Etanol, e ainda por ser a Biomassa mais utilizada em comparação às demais.

O bagaço de cana é o subproduto da produção de açúcar e Etanol. Além do bagaço, também é gerado outro subproduto que é a palha, ambos convertidos em um produto intermediário e então utilizados em uma máquina motriz, onde é produzida a energia mecânica que ao acionar um gerador de energia produz eletricidade. De acordo com o BEN (2017), em 2016 a produção brasileira de cana de açúcar atingiu 670,6 milhões de toneladas, 1,5% a mais que o ano anterior, portanto a produção de álcool anidro foi de 11,7 milhões de m³ e a de álcool hidratado alcançou 16,5 milhões de m³. Após a produção de açúcar e álcool, os resíduos de bagaço de cana podem ser utilizados para geração de energia térmica e elétrica.

Conforme dados do PNE 2030, o potencial de geração de eletricidade associado às instalações de processamento de cana de açúcar alcançará 6.380 MW em 2030, conforme a figura 29.

Figura 29. Potencial de geração de eletricidade associado às instalações de processamento de Cana de açúcar (MW)

	2005	2010	2020	2030
Instalações existentes em 2005				
Ciclos de baixa eficiência	250	140	90	30
Ciclos com turbinas de contrapressão		1.380	1.260	1.400
Ciclos com condensação e extração		150	420	590
Ciclo combinado			170	460
SUBTOTAL	250	1.670	1.940	2.480
Novas instalações				
Ciclos com turbinas de contrapressão	90	410	1.560	2.770
Ciclos com condensação e extração	10	90	560	1.160
Ciclo combinado			50	420
SUBTOTAL	100	500	2.170	4.350
TOTAL	350	2.170	4.110	6.830

Fonte: EPE, PNE 2030 (2007).

No país a produção total de bagaço de cana no ano de 2016 foi de 168.567 mil toneladas, sendo 12.237 mil toneladas (7,2%) aplicadas em transformação (geração de energia elétrica) e 62.325 toneladas (36,9%) no setor energético (energia consumida nos centros de transformação e/ou processos de extração e transporte interno), correspondendo a 35,23 TWh.

Segundo o PNE 2030, com a expansão e renovação das unidades de processamento do setor sucroalcooleiro e a valorização dos resíduos agrícolas e industriais do processo, as centrais termoelétricas de cogeração integradas aos sistemas produtivos também deverão incorporar os avanços tecnológicos viabilizados ao longo do horizonte do estudo, elevando significativamente o potencial de produção de energia elétrica excedente (disponível para rede) ou minimizando o consumo de Biomassa para atendimento das necessidades energéticas do processo e disponibilizando-a para uso como matéria prima em aplicações mais rentáveis.

5.6.4. Energia Solar

A inserção da energia solar no Brasil se dá de forma gradual, com incentivos pela regulamentação do sistema brasileiro de compensação de energia para a geração distribuída.

No entanto, a penetração deste tipo de geração ainda depende de competitividade econômica. O aumento do uso da energia solar em diversos países é consequência de uma necessidade de aumento da participação de fontes renováveis na matriz elétrica, não ocorrendo no Brasil, cuja participação ultrapassa 70%. Segundo o Ministério de Minas e Energia, através do boletim de energia solar no Brasil e no mundo, ao final de 2014 a potência mundial instalada de energia solar fotovoltaica era de 180 GW, apontando ainda que em dois anos o Brasil deverá estar entre os 20 países com maior geração de energia solar no mundo. O uso de tal energia na matriz elétrica mundial está crescendo de forma acelerada. A capacidade instalada de energia solar fotovoltaica mundial cresceu cerca de 580% entre 2009 e 2013, chegando a 135 GW. Em 2016 alcançou 301,47 GW com estimativas de alcançar 320 GW até 2020, segundo a agência internacional de energia. No Brasil essa fonte de energia não possui valores expressivos na matriz, conforme tabela 20.

Tabela 20. Geração e potência instalada Solar no mundo (2016)

Países	Geração (TWh)	% da Geração Total	Potência instalada (GW)
Brasil	0,00	0,00	0,00
Alemanha	38,2	5,9	41,27
Itália	22,9	8,1	19,27
França	8,3	1,5	7,13
Japão	49,5	4,9	42,75
Estados Unidos	56,8	1,3	40,30
China	66,2	1,1	78,07
Global	333,1	1,4	301,47

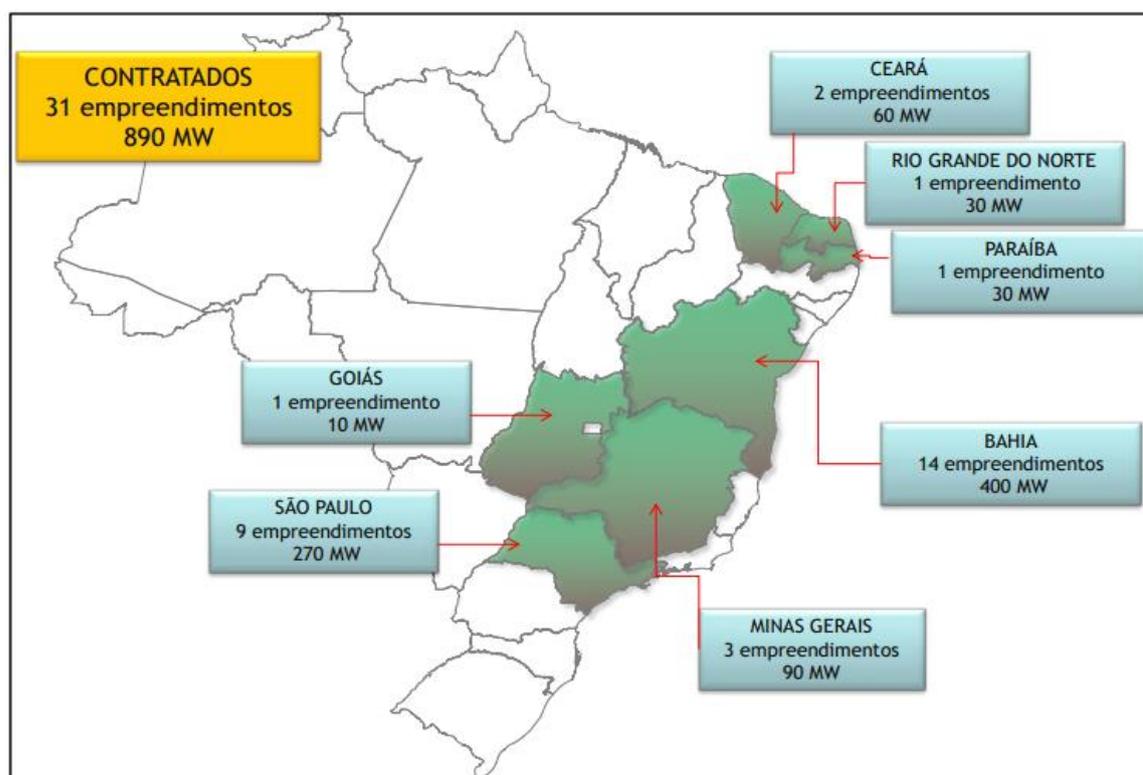
Fonte: MME (2018).

O Brasil apresenta um enorme potencial de energia solar, sendo o Nordeste a região de maior potencial de irradiação solar, com a maior média e a menor variabilidade anual dentre todas as regiões geográficas. Seus valores máximos são observados na região central da Bahia e no noroeste de Minas Gerais. Estudos para o planejamento do setor elétrico em 2050 estimam que 18% dos domicílios no Brasil contarão com geração fotovoltaica (8,6 TWh), ou 13% da demanda total de eletricidade residencial.

No dia 15 de Dezembro de 2015, o Ministério de Minas e Energia lançou o Programa de Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD) com o objetivo de estimular a geração de energia pelos próprios consumidores (residencial, comercial, industrial e rural), com base em fontes renováveis, em especial a fotovoltaica, com perspectiva de investimento de 100 Bilhões e um potencial para a instalação de 23,5 GW até 2030.

A figura 30 apresenta a localização dos empreendimentos solares fotovoltaicos contratados no leilão de energia de reserva de 2014. Foram realizados 02 leilões de energia solar no Brasil, um em outubro de 2014, que resultou na contratação de 890 MW a um valor médio de R\$ 215,12/MWh, e o segundo em agosto de 2015, com a contratação de 833,80 MW, a um valor médio de R\$ 301,79/MWh. O preço final não é muito atrativo, o que impede que essa fonte de energia evolua com mais rapidez.

Figura 30. Localização dos empreendimentos solares fotovoltaicos contratados no Leilão de Energia de Reserva de 2014

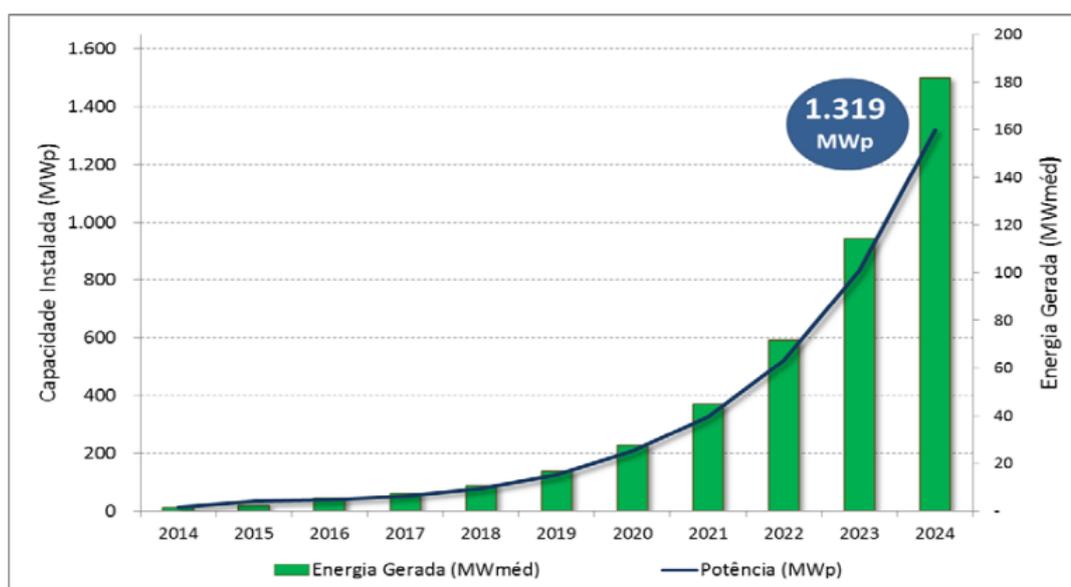


Fonte: EPE (2015).

Na visão de uma geração descentralizada encontra-se obstáculos, uma vez que não apresenta incentivos do governo, além do longo processo administrativo e burocrático enfrentado pelo consumidor junto às distribuidoras a fim de efetuarem a conexão à rede, provocando, conseqüentemente, a desistência de novos empreendimentos.

A Norma Resolutiva 482/2012, da Agencia Nacional de Energia Elétrica - ANEEL estabeleceu regras para a micro (até 100 kW) e a mini geração (entre 100 kW e 1.000 kW) e permitiu, em tese, que consumidores possam gerar sua própria energia e trocar o excedente por créditos, que dão desconto em futuras contas de luz. No entanto, tal norma não fez com essa fonte energética apresentasse os resultados esperados. O número desses sistemas implantados passou de 8 (de janeiro a março de 2013) para 725 (entre abril e junho de 2015). Deste total, 681 são sistemas fotovoltaicos, 4 biogás, 1 Biomassa, 11 solar/eólica, 1 hidráulico e 27 eólicos, números insignificantes quando comparados, por exemplo, com a Alemanha, que dispõe de mais de um milhão de sistemas instalados nos telhados das residências.

Figura 31. Brasil: Evolução da capacidade instalada e energia solar gerada – 2014-2024



Fonte: EPE- PDE 2024 (2015).

Conforme o Balanço Energético Nacional (2017), o Brasil, em 2016, produziu 59 GWh de energia elétrica proveniente da fonte solar, acréscimo de 44% em relação ao ano anterior, apresentando uma potência instalada de 56,9 MW.

Segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE 2027, estima-se que a capacidade de geração solar chegue a 18 TWh em 2027, contra 1 TWh em 2017, representando cerca de 2% da capacidade de geração com potência instalada de 9 GW em 2027. Com perspectiva de baixo incremento na matriz devido ao custo, a energia solar ainda não representa uma alternativa energética economicamente atrativa.

5.6.5. Síntese dos resultados

A Agenda 2030, lançada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015, é poderosa e mobilizadora, com fortes desafios a serem enfrentados por todos os países do mundo. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) demonstram com clareza, para quem se debruça sobre eles, o que é a busca por sustentabilidade.

O Brasil é um país que apresenta muitas características favoráveis ao desenvolvimento de novas tecnologias de produção de energia devido às suas condições climáticas, geográficas, características do solo, dimensões territorial e fluvial. Para o desenvolvimento, viabilização e uso de qualquer fonte de energia renovável, seja a partir da fonte hidráulica, eólica, solar, Biomassa, das ondas e correntes marítimas, geotérmica, enfim, é imprescindível o fomento de políticas com horizonte de médio e longo prazo, que definam condições claras e bem definidas, para que esse potencial se torne economicamente viável, proporcionando sua exploração e desenvolvimento, a fim de serem efetivamente aproveitados e disponibilizados em grande escala. É através das políticas para o desenvolvimento das fontes renováveis de energia que surgirão os incentivos a novos investimentos em estrutura de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e capacitação técnica.

O Brasil possui fartura de terra e água, comprovado por elevada potência energética renovável. Possui abundância de sol e vento em grande parte de seu território. O agronegócio é bem desenvolvido, de onde são aproveitadas as Biomassas e resíduos passíveis de aproveitamento para geração de energia, que juntamente com a geração eólica e solar, permitem a geração distribuída longe dos grandes centros de consumo. Além disso, a universalização dos serviços públicos de energia elétrica vem sendo tratada pelo governo desde 2002, iniciando com o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia (Proinfa) e em 2003 com o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica (Luz para Todos), até nos dias atuais se tornar uma responsabilidade das respectivas concessionárias e distribuidoras locais de energia.

O Brasil em 2018 já apresentava uma população de aproximadamente 208 milhões de habitantes, com IDH de 0,754 e Gini 0,515, índices que devem permanecer praticamente inalterados em 2030 segundo dados do IBGE e EPE, relacionando a oferta de energia e desenvolvimento socioeconômico. De acordo com este trabalho, no total da população em 2018, cerca de 99,7% dos domicílios urbanos e 97,8% dos domicílios rurais já tinham acesso à energia elétrica, com planejamento e estudos para incluir o percentual faltante até 2030. A

matriz energética Brasileira é bem diversificada, com participação de 45% das renováveis na matriz em 2018, e perspectiva de 48% em 2030.

O país também apresenta expressiva cobertura de acesso a combustíveis modernos para cocção, com uso em geral do GLP e gás natural, com cobertura de 98% do total de domicílios nacionais, segundo o PNAD 2018. No setor de transportes, os combustíveis apresentam preços elevados aos consumidores, com uso predominante de Gasolina e Diesel, 66% e 90%, respectivamente. Segundo a EPE, em 2017, os veículos com motores movidos a Gasolina e Etanol representam cerca de 74% da frota de veículos leves, enquanto a frota de veículos pesados, especialmente utilizados no setor de transportes utilizam o Diesel associado com Biodiesel. Em 2018, o teor de Biodiesel no Diesel chegou a 10%, o que representa a redução de 8% nas emissões de hidrocarbonetos na atmosfera. No horizonte de 2030, estima-se um aumento significativo na produção de Etanol, cerca de 66,6 milhões de metros cúbicos, a produção em 2018 foi de 33 milhões de metros cúbicos. O preço médio do Etanol ao consumidor em setembro de 2018 foi de R\$ 2,69 / litro, segundo a EMBRAPA. Custo elevado, tendo em vista que o Etanol consome 30% a mais que a Gasolina, embora emita 70% menos CO₂. Há de se considerar o aproveitamento energético na geração de eletricidade à partir da Biomassa da cana, bagaço e palha, com boas perspectivas no horizonte estudado.

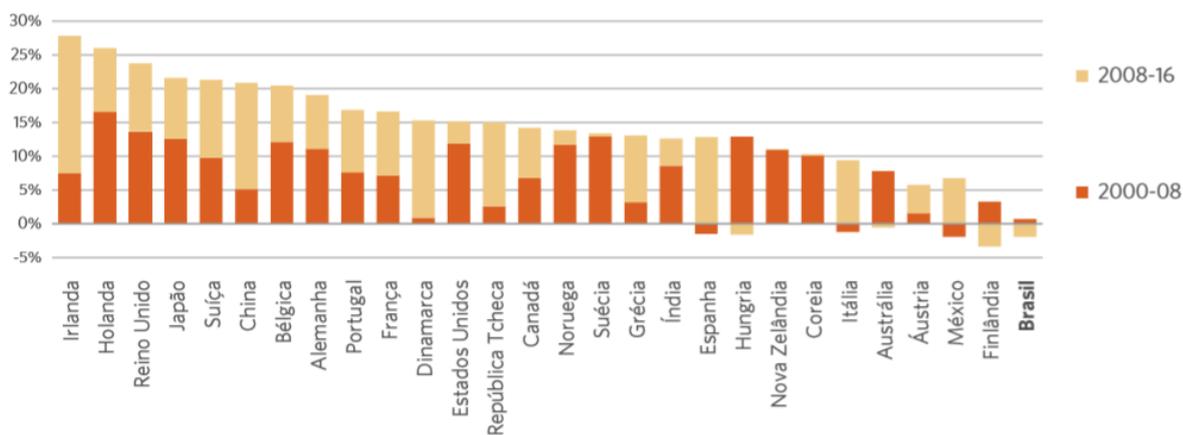
Com relação ao Biodiesel, estima-se que em 2030, o teor de Biodiesel no Diesel chegue a 18,5%, o que representaria a redução de aproximadamente 20 milhões de toneladas de CO₂/ano. Atualmente os preços do Biodiesel são definidos em leilões pela ANP, que ainda representam custos elevados para sua produção, portanto, mesmo que em crescimento, o mercado de Biodiesel ainda é recente, existindo vários desafios a serem superados.

No que tange a questão da eficiência energética, o Brasil possui diversos mecanismos teóricos de promoção da eficiência energética, mas o certo é que o país necessita de uma completa reformulação de sua política de eficiência energética. Um exemplo, é que a maioria da população ainda utiliza o chuveiro elétrico para tomar banho, cerca de 99%, enquanto poderiam ter acesso a sistemas solares de aquecimento, aproveitando o grande potencial desse recurso. Segundo a Associação Brasileira de Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento – ABRAVA, em 2007 apenas 1,48% dos domicílios brasileiros utilizavam aquecedores solares.

Os planejamentos energéticos brasileiros ocorreram de forma reativa a dificuldades enfrentadas na demanda de energia em determinados episódios, ao invés de ser parte de um planejamento de longo prazo bem estruturado (Assunção e Schutze, 2017). Podemos citar 02 desses episódios, como as graves crises hídricas ocorridas em 2001 e 2015, que resultaram em diversos apagões pelo país, no racionamento de água e demandou o uso das termelétricas.

Resultado de um planejamento mal elaborado, a figura abaixo mostra como o Brasil está defasado em relação a eficiência energética quando comparado com outros países.

Figura 32: Efeito da eficiência energética em alguns países



Fonte: IEA (2017)

Mesmo dispondo de tantas estratégias para ganho de eficiência energética, o país caminha em direção contrária às grandes nações que possuem políticas consistentes de eficiência energética, conforme figura 32, focando suas iniciativas no setor residencial, responsável por 9,9% da demanda total de energia em 2017, enquanto o setor Industrial demandou aproximadamente 33% no mesmo período (EPE, 2018). Portanto, há de se levar em consideração que o foco das políticas Brasileiras de eficiência energética incluem as indústrias, que em sua maioria, cerca de 80%, utilizam energia elétrica como principal fonte de energia. O uso de eletricidade no setor industrial pode chegar a representar cerca de 60% do custo total da atividade, sendo assim, a utilização mais eficiente de energia poderia estimular o crescimento econômico, promover ações sustentáveis e aumentar a competitividade, além dos benefícios ambientais.

CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 CONCLUSÕES

O Brasil é um país rico em recursos naturais e possui um enorme potencial energético renovável, entretanto, demandando uma conjuntura tecnológica, política, social, ambiental e econômica para gerir os recursos de forma eficiente, com a finalidade de garantir efetivamente um desenvolvimento sustentável que beneficie a todos, conforme as metas propostas pela iniciativa dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS.

Com relação à cota de renováveis, o Brasil é um dos países com maior participação dessa cota em sua matriz energética, com boas perspectivas dessa cota atingir 48% em 2030, sendo que desse total, 86% será para produção de eletricidade proveniente majoritariamente das fontes hidráulicas, mas com expressiva participação de outras renováveis, como Eólica e Biomassa por exemplo. Embora se estime que as fontes hidráulicas possam responder por cerca de 77% da matriz elétrica em 2030, vale ressaltar, que o país vivenciou entre abril de 2012 e até meados de 2015 a maior crise hídrica da história, chamando a atenção quanto à escassez da água, seu uso racional, o cuidado com bacias e mananciais de abastecimento, o gerenciamento de resíduos urbanos, agrícolas e industriais. Há de considerar o preparo de alternativas limpas para geração de eletricidade, prevendo o caso de novas crises hídricas, uma vez que no período citado, foram utilizadas usinas termelétricas para garantia do suprimento de energia elétrica, a qual acarretou uma maior emissão de gases poluentes na atmosfera e um aumento considerável no preço da energia elétrica ao consumidor.

Há a previsão de investimentos da ordem de R\$ 269 bilhões e R\$ 108 bilhões, na geração e transmissão, respectivamente, no setor de energia elétrica até 2030, no entanto, são necessários estudos mais aprofundados e atualizados, considerando a atual crise vivenciada pelo Brasil, tanto política quanto econômica, e ainda, levando em consideração as condições hídricas diante da perspectiva de crescimento populacional do país no horizonte estudado, uma vez que mesmo com grande evolução das fontes alternativas de energia, principalmente a eólica, a geração hidráulica ainda será a responsável pela maior cota percentual de renováveis.

No Brasil há diversas fontes renováveis a serem exploradas, com atenção especial a energia eólica, que apresenta números expressivos de crescimento por já ter um mercado consolidado, possuindo ao final de 2018 cerca de 14,5 GW de capacidade instalada e representando 8,18% da matriz elétrica, com estimativa de mais de 32 GW de potência

instalada até 2030. Outras fontes como a solar e Biomassa, ainda necessitam vencer barreiras de mercado e também de tecnologia, sendo a Biomassa de cana de açúcar a que possui melhores perspectivas devido ao seu desempenho frente às demais fontes, com perspectiva de potencial de geração de energia elétrica estimada em 7 GW em 2030.

O maior desafio energético do Brasil se refere ao aumento da taxa de eficiência energética, uma vez que não depende apenas de normas e regulamentos, mas sim de tecnologia, políticas de controle, fiscalização e incentivo na fabricação e consumo de produtos mais eficientes. Pode-se citar como exemplo, os sistemas solares de aquecimento, que atinge pouco mais de 1% das residências brasileiras, sendo que o restante da população utiliza o chuveiro elétrico para o banho. Percebe-se e ainda a falta de conscientização por parte dos usuários com relação à economia de energia e água, comprometendo seus fornecimentos. No país não há um programa de incentivo ao uso de coletor solar para o aquecimento ou geração de energia residencial por parte do governo, esses sistemas ainda possuem um custo elevado à maioria da população, inviabilizando sua aquisição.

Os programas brasileiros de eficiência energética citados neste trabalho que estimam estratégias e planejamentos para a promoção da eficiência energética, no entanto, são em sua maioria medidas teóricas focadas no consumo do setor residencial, que demanda aproximadamente 10% da energia total produzida no país e 25% do total da oferta de energia elétrica. Como esses planejamentos dependem de diversas variáveis, em resumo podem sim promover a eficiência energética, porém em um prazo maior do que se espera. As estimativas dos planejamentos vinculados a eficiência energética no Brasil dependem exclusivamente da mudança de hábitos de consumo, na aquisição de equipamentos mais modernos e eficientes por parte dos consumidores, ou seja, com foco no setor residencial. No entanto, há de considerar os demais setores da economia, com atenção especial ao setor industrial que é o maior consumidor de energia, que consome cerca de 37% do total de energia e 33% do total de eletricidade, logo, medidas de promoção de eficiência energética no setor industrial podem representar ganhos significativos de economia de energia, aumento de produtividade e competitividade e redução de impactos ambientais.

A EPE estima o avanço da eficiência energética no Brasil, com perspectivas de aumento da produção de energia no horizonte de 2030, predominantemente oriunda de recursos sustentáveis e somado a mudança de hábitos dos consumidores, uma vez que, com maior poder aquisitivo, tendem a adquirir produtos utilizadores de energia mais eficientes. O que de fato ocorre atualmente, é que o Brasil está na contramão em termos de eficiência energética, se comparado com outros países, onde os planejamentos energéticos foram

tratados como política de crescimento econômico e desenvolvimento social, elaborados mediante políticas consistentes capazes de promover ganhos efetivos de eficiência energética a longo prazo, produzindo mais do que se consome e diminuindo gradativamente as emissões de poluentes na atmosfera.

Para se alcançar os objetivos de eficiência energética, é necessário que as instituições envolvidas nessa questão, possam contar com um efetivo técnico qualificado, capaz não apenas de desenvolver tecnologias de eficiência, mas também de fiscalizar e cobrar, através de legislação e política específicas, o cumprimento das regulamentações impostas aos fabricantes, fornecedores e importadores; implementar medidas efetivas de substituição de sistemas não eficientes através de programas governamentais de incentivo e subsídio aos consumidores; desenvolver programas de conscientização em todos os níveis da sociedade; promover incentivos à pesquisa acadêmica. Concretamente, são muitas as medidas a serem tomadas, porém no atual cenário brasileiro existem barreiras financeiras, tecnológicas, culturais e políticas, impedindo, portanto, o alcance das metas referentes à eficiência energética, como objetivo a ser alcançado no horizonte do presente estudo.

Referente a inclusão energética, no Brasil, o acesso à energia elétrica atinge 99% dos domicílios, havendo ainda programas para a inclusão desse percentual faltante no horizonte de 2030, representado por domicílios localizados em regiões distantes, principalmente no Norte e Nordeste do país, cuja solução para o suprimento de energia seria a produção localizada por meio de fontes alternativas de energia, como solar fotovoltaica e solar de aquecimento.

Com relação ao uso de combustível para cozinhar, podemos afirmar que o GLP é acessível a 98% das residências brasileiras. O restante da população que não tem acesso ao combustível não sólido, utilizam lenha ou carvão, e geralmente são residem em áreas rurais que não possuem fácil acesso e deslocamento, sendo regiões de população com baixa renda, vivendo, em sua maioria, da atividade rural. Assim como no caso do acesso a eletricidade, a maior parte está situada nas regiões Norte e Nordeste do Brasil.

No setor de transportes, alternativas como o Etanol e o Biodiesel podem ser reforçadas como medidas consistentes na substituição aos combustíveis fósseis. Para isso é necessária a retomada de programas de incentivos às pesquisas, e investimentos que possibilitem que o Etanol e o Biodiesel tornem-se uma alternativa ainda mais efetiva de combustíveis limpos e renováveis. Conforme citado neste trabalho, é importante ressaltar a Política dos Biocombustíveis, chamada RenovaBio, decretada em novembro de 2019, com importantes medidas de estímulo aos biocombustíveis no Brasil, e a criação do mercado de Créditos de Descarbonização, que podem mudar significativamente as perspectivas apontadas nos

planejamentos energéticos anteriores em relação aos combustíveis para o transporte, e trazer novas expectativas de melhorias no horizonte da agenda de 2030. Tais medidas que são bem vindas e necessárias, se justificam na tentativa de cumprir os compromissos assumidos no Acordo de Paris durante a COP 21, onde o Brasil se compromete a reduzir em mais de 40% as emissões de GEE até 2030.

O Brasil possui uma frota de aproximadamente 65 milhões de veículos, sendo 41,2 milhões de veículos leves, 07 milhões de veículos utilitários (picapes e furgões), 02 milhões de caminhões de carga, 376 mil ônibus e o restante em motocicletas. A Gasolina e o Diesel são os principais combustíveis utilizados em toda a frota de veículos, correspondendo a 66% e 90%, respectivamente, considerando para o mercado de Diesel, a utilização de 10% do Biodiesel na mistura. Como no Brasil a maior parte da movimentação de cargas e de passageiros ainda é realizada por meio de transporte rodoviário, o impacto do uso de combustíveis fósseis é enorme, tanto em termos ambientais, quanto socioeconômicos. Um exemplo a ser citado foi a recente greve dos caminhoneiros, conhecida como a crise do Diesel, a qual parou o Brasil por 10 dias em maio de 2018, expondo a dependência brasileira de um setor de transporte predominantemente rodoviário, movido a Diesel, responsável pela movimentação do suprimento nacional, incluindo todos os demais setores da economia. Logo, alternativas como transporte ferroviário e aquaviário necessitam de maior atenção por parte do governo, como forma de diversificar a matriz de transporte e reduzir a dependência do Diesel no setor. Outras alternativas, como veículos elétricos e híbridos, embora fora do horizonte da agenda 2030, são opções que podem colaborar significativamente na diminuição do uso de combustíveis fósseis.

Certamente o Brasil possui condições para caminhar rumo ao desenvolvimento sustentável, porém necessita de uma maior formação de consciência energética, econômica e política, que atinja todos os níveis sociais e culturais, com a finalidade de promover cada vez mais a eficiência energética, seja qual for o setor consumidor.

Cabe ainda observar que o presente estudo se refere basicamente ao período compreendido entre 1980 e 2018, baseando-se nos planejamentos energéticos e fontes de dados compreendidos no mesmo período, e considerando a permanente dinâmica do setor energético, eventualmente novas e recentes informações não foram incluídas. Não obstante, as conclusões gerais permanecem válidas.

6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- De acordo com a atualização da Resolução 482 de 17 de abril de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica, ocorrida em 2015, novas regras passaram a vigorar a partir de 1º de março de 2016, sendo permitido o uso de qualquer fonte renovável, além da cogeração qualificada, denominando-se microgeração distribuída a central geradora com potência instalada até 75 kW e minigeração distribuída aquela com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW (sendo 3 MW para a fonte hídrica), conectadas na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras. As novas regras definem que quando a quantidade de energia gerada em determinado mês for superior à energia consumida naquele período, o consumidor fica com créditos que podem ser utilizados para diminuir as faturas dos meses seguintes, alterando o prazo de validade dos créditos de 36 para 60 meses, sendo que eles podem também ser usados para abater o consumo de unidades consumidoras do mesmo titular situadas em outro local, desde que na área de atendimento de uma mesma distribuidora, denominado “autoconsumo remoto”, assim, com essa forma de incentivo a novos empreendimentos, muitos empreendedores estão investindo em novos projetos de microgeração e minigeração, e como ainda é um mercado novo e inovador, pesquisas de viabilidade técnica e econômica serão necessárias para analisar, qualificar e quantificar tais projetos;
- Pesquisa de viabilidade técnica e econômica de projetos solares fotovoltaicos e de aquecimento, como alternativas de produção localizada, a fim de incluir o percentual faltante da população no acesso à energia elétrica no Brasil e a sistemas mais econômicos de aquecimento de água;
- Recomenda-se o tema eficiência energética para pesquisas futuras, tendo em vista as questões de sustentabilidade. Exemplo: pesquisas de eficiência energética em aparelhos condicionadores de ar, automóveis, eletrodomésticos, enfim, bens de consumo que exijam grande demanda energética em seu uso final, assim como a análise da eficiência energética nas indústrias e demais setores econômicos;
- Acompanhamento da implementação, desempenho e efeitos da Política de Biocombustíveis – RenovaBio;
- Acompanhamento dos resultados do planejamento energético do Brasil de acordo com as metas da Agenda 2030.

REFERÊNCIAS

ABDIB. **A participação do setor público e do setor privado nos investimentos em infraestrutura**, Associação Brasileira da Infraestrutura e Indústrias de Base, São Paulo. 2012.

ALMEIDA, E. **Investimentos no setor energético: os caminhos de uma nova dinâmica**. Disponível em: <<http://infopetro.wordpress.com/2013/05/06/investimentos-no-setor-energetico-os-caminhos-de-uma-nova-dinamica/>>. Acesso em fevereiro de 2014.

ANEEL. **Planos de Universalização – Período: 2011 a 2018**. 2013. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=207&idPerfil=2>>. Acesso em janeiro de 2014.

ANEEL. **Banco de Informações de Geração**. Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília. 2014a.

ANEEL. **Universalização**. Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, 2014b. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=207>>. Acesso em fevereiro de 2014.

ANEEL. **Banco de Informação de Geração**. 2018. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>> Acesso em maio de 2018.

ANP. **PREÇOS DOS COMBUSTÍVEIS NO BRASIL**. 2016. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/preco/>> consultado em março de 2016.

AMANDA, SCHUTZE; JULIANO, ASSUNÇÃO. **ClimatePolicyInitiative (CPI) & Núcleo de Avaliação de Políticas Climáticas da PUC-Rio** (2017).

BARROS, R.P. de; CARVALHO, M.; FRANCO, S.; MENDONÇA, R.; ROSALÉM, A., 2011. **Sobre a evolução recente da pobreza e da desigualdade no Brasil**, Apud CASTRO e VAZ (2011).

BID. **Banco Inter- Americano do Desenvolvimento**. Uruguai, 2010 a 2015. Disponível em: <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36320750>>. Acesso em junho de 2014.

BID. **Banco Inter- Americano do Desenvolvimento**. Argentina, 2012 a 2015. Disponível em: <<http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=37331866>>. Acesso em junho de 2014.

BNDES. **Bioetanol de cana de açúcar – Energia para o desenvolvimento sustentável**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, Rio de Janeiro, 2008.

BNDS. **Mercado brasileiro de Biodiesel e perspectivas futuras**. 2010. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3107.pdf>. Acesso em dezembro de 2015.

BOA NOVA, A.C; Goldemberg, J. **Electrification of shanty towns in Sago Paulo**. 23rd International Urban Development Annual Congress, 1999. Apud Coelho et al. 2013.

BRASIL. **Lei nº 9.478, de 06 de agosto de 1997**. Distrito Federal, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19478.htm>. Acesso em julho de 2019.

BRASIL. Ilidia da A. G. Martins Juras. Câmara dos Deputados. **RIO + 10: O PLANO DE AÇÃO DE JOANESBURGO**. Distrito Federal: DF, 2002. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/estudos-e-notas-tecnicas/publicacoes-da-consultoria-legislativa/arquivos-pdf/pdf/207993.pdf>>. Acesso em julho de 2019.

BRICS. **Joint Statistical Publication** (Brazil, Russia, India, China and South Africa), Fifth Summit of the BRICS, Durban. 2013.

CARDOSO, Bruno Monteiro, 2010. **Uso da Biomassa como Alternativa Energética**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10005044.pdf>>. Acesso em outubro de 2015.

CASTRO, J.A.; VAZ, F.M. 2011. **Situação Social Brasileira: Monitoramento das Condições de Vida**, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, 2011.

CBIEE- Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética, **Procel Info**. 2018. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={CC307349-3D35-47FE-B77C-3C548F6DB747}>>. Acesso em maio de 2018.

DALABELLA, A.L.B. **Eficiência Energética e o Plano Nacional Sobre Mudança do Clima**. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental, Ministério de Meio Ambiente, 2010.

ELETROBRAS. **Mapa do parque gerador do Brasil**. 2010. Disponível em: <http://www.eletrobras.com/relatorio_sustentabilidade_2010/html_pt/perfil.html>. Acesso em fevereiro de 2014

EMBRAPA, 2015. **Eficiência da produção pecuária reduz emissão de gases de efeito estufa**. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3170006/eficiencia-da-producao-pecuaria-reduz-emissao-de-gases-estufa>>. Acesso em setembro de 2015.

EPE. **Plano Nacional de Energia 2030**. Empresa de Pesquisa Energética, Ministério de Energia e Minas, Brasília, 2008.

EPE. **Balanco Energético Nacional. (upto 2012 data)**. Empresa de Pesquisa Energética, Ministério de Energia e Minas, Brasília, 2013.

EPE. **Plano decenal de energia**. 2016. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Estudos/Paginas/Plano%20Decenal%20de%20Energia%20%E2%80%93%20PDE/MME.aspx?CategoriaID=345>>. Acesso em fevereiro de 2016.

EPE. **Balanco Energético Nacional, matriz 2017**. Empresa de Pesquisa Energética, Ministério de Energia e Minas, Brasília, 2018. Disponível em:

<<http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2018>>. Acesso em maio de 2018.

GOLDEMBERG, José. Questão de Eficiência Economia energética de combustível ganha papel de destaque no combate ao efeito estufa. **Revista Scientific American**, Brasil, 2005.

HULME, D. e SCOTT, J. **The Political economy of the MDG: Retrospect and Prospect for the World's Biggest Promise**, BWPI Working Paper 110. Institute for Development Policy and Management – University of Manchester, UK. 2010. Disponível em: <<http://hummedia.manchester.ac.uk/institutes/gdi/publications/workingpapers/bwpi/bwpi-wp-11010.pdf>>. Acesso em maio de 2018.

IBGE. **Domicílios particulares permanentes por classes de rendimento nominal médiodoméstico, combustível usado para cozinhar e situação**. Instituto Brasileiro de geografia e Estatística, Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=471>>. Acesso em abril de 2014.

IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/xml/pof_2008_2009.shtm>. Acesso em fevereiro de 2014.

IBGE. **Banco de dados estatísticos**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília, 2014. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br>>. Acesso em fevereiro de 2014.

IBGE, PNADc, 2018. **Informativo econômico da Secretaria de política Econômica – SPE e Ministério da fazenda**. 2018. Disponível em: <<http://www.fazenda.gov.br/centrais-de-conteudos/publicacoes/conjuntura-economica/emprego-e-renda/2018/ie-pnadc-marco-2018.pdf>>. Acesso em outubro de 2018.

IEA. **World Energy Outlook 2013**, International Energy Agency, 2013. Paris.

IEA. **Electricity generation by Fuel**. Cuba, 2013. Disponível em: <<http://www.iea.org/stats/WebGraphs/CUBA2.pdf>>. Acesso em junho de 2014.

IEA. **Indicadores de Eficiência Energética – Fundamentos estatísticos**, 2016. Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IndicadoresdeEficienciaEnerg%C3%A9tica_FundamentosEstad%C3%ADsticos.pdf>. Acesso em maio de 2018.

INMETRO. **Programa Brasileiro de Etiquetagem**. 2014. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/chuveiro.pdf>>. Acesso em outubro de 2015.

IPEA. **Carta de Conjuntura 18: mercado de trabalho**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, dezembro de 2013.

IPEA, 2018. **Indicador Ipea de FBCF ajustado pelos dados das Contas Nacionais**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, 2018. Disponível em <<http://www.ipea.gov.br/cartadeconjuntura/index.php/tag/fbcf/>>. Acesso em março de 2018.

MDIC. **Estatística do Comércio Exterior**, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Brasília, 2014.

MDS. **Programa Bolsa Família**. Ministério do Desenvolvimento Social, Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.mds.gov.br/bolsafamilia>>. Acesso em abril de 2014.

MMA. **Agenda 21**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2019. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>>. Acesso em julho de 2019.

MME/EPE. **Plano Decenal de Energia 2024**. Empresa de Pesquisa Energética, Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2015.

MME. **PNef- Plano Nacional de Eficiência Energética**: premissas e diretrizes básicas. Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2012.

MONTOYA, M.A.; PASQUAL, C.A.; LOPES, R.L.; GUILHOTO, J.J.M. **As Relações Intersetoriais do setor energético no crescimento da Economia Brasileira**: uma abordagem insumo-produto. Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **Acordo de Paris sobre o clima**. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acordodeparis/>>. Acesso em fevereiro de 2016.

NOGUEIRA, L.A.H.; LORA, E.E.S. **Dendroenergia**: fundamentos e aplicações. Editora Interciência, 2 ed., Rio de Janeiro, 2003.

NOGUEIRA, L.A.H.; COELHO, S.T.; UHLIG, A. **Sustainable Fuelwood Production in Brazil, Food and Agriculture Organization of the United Nations**. FAO Forestry Department, Rome, 2007. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/012/i1321e/i1321e04.pdf>>. Acesso em maio de 2014.

PBEV - Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular. **Selo Conpet**. 2016. Disponível em: <http://www.conpet.gov.br/portal/conpet/pt_br/noticia/selo-conpet-de-eficiencia-energetica-veicular-4.shtml>. Acesso em maio de 2018.

PNMC, 2008, **Plano Nacional Sobre Mudança do Clima**. Versão para consulta pública, disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/169/_arquivos/169_29092008073244.pdf>. Acesso em abril de 2014.

PNUD Brasil - **Relatórios de Desenvolvimento Humano Globais**. 2017. Disponível em: <<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/relatorios-de-desenvolvimento-humano/rdhs-globais.html>>. Acesso em maio de 2017.

PROCEL. **Relatório de Resultados, Programa de Conservação de Energia Elétrica**. vol. Eletrobras, Rio de Janeiro, 2013.

ROCHA, S. Pobreza no Brasil: A Evolução de Longo Prazo (1970-2011), **XXV Fórum Nacional: O Brasil de Amanhã - Transformar Crise em Oportunidade**, Rio de Janeiro, maio de 2013.

SALES, C. Fim da transparência e da estabilidade. **Revista GTD**, vol9 (57), São Paulo, 2013.

SINDIGAS. **GLP, o gás do Brasil**. 2013. Disponível em:
<http://www.sindigas.org.br/uploads/book_sindigas_2013_site.pdf>. Acesso em abril de 2016.

SUSTAINABLE ENERGY FOR ALL, **Annual report**. 2014. Disponível em:
<<http://www.se4all.org/content/se4all-2014-annual-report>>. Acesso em outubro de 2015.

SUSTAINABLE ENERGY FOR ALL, **Annual report**. 2015-2016. Disponível em:
<http://www.se4all-africa.org/fileadmin/uploads/se4all/Documents/Annual_Report/SEforAll_AfricaHub-ANNUALREPORT2015-2016.pdf>. Acesso em junho de 2017.

UNDP. **Human Development Report** 2013, United Nations Development Programme, New York, 2013. Disponível em: <<http://hdr.undp.org/en/2013-report>>. Acesso em junho de 2014.

USP. **A Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa e a Legislação Brasileira**. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.usp.br/mudarfuturo/PDF/Atualizacao_11_04052011.pdf>. Acesso em junho de 2014.

WETZEL, D. **Bolsa Família e a revolução silenciosa no Brasil**. Valor Econômico, novembro de 2013.

WORLD BANK, 2013. **Indicadores de Desenvolvimento do Banco Mundial**, dados brasileiros, 2013. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/country/brazil>>. Acesso em abril de 2014.