

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

**Aplicação dos Indicadores Segundo a Base *ISED*
nas Regiões do Brasil**

João Paulo Silva Correia

Itajubá, março de 2019

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

João Paulo Silva Correia

**Aplicação dos Indicadores Segundo a Base *ISED*
nas Regiões do Brasil**

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: Planejamento e Gestão de Sistemas Energéticos

Orientador: Prof. Dr. Roberto Akira Yamachita

Coorientador: Prof. Dr. Jamil Haddad

**Março de 2019
Itajubá**

PENSAMENTO

*"Se vi mais longe, foi por estar
sobre ombros de gigantes";
Isaac Newton*

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação primeiramente a Deus, por me capacitar para concretizar este sonho, a minha família, em especial, minha mãe, meu pai, namorada e amigos por todo amor, carinho e compreensão dedicado e aos incentivos e bons momentos compartilhados.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida, por me dar forças para realizar esta dissertação com sucesso e por concluir mais esta etapa.

Ao meu orientador Roberto Akira Yamachita e ao meu Coorientador Jamil Haddad pela contribuição com seu valioso conhecimento, conselhos, suporte desde o início do projeto, por transmitir suas experiências e me dar a oportunidade de trabalharmos juntos.

À minha mãe Maria Aparecida e meu Pai Francisco pelos seus incentivos, amor, por acreditar em meus sonhos e sempre estar ao meu lado.

Ao meu irmão Rafael pelo companheirismo e amor incondicional.

A minha namorada Marília por estar ao meu lado me incentivando nos estudos, auxiliando, dando amor, carinho e atenção sempre.

Aos amigos Regis, Alano, Alysson, Fabricio, Bárbara, Suellen, Máira, João, Felipe, Alexandre e Viviane que sempre estiveram presentes me motivando a cada etapa.

Aos queridos professores e mestres do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia da UNIFEI, pelo conhecimento transmitido com tanta alegria e prazer ao ensinar.

Aos colegas do mestrado pela amizade e companheirismo durante esta etapa.

A CAPES pelo auxílio financeiro durante o projeto.

E a todos que participaram direta ou indiretamente deste trabalho, o meu sincero muito obrigado.

RESUMO

O desenvolvimento do uso de energia é necessário em um país que requer constantes análises e considerações de eventos futuros e novas tecnologias que serão desenvolvidas. Visando analisar e organizar o setor são dispostos atualmente pelo governo relatórios que apresentam dados do panorama atual e de perspectivas futuras, que além de auxiliar a antecipação das mudanças previstas, é possível aumentar a qualidade e confiabilidade do setor que opera de modo dinâmico. O presente estudo consiste na utilização de uma base consolidada de indicadores como ferramenta analítica para o Planejamento Energético Integrado para o Brasil. O conjunto de indicadores apresentados neste trabalho deriva de uma base internacional de indicadores energéticos (*ISED – Indicators for Sustainable Energy Development*), desenvolvida pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), em conjunto com outras Organizações Internacionais, para o estabelecimento de uma metodologia de análise das três dimensões do desenvolvimento energético sustentável (econômica, social e ambiental). A partir da aplicação da base de indicadores para o sistema energético brasileiro. Objetivando analisar a evolução dos indicadores de desenvolvimento sustentável brasileiro e as alternativas futuras, o trabalho em questão busca identificar as oportunidades e dificuldades neste contexto através de fatos anteriores e propõe a utilização de uma base de indicadores como ferramenta para o processo de planejamento energético integrado no Brasil. A partir das buscas, observa-se que ainda existem poucos estudos que fazem uso de sistemas de indicadores para sustentabilidade, uma vez que de 41 analisados para seleção, apenas 22 abordados nos resultados trataram da sustentabilidade corporativa de empreendimentos energéticos no período de 2000 a 2018. Os resultados da aplicação da *ISED* nessa dissertação ajudam o planejamento energético a tomar decisões para melhorar os setores energéticos por região, compara as dimensões para uma avaliação, monitoramento de níveis de sustentabilidade, reduz e esclarece emissões e ao aumento da eficiência dos sistemas energéticos. Ademais, ao se incorporar a dimensão social do uso da energia é possível verificar uma série de questões sociais latentes no país, como a significativa desigualdade de renda, a falta de acesso à energia em áreas rurais e a indisponibilidade de recursos financeiros para compra de fontes modernas de energia em áreas urbanas do país.

Palavras-chave: Planejamento energético; indicadores; base *ISED*; evolução.

ABSTRACT

The development of energy use is necessary so that people can be safe and future sessions of future and new technologies that will be developed. Industry visualization and organization are currently available to the government that present current and future perspective data, in addition to anticipating changes, it is possible to increase the quality and reliability of the industry that operates in a dynamic way. The present study will be based on the use of a consolidated basis of programs such as the Analytical for Integrated Energy Planning for Brazil. ISS - Indicators for the Sustainable Development of Energy (ISED), published by the IAEA, together with other International Organizations, to establish a methodology for the analysis of the three dimensions of sustainable energy development (economic, social and environmental). From the application of the base of indicators for the Brazilian energy system. Objectives: The objective of this study is to evaluate the possibilities of the future opportunities and opportunities of the energetic integrated in Brazil. From the research, it is observed that there are still studies that make use of systems of sustainability to a sustainability, since from 41 start to selection, only 22 comes into play results of the sustainability of energy enterprises in the period from 2000 to 2018 The results of the application of ISED are based on a decision-making analysis for the evaluation, monitoring of sustainability and reducing the efficiency of energy systems. Moreover, by incorporating the social dimension of energy use, it is a source of access to energy in rural areas, and the amount of income inequality in the urban areas of the country is needed.

Keywords: Energy planning; indicators; ISED base; evolution.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: História do planejamento energético brasileiro	21
Figura 2.2: Curvas de relação entre bem-estar e consumo de energia	37
Figura 2.3: Diagrama representativo da estrutura de indicadores	48
Figura 3.1: População do Sudeste 2015 - 2020	57
Figura 3.2: PIB per capita do Brasil 2009 – 2017 (Milhões)	60
Figura 3.3: Resultado anual do PIB por governo (Porcentagem)	61
Figura 3.4: Consumo mundial de energia por grupo de país, 2012-2040	66
Figura 3.5: Consumo mundial de energia renovável por grupo de país, 2012-2040	67
Figura 3.6: Índice de Gini (adimensional)	76
Figura 3.7: Renda média mensal domiciliar per capita (em R\$)	77
Figura 3.8: Disponibilidade da rede geral de abastecimento de água, por regiões (%)	79
Figura 3.9: Formas de esgotamento sanitário, por regiões (%)	80
Figura 3.10: Destinos do lixo, por regiões (%)	81
Figura 3.11: Distribuição percentual da frota estimada de auto veículos no Brasil por unidade da federação	88
Figura 3.12: Distribuição percentual da frota de motocicletas e veículos similares no Brasil por unidade da federação	89
Figura 3.13: Emissões brutas de GEE no Brasil de 1990-2016 (Milhões)	95
Figura 3.14: Emissões de GEE no Brasil em 2016	96
Figura 3.15: Participação dos diferentes GEE nas emissões brasileiras	97
Figura 3.16: Total de Emissões de GEE no Brasil por setor e atividades econômica, em 2017 (Unidade)	97
Figura 3.17: Emissões de GEE no Brasil, por setor econômica, em 2017 (Unidade)	98
Figura 3.18: Emissões de GEE no Brasil, por atividade econômica, em 2017 (Unidade)	98
Figura 3.19: Emissões de GEE no Brasil e no mundo	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Indicadores da Base ISED	46
Tabela 2.2: Indicadores selecionados para aplicação base ISED	51
Tabela 3.1: Brasil e regiões, projeção da população total (2017-2026)	58
Tabela 3.2: Brasil e regiões, projeção da população total de domicílios (2017-2026)	59
Tabela 3.3: Resumo dos resultados (%)	62
Tabela 3.4: Variações mensais por grupos IPCA-E - Julho de 2018	64
Tabela 3.5: Variações mensais por grupos IPCA-E - Agosto de 2018.....	64
Tabela 3.6: Variações mensais por grupos IPCA-E - Setembro de 2018.....	65
Tabela 3.7: Comparação entre a matriz energética mundial e a brasileira em 2015	70
Tabela 3.8: Variáveis selecionadas das empresas das indústrias extrativa e de transformação, segundo as grandes regiões	72
Tabela 3.9: Impactos do transporte na sustentabilidade	91

EQUAÇÕES

Equação 3.1: População do Sudeste	57
Equação 3.2: Variação da população do Brasil	58
Equação 3.3: PIB per capita	60
Equação 3.4: Índice Nacional de Preços ao Consumidor	62
Equação 3.5: <i>Laspeyres</i>	65
Equação 3.6: Índice de Gini (adimensional)	76
Equação 3.7: Quantidade de emissões de poluentes das emissões setoriais	95
Equação 3.8: Quantidade de emissões de poluentes das emissões dos gases	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAE	Agência Ambiental Europeia
AIE	Agência Internacional de Energia
AIEA	Agência Internacional de Energia Atômica
ANA	Agência Nacional de Águas
BAT	<i>Best available techniques or technologies</i>
BTU	<i>British Thermal Unit (1 BTU = 2.5199675 TEP)</i>
BRIC	Brasil, Rússia, Índia e China, que se destacam no cenário mundial
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CCPE	Comitê Coordenador de Planejamento dos Sistemas Elétricos
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
G.E	<i>Grippen And Associates</i>
GGE	Gases de efeito Estufa
GLD	Gerenciamento de Demanda
GTP	Global Temperature Change Potential
GWP	<i>Global Warming Potential</i>
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor
IPCA Amplo 15	Índice Nacional de Preços ao Consumidor – 15
IPAM	Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia
ISED	<i>Indicators for Sustainable Energy Development</i>
MME	Ministério de Minas e Energia
NOS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
ONU	Organização das Nações Unidas
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PAS	Pesquisa Anual de Serviços
PEI	Planejamento Energético Integrado
PET	Programa de Expansão da Transmissão
PIA	Pesquisa Industrial Anual
PIB	Produto Interno Bruto
PDE	Plano Decenal de Expansão de Energia
PCPV	Planos de Controle de Poluição Veicular

PINTEC	Pesquisa de Inovação Tecnológica
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROCONVE	Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores
PROINFA	Programa de Incentivos a Fontes Alternativas de Energia
PROMOT	Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNAD-C	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SEEG	Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa
SNIPC	Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor
TEP	Tonelada Equivalente de Petróleo
UNDESA	Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Justificativa.....	17
1.2 Objetivo Geral	18
1.3 Objetivos Específicos	18
1.4 Estrutura do Trabalho.....	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1 Planejamento No Brasil E Sua Evolução	20
2.1.1 Pré-Canambra (1883-1962).....	21
2.1.2 Canambra (1962-1970).....	22
2.1.3 Planejamento Centralizado (1970-1979).....	23
2.1.4 Grupo Coordenador do Planejamento - GCPS (1980-1997).....	25
2.1.5 Transição (1997-2003)	29
2.1.6 Pós- Racionamento (2003)	30
2.1.7 Principais Produtos.....	33
2.1.8 Balanço Energético Nacional (BEN)	33
2.1.9 Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE).....	33
2.1.10 Plano Nacional de Energia (PNE).....	34
2.1.11 Dimensão Econômica do PEI.....	35
2.1.12 Dimensão Ambiental do PEI.....	35
2.1.13 Dimensão Social do PEI.....	36
2.1.14 Segurança Energética	39
2.2 Os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável	41
2.2.1 Base ISED	44
2.3 A Definição Das Áreas Para Os Indicadores Segundo A Base <i>ISED</i>	49
2.3.1 Oferta de Energia da Matriz Energética Brasileira	49
2.3.2 Demanda de Energia	50
2.4 Método De Pesquisa.....	52
3 ANÁLISE E APLICAÇÃO DOS INDICADORES SELECIONADOS PARA AS REGIÕES DO BRASIL.....	54
3.1 Metodologia.....	54
3.2 Dimensão Econômica.....	54
3.2.1 População	56
3.2.2 PIB Per Capita	59
3.2.3 Preços Energéticos ao Consumidor.....	61
3.2.4 Intensidades Energéticas	65
3.2.5 Matriz Energética	69

3.2.6 Desenvolvimento de Novas Tecnologias	71
3.3 Dimensão Social.....	73
3.3.1 Desigualdades de Renda.....	74
3.3.2 Percentual de Domicílios Sem Acesso a Fontes Modernas de Energia	77
3.4 Dimensão Ambiental.....	83
3.4.1 Poluição Local e Global	84
3.4.2 Emissões de gases no transporte brasileiro	85
3.4.3 Concentração de poluentes em áreas urbanas	90
3.4.4 Poluição do ar nas cidades.....	91
3.4.5 Poluição hídrica nas cidades.....	92
3.4.6 Chuvas ácidas	92
3.4.7 Ilha de calor	92
3.4.8 Poluição do solo urbano	93
3.4.9 Enchentes.....	93
3.4.10 Quantidade de emissões de gases de efeito estufa	93
3.4.11 Emissões por diferentes gases de efeito estufa.....	95
3.4.12 Emissões por atividade econômica.....	96
3.4.13 Emissões brasileiras no contexto global.....	98
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
4.1 Trabalhos Futuros.....	101
REFERÊNCIAS	103

1. INTRODUÇÃO

A industrialização do mundo atual, o homem desenvolveu as atividades econômicas e sócias em forças motrizes sobre o uso da energia. Para as nações não restam dúvidas de que o caráter fundamental da energia assume um desenvolvimento econômico e social. Na época da Revolução industrial proporcionou a habilidade do homem de mudar e transformar o estilo do dia a dia das sociedades, através da substituição da capacidade e esforços humanos pelas maquinas e da mudança de fontes animadas de energia por fontes inanimadas (LANDES, 1969). Recursos energéticos e tecnologias foram sendo descobertas para ajuda na conversão e uso da energia, passaram a dar origem a cadeias de suprimento energético cada vez mais complexas, utilizando assim a energia para uma importância na estratégica e desenvolvimento das nações (MARTIN, 1992).

Nesse cenário, a necessidade para questões de planejamento relacionadas com o fundamento das suas raízes no processo de planejamento econômico, o mesmo surgiu com o objetivo e meta principal de otimizar a oferta de recursos energéticos, para atendimento a uma demanda estimada por ligações econométricas agregadas. A estimativa até os dois choques do petróleo a demanda da energia final usava modelos *neo-keynesianos*, uma vez que para o acompanhamento da evolução do PIB (Produto Interno Bruto) tendia a demanda de energia em países industrializados. Havia uma heurística, segundo a qual a elasticidade-renda do consumo de energia deveria ser aproximadamente constante e unitária (COSTA, 2001).

Após a grande crise de suprimentos energéticos que aconteceu na década de 60, onde as atividades de planejamento assumiam um escopo amplo. A demanda de energia é sistemática e desagregada, implicando em um maior conhecimento tanto das características do mercado consumidor (hábitos de consumo, tecnologias, etc.), como as características do sistema energético e suas concepções de expansão. Muitos fatores ajudaram na mudança de enfoque no planejamento. Nestes estão, o desacoplamento entre o crescimento econômico (em termos qualitativos e quantitativos) e o uso de energia. Por exemplo, no Brasil, mesmo no período recessivo da economia o mercado de eletricidade elevou suas taxas de crescimento, devido, ao setor residencial e consumo reprimido de energia junto com o aumento da participação de segmentos eletro-intensivos no produto industrial. Outros fatores que merecem destaques são desmaterialização econômica, com o aumento das áreas terciárias, o deslocamento de indústrias para países em desenvolvimento, redução de desperdícios por meio da eficiência energética a substituição entre fontes de energia. Assim, elaborou-se um conjunto de modelos e técnicas de

utilização da energia e gerenciamento da demanda (GLD), que se consolidaram no Planejamento Energético Integrado (PEI), (CIMA, 2006).

O Planejamento Energético Integrado nas décadas de 80 e 90, tiveram um objetivo mais explícito com a inserção de variáveis ambientais. À medida que novas demandas de planejamento energético vão sendo delineadas, novas ferramentas de análise vão surgindo e metodologias vão sendo melhoradas no sentido de integra-las a oferta, com o foco na demanda. A integração não é uma tarefa trivial, para que isso seja possível, o processo de planejamento deve contemplar todos os diferentes aspectos desenvolvidos com o uso da energia, dentro das dimensões econômicas, social e ambiental energético. Dessa maneira são possíveis estudos que proporcionam um resultado não apenas sobre os aspectos econômicos, mas também o custo e benefícios sociais e ambientais relacionada ao uso das atividades relacionadas ao uso da energia. Sobre as novas ferramentas de análise e relação, cabe ressaltar a importância do desenvolvimento de novos sistemas de informações energéticas como base de estudo, que desenvolveram cada vez mais na medida em que as variáveis tecnológicas, ambientais e sociais aumentam. Assim, nasce uma relação entre o planejamento energético e a base de dados energéticos. Ambos desenvolvem após o primeiro choque do petróleo, quando o estado começou a intervir na forma de imperfeitas barreiras de mercado, para garantir uma redução na vulnerabilidade e suprimentos de serviços energéticos do país em relação a fontes energéticas importadas (petróleo) (CIMA, 2006).

Na Agência Internacional de Energia (AIE) não é coincidência o fato que após o primeiro choque do petróleo, tanto assumiu a responsabilidade de gerenciar os estoques reguladores de petróleo da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), quanto consolidou uma metodologia de balanço energético, que naquele momento utilizava a tonelada equivalente de petróleo (TEP) como unidade de energia (AIE, 2003). No final, as bases consolidadas de confiança abrangente do balanço energético, permitiu:

1. A criação de indicadores energéticos: definir a eficiência e níveis do sistema energético, favorece análise de seções, para melhorar e estabelecer padrões tecnológicos (*best available techniques or technologies, BAT*).
2. Melhoramento dos modelos técnicos-paramétricos, para explicar a variação de consumo de energia são usadas muitas técnicas e possíveis aplicações, através de efeitos de intensidades, atividades e estrutura.
3. Monitoramento e análise de políticas energéticas (por exemplo, teste de impacto de GLD).

Neste contexto, o atual estudo propõe a utilização de uma base de indicadores energéticos como ferramenta para o processo de planejamento energético integrado no Brasil. Para o acontecimento, foi utilizada a base consolidada de indicadores energéticos, criada pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), em parceria com o Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas (UNDESA), a *Eurostat* e a Agência Ambiental Européia (AAE), a Agência Internacional de Energia (AIE). A *ISED (Indicators for Sustainable Energy Development)* que aplica uma base consolidada de indicadores energéticos, permitiu a montagem de uma estrutura paramétrica de indicadores, baseada nas inter-relações existentes entre eles, para que de maneira integra-las as ações de respostas pudessem ser propostas no contexto de alcançar objetivos dentro do processo de planejamento (CIMA, 2006).

1.1 Justificativa

A busca de soluções para se manter o atendimento da crescente demanda de energia, tornou-se mais complexa, devido à intensificação na extração de recursos energéticos deixar de ser uma simples resposta econômica e, com a geração de resultados indesejados (impactos negativos), exigir maior atenção na relação entre energia e questões socioambientais (CIMA, 2006). Para isso, os indicadores energéticos, como instrumentos capazes de fornecer informações que podem auxiliar na análise destas relações, contribuem para a tomada de decisão, minimizando as incertezas e incorporando dados pertinentes à necessidade corrente.

Os primeiros indicadores energéticos foram desenvolvidos observando as necessidades econômicas, para o atendimento da demanda crescente, ajustada ao menor custo, e possibilitando a manutenção de uma trajetória intensiva em energia. À medida que limitações ao acesso dos recursos energéticos, como a crise de 1973, dificultavam o atendimento da demanda, buscou-se novas formas de alcançar o equilíbrio, voltando o foco do planejamento energético para a eficiência no consumo, com a utilização de tecnologias que exigissem menor quantidade de energia (CIMA, 2006; FURTADO, 1998).

Os indicadores energéticos, voltados para o desenvolvimento sustentável, constituem uma ferramenta importante para o levantamento de dados para o planejamento energético (PHILIPPI JR; MALHEIROS, 2012). Contudo, a adaptação dos indicadores, com metodologias construídas com foco econômico, para que meçam os impactos nas dimensões social ou ambiental, gera alguns questionamentos sobre o real atendimento a estas duas outras dimensões. No caso de indicadores com metodologias construídas com o foco social, e/ou ambiental, a dificuldade encontra-se na capacidade de coleta de dados e na frequência com que são

coletados, para que governo e empresas possam ter maior qualidade e segurança nas decisões (MARTÍNEZ, 2007).

1.2 Objetivo Geral

A dissertação em questão introduz a história do planejamento energético brasileiro, além da aplicação e análise dos indicadores segundo a BASE *ISED* (*Indicators for Sustainable Energy Development*) para as regiões do Brasil e também testa as contribuições e limitações dos indicadores como instrumentos de apoio ao desenvolvimento sustentável.

1.3 Objetivos Específicos

- Realizar estudo bibliográfico sobre a história do planejamento energético integrado do Brasil;
- Testar as inter-relações entre regiões do Brasil;
- Analisar os indicadores da Base *ISED*;
- Solucionar possibilidades de trabalhos que podem contribuir com o planejamento futuro.

1.4 Estrutura do Trabalho

A dissertação fundamenta-se em 04 capítulos, de acordo com as seguintes descrições:

Capítulo 1 – Introdução – Iniciou-se na década de 80 com o homem buscando soluções futuras com o desenvolvimento energético, passando por sua evolução. Caracterizando a necessidade dos indicadores de desenvolvimento energético sustentável e propondo um objetivo para dissertação de aplicar e analisar os indicadores segundo a base *ISED* para as regiões do Brasil.

Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica – é inicialmente apresentada a importância da atividade de planejamento frente às necessidades de se atingir determinados objetivos pré-estabelecidos pelo homem. Em seguida as dimensões do planejamento energético integrado e pôr fim a criação dos indicadores *ISED*. Logo, neste estudo, utilizou-se uma análise do referencial teórico na qual se fundamenta em estudos, a partir de materiais já elaborados como artigos científicos, livros, além de se aferir o problema a ser pesquisado, no ponto de vista teórico e de outros estudos disponibilizados que já foram elaborados. Este estudo fundamenta-se em uma pesquisa de caráter exploratório.

Capítulo 3 – Análise e aplicação dos indicadores selecionados para as regiões do Brasil – após apresentados os indicadores selecionados da base *ISED*, são aplicados nas regiões do Brasil e feito uma análise, onde são estabelecidas as inter-relações entre os mesmos.

Capítulo 4 – Considerações Finais – Encontram-se a conclusão da dissertação e sugestões de trabalhos para serem realizados no futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são abordadas as temáticas que envolvem a história do planejamento energético no Brasil do ano de 83 até os dias atuais, indicadores de desenvolvimento sustentável e dimensões do planejamento energético integrado para as regiões do Brasil.

2.1 Planejamento no Brasil e sua Evolução

Chiavenato (2004) afirma que a determinação dos objetivos que se quer atingir e os modos como alcançá-los são determinados através do planejamento. Para Maximiano (2004), o planejamento é um processo constante e dinâmico, em que as suas ações possibilitam se preparar melhor para eventos futuros, além de se antecipar as mudanças. Sendo o resultado do planejamento a elaboração de planos, através do processamento de dados.

A importância do planejamento energético se dá principalmente devido à concepção do desenvolvimento sustentável, em que objetiva a preservação do meio ambiente, utilizando fontes renováveis como fontes de energia, para continuidade do suprimento das presentes e futuras gerações. Devido a este grau de utilidade, o planejamento do setor elétrico é fundamental para as tomadas de decisão futuras e também para a preparação de políticas energéticas sustentáveis, além de auxiliar na resolução de conflitos da oferta e demanda de energia, do meio ambiente e da economia (SILVA e BERMANN, 2002).

Tolmasquim et al. (2005) complementa que para se assegurar o abastecimento e suprimento do setor elétrico, se faz necessário o planejamento, sendo que a sua inexistência ocasiona fortes consequências a todos os setores, como aumento dos custos, ausência de qualidade no serviço prestado, capacidades instaladas ociosas, entre outros prejuízos.

Segundo Vila (2014), através do Planejamento Energético é possível se elaborar políticas públicas e diretrizes para todos os setores do país, principalmente promovendo o uso racional das fontes energéticas, levando-se em consideração políticas ambientais e socioeconômicas.

A energia está relacionada a todos os setores produtivos do país, logo as decisões tomadas no setor elétrico impactam diretamente nos outros, fazendo-se necessários critérios de avaliações específicos, principalmente devido ao setor elétrico requerer altos investimentos a longo prazo, portanto o planejamento energético é essencial (BAJAY, 1989a).

Bajay (2013) ainda adiciona que as maiores chances de êxito na implantação de um plano energético estão relacionadas às autonomias política e econômica do espaço em questão analisado, além do planejamento precisar de constantes atualizações e correções ao longo do

tempo, devendo ser um procedimento contínuo, não apenas estando finalizado com a preparação de um plano e de suas metas para o abastecimento energético, ou medidas de eficiência e investimentos para o setor. Por se tratar de um setor dinâmico, é ideal que se façam sempre correções.

Segundo Bajay (2001), o planejamento do setor elétrico brasileiro é realizado desde a década de 70. Ao longo dos anos, houve diversas alterações e evoluções neste contexto, sendo que a história do planejamento do setor elétrico pode ser dividida em seis fases, comentadas a seguir conforme Figura 2.1:



Figura 2.1: História do planejamento energético brasileiro

Fonte: Elaborado pelo autor

2.1.1 Pré-Canambra (1883-1962)

Anterior à década de 70, o período foi caracterizado como Pré-Canambra e marcado principalmente por alguns acontecimentos, como a criação do Código de águas estabelecido pelo Decreto Federal 24.643, de 10 de julho de 1934, onde nos seus artigos 1º e 2º têm-se:

Art. 1º As águas públicas podem ser de uso comum ou dominicais.

Art. 2º São águas públicas de uso comum:

- a) os mares territoriais, nos mesmos incluídos os golfos, bahias, enseadas e portos;
- b) as correntes, canais, lagos e lagoas navegáveis ou fluviáveis;
- c) as correntes de que se façam estas águas;
- d) as fontes e reservatórios públicos;
- e) as nascentes quando forem de tal modo consideráveis que, por si só, constituam o "caput fluminis";
- f) os braços de quaisquer correntes públicas, desde que os mesmos influam na navegabilidade ou fluviabilidade. (BRASIL, Decreto nº 24.643, 1934).

De acordo com Magalhães (2000), a primeira usina hidrelétrica no Brasil foi idealizada neste período em Juiz de Fora (MG) por Bernardo Mascarenhas, industrial têxtil, em 1889, sendo nomeada de Marmelos – 0.

Neste período, também houve a criação de empresas estaduais e federais como: Companhia Energética de Minas Gerais - Cemig (1952), Furnas Centrais Elétricas S/A. (1957), Ministério de Minas e Energia – MME (1960) (FREITAS; SOITO, 2014).

Segundo o Art.5º da lei 3.782, de 22 de julho de 1960, “É criado o Ministério de Minas e Energia, que terá a seu cargo o estudo e despacho de todos os assuntos relativos à produção mineral e energia.” (BRASIL, Lei nº 3.782, 1960).

Alguns anos depois, através da Lei nº 8.028 de 12 de abril de 1990, de acordo com o Art.27º, foi extinto o Ministério de Minas e Energia, sendo as atribuições transferidas ao Ministério da Infraestrutura criado nesta lei. Em 1992, o MME voltou a ser criado pela Lei nº 8.422, em 13 de maio, tendo como principais competências:

Art. 6º - Os assuntos que constituem área de competência de cada ministério criado por esta lei são os seguintes:
 I - Ministério de Minas e Energia:
 a) geologia, recursos minerais e energéticos;
 b) regime hidrológico e fonte de energia hidráulica;
 c) mineração e metalurgia;
 d) indústria do petróleo e de energia elétrica, inclusive nuclear; (BRASIL, Lei nº 8.422, 1992).

Finalizando o período Pré Canambra, tem-se a criação das Centrais Elétricas Brasileiras – Eletrobrás em 1962, constituída como empresa *holding* do governo federal, auxiliando nas decisões da expansão da oferta de energia elétrica e no progresso do país (FREITAS; SOITO, 2014).

2.1.2 Canambra (1962-1970)

Conforme o Centro da Memória da Eletricidade (2002), em 1962, o Banco Mundial juntamente com autoridades brasileiras, selecionou duas firmas de consultoria canadenses, *Engineering Company* e *G.E. Grippen And Associates*, e uma norte-americana, a *Gibbs and Hill*: estas formaram o consórcio Canambra. O Consórcio Canambra, *Consulting Engineers Ltd*, nome designado devido aos países envolvidos serem Canadá, Estados Unidos da América e Brasil, tinha como finalidade oferecer soluções para os problemas de fornecimento de energia elétrica para as regiões Sudeste e Sul. (GOMES, et al., 2002).

Segundo Mercedes et al. (2015 apud SIQUEIRA, 2001, in ELETROBRÁS, 2001, p. 106), com o funcionamento da Eletrobrás e o consórcio Canambra foi possível se consolidar o planejamento energético no Brasil, além de neste período ter sido realizado o primeiro planejamento integrado de longo prazo e o detalhamento do potencial hidráulico.

Em 1966, a Eletrobrás, através do Relatório Canambra, realizou os primeiros planos decenais de expansão da oferta de energia elétrica, além dos planos para um período maior que uma década. Através deste, foi possível a determinação de novos locais de transmissão e

geração para o abastecimento da população, em que se apresentava um grande aumento no consumo de energia para aquela época (QUEIROZ, 2014).

Através da consolidação dos trabalhos realizados com os recursos do Banco Mundial no Relatório Canambra em 1966, diante da coparticipação de técnicos de empresas brasileiras de energia elétrica, foi possível se ter resultados significativos do planejamento elétrico integrado no Brasil (CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002).

Gomes et al. (2002) afirma que o Relatório Canambra contribuiu com importantes informações para o planejamento energético brasileiro e para os planos de desenvolvimento econômico do país na época.

2.1.3 Planejamento Centralizado (1970-1979)

Até 1970, as pesquisas do setor elétrico visavam sanar problemas de manutenção de equipamentos e de instrumentos de medição, sendo estes realizados pelos laboratórios das universidades como de Itajubá, São Paulo e Rio de Janeiro e por centros de estudos em algumas concessionárias de energia elétrica (SOITO, 2011).

No dia 26 de abril de 1973, em Brasília, foi assinado o Tratado de Itaipu pelo Brasil e o Paraguai, juntamente com três anexos (A, B e C), de acordo com a Lei nº 5.899, de 5 de julho de 1973:

Art 3º A totalidade dos serviços de eletricidade da ITAIPU, Usina de base, que, pelo Tratado celebrado em 26 de abril de 1973, com a República do Paraguai, para o aproveitamento hidrelétrico do trecho do Rio Paraná entre o Salto Grande de Sete Quedas ou Salto de Guaíra e a Foz do Rio Iguazu, o Brasil se obrigou a adquirir, será utilizado pelas empresas concessionárias, nas cotas que lhes forem destinadas pelo Poder Concedente. (BRASIL, Lei nº 5.899, 1973).

Segundo Leite (2007), nesta época o MME apresentava um programa de obras executado pelo consórcio CANAMBRA que atendia a construção de usinas de menor porte no país. Diante da assinatura do Tratado de Itaipu em 1973, houve a necessidade de se rever o planejamento e a estrutura do mercado elétrico brasileiro. Kligermann (2009) complementa que as atividades de planejamento energético no Brasil deram início imediatamente após o tratado, sendo que nesta época também foram construídas grande parte das interligações de transmissão nas regiões do Brasil, e de usinas hidrelétricas.

A Usina Hidrelétrica de Itaipu foi devidamente instalada em 17 de Maio de 1974, sendo a Eletrobrás e a *Administración Nacional de Eletricidade* (Ande), responsáveis pelos serviços de energia elétrica. Itaipu é considerada a maior Usina Hidrelétrica do mundo, sendo os custos totais orçados para sua instalação em 10,3 bilhões de dólares. Com o crescimento do mercado

e dos rumos tomados com os planos regionais, houve a necessidade de ser realizar a interligação dos sistemas, sendo esta de extrema importância para as atividades de planejamento do setor na época. A interligação ocasionou em uma nova solução para os problemas de unificação de frequência, pois até a década de 60 eram utilizadas frequências de 50 e 60 Hz. Com a união dos sistemas, foi adotado um plano nacional padrão, em que as concessionárias executaram planos para a conversão dos sistemas para 60 Hz. Esta conversão auxiliou nos problemas de frequência que eram ocasionados em Itaipu, em que nove geradores para o sistema elétrico brasileiro foram modificados para 60 Hz e os nove geradores do sistema Paraguai para 50 Hz (CENTRO DE MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 1988).

O Centro de Memória da Eletricidade afirma que:

A expansão dos sistemas interligados na década de 1970 assegurou, entre outras vantagens, melhor utilização da capacidade de geração instalada, o aproveitamento da diversidade hidrológica existente, entre bacias e regiões e melhor qualidade de serviço, por meio de menores variações da frequência, maior controle dos níveis de tensão e auxílio em emergências (CENTRO DE MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 1988, p.212).

A Eletrobrás teve grande destaque na ampliação das atividades de energia elétrica para o Brasil. Em dezembro de 1973, a Eletrobrás apresentou ao MME três relatórios contendo planos para o setor elétrico, sendo estes: *Revisão do Balanço Energético 1973-1981* em que continha o cronograma das obras de geração para a região Sudeste, um segundo com uma *Análise Complementar do programa de expansão da capacidade geradora* para a região Sul e por último um *Plano de Expansão das instalações de Transmissão 1974-1981* em que contemplavam as duas regiões. Através destes trabalhos, os planos regionais elaborados pelo consórcio CANAMBRA foram encerrados (CENTRO DE MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002).

No final de 1974, em 16 de dezembro, foi elaborada a Lei nº 6.189, em que segundo o artigo 1º:

Art 1º A União exercerá o monopólio de que trata o artigo 1º, da Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962:
 I - Por meio da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, como órgão superior de orientação, planejamento, supervisão, fiscalização e de pesquisa científica.
 II - Por meio das Empresas Nucleares Brasileiras Sociedade Anônima - NUCLEBRÁS e de suas subsidiárias, como órgãos de execução. (BRASIL, Lei nº 6.189, 1974).

Tendo esta, o monopólio das atividades nucleares no Brasil, como a implantação de projetos de centrais nucleares, pesquisas na área, além da produção de Urânio concentrado e

componentes para instalações nucleares, e o comércio de materiais nucleares (CENTRO DE MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002).

Ainda em 1974, foi realizado pela Eletrobrás um plano da expansão do setor elétrico, nomeado de Plano 90, realizado para as regiões Sul e Sudeste do Brasil com previsões até o ano de 1990, em que foram pela primeira vez estudados dois planos do sistema interligado. Após a ligação dos sistemas elétricos em 1977, outro *Plano Nacional de Atendimento aos Requisitos de Energia Elétrica* foi elaborado para um período até 1992, conhecido como Plano 92, sendo este o predecessor dos planos nacionais de energia elétrica. Adiante, em 1978, a Eletrobrás coordenou quinze estudos especiais que foram considerados notáveis para o início do planejamento integrado do setor. Finalizando o período do Planejamento Centralizado em 1979, a Eletrobrás divulgou o Plano 95 para um horizonte até 1995, apresentando neste, pela primeira vez, os projetos em construção e as propostas futuras para o setor elétrico (CENTRO DE MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 1988).

2.1.4 Grupo Coordenador do Planejamento - GCPS (1980-1997)

Este período foi marcado por grandes acontecimentos no país. Em 1983 foi criada a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, da Organização das Nações Unidas (ONU), que era presidida por *Gro Harlem Brundtland e Mansour Khalid*. Esta comissão tinha como objetivos sugerir estratégias com foco no desenvolvimento sustentável a longo prazo, solucionar questões ambientais entre os países, priorizando as melhorias no meio ambiente. Em 1987, o relatório *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum) foi apresentado à Assembleia da ONU, sendo bastante conhecido como Relatório *Brundtland*, em que já continha dados sobre o aquecimento do planeta, ameaças na camada de ozônio da Terra. No relatório, constavam estratégias e metas a serem seguidas em nível internacional. Esta foi a primeira tentativa da época em se criar a conscientização sobre o desenvolvimento sustentável, em que o crescimento econômico priorizava também questões ambientais e sociais (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988). O relatório complementa que “Para haver um desenvolvimento sustentável é preciso minimizar os impactos adversos sobre a qualidade do ar, da água e de outros elementos naturais, a fim de manter a integridade global do ecossistema”.

Em essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento

tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas. (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988, p.49).

Segundo Basso e Verdum (2006), com a Lei Federal nº 6.938 e o Decreto nº 99.351, ambos em 1983, foi possível se estabelecer diretrizes para a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Essa lei foi substituída em 1989 pela Lei Federal nº 7.804 e pelo Decreto nº 99.274 em 1990. Apesar da substituição em 89/90 e algumas modificações, o PNMA instituiu, através da resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA nº 001, em 23 de janeiro de 1986, a criação da Avaliação de Impacto Ambiental (Aia), do Estudo de Impacto Ambiental (Eia) e o Relatório de Impacto Ambiental (Rima). Nesta época houve um aumento das preocupações ambientais, através da criação de leis específicas. Estes instrumentos objetivavam definir procedimentos para se avaliar os impactos ambientais, examiná-los, propondo soluções e apresentando os resultados desses estudos, sendo todos estes instrumentos gerados de forma imparcial. De acordo com o art. 5º da Resolução do CONAMA nº 001/86:

Artigo 5º - O estudo de impacto ambiental, além de atender à legislação, em especial os princípios e objetivos expressos na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, obedecerá às seguintes diretrizes gerais:

- I - Contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização de projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto;
- II - Identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade;
- III - Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza;
- IV - Considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade. (BRASIL, CONAMA nº 001/86, 1986).

De acordo com Mercedes et al. (2015), com a redução das taxas de crescimento na década de 80, houve um retorno da economia neoliberal, e com reformas estruturais nos países da América Latina, surgiu a necessidade de modificar o planejamento do setor elétrico, que até então era um planejamento centralizado. Visando-se estudos mais amplos e o envolvimento das empresas estaduais, foi criado em 1980 o Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS), mas apenas em 1982, que o MME conforme a Portaria nº 1.617, em 23 de novembro, reconheceu o órgão:

O Ministro de Estado das Minas e Energia, no uso de suas atribuições e tendo em conta que a atividade de planejamento da expansão dos sistemas elétricos vem se tornando cada vez mais complexa, RESOLVE:

Art. 1º Criar um Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos - GCPS, de âmbito nacional, tendo por finalidades estudar alternativas de desenvolvimento dos

sistemas elétricos dos concessionários do respectivo serviço público e elaborar e apresentar pareceres e proposições no sentido de ajustar os programas de expansão dos mesmos, entre si e às diretrizes fixadas pelas Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS, assegurando sua compatibilidade com a política energética governamental (BRASIL, Portaria nº 1.617, 1982).

De acordo com Gonçalves (2008), o GCPS objetivava promover estudos para a expansão do setor elétrico nacional nos períodos de curto, médio e longo prazos, sendo este o principal órgão que realizava os estudos, além da elaboração de planos em que eram utilizados alguns aspectos já observados para o país, desde o consórcio CANAMBRA, para o planejamento da expansão, tais como:

- I) Uma organização institucional em que requer participação de agentes públicos e privados distintos, devido sua extensão territorial e diferenças regionais;
- II) Grandes reservatórios com regularização plurianual, sendo o sistema hidrelétrico dominante no país;
- III) As usinas são afastadas dos grandes centros de consumo, sendo necessários sistemas de transmissão com distâncias maiores;
- IV) Facilidade para o aproveitamento hidrológico, utilizando-se conexões inter-regionais;
- V) Potenciais de exploração da geração de energia através de termoeletricas.

Através da coordenação da Eletrobrás, foi possível se avançar no quesito técnico e se ter uma equipe mais especializada e competente para a realização do planejamento energético e para operacionalização do sistema elétrico nacional (RODRIGUES, 2015).

Em 1986, a Eletrobrás divulgou o Plano Nacional de Energia Elétrica 1987-2010, conhecido como Plano 2010. Devido a algumas restrições na época, o quesito econômico-financeiro foi um dos mais importantes considerados no Plano. Além disso, o Plano incluiu usinas termoeletricas, reinsereu as usinas nucleares já mencionadas no Plano 90, adicionou os recursos hídricos da Amazônia. Com a nova lei, foram introduzidos no Plano a Avaliação de Impacto Ambiental (Aia), Estudo de Impacto Ambiental (Eia) e o Relatório de Impacto Ambiental (Rima), mas apenas em 1988 é que o Plano foi aprovado, sendo este adotado como uma medida de apoio ao mercado de energia elétrica (MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002).

Durante o período em que o GCPS foi criado, o mesmo foi responsável por realizar planos de curto prazo, como os Planos Decenais de Expansão, em que foram primeiramente para as áreas de geração e transmissão e em seguida para a distribuição de energia elétrica, também

auxiliou nas mudanças da metodologia do planejamento que foram desenvolvidas pelas empresas e pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel). O primeiro plano, visando um cenário para o período de dez anos, foi o Plano de Expansão 1990-99, em que apresentava algumas divergências em relação ao Plano 2010, como em relação às projeções do Produto Interno Bruto (PIB) e do crescimento dos sistemas. Devido a alguns problemas econômicos na época, o Plano 2010 teve seus cronogramas alterados, a fim de se regular a oferta com o mercado de energia. Apesar das alterações, foi um dos primeiros a diminuir as inseguranças no planejamento a longo prazo (MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002).

Como acontecimentos marcantes ainda no período do GCPS, temos no final de 1996, a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), pela Lei nº 9.427, de 26 de dezembro, que objetiva regular e fiscalizar a produção, transmissão e comercialização de energia elétrica no país, de acordo com as políticas e diretrizes do governo federal. (BRASIL, LEI Nº 9.427, 1996).

Finalizando o período, temos a aprovação da Lei nº 9.433, em 8 de janeiro de 1997, conhecida como “Lei das Águas”, no qual o artigo 1º diz:

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - a água é um bem de domínio público;

II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. (BRASIL, Lei nº 9.433, 1997).

O GCPS foi responsável pelo planejamento do setor elétrico até que foi sucedido pelo Comitê Coordenador de Planejamento dos Sistemas Elétricos (CCPE) (MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2002).

Além disso, o período foi marcado também pela criação do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) em 30 de dezembro de 1985, que é um programa coordenado pelo MME e executado pela Eletrobrás que tem como objetivo promover o uso racional da energia elétrica, evitando-se desperdícios e criando ações em diversos seguimentos econômicos do país, que auxiliem a eficiência energética, redução de impactos ambientais, o consumo eficiente dos recursos energéticos e proporcionando um desenvolvimento sustentável.

2.1.5 Transição (1997-2003)

O período de transição foi marcado por diversos ajustes no modelo regulatório brasileiro e com a criação de órgãos para fiscalizar, regular, controlar e realizar estudos para o setor elétrico. Em 1997, segundo a Lei nº 9.478 de 6 de agosto, foi criado o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), sendo este vinculado à Presidência da República e presidido pelo MME, que objetiva proteger os interesses dos consumidores em relação ao preço, oferta dos produtos, qualidade do serviço e proteção do meio ambiente, propor soluções para o abastecimento de energia elétrica e de derivados do petróleo, através do planejamento de longo, médio e curto prazos, podendo definir as prioridades das implementações dos projetos devido ao seu caráter estratégico, e visando à confiabilidade do sistema, além de assegurar o suprimento de todo o Brasil, e de áreas remotas ou de difícil acesso. A CNPE também é responsável por elaborar políticas e diretrizes para o uso racional da energia no país e definir estratégias para o desenvolvimento tecnológico do setor.

Segundo a Lei nº 9.648, em 27 de maio de 1998, foi criado o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), diante da fiscalização da ANEEL, com a função de coordenar e controlar a operação das instalações de geração e transmissão de energia no Sistema Interligado Nacional (SIN), elaborar estudos para se gerenciar o estoque de energia e garantir a continuidade e segurança do suprimento no Brasil.

O planejamento do setor elétrico foi realizado pela GCPS e coordenado pela Eletrobrás desde a década de 80, mas em 10 de maio de 1999, as suas atribuições passaram a ser exercidas pelo Ministério de Minas e Energia, MME, que criou o Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos (CCPE), através do art. 1º da Portaria nº 150:

Art. 1º Criar o Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos - CCPE, com a atribuição de coordenar a elaboração do planejamento da expansão dos sistemas elétricos brasileiros, de caráter indicativo para a geração, consubstanciado nos Planos Decenais de Expansão e nos Planos Nacionais de Energia Elétrica de longo prazo, a partir do ciclo anual de planejamento 1999, correspondente ao horizonte decenal 2000/2009 (BRASIL, Portaria nº 150, 1999).

De acordo com Mercedes (2002), com o novo órgão para a realização do planejamento energético, houve algumas mudanças em relação ao modelo que era adotado. Antes se tinha um planejamento liberalizado em que as informações eram comunicadas por todos os agentes, apresentando um caráter normativo. No novo modelo, com a CCPE, as informações passaram a ser utilizadas estrategicamente, apresentando um caráter indicativo, pois neste caso, os agentes, através dos critérios técnicos e econômicos, decidiam o que era benéfico a eles

empreender. Portanto, iniciou-se uma tarefa política de se ter um planejamento mínimo para se prestar serviços públicos.

Para Bajay (2001), o planejamento indicativo busca fornecer ao mercado um modelo de referência para a expansão setorial, através de um planejamento estratégico com maior confiabilidade, em que se tem um banco de dados atualizados com os custos de diversos tipos de obras de geração e transmissão, viabilidades de usinas e estudos de inventário. Sendo este modelo de planejamento divergente do determinativo, em que se busca obter estimativas mais precisas dos custos de projetos futuros.

Ainda no período de transição, houve a criação da Agencia Nacional de Águas (ANA), através da Lei 9.984 de 17 de Julho de 2000, em que incumbe ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos a realização do planejamento dos recursos hídricos em todo o país de maneira regional, estadual, entre outros de acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos, através da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, Lei nº 9.984, 2000).

Apesar de o ONS ter sido criado buscando-se auxiliar o sistema elétrico nos estudos dos sistemas de geração e transmissão e no despacho das usinas, o mesmo até 2001 não chegou a realizar mudanças. Embora o órgão apresentasse conhecimento dos problemas na época, nenhuma medida foi realizada visando à solução dos problemas ou inibindo-os (MERCEDES et.al., 2015).

Através dos diversos problemas ocasionados na época, tais como: falta de investimentos em capacidade instalada e o deplecionamento dos reservatórios, a ausência de modelos regulatórios, além de abusos por parte das concessionárias em relação ao aumento das tarifas, entre outros fatores, em que não foram sanados pelos órgãos criados no período, os mesmos contribuíram para o racionamento de energia em 2001 e um elevado número de blecautes (MERCEDES, 2012).

2.1.6 Pós- Racionamento (2003)

Na década de 90, o planejamento setorial era realizado pelas forças de mercado, que tinham a percepção de que através de seus investimentos e interesses particulares, seriam capazes de estabelecer políticas e diretrizes para o setor em longo prazo. Devido aos resultados não serem satisfatórios, após o racionamento de energia em 2001, reconheceu-se a necessidade de uma reformulação institucional do setor elétrico, em que visava restaurar o planejamento do setor que estava interrompido (TOLMASQUIM, 2016).

Durante o período entre 2001 e 2002, em que houve o racionamento de energia no Brasil, constatou-se certa vulnerabilidade no auto regulação do mercado, sendo necessário o comprometimento do estado e a inserção social da população, visando à expansão do setor e a modificação em seu planejamento (MARTINS, 2010).

No ano de 2004, foi apresentado um novo modelo para o setor elétrico brasileiro com a criação da lei nº 10.847 e o decreto nº 5.184. De acordo com a lei 10.847 de 15 de março de 2004:

Art. 1º Fica o Poder Executivo autorizado a criar empresa pública, na forma definida no inciso II do art.5º do Decreto-Lei nº 200, de 25 de fevereiro de 1967, e no art. 5º do Decreto-Lei nº 900, de 29 de setembro de 1969, denominada Empresa de Pesquisa Energética - EPE, vinculada ao Ministério de Minas e Energia.

Art. 2º A Empresa de Pesquisa Energética - EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras (BRASIL, Lei nº 10.847, 2004).

Na lei de criação da EPE, foram descritas 18 competências ao órgão das quais se podem destacar quatro:

Art. 4º Compete à EPE:

I - Realizar estudos e projeções da matriz energética brasileira;

III - identificar e quantificar os potenciais de recursos energéticos;

VII - elaborar estudos necessários para o desenvolvimento dos planos de expansão da geração e transmissão de energia elétrica de curto, médio e longo prazos;

IX - Promover estudos de mercado visando definir cenários de demanda e oferta de petróleo, seus derivados e produtos petroquímicos (BRASIL, Lei nº 10.847, 2004).

Através do decreto nº 5.184 de 16 de agosto de 2004, são adicionados no Art. 6º algumas atribuições a serem desempenhadas pela EPE:

I - Promover acordo operacional com o Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS, com a finalidade de receber elementos e subsídios necessários ao desenvolvimento das atividades relativas ao planejamento do setor elétrico;

II - Manter intercâmbio de dados e informações com a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, Agência Nacional de Águas - ANA, Agência Nacional do Petróleo - ANP e com a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE, observada a regulamentação específica quanto à guarda e ao sigilo de tais dados;

III - participar do Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico - CMSE, conforme regulamentação específica;

IV - Calcular a garantia física dos empreendimentos de geração;

V - submeter ao Ministério de Minas e Energia a relação de empreendimentos de geração e correspondentes estimativas de custos, que integrarão, a título de referência, os leilões de energia de que trata o art. 12 do Decreto no 5.163, de 30 de julho de 2004, bem como, quando for o caso, a destinação da energia elétrica dos empreendimentos hidrelétricos habilitados a tomar parte nesses leilões;

VI - Habilitar tecnicamente e cadastrar os empreendimentos de geração que poderão ser incluídos nos leilões de energia elétrica proveniente de novos empreendimentos, de que trata o inciso II do § 5º do art. 2º da Lei no 10.848, de 15 de março de 2004; e

VII - calcular o custo marginal de referência que constará dos leilões de compra de energia previstos na Lei no 10.848, de 2004 (BRASIL, Decreto nº 5.184, 2004).

Segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE 2011-2020, nos anos 1990, o Brasil havia perdido a capacidade de planejamento do setor elétrico devido às reformas liberais. Com a criação da EPE em 2004, o Brasil teve esta capacidade retomada.

A criação da EPE fez-se necessária principalmente devido ao acréscimo da participação privada no setor elétrico que deu início em 1995, pois o Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos (CCPE) era constituído em Comitês Técnicos coordenados por profissionais de entidades empresariais, que visavam muitas vezes interesses próprios ligados ao setor, tendo muitas vezes a ausência do princípio de neutralidade. Com a finalidade de se conservar a isenção e os interesses da comunidade, elaborou-se a proposta de criação da EPE (PNE, 2030).

Para Tolmasquim (2016):

O Novo Modelo foi concebido como uma importante reestruturação do planejamento da expansão, com uma abordagem ampla e integrada, de modo a conciliar estrategicamente pesquisa, exploração, uso e desenvolvimento dos insumos e recursos energéticos, dentro de uma política nacional ajustada às diretrizes do governo e às necessidades da sociedade.

Foi nesse contexto que a criação da EPE ganhou destaque. A integração de fontes e recursos é a melhor maneira de tratar a questão energética, e, assim, pela primeira vez na história do Brasil, o planejamento energético ganhou a oportunidade de ser pensado como um todo. Passou-se a tratar em conjunto as diferentes fontes de energia: petróleo, gás natural, biocombustíveis, energia elétrica dentre outros (TOLMASQUIM, 2016, p. 4).

Martins (2010) completa que o principal desafio da EPE é realizar estudos visando à união do uso integrado e sustentável de recursos energéticos, além de elaborar o planejamento do setor, através de um grupo de estudos executados de acordo com algumas etapas tais como: diagnóstico, elaboração de diretrizes e políticas, implantação e monitoramento. Estes dados compõem estratégias e planos de ação para a expansão da oferta de energia a longo prazo, considerando medidas de eficiência energética, fontes renováveis, entre outros.

De acordo com Tolmasquim (2016), com o novo marco regulatório é possível manter o equilíbrio do mercado e a segurança energética, além disso:

O grande desafio passou a ser atender a este princípio dentro de uma lógica de mercado competitivo, onde o planejamento da expansão da geração continuaria a ser indicativo. A solução inovadora estabelecida no novo marco regulatório foi a contratação antecipada da expansão da geração de forma regulada, através de leilões públicos para atender aos consumidores cativos, que correspondem a cerca de 80% do consumo total, e um planejamento que acompanhasse a contratação realizada e a respectiva tendência de evolução tecnológica e econômica (TOLMASQUIM, 2016, p. 13).

2.1.7 Principais Produtos

A EPE é responsável por desenvolver estudos para o setor energético, em que podemos ressaltar: o Balanço Energético Nacional - BEN, Plano Decenal de Energia - PDE, Plano Nacional de Energia – PNE, Programa de Expansão da Transmissão - PET, estudos de suporte aos Leilões de Contratação de Geração e de Transmissão, Resenha Mensal de Energia Elétrica, Anuário Estatístico de Energia Elétrica, além de outros estudos relacionados ao setor (EPE, 2015).

2.1.8 Balanço Energético Nacional (BEN)

Segundo Tolmasquim (2016), o BEN é divulgado desde 1970 pelo MME. Somente a partir de 2005, é que o relatório passou a ser realizado sob a responsabilidade da EPE, de acordo com o artigo 4º da lei 10.847/2004.

Em 2006, a EPE assumiu os estudos relacionados à elaboração e divulgação do relatório. O processo de substituição iniciado em 2005 foi realizado entre a Coordenação do BEN no MME e a Diretoria de Estudos Econômicos e Energéticos da EPE (BEN, 2006).

O BEN apresenta o mais completo e atualizado banco de dados e estatísticas energéticas disponível no Brasil. Estas séries históricas auxiliam nos estudos para cenários futuros do PDE e PNE, além de contribuir com as modificações dos modelos matemáticos para as projeções de consumo de energia e para o cálculo de emissões de gases de efeito estufa consequentes das atividades energéticas (TOLMASQUIM, 2016). A EPE (2015) acrescenta que o documento expõe dados relativos à oferta e ao consumo de energia no Brasil, considerando também atividades e operações em relação aos recursos energéticos primários, às conversões secundárias, além de dados de importação, exportação e distribuição do setor.

2.1.9 Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE)

O Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE proporciona uma visão da expansão da demanda e oferta para os recursos energéticos por um período de dez anos, sendo os seus relatórios disponibilizados e atualizados anualmente, contemplando assim inovações tecnológicas, cenário econômico, além de outros fatores. Apesar de ser de natureza indicativa, auxilia no planejamento para os próximos anos, sendo balizador para o planejamento da energia do Brasil (TOLMASQUIM, 2016).

O primeiro estudo do PDE foi realizado em 2006 com uma projeção de um horizonte até 2015. O foco do primeiro relatório foi relacionado apenas à expansão da energia elétrica; nos seguintes relatórios é que foi incluído todo o setor energético (TOLMASQUIM, 2016).

A importância do planejamento energético se fundamenta principalmente em relação aos recursos financeiros e ao perfil dos investimentos que devem ser realizados. Com a finalidade de se garantir a expansão da capacidade de geração, empresas e distribuidoras brasileiras negociam energia através de leilões para atender a demanda futura para os próximos três e cinco anos, em que são nomeados de leilões A-5 e A-3 (EPE, 2015).

Conforme Tolmasquim (2016), com as novas modificações do setor elétrico e a introdução dos leilões para a realização da expansão da oferta de energia, a EPE exerce a função de definir tecnicamente as usinas que serão participantes dos leilões, além de realizar estudos para as linhas de transmissão licitadas. Devido ao PDE ser disponibilizado todo ano, não havendo modificações em suas premissas, a energia contratada nos leilões deve ser compatível com a matriz estratégica elaborada pela EPE para o horizonte de dez anos que se encontra no PDE (CASTRO et al., 2012).

2.1.10 Plano Nacional de Energia (PNE)

O PNE é fundamental para se estipular estratégias do planejamento energético brasileiro e auxiliar o mercado e governo em relação às medidas que possam ser tomadas em médio e longo prazos, e definir as demandas energéticas do país (TOLMASQUIM, 2016).

A EPE apresentou papel fundamental para a recuperação do planejamento energético no Brasil. Sendo assim, elaborou em 2007 o primeiro estudo de planejamento integrado dos recursos energéticos para o cenário nacional de 2030, nomeado de Plano Nacional de Energia – PNE 2030 e o pioneiro no país em domínio do governo (EPE, 2015).

Uma das novidades contempladas no PNE 2030 foi a retomada da energia nuclear no planejamento, sendo um marco brasileiro o seu retorno, visando à expansão da oferta de energia no país e do programa nuclear brasileiro (TOLMASQUIM, 2016).

Apresentando caráter energético e englobando além do setor elétrico, gás natural, petróleo, entre outros; os estudos que compõem o relatório foram realizados em menos de um ano e consideram a participação de elementos da sociedade, fornecendo recursos para uma estratégia de expansão da oferta de energia econômica e sustentável visando atender a demanda por um longo prazo, sendo disponibilizados através de meios de comunicação (EPE, 2007).

Segundo Tolmasquim (2016):

A revisão desse plano terá como resultado o PNE 2050. A construção de um estudo dessa magnitude temporal é mais complexa que a do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), atualizado ano a ano. Quanto maior o período de tentar antever o futuro, maior a possibilidade de que, no prazo de tempo analisado, ocorram mudanças estruturais, conjunturais e tecnológicas que podem alterar por completo as projeções feitas. (TOLMASQUIM, 2016, p. 35).

De acordo com Tolmasquim (2016), o relatório do PNE contempla cinco conteúdos que são disponibilizados progressivamente, sendo estes: estudos de macroeconomia, economia setorial, demanda de energia, recursos energéticos e oferta de energia. Estes estudos são unificados e dispostos em audiência pública para sugestões e aprimoramento sempre antes de serem publicados.

2.1.11 Dimensão Econômica do PEI

Para o desenvolvimento econômico de uma nação a energia é um dos componentes essenciais. O seu suprimento constitui ao mesmo tempo um fator limitante e um pré-requisito fundamental as atividades, ao desenvolvimento e ao crescimento econômico. Entretanto, o uso da energia em uma sociedade não é um fim em si próprio (UNDP, 2000). A energia é consumida para a satisfação das necessidades da população como aquecimento, iluminação, força motriz, transporte, produção de bens materiais, etc..... Especialmente para países em desenvolvimento, cuja a estrutura social e econômica se encontra em constante reorganização, devido ao crescimento de industrialização e à urbanização, planejamentos cada vez maiores de energia tem sido demandas para a manutenção das atividades industriais, de transporte, agrícolas e de consumo residencial (COHEN, 2002).

No contexto do planejamento energético, a interação entre energia e economia se estabelecem em dois aspectos da estratégia energética nacional: a segurança energética, representada pela dicotomia vulnerabilidade e confiabilidade; e os padrões de produção e consumo de energia dentro dos setores econômicos (CIMA, 2006).

2.1.12 Dimensão Ambiental do PEI

A assimilação dos impactos no meio ambiente racionados ao uso de recursos naturais para fins energéticos não é recente. A Inglaterra pré-industrial testemunhou a destruição de suas florestas em ação da extração descontrolada de madeira, o que levou ao esgotamento de uma fonte de energia renovável. A taxa de esgotamento de lenha foi tamanha que inviabilizou a capacidade de reposição do estoque natural de biomassa daquele ecossistema (MARTIN, 1992).

Contudo, segundo Cima (2006) os abalos a respeito do meio ambiente não se restringiram apenas na perda de recursos naturais. A remoção, dos impactos no meio-ambiente transforma os recursos energéticos. Dentre aqueles mais relevantes estão a poluição atmosfera, da água e dos solos, o desflorestamento das áreas florestais da percepção da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. Outra pergunta essencial para percepção ambiental do uso da energia diz respeito à exaustão dos recursos não-renováveis, trazendo ao debate a questão da sustentabilidade energética.

Questões ambientais provavelmente serão cada vez mais importantes no futuro, na medida em que é crescente a preocupação com a qualidade e com os padrões do ambiente global e regional, incluindo-se a ameaça potencial de mudança climática global. A produção e o uso de fontes energéticas são geralmente uma das maiores fontes de emissões, tanto globais (gases de efeito estufa) como locais (poluentes). Para reduzir esses problemas com melhorias técnicas, iniciativas inovadoras de eficiência energética surgem com solução economicamente competitiva (JANNUZZI et al., 1997).

No entanto, novas opções de atendimento da demanda energética podem tornar-se competitivas na medida em que os custos ambientais relacionados com a produção e uso da energia passem a ser incorporados nas análises de opções energéticas. Chamados na literatura de externalidades ambientais, os impactos ambientais resultantes do uso da energia não são embutidos no custo de utilização dos energéticos a eles associados. Na realidade, foge do escopo do presente estudo, uma análise detalhada dessas externalidades. De qualquer maneira, independentemente de como os custos ambientais são calculados e quais são as tecnologias escolhidas para mitigar tais custos, a avaliação dos custos sociais e ambientais é uma meta importante do Planejamento Energético Integrado como um dos critérios para determinar como a demanda por serviços de energia deve ser atendida (CIMA, 2006).

2.1.13 Dimensão Social do PEI

Como discutido anteriormente, o acesso a serviços energéticos é uma condição essencial para a manutenção do bem-estar social e do padrão de vida das pessoas. Nesse sentido, o acesso a fontes de energia de forma adequada, confiável e de qualidade é um dos objetivos fundamentais do processo de planejamento energético. Estima-se que 2 milhões de pessoas não têm acesso a fontes adequadas de energia para cocção de alimentos, dependendo basicamente de fontes tradicionais de energia, como lenha, carvão vegetal e resíduos agrícolas (UNDP, 2004; 2002). Similarmente, cerca de 1,7 milhões de pessoas não têm acesso à eletricidade,

sendo privados de serviços adequados de iluminação, condicionamento ambiental e refrigeração. Sem acesso a fontes adequadas de energia, essas pessoas são impossibilitadas de atingir um nível mínimo de condição material para a satisfação das necessidades básicas de sobrevivência, como alimentação, saneamento, saúde e educação. Dessa forma, a falta de acesso aos serviços básicos de energia é um dos fatores condicionantes da pobreza dos países, principalmente daqueles ainda em fase de desenvolvimento (UNDP, 2004).

Para uma melhor compreensão do papel da energia no desenvolvimento social e no aumento de padrão de vida das populações, cabe uma breve análise dos efeitos da disponibilidade de recursos energéticos no índice de desenvolvimento humano das sociedades. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) mede o grau de bem-estar social e econômico, a partir de uma composição de variáveis como renda, instrução e educação (UNDP, 2004). A Figura 2.2 apresenta duas curvas hipotéticas que representa a evolução do IDH em função do consumo per capita de energia moderna e tradicional, respectivamente, em uma sociedade.

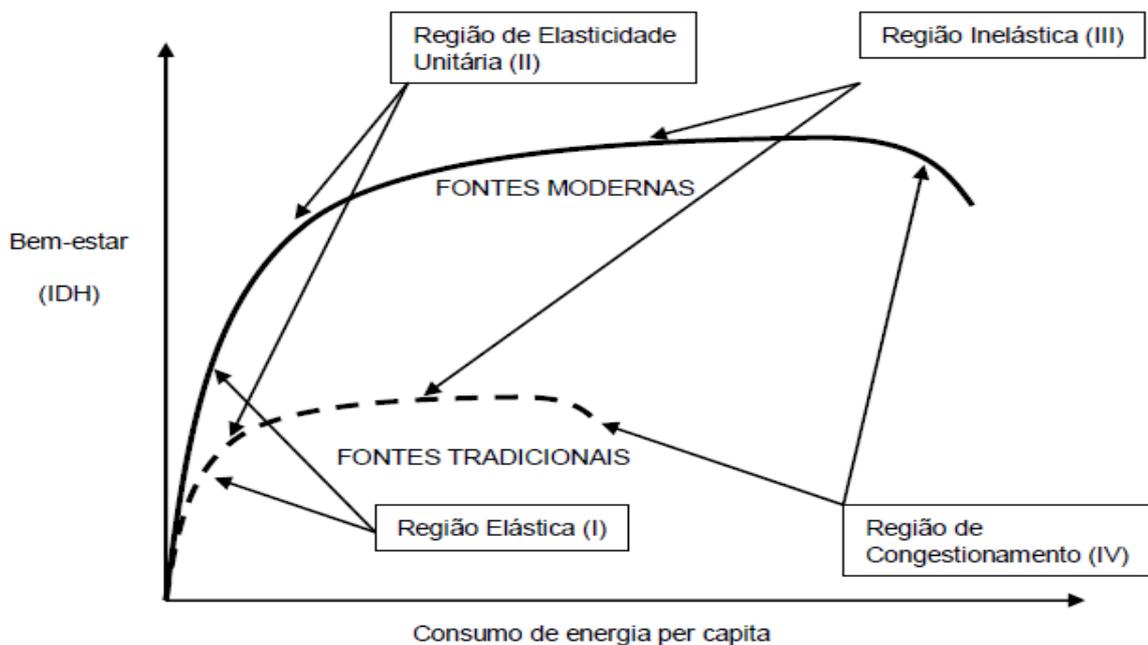


Figura 2.2: Curvas de relação entre bem-estar e consumo de energia para fontes modernas e tradicionais.

Fonte: MACHADO e SCHAEFFER (2005)

Pelo progresso da curva de IDH, segundo Cima (2006) é possível constatar que o maior uso de energia leva um aumento do bem-estar do usuário e/ou da sociedade. Este assunto é de verdadeiro para fontes de energia modernas, representadas pela curva superior. Essas fontes permitem que sejam realizados serviços energéticos de qualidade superior (refrigeração, condicionamento, telecomunicações, etc.) aos serviços fornecidos pelas fontes de energia

tradicional. Entretanto, pode-se observar o comportamento dessa curva, que a interação e/ou relação entre o bem-estar e consumo de energia não são lineares:

A partir da introdução de consumos moderno de energia e das tecnologias que se associam leva a incrementos substanciais do bem-estar da população (Região I). De forma linear, o bem-estar social leva a um aumento relacionado com a utilização das fontes tradicionais de energia. Aportes dessa natureza relacionam-se basicamente com a satisfação das necessidades mais básicas de sobrevivência como, por exemplo, a utilização de biomassa para cocção, que garante o cozimento das refeições, diminuindo, a possibilidade de contaminação alimentar. Esta é parte elástica da curva, onde pequenos aumentos do uso de energia moderna levam a grandes incrementos de bem-estar. Deve-se notar, no entanto, que a inclinação da curva superior é mais acentuada (possui uma derivada maior) do que a da curva inferior, refletindo o fato de que as utilizações de fontes modernas de energia garantem serviços de melhor qualidade, proporcionando um maior grau de bem-estar para o mesmo aporte de energia.

Os incrementos de bem-estar com o aumento do uso de energia moderna vão marginalmente se tornando menores, até que a elasticidade se torna unitária (Região II). Na medida em que vão sendo satisfeitas as necessidades básicas de serviços energéticos (cocção, refrigeração, condicionamento ambiental), aportes maiores de energia não representam incrementos de bem-estar tão elevados quanto na fase anterior. Na curva inferior, a incapacidade de realização adequada de serviços energéticos - iluminação, refrigeração e condicionamento ambiental - faz com que os ganhos em bem-estar proporcionados por essas fontes sejam bem menores com relação aqueles provenientes da utilização de fontes modernas de energia. Na realidade, ganhos de bem-estar nessa fase, resultam, por exemplo, da substituição de fogões a lenha ineficientes por outros a base de carvão vegetal, que podem ser até três vezes mais eficientes (WEC, 1999). Os ganhos de eficiência reduzem a quantidade de combustível necessária para um mesmo nível de aquecimento, diminuindo o tempo e o trabalho despendido para coleta e contribuindo para o aumento do bem-estar das pessoas.

Como mostra a Região III das curvas, chega-se a um certo ponto onde aumentos do uso de energia moderna não necessariamente significam serviços energéticos adicionais e melhoria de bem-estar. A curva se torna inelástica, devido à saturação da função utilidade. Tal fato é mais evidente ainda com relação às fontes tradicionais de energia. Como destaca um estudo do Conselho Mundial de Energia (WEC, 1999), dentre os usos finais de energia no setor residencial, apenas a cocção e - em bem menor escala - a iluminação, podem ser garantidas apenas por fontes tradicionais de energia. Por esse motivo, a saturação da curva de bem-estar

para essas fontes ocorre antes e a um patamar bastante inferior do que na curva das fontes modernas de energia.

Finalmente, incrementamos do consumo de energia podem levar a perdas de bem-estar, por efeitos de congestionamento (Região IV). Isto acontece rápido com fontes tradicionais, como madeira, cujo uso na cocção leva a problemas de poluição local importantes: ocorre com lentidão com as fontes modernas, por exemplo, em áreas metropolitanos onde o consumo adicional do transporte privado leva a engarrafamentos e aumento de poluição local. Dessa forma, tal análise permite que a substituição de fontes modernas pelas fontes tradicionais permite resultados positivos de bem-estar, principalmente perante aqueles mais pobres, onde o incremento do consumo de energia, em termos de quantidade e qualidade, proporciona aumentos significativos no padrão de vida desse segmento da sociedade. Também é importante destacar, como enfatizado anteriormente, as externalidades positivas decorrentes do acesso desse segmento a fontes de melhor qualidade, uma vez que seu acesso contribui para uma liberação de tempo e mão de obra, que podem ser aproveitados em atividades produtivas e que possibilitem incrementos na renda dessas famílias. Tais incrementos, por sua vez, garantem possibilidades de maior consumo energético, gerando assim, um ciclo de melhorias nas condições de vida daqueles beneficiados com o acesso a fontes modernas de energia (CIMA, 2006).

Entretanto, é importante colocar em questão o fato de que, tão importante quanto o acesso às fontes de energia, está a capacidade de compra por parte da sociedade, da energia em si e dos bens relacionados com o seu uso (SCHAEFFER et al., 2003; SCHAEFFER et al. 2005). Na realidade, o consumo de uma determinada fonte para a realização de um serviço energético é ditado por uma série de fatores econômicos culturais e ambientais, dentre os quais se destacam a acessibilidade aos recursos energéticos, a conveniência de uso, a contabilidade da fonte, a limpeza e eficiência de transformação, as preferências do consumidor e os custos de utilização (UNDP, 2002). No entanto, como destaca Leach (1992), a característica de maior peso na decisão de utilização de uma fonte de energia consiste no impacto de seu custo na renda familiar.

2.1.14 Segurança Energética

A despeito da generalidade do termo, a segurança energética pode ser entendida como a capacidade do fornecimento contínuo de energia, de forma adequada, preços acessíveis e suficiência na abordagem. Desse modo, está confrontada com a instabilidade quanto a rupturas

no fornecimento de energia importada, mas também com a disponibilidade local de recurso para o atendimento da demanda, de forma equilibrada e sustentável (UNDP, 2000).

Pelo fato de a energia ser um fator limitante do processo de industrialização e do crescimento econômico, a disponibilidade e o acesso aos recursos energéticos assumem aspectos de fundamental importância para o desenvolvimento das nações. Na realidade, as preocupações com relação à segurança energética se justificam com base em duas questões: a escassez ou indisponibilidade de acesso a fontes primárias de energia, que se encontram geograficamente mal distribuídas ao redor do mundo; e a capacidade de expansão e confiabilidade de operação dos sistemas energéticos que moldam os padrões de uso da energia nas sociedades (BLYTH e LEFEVRE, 2004).

A oferta global dos recursos naturais se manifesta de modo bastante injusto entre os países. À sombra de uma perspectiva histórica, tal constatação surge uma justificativa para muitos dos mecanismos globais de relação entre os países, como os processos de imperialismo, colonização, a globalização e determinados conflitos armados internacionalmente. Da mesma maneira, geograficamente os recursos energéticos também apresentam uma distribuição consideravelmente injusta, principalmente com relação às fontes primárias de energia mais utilizadas nos países, os combustíveis fósseis. Próximo da metade das reservas provadas de petróleo convencional e líquidos de gás natural do mundo encontra-se no Oriente Médio, uma região de grande instabilidade geopolítica. Similarmente, metade das reservas provadas de gás natural encontra-se em dois países: Rússia e Irã (AIE, 2014).

Com a subida dos preços do petróleo e a consequente ruptura de suprimento da década de setenta evidenciou a vulnerabilidade dos países industrializados com relação à oferta crescente e ininterrupta de energia para o atendimento da demanda energética (MITCHELL, 2002; BIELECKI, 2002). Enquanto que no mundo desenvolvido via-se um deslocamento de recursos financeiros dos países industrializados para o Oriente Médio, nos países em desenvolvimento ocorriam graves crises econômicas, em função do impacto das importações de petróleo e derivados nas balanças de pagamentos que, combinados com aumentos das taxas internacionais de juros, endividavam cada vez mais os países carentes de recursos externos para manutenção da expansão da infraestrutura de oferta de energia (UNDP, 2000).

A diminuição dos preços do petróleo em meados da década de oitenta e a estabilidade do mercado na década de noventa reduziu a preocupação dos países com relação à confiabilidade do suprimento de energia. Entretanto, devido à recente alta dos preços de petróleo, novo foco sobre o suprimento energético como estratégica nacional de desenvolvimento. Em partes,

ressaltam-se os recentes conflitos no Iraque e suas implicações no mercado mundial de petróleo (CIMA, 2006).

A instabilidade com relação à expansão de preços e o seu precedente impacto na balança comercial dos países importadores são dois aspectos de fundamental importância no contexto de um planejamento energético, em particular nos países, onde o forte endividamento externo e a dependência de investimento altos em capital para o aumento da infraestrutura de oferta de energia são aspectos decisivos para suas economias (JAFFE e SOLIGO, 2002).

Nessa lógica, o processo de planejamento a avaliação dos riscos relacionados com a dependência externa de energia e o estudo de alternativas de redução da vulnerabilidade tanto pela oferta, como a diversificação das fontes energéticas, adoção de estratégias que diminuam à instabilidade externa e o estímulo à produção doméstica, quanto pelo lado da demanda, por meio da expansão da eficiência energética e da conservação de energia (CIMA, 2006).

O outro entendimento da segurança energética consiste na confiabilidade operacional dos sistemas energéticos e a capacidade de expansão e manutenção. Dado que, a disponibilidade dos recursos é uma condição necessária, porém não suficiente para o atendimento das necessidades energéticas dos consumidores finais, conforme a própria segurança energética defini anteriormente, o suprimento deve ser realizado de forma adequada e contínua.

2.2 Os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável

Por definição, indicadores, representam valores estatísticos que revelam o estado específico e determinado no tempo de um fenômeno monitorado e mensurável (MACHADO, 2002). Análises de economia e financeiras são frequentemente baseadas em indicadores. O índice da bolsa de valores, por exemplo, reflete a variação de uma carteira teórica de ações, a partir de uma aplicação hipotética, funcionando como um indicador do desempenho médio das cotações do mercado, cuja finalidade é orientar o tomador de decisão, nesse caso, o investidor (BOVESPA, 2005). Analogamente, a evolução do aumento de preços dos produtos na economia é um indicador que representa o índice nacional de preços ao consumidor.

Uma distinção importante se dá entre os indicadores descritivos, ou factuais e os indicadores analíticos. Como destaca Machado (2002), os primeiros revelam o próprio montante de uso de energia da unidade de referência - país, setor, empresa, domicílio etc. No entanto, tal montante está sempre associado ao conceito de energia que se quer focar. Há três conceitos básicos de energia: primária, final e útil (PHYLIPSEN et al., 1998; MARTIN, 1992). Assim, caso se procure um indicador abrangente sobre a quantidade de energia requerida por

uma sociedade, deve-se utilizar o conceito de energia primária. Alternativamente, caso se almeje um indicador da quantidade de energia demandada apenas pelos usuários finais, deve-se utilizar o conceito de energia final. Finalmente, caso se busque um indicador da quantidade de energia relacionada especificamente ao trabalho almejado pelo usuário final, deve-se utilizar o conceito de energia útil.

Cabe ressaltar, no entanto, que o conceito subjacente ao indicador factual de uso de energia selecionado influencia a definição dos indicadores analíticos. Já os indicadores analíticos são aqueles que “explicam” uma situação, normalmente estabelecendo-se uma relação entre indicadores factuais. Trata-se de uma distinção arbitrária, pois um indicador, conforme seu uso, pode ser analítico ou descritivo. Por exemplo, O Produto Interno Bruto (PIB), assume o papel de um indicador factual quando utilizado para avaliar o nível de atividade de uma economia, mas funciona como um indicador analítico quando usado para explicar o uso de energia final desta mesma economia. A função de indicadores factuais e analíticos é prover informações relevantes ao tomador de decisão sobre o fenômeno focado para que este balize sua estratégia de ação (MACHADO, 2002).

Assim, é útil esta distinção para apresentação e análise de uma base extensiva de indicadores, como a que será usada nesta dissertação. Neste caso, os indicadores descritivos serão basicamente indicadores de estado, que servirão para uma análise geral da oferta e do consumo de energia no sistema energético brasileiro. Por sua vez, os indicadores analíticos permitem explicar os estados, avaliar relações causais e, em grande medida, são fruto de operações matemáticas que interligam os indicadores descritivos. A descrição do sistema energético brasileiro será feita com base na utilização de indicadores descritivos dos padrões e oferta e consumo de energia no Brasil, enquanto que uma análise mais detalhada das relações entre os indicadores será baseada na construção de indicadores analíticos, como a intensidade energética e o consumo de energia per capita (CIMA, 2006).

De fato, pouco pode ser extraído do valor absoluto de um indicador, visto que um indicador “per si” não fornece informação suficiente ao tomador de decisão, sendo necessário contrastá-lo com o próprio indicador em outro momento de tempo (análise temporal), em outro local (análise seccional) ou mesmo com um conjunto de outros indicadores (análise referencial), para melhor interpretá-lo (MACHADO, 2002).

Quanto à forma de apresentação, indicadores podem representar quantidades extensivas, quando assumem um valor total ou agregado, como, por exemplo, área total, produção total, reservas totais; ou intensivas, quando normalizados ou indexados, de forma a facilitar

comparações, como por exemplo, renda per capita (PIB/população) e densidade populacional (população/área). Indicadores energéticos têm o objetivo de identificar as relações existentes entre as atividades humanas e o uso da energia de forma desagregada (SCHIPPER et al., 2001). De maneira geral, os indicadores energéticos fornecem ao analista, ou tomador de decisão, informações que servem de base para a fórmulação de políticas e medidas de gestão para o planejamento do setor energético (MACHADO, 2000).

De forma a facilitar o entendimento dos fatores determinantes do consumo de energia, uma grande variedade de indicadores energéticos tem sido desenvolvida. De fato, a construção e aplicação, dos indicadores estão diretamente associadas ao objetivo do estudo ou análise a ser realizado. No entanto, de maneira geral, os indicadores energéticos podem ser classificados de acordo com suas características (SCHIPPER et al., 2001; MACHADO, 2002):

Descritivos ou factuais – podem ser apresentados de forma estática, ou seja, em um determinado momento, ou por meio de uma série temporal, como por exemplo, a evolução na oferta primária ou no consumo final de energia.

- Estruturais – mostram a evolução da participação das atividades associadas ao consumo de energia, como por exemplo, participação no valor agregado da produção do setor industrial, parcela de um determinado modal de transporte, ou percentual do consumo de energia destinado ao aquecimento de água no setor residencial.

- Intensidade – a partir de uma combinação dos indicadores anteriores, usualmente na forma de fração, relacionam o consumo de energia com uma determinada unidade de atividade ou produção. Por exemplo, a intensidade elétrica de um segmento industrial relaciona o consumo de eletricidade com uma unidade de produção, física ou econômica; a intensidade energética no setor de transporte associa o consumo de combustível à distância percorrida.

- Causais – Correlacionam variações em indicadores com variações em fatores determinantes do consumo de energia como nível de renda, preços, estrutura social, clima, tecnologia, entre outros.

- Consequenciais – Indicadores de consequência apontam para as implicações e impactos relacionados à oferta e ao consumo de energia. São exemplos àqueles associados a emissões de gases de efeito estufa, desmatamento de áreas florestais, depleção de reservas, dentre outros.

Uma importante etapa na elaboração de indicadores energéticos consiste no estudo da estrutura na qual as atividades relacionadas ao consumo de energia estão inseridas. Tal análise deve ser feita a partir da quantificação níveis de atividade de cada segmento de consumo de energia. A unidade de medida do nível de atividade varia de acordo com as características e

com o nível de agregação do setor analisado, podendo assumir valores físicos ou monetários (SCHIPPER et al., 2001). Quanto maior o nível de agregação do setor, maior é a dificuldade de atribuição de uma unidade física, devido à heterogeneidade de produtos ou atividades envolvidas. Para o setor industrial, por exemplo, é comum o uso de unidades monetárias como medida da atividade do setor (PIB, valor agregado, valor da produção), dada a diversidade de produtos envolvidos. Por outro lado, quando analisando um determinado segmento do setor industrial, relacionado com a fabricação de um produto homogêneo, torna-se mais adequada a utilização de uma unidade física de atividade (FREEMAN et al., 1997). Schipper et al. (1997) e Farla e Block (2000) apontam para uma abordagem híbrida de unidades físicas e monetárias para segmentos do setor industrial e de serviços, enquanto que para os setores de transporte e residencial, a utilização de unidades físicas é a mais apropriada.

Segundo Cima (2006) a construção dos indicadores estruturais consiste na quantificação da participação relativa de um dado setor na composição da escala ou atividade total. São atribuídos pesos ou percentuais que servem para ponderar a influência de cada grupo na atividade total do setor.

2.2.1 Base ISED

Em 1999, a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) começou um estudo pioneiro de relação com diversas organizações internacionais, incluindo a AIE, a Eurostat e a UNDESA, no sentido de desenvolver um conjunto singular de indicadores, que eliminasse as duplicações e pudesse ser utilizado como ferramenta de análise em qualquer país. Tal conjunto de indicadores, denominados *ISED* (Indicators for Sustainable Energy Development), englobaria as dimensões econômica, social e ambiental do uso da energia e teria como objetivo fundamental o estabelecimento de uma ferramenta analítica que possibilitasse a avaliação, o monitoramento e a comparação do nível de sustentabilidade energética dos países. Nesse sentido, foi empreendido um abrangente programa internacional, envolvendo especialistas de diversas organizações, países membros e não-membros, cujo resultado foi o desenvolvimento de um conjunto de 41 indicadores energéticos para o desenvolvimento sustentável (CIMA, 2006). Este indicador consolidado (*ISED*) ficou reconhecido como DSR (Causa, Estado, Resposta) nos EUA e uni definitivamente as dimensões como economia, ambiental e social do consumo de energia.

A metodologia do presente estudo consiste na utilização de indicadores selecionados a partir da base consolidada internacionalmente pelas Agências acima mencionadas, que serão

utilizados como ferramenta de análise para o processo de planejamento energético integrado. Dessa forma, este trabalho propõe uma integração entre as metas de desenvolvimento sustentável e os objetivos do planejamento energético integrado para o sistema energético brasileiro. Assim, a base comum de indicadores possibilita que sejam estudadas estratégias de políticas energéticas englobando as três importantes dimensões do desenvolvimento sustentável de maneira integral e conjunta. Tal proposta se fundamenta na própria lógica do planejamento energético integrado, que pressupõe um estudo sistemático e abrangente e que deve abordar não somente a questão do suprimento energético em si, mas todas as questões relacionadas com o uso da energia, como a eficiência energética, o acesso a fontes modernas de energia e os impactos no meio ambiente resultantes de todas as atividades relacionadas com o uso da energia (SWISHER et al., 1997).

Com base nesse conjunto de indicadores energéticos *ISED* (Indicators for Sustainable Energy Development) criados em parceria pela AIE, AIEA e a UNDESA o resultado desse esforço das organizações foi estabelecer uma metodologia e padronização para coleta de dados, processamento, análise relacionadas ao consumo de energia.

O tema de aplicação dessa metodologia para o sistema energético das regiões brasileiras, fundamenta nas seguintes motivações:

- A. Esta metodologia compõe-se internacionalmente. Os indicadores energéticos em nível internacional na maioria das vezes têm um objetivo que possibilita a comparação entre países (AIEA, 2005). O Brasil está entre diversos fóruns internacionais levando problemas ambientais globais, isso é explicado pelo sistema energético. No princípio do poluidor-pagador a lógica está nas externalidades da internalização de custos externos, que deve identificar com razoável permissão a fonte dos dados ambientais para os compensar adequadamente esta indicação deve partir um sistema de informações padrão (SCHAEFFER et al, 2005). Desta forma os sistemas de informações sobre os indicadores energéticos, melhora a comunicação internacional das organizações no âmbito e discussões tanto acadêmicas quanto políticas econômicas.
- B. Para os termos de classificações das atividades econômicas, procedimentos de contabilização energética e fontes energéticas tem como base indicadores que permitem que se conflua para metodologias e padrões internacionalmente. Isto permite, por exemplo, que realizem estudos de comparações internacionais entre

setores de consumo final de energia visando estabelecer metas de redução através de padrões e tecnologias. (CIMA, 2006).

- C. A escolha da base sede indicadores estabelece um padrão de obtenções de dados primários, levanta necessidade de padronização na coleta de dados energéticos para o Brasil. Desta forma é claro a falta de compatibilidade entre o sistema de classificação das atividades industriais adotado pelo balanço energético brasileiro (MME, 2005) e o sistema internacional de classificação das atividades econômicas (ISIC), é amparado pelo Instituto Brasileiro de geografia e estatística (IBGE), este que é responsável pela divulgação e coleta de dados estáticos estatísticos sociais e econômicos do país. Na realidade, esta incompatibilidade compromete a estruturação de indicadores cuja metodologia e padrões e já estão implementadas internacionalmente. Portanto, quando os indicadores estão de acordo com o sistema de classificação internacionalmente reconhecidos e testados há uma maior facilidade de obtenção de dados e validação. Isso não implica em subestimar especificidades brasileiras, mas sim aprimorar o sistema de coleta e validação dos dados e informações energéticas nacionais. Os melhores indicadores também são utilizados para validar dados coletados em pesquisas amostrais.

A Tabela 2.1 apresenta a base completa de indicadores energéticos, classificados segundo as dimensões econômica, social e ambiental e categorizadas como: indicadores causais indiretos e diretos e indicadores de estado. Como destacado anteriormente, este modelo de classificação de baseia na abordagem Causa/Sintoma/Resposta utilizada nos modelos ambientais da OCDE, da Comunidade Europeia e da Agência Internacional de Energia. Tal abordagem possibilita a identificação das relações existentes entre os indicadores e a montagem de uma estrutura paramétrica para que possam ser estudadas estratégias de políticas por meio da análise dos efeitos ao longo da cadeia de indicadores.

Tabela 2.1: Indicadores da Base *ISED*

Dimensão	Conjunto de Indicadores
ECONÔMICA	
Indicadores Causais Indiretos	1. População
	2. PIB per capita
	3. Preços de energéticos
	4. Participação setorial no PIB

	5. Distância percorrida por passageiros
	6. Atividade do transporte de cargas
	8. Valor adicionado de alguns produtos manufaturados energo-intensivos
	9. Intensidades energéticas
	10. Intensidade Energética de alguns segmentos energo-intensivos
	11. Matriz energética
	12. Eficiência de suprimento de energia
	13. Status do desenvolvimento e uso de tecnologias de redução da poluição
Indicadores Causais Diretos	
	14. Intensidade energética total
	15. Investimentos no setor energético
Estado	
	16. Consumo de energia per capita
	17. Produção primária de energia
	18. Dependência externa de energia
SOCIAL	
Indicadores Causais Indiretos	19. Desigualdades de Renda
	20. Relação entre a renda dos 20% mais pobres e preços de energéticos
Indicadores Causais Diretos	21. Fração da renda disponível gasta com consumo de energia
Estado	22. Percentual de domicílios sem acesso a fontes modernas de energia
AMBIENTAL	
Indicadores Causais Indiretos	-----
Indicadores Causais Diretos	23. Quantidade de emissões de poluentes
	24. Concentração de poluentes em áreas urbanas
	25. Área territorial onde os índices de acidificação excedem o limite máximo
	26. Quantidade de emissões de gases de efeito estufa
	27. Descarga de radionuclídeos na atmosfera
	28. Poluição em bacias hidrográficas
	29. Geração de resíduos sólidos
	30. Quantidade de resíduos sólidos acumulados
	31. Geração de rejeito radioativo pela cadeia nuclear
	32. Acúmulo de rejeito radioativo
	33. Área tomada por infraestrutura do setor energético
	34. Acidentes fatais por cadeia energética
	35. Percentual do potencial hidrelétrico disponível
	36. Reservas provadas de combustíveis fósseis
Estado	
	37. Tempo remanescente das reservas de combustíveis fósseis (Taxa R/P)
	38. Reservas provadas de urânio
	39. Tempo remanescente das reservas provadas de urânio
	40. Intensidade de uso de recursos florestais como combustível
	41. Taxa de desflorestamento

Fonte: Elaborado pelo próprio a partir de AIEA, 2003.

Na Tabela 2.1, os indicadores causais são divididos entre indiretos e diretos. Essa separação é feita para distinguir fatores que possui uma influência direta nos indicadores de Estados (causais diretos) e aqueles cuja influência é indireta, que por sua vez afetaram indicadores de estado.

Essa possibilita um melhor entendimento entre as inter-relações dos indicadores, fazendo com que os indicadores diretos se limitem as dimensões. Problemas causais de estado afetados fosse positivamente pela ação de resposta. A Figura 2.3 abaixo tem uma visão geral da estrutura e organização dos indicadores de acordo com a metodologia sintoma barra causa respostas e com as três dimensões de indicadores.

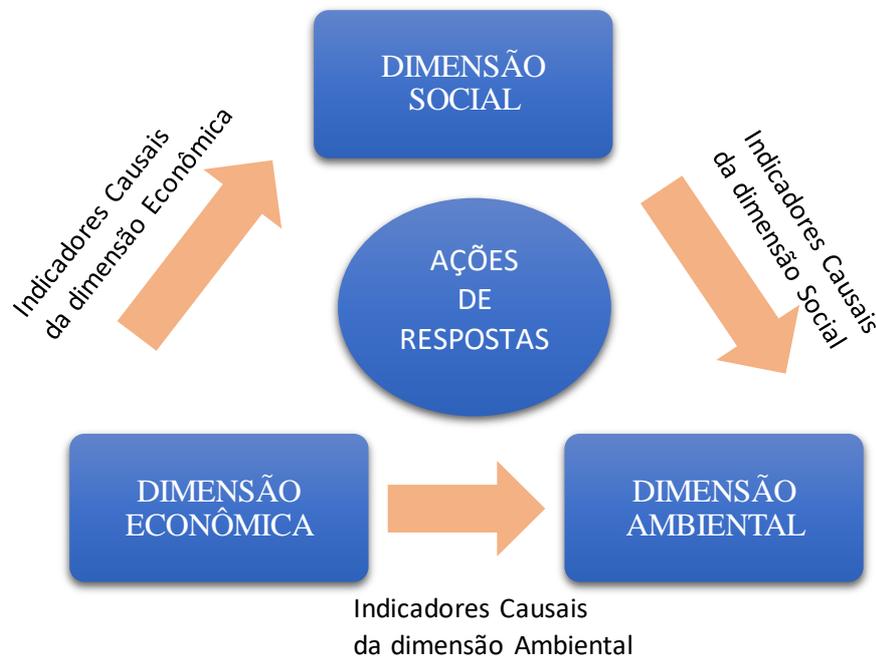


Figura 2.3: Diagrama representativo da estrutura de indicadores

Fonte: Elaborado pelo próprio a partir de AIEA, 2003.

Depois de identificadas as inter-relações entre os indicadores, é possível formular ações de resposta para indicadores com objetivos definidos como prioridade no contexto do planejamento energético integrado, nesta perspectiva, o atual capítulo refere-se consiste no acordo da seguinte lógica sequencial (CIMA, 2006):

- A. Por meio da identificação de áreas prioritárias do sistema energético brasileiro, são identificadas as metas (ou objetivos) do processo de planejamento.
- B. Uma vez definidos os objetivos, monta-se a base de indicadores energéticos segundo as dimensões econômico, social e ambiental do PEI.

- C. Montada a estrutura paramétrica de indicadores, com base nas inter-relações existentes entre eles, são formuladas ações de resposta, que atuam sobre a base de indicadores, com o objetivo de atingir as áreas prioritárias identificadas na etapa inicial do processo de planejamento.

2.3 A Definição das Áreas para os Indicadores Segundo a Base *ISED*

O planejamento energético integrado (PEI) segue uma lógica, tanto a oferta de energia, quanto a demanda estão relacionadas as áreas prioritárias identificadas para o sistema energético brasileiro.

2.3.1 Oferta de Energia da Matriz Energética Brasileira

A oferta de energia no território nacional está disponível nos recursos energéticos renováveis e este objetivo consiste na diversificação da matriz energética por meio de aumento. Este objetivo contribui para uma significativa redução de dependência externa de energia e assume um papel importante para o planejamento, ao mesmo tempo promove o desenvolvimento energético sustentável, ao diminuir fontes energéticas não renováveis e contribuir para a redução de impactos ambientais.

Historicamente, a matriz energética brasileira possui uma fundamental nas fontes energéticas renováveis na oferta interna de energia. Na última década o aumento econômico e o crescimento intenso do processo industrial, ajudaram no desenvolvimento da dependência de combustível fóssil não renovável. Este desenvolvimento traz para o país graves consequências para o aumento do processo energético do país, tanto para os processos ambientais, através das decorrências das emissões de poluentes e gases de efeito estufa na atmosfera, como também para o processo econômico, com aumento da intensidade energética (GELLER, 2003).

Neste sentido, em território nacional, a disponibilidade, de recursos energéticos renováveis, oferece a possibilidade de adoção de uma estratégia de desenvolvimento energético voltada pra a diversificação da matriz energética. Um grande exemplo da diversificação da matriz energética foi a crise de energia elétrica ocorrido em 2001, onde vários setores energéticos do Brasil fossem necessários reduzir o consumo de energia elétrica em 20%, caso contrário, seriam cobradas multas por excesso de consumo. A elevada dependência hidráulica do sistema elétrico brasileiro, cuja capacidade de armazenamento de energia (água armazenada nos reservatórios) é de natureza estocástica, introduz certo risco na capacidade de suprimento

ininterrupto de energia no Brasil. Esse risco pode ser minimizado através da entrada de novas fontes energéticas na matriz de suprimento de energia elétrica, como a energia eólica e pequenas centrais hidrelétricas. Outras fontes mais descentralizadas, como a energia fotovoltaica também podem contribuir para a diversificação, especialmente com relação a comunidades isoladas, que não possuem acesso à rede de energia elétrica (SCHAEFFER et al., 2003).

2.3.2 Demanda de Energia

Esta área consiste na promoção da eficiência energética em parceria com a redução das disparidades regionais de acesso a fontes modernas de energia. Portanto, trata-se, pelo lado da oferta uma estratégia complementar, uma vez que o aumento da eficiência energética também contribui para a redução da dependência externa de energia e da exaustão dos recursos renováveis, por meio do melhor aproveitamento dos recursos disponíveis (GELLER, 2003; GELLER et al., 2005).

Dentro desse contexto, é essencial comunicar que a melhoria da eficiência energética no Brasil pode ser bastante eficaz em termos econômicos. Por exemplo, uma pesquisa de conservação de energia elétrica, implantada pelas concessionárias mostrou uma energia conservada de US\$ 20-30 por MWh (SCHAEFFER et al., 2002). Por outro lado, durante os primeiros seis meses de 2002, a tarifa média residencial de energia elétrica foi de US\$ 80/MWh, enquanto que a tarifa média industrial foi de US\$ 36/MWh (ANEEL, 2002).

Ademais, existe no Brasil um potencial de conservação de energia elétrica, como importância no que se refere a equipamentos mais eficientes. Muitos Empreendimentos, comércios, e residências ainda desperdiçam energia por meio de processos ineficientes, construções mal projetadas, veículos ineficientes e equipamentos antigos (SZKLO e GELLER, 2005). No setor residencial, tempo, o uso de equipamentos eficientes pode reduzir o consumo de energia elétrica em até 30% no setor químico, a uma economia de combustível de 5 a 15%, através do processo de integração de calor (TOLMASQUIM et al., 2003). O aumento da eficiência energética também pode reduzir as despesas com o consumo de energia, reduzir os custos de produção de materiais e reduzir o risco de cortes no suprimento de energia, especialmente no setor elétrico, onde a redução da potência transmitida contribui para o aumento da confiabilidade do sistema (SCHAEFFER et al., 2005). Também importante é o fato de que a redução da intensidade energética da economia pode contribuir para reduzir a pressão orçamentária no Governo, com relação à infraestrutura de energia, possibilitando a

implementação de políticas sociais de longo prazo, que tendem a competir com outras necessidades de investimento pelos limitados fundos do governo (CIMA, 2006).

Desta forma, no contexto do planejamento energético integrado uma vez definidas as áreas prioritárias para o sistema energético brasileiro, foram selecionados indicadores energéticos da base *ISED*, indicados como os mais relevantes para o sistema energético brasileiro com relação essas áreas. Assim, a Tabela 2.2, indica as relações dos indicadores selecionados da base *ISED*, também são apresentados, os indicadores selecionados para aplicação nas regiões do Brasil, com o objetivo de retratar as especialidades do sistema energético brasileiro.

Tabela 1.2: Indicadores selecionados para aplicação base *ISED*

Dimensão	Conjunto de Indicadores	Indicadores Selecionados
ECONOMIA		
Indicadores Causais Indiretos	1. População	1. População
	2. PIB per capita	2. PIB per capita
	3. Preços energéticos	3. Preços energéticos
	4. Participação setorial no PIB	4. Participação setorial no PIB
	5. Distância percorrida por passageiros	-----
	6. Atividade do transporte de cargas	-----
	8. Valor adicionado de alguns produtos manufaturados energo-intensivos	-----
	9. Intensidades energéticas	5. Intensidades energéticas
	10. Intensidade Energética de alguns segmentos energo-intensivos	-----
	11. Matriz energética	6. Matriz energética
	12. Eficiência de suprimento de energia	7. Eficiência de suprimento de energia
	13. Status do desenvolvimento e uso de tecnologias de redução da poluição	8. Status do desenvolvimento e uso de tecnologias de redução da poluição
Indicadores Causais Diretos		
	14. Intensidade energética total	9. Intensidade energética total
	15. Investimentos no setor energético	10. Investimentos no setor energético
Estado		
	16. Consumo de energia per capita	11. Consumo de energia per capita
	17. Produção primária de energia	-----
	18. Dependência externa de energia	-----
SOCIAL		
Indicadores Causais Indiretos	19. Desigualdades de Renda	12. Desigualdades de Renda
	20. Relação entre a renda dos 20% mais pobres e preços de energéticos	-----

Indicadores Causais Diretos	21. Fração da renda disponível gasta com consumo de energia	13. Fração da renda disponível gasta com consumo de energia
Estado	22. Percentual de domicílios sem acesso a fontes modernas de energia	22. Percentual de domicílios sem acesso a fontes modernas de energia
AMBIENTAL		
Indicadores Causais Indiretos	----- --	
Indicadores Causais Diretos	23. Quantidade de emissões de poluentes	14. Quantidade de emissões de poluentes
	24. Concentração de poluentes em áreas urbanas	15. Concentração de poluentes em áreas urbanas
	25. Área territorial onde os índices de acidificação excedem o limite máximo	----- -----
	26. Quantidade de emissões de gases de efeito estufa	16. Quantidade de emissões de gases de efeito estufa
	27. Descarga de radionuclídeos na atmosfera	----- -----
	28. Poluição em bacias hidrográficas	17. Poluição em bacias hidrográficas
	29. Geração de resíduos sólidos	-----
	30. Quantidade de resíduos sólidos acumulados	18. Quantidade de resíduos sólidos acumulados
	31. Geração de rejeito radioativo pela cadeia nuclear	----- -----
	32. Acúmulo de rejeito radioativo	-----
	33. Área tomada por infra-estrutura do setor energético	----- -----
	34. Acidentes fatais por cadeia energética	19. Acidentes fatais por cadeia energética
	35. Percentual do potencial hidrelétrico disponível	----- -----
	36. Reservas provadas de combustíveis fósseis	20. Reservas provadas de combustíveis fósseis
Estado		
	37. Tempo remanescente das reservas de combustíveis fósseis (Taxa R/P)	----- -----
	38. Reservas provadas de urânio	-----
	39. Tempo remanescente das reservas provadas de urânio	21. Tempo remanescente das reservas provadas de urânio
	40. Intensidade de uso de recursos florestais como combustível	----- -----
	41. Taxa de desflorestamento	22. Taxa de desflorestamento

Fonte: Elaborado pelo próprio a partir de AIEA, 2003.

2.4 Método De Pesquisa

Segundo Minayo (1993, p.23), a pesquisa pode ser definida como: “atividade básica das ciências na sua indagação e descoberta da realidade. É uma atitude e uma prática teórica de

constante busca que define um processo intrinsecamente inacabado e permanente. É uma atividade de aproximação sucessiva da realidade que nunca se esgota, fazendo uma combinação particular entre teoria e dados”.

Logo, neste estudo, utilizou-se uma análise do referencial teórico na qual se fundamenta em estudos, a partir de materiais já elaborados como artigos científicos, livros, além de se aferir o problema a ser pesquisado, no ponto de vista teórico e de outros estudos disponibilizados que já foram elaborados.

Para a realização da pesquisa, foram analisados diversos artigos em sites de referência em tecnologia, novidades do setor de energia, históricos sobre o Planejamento Energético Brasileiro, energias renováveis visando a um melhor entendimento do cenário atual e as modificações que devem surgir nos próximos anos e que demandaram um acréscimo de energia ou muitas vezes economia para o setor.

De acordo com Gil (2010), as pesquisas devem ser classificadas de acordo com seus objetivos gerais, podendo ser descritivas, exploratórias e explicativas.

Este estudo fundamenta-se em uma pesquisa de caráter exploratório, em que segundo Gil (2002):

Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado (GIL, 2010, p.41).

Lakatos e Marconi (2011) completam que a pesquisa explicativa interpreta e identifica causas, estrutura e define modelos teóricos.

O delineamento da pesquisa fundamentou-se em relação aos procedimentos técnicos como uma pesquisa bibliográfica, que possibilita uma gama de informações muito amplas, além de estudos históricos que permitem, através de dados passados, adquirir as informações requeridas.

3 ANÁLISE E APLICAÇÃO DOS INDICADORES SELECIONADOS PARA AS REGIÕES DO BRASIL

Os indicadores são instrumentos que geram dados e informações a respeito de um determinado objeto de estudo, que podem ser utilizados, em geral, para a formulação de políticas públicas e posicionamento dos tomadores de decisão. Os componentes, ou parâmetros, a serem medidos/observados dependem diretamente do objetivo para o qual os indicadores foram elaborados, e isso reflete na qualidade das informações geradas. Por exemplo, problemas na coleta de dados ou uso de parâmetros inadequados, ao objeto estudado, podem levar a resultados distorcidos da realidade, resultando em tomadas de decisões ineficientes e até contraditórias aos objetivos iniciais.

3.1 Metodologia

Para a realização desta dissertação, foi realizado um levantamento bibliográfico do referido tema, pois no Brasil ainda há poucos investimentos para a modernização de indicadores com inter relações entre países, das dimensões econômicas, sociais e ambientais como também análises detalhadas e com foco no desenvolvimento sustentável, como já acontece em outro país como Estados Unidos e a sua abordagem em projeções futuras, a dissertação passa pelas seguintes capítulos da revisão bibliográfica, dimensões do planejamento energético integrado e pôr fim a aplicações dos indicadores de desenvolvimento sustentável *ISED* para as regiões do Brasil.

3.2 Dimensão Econômica

A dimensão econômica está ligada a diferentes formas de interação entre o homem e os recursos que, em geral, geram valores quantificáveis. Daly (2004) e Van Bellen (2006) afirmam que a teoria econômica, base desta dimensão, tem entre seus objetivos a alocação, distribuição (de recursos e bens) e escala. E corroborando isso, Silva (2008) destaca que esta dimensão “recebe influência sobre os meios que estimulam a atividade econômica, a economia formal e, conseqüentemente, os níveis de renda da população”.

Pinto Junior et al. (2007) dividem a dimensão econômica em duas: a dimensão macroeconômica e a microeconômica. Na dimensão macro os fatores a serem considerados possuem caráter mais amplo, estando relacionados à elasticidade-renda da demanda de energia,

à escala dos empreendimentos, à distribuição desigual dos recursos energéticos e à dependência das atividades econômicas ligadas à disponibilidade de energia, levando à preocupação com o custo desta.

A dimensão microeconômica, apontada por Pinto Junior et al. (2007), reporta “às funções de custo e aos critérios de formação de preço” e às questões ligadas ao processo de tomada de decisão de investimento e financiamento para a expansão energética. A necessidade de expansão no fornecimento de energia é dada pelo aumento da demanda, aumentando consequentemente as relações econômicas.

Sobre o crescimento econômico dos países, Pereira Junior et al. destacam que:

(...) depende fortemente da oferta de energia com qualidade e segurança no fornecimento. Todos os setores da economia necessitam de formas modernas de energia, seja para aumentar a produtividade, ou para ter uma melhor qualidade de vida (PEREIRA JUNIOR et al., 2013).

A expressão “melhor qualidade de vida”, no contexto de crescimento econômico, pode-se atribuir à possibilidade de consumir bens e serviços de acordo com as necessidades e interesses do indivíduo. Desta forma, uma limitação energética impactando no setor produtivo levaria a uma piora na qualidade de vida. Para uma economia baseada em energia não renovável o limite é dado à quantidade de energia disponível a um custo aceitável pelo mercado (ALMEIDA, 2016).

Neste caso, as “formas modernas de energia” citadas por Pereira Junior et al. (2013), ou seja, inovações tecnológicas e ganhos de escala das energias renováveis podem ser uma alternativa para a saúde do setor econômico.

Daly (2004) e Sachs (1993) assumem que a limitação dos recursos não renováveis exige o planejamento econômico e a substituição destes recursos limitados por outros que possuam fontes renováveis. Destacam, também, a importância do levantamento de dados que permitam análise, embasando assim as tomadas de decisões relativas à substituição de recursos. Contudo, os autores consideram que além das informações ligadas à dimensão econômica também sejam consideradas outras dimensões, dada à interdisciplinaridade da ação. Tal pensamento já se remete ao crescimento econômico/energético aliado ao objetivo do desenvolvimento sustentável. Neste sentido, em se tratando da dimensão econômica, quando se objetiva o “aumento da produção e da riqueza social, sem dependência externa”, para Montibeller-Filho (2008, p. 55) há, pelo menos, quatro pontos que devem ser discutidos.

- Fluxo permanente de investimentos públicos e privados (estes últimos com especial destaque para o cooperativismo).

- Manejo eficiente dos recursos.
- Absorção, pela empresa, dos custos ambientais.
- Endogeneização: contar com suas próprias forças.

Estes pontos, levantados inicialmente por Sachs (1993), podem nortear a análise dos indicadores energéticos selecionados, pois trazem elementos relevantes do ponto de vista econômico para o desenvolvimento sustentável. Os constantes investimentos em energia viabilizam não só a manutenção e funcionamento da infraestrutura, mas, principalmente, o investimento em tecnologias “mais adequadas” às novas quantidades de energia demandada, entre outros objetivos. Já sobre o manejo eficiente de recursos, à medida que se aperfeiçoa a extração e utilização destes, os custos e o desperdício são reduzidos. A valoração dos impactos ambientais, e repasse dos custos para os agentes causadores, estimulam o uso consciente dos recursos, reduzindo custos com recuperação ambiental. E por fim a endogeneização, promove a autossuficiência que, em geral, reduz custos com importação, além do incentivo a inovações.

Como destacado na introdução desta seção, não há um isolamento entre as variáveis atribuídas a cada uma das dimensões. Os pontos elencados que estão associados à dimensão econômica poderiam ser associados à ambiental, à espacial/ geográfica, à cultural e principalmente à social, dada à presença do homem em tais ações.

3.2.1 População

As projeções populacionais fornecem estimativas e indicadores demográficos prospectivos e são a principal fonte de informação populacional disponível para o período intercensitário. A projeção populacional pode ser utilizada no planejamento e monitoramento de políticas e ações nos setores público e privado. Além disso, as populações projetadas são utilizadas no cálculo de diversos indicadores socioeconômicos e demográficos e na expansão de todas as pesquisas domiciliares por amostragem feitas pelo IBGE. Adicionalmente, são a base para o cálculo das estimativas das populações dos municípios (IBGE, 2018).

Um importante indicador indireto causal é a população. A Figura 3.1 apresenta a evolução deste indicador entre os anos de 2015 a 2020 nele o crescimento ocorre cerca de 16%, chegando no número de 89.012.240,00 milhões de habitantes no Sudeste do Brasil.

A Equação 3.1 desse indicador foi população total residente no país e parcelas dividido pela população residentes no Sudeste do país, realizada segundo o estudo da base ISED entre países internacionais e aplicada para o indicador de população do Brasil.

$$\text{População} = Pt(2020) \div Ps(2015) \quad (3.1)$$

Onde:

Pt: População Total

Ps: População Sudeste

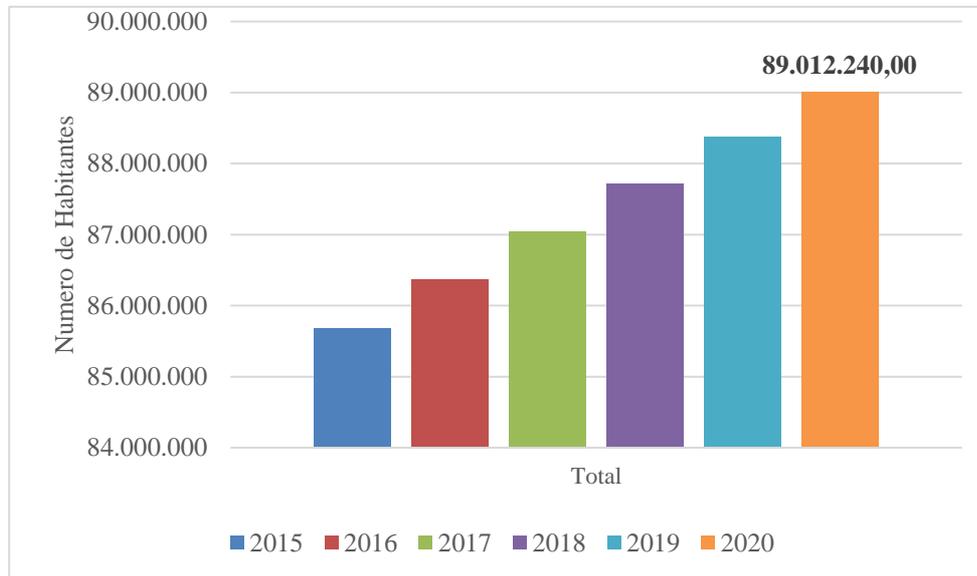


Figura 3.1: População do Sudeste 2015 - 2020

Fonte: Elaborado pelo próprio a partir do IBGE, 2018.

Na próxima década, espera-se continuidade da tendência de redução da taxa de crescimento populacional observada nos últimos anos. Conforme apresentado na Tabela 3.3, a média nacional da taxa de crescimento populacional do período será de 0,6% a.a. Entre as regiões geográficas, Norte e Centro-Oeste ganharão participação no período, passando de 8,6% e 7,6% em 2016 para 9,0% e 8,0% em 2026, respectivamente. Cabe ressaltar que esta tendência já vem sendo observada nos últimos anos e que são insuficientes para levar a alterações significativas na característica de concentração da população brasileira. Dessa forma, no fim do período, a maior concentração populacional continuará na região Sudeste, com 41,6% de toda população do país, seguida pelas regiões Nordeste e Sul, 27,2% e 14,2% respectivamente.

Cabe ressaltar que a despeito da redução de sua taxa de crescimento, entre os anos de 2016 e 2026, a população brasileira aumentará em torno de 13,0 milhões de habitantes, número este próximo à atual população do estado da Bahia (15 milhões) e do Equador (14 milhões em 2010) e um pouco superior à da Grécia (11 milhões em 2010).

A Equação 3.2 desse indicador foi população total residente no país e parcelas dividido pela população residentes nas regiões do país, aplicada para o indicador de população do Brasil.

$$\text{Variação} = Pt(2016 - 2026) \div Pr(2016 - 2026) \quad (3.2)$$

Onde:

Pt: População Total

Pr: População Região

Unidade: Habitantes – para população total

Tabela 2.1: Brasil e regiões, projeção da população total (2017-2026)

Ano	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Brasil
2016	17.822	57.085	86.653	29.542	15.768	206.871
2021	18.885	58.585	89.348	30.483	16.792	214.094
2026	19.799	59.728	91.457	31.232	17.703	219.918
Variação (% ao ano)						
2016-2021	1,2	0,5	0,6	0,6	1,3	0,7
2021-2026	1,0	0,4	0,5	0,5	1,1	0,5
2016-2026	1,1	0,5	0,5	0,6	1,2	0,6
Estrutura de Participação (%)						
2016	8,6	27,6	41,9	14,3	7,6	100,0
2021	8,8	27,4	41,7	14,2	7,8	100,0
2026	9,0	27,2	41,6	14,2	8,0	100,0

Fonte: Elaborado pelo próprio a partir do IBGE, 2018.

Enquanto o resultado dos últimos censos mostra um decréscimo da taxa de crescimento da população, o número de domicílios particulares permanentes vem apresentando trajetória crescente para todas as regiões do país. O número de domicílios é estimado através da relação habitante/domicílio, cuja evolução é obtida nos censos populacionais. Nos últimos anos observou-se uma tendência decrescente nessa relação, reflexo das alterações tanto no perfil sociodemográfico das famílias brasileiras quanto no perfil de renda. A queda do crescimento populacional, em virtude, especialmente, da queda da taxa de fecundidade total, o aumento de renda observado nos últimos anos e o estímulo ao financiamento habitacional são fatores que levaram ao aumento do número de domicílios. Em virtude desses fatores, espera-se que esta tendência se mantenha ao longo da próxima década e que este valor, atualmente, em torno de 3,1, atinja 2,8 habitantes por domicílio no final do horizonte (2026).

A perspectiva de evolução da relação habitante/domicílio, em conjunto com a evolução da população estimada pelo IBGE, fornece o número total de domicílios, variável fundamental para a projeção do consumo residencial de energia. Na Tabela 3.2, são apresentados os resultados das projeções do número total de domicílios particulares permanentes do Brasil e das regiões para o período de 2016 a 2026.

Tabela 3.2: Brasil e regiões, projeção da população total de domicílios (2017-2026)

Ano	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Brasil
2016	4.763	17.042	28.999	10.389	5.242	66.435
2021	5.296	18.282	31.380	11.371	5.890	72.219
2026	5.819	19.449	33.662	12.333	6.536	77.799
Variação (% ao ano)						
2016-2021	2,1	1,4	1,6	1,8	2,4	1,7
2021-2026	1,9	1,2	1,4	1,6	2,1	1,5
2016-2026	2,0	1,3	1,5	1,7	2,2	1,6
Estrutura de Participação (%)						
2016	7,2	25,7	43,6	15,6	7,9	100,0
2021	7,3	25,3	43,5	15,7	8,2	100,0
2026	7,5	25,0	43,3	15,9	8,4	100,0

Fonte: Elaborado pelo próprio a partir do IBGE, 2018.

3.2.2 PIB Per Capita

O IBGE (2018), em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, as Secretarias Estaduais de Governo, divulgou, as estimativas do Produto Interno Bruto - PIB dos Municípios. Os resultados, contemplando o período de 2009 a 2017, são comparáveis entre si e estão plenamente integrados às séries do Sistema de Contas Nacionais e do Sistema de Contas Regionais do Brasil, em conformidade, portanto, com o manual *System of national accounts* 2008, SNA 2008, e com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 2.0.

Um importante indicador do uso da energia é o PIB per capita, a evolução deste indicador foi de 0,2% em 2017, o crescimento do PIB é amortecido parcialmente pelo crescimento da população e vem sempre andando abaixo do crescimento do PIB. A Equação 3.3 utilizada para construção do indicador segue abaixo (Figura 3.2).

$$PIB \text{ per capita} = PIB \div (Pt) \quad (3.3)$$

Onde:

PIB: Produto Interno Bruto a preços básicos

Pt: Total da população no Brasil

Unidade: R\$ / habitante

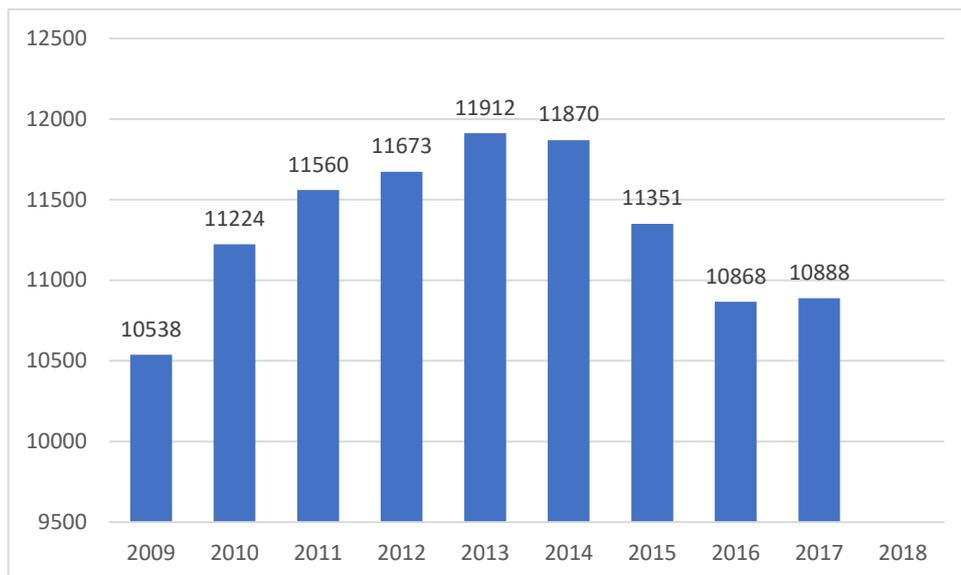


Figura 3.2: PIB per capita do Brasil 2009 – 2017 (Milhões)

Fonte: Elaborado pelo próprio a partir do IBGE, 2018.

Na Figura 3.3 a recuperação do PIB em 2017 ainda não supera as perdas dos dois anos anteriores. O PIB acumulou duas quedas de 3,5%, em 2015 e em 2016. No mesmo período, o PIB per capita teve perdas mais profundas: -4,3% em 2015 e -4,2% e 2016.

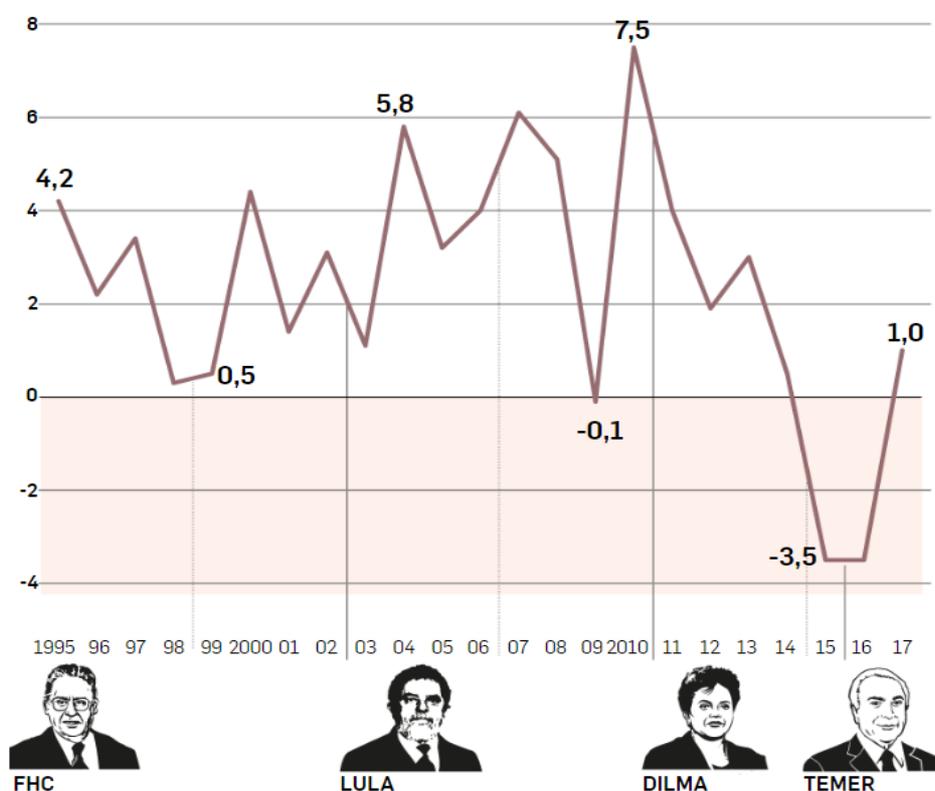


Figura 3.3: Resultado anual do PIB por governo (Porcentagem)

Fonte: Elaborado pelo próprio a partir do IBGE, 2018.

3.2.3 Preços Energéticos ao Consumidor

Segundo IBGE (2018) o Sistema Nacional de Índices de Preços ao Consumidor - SNIPC produz contínua e sistematicamente índices de preços ao consumidor e, na sua produção, tem como unidade de coleta estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços, concessionária de serviços públicos. Com divulgação na Internet iniciada em maio de 2000, o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo 15 – IPCA-15 difere do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA, apenas no período de coleta que abrange, em geral, do dia 16 do mês anterior ao 15 do mês de referência e na abrangência geográfica. Atualmente a população-objetivo do IPCA-15 abrange as famílias com rendimentos de 1 a 40 salários mínimos, qualquer que seja a fonte residentes em 11 áreas urbanas das regiões de abrangência do SNIPC, as quais são: regiões metropolitanas de Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo.

O Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo Especial– IPCA-E foi criado em dezembro de 1991 e, a partir de janeiro de 1995, passou a ser divulgado trimestralmente. Desse modo, o IPCA-E é o acumulado trimestral do IPCA-15 (IBGE, 2018).

Um importante indicador e o de preço energético segundo a Base *ISED*. No entanto esse indicador para a região do Sudeste está apresentado pela Tabela 3.3 do IPCA-15 Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo 15 com uma média de acumulado total no trimestre de 2018 de aproximadamente 1% dos preços em relação aos outros meses.

Equação 3.4:

$$IPCA = Rc \div (PIBs) \quad (3.4)$$

Onde:

IPCA: Índice Nacional de Preços ao Consumidor

Rc: Razão entre o consumo final setorial de energia

PIBs: Produto Interno Bruto setorial expresso

Tabela 3.3: Resumo dos resultados (%)

Região	Julho	Agosto	Setembro	Acumulado no Trimestre
Rio de Janeiro	0,57%	0,03%	0,02%	0,62%
Belo Horizonte	0,74%	0,06%	0,18%	0,98%
São Paulo	0,77%	0,44%	0,16%	1,38%
Geral Média	0,7%	0,2%	0,1%	1,0%

Fonte: Elaborado pelo próprio a partir do IBGE, 2018.

Segundo IBGE (2018) sabe-se que um processo de estabilização de preços mais duradouro leva, a longo prazo, a ausência de indexação, em especial aquela baseada na inflação passada (inercial), assim, a oscilação no nível da inflação, a curto prazo, passa a ser influenciada pelo impacto de fatores exógenos tais como: alta de preços de produtos agrícolas motivada por acidentalidade (seca, inundações, etc.), correção de preços administrados (públicos ou privados) e por movimentos sazonais, dentre outros. A sazonalidade nos índices de preços ao consumidor, portanto no varejo, tem um comportamento bem nítido ao longo do ano e pode ser descrita da seguinte maneira:

1. Primeiro semestre do ano: a sazonalidade influencia pressionando para cima a inflação;
2. Segundo semestre: o fenômeno inverte-se com a sazonalidade contribuindo com quedas de preços;

No primeiro semestre a pressão altista sobre a inflação, advinda do fenômeno sazonal, é motivada, principalmente, pela entressafra e conseqüente escassez de produtos sazonais agrícolas. Neste semestre, também, existe a influência de movimentos sazonais de alguns produtos do Grupo vestuário, que pode ser descrita da seguinte forma: no primeiro trimestre (final de fevereiro até março), as liquidações de produtos das coleções de verão, tão costumeiras nessa época do ano, imprimem um movimento de desaceleração e/ou queda de preços que atenuam, levemente, as pressões altistas exercidas pelos sazonais agrícolas em entressafra; no segundo trimestre (abril/jun.), os preços de alguns produtos sazonais do Vestuário, em especial, os de inverno, exercem pressões altistas sobre os preços, motivados pelos lançamentos das coleções de inverno. Esse comportamento vem reforçar o impacto altista sobre os preços do fenômeno sazonal no primeiro semestre. No segundo semestre do ano, a sazonalidade pressiona para baixo a inflação. Os produtos sazonais alimentícios, em sua grande maioria, têm sua maior oferta concentrada nesse semestre, exceto a carne bovina, cuja entressafra situa-se no segundo semestre. Também os sazonais de inverno do Grupo Vestuário iniciam suas liquidações a partir de julho/agosto e perduram com preços em queda até o final de agosto, quando ocorrem as maiores liquidações. As coleções de verão são lançadas em início de setembro, porém, a intensidade das variações de preços (crescimento) é inferior às do lançamento da moda inverno, bem como às variações de preços (queda) dos sazonais alimentícios. Este comportamento leva a que o fenômeno sazonal contribua para a desaceleração/queda da inflação no segundo semestre de cada ano. Em suma, os preços dos produtos sazonais são mais elevados no primeiro semestre do ano (IBGE, 2018).

Por isso, a série ajustada sazonalmente revela, sempre nesse período do ano, um patamar inflacionário inferior ao da série original. No segundo semestre o comportamento é inverso. O comportamento, acima descrito, revela uma das características do fenômeno sazonal: a sazonalidade é um fenômeno interanual, que se repete, mais ou menos regularmente, em determinados meses do ano, em todos os anos. Esse comportamento sazonal já é bem conhecido pelos "policy-makers", analistas de mercado, bem como dos consumidores. No entanto, o que é relevante identificar é a magnitude desse fenômeno e poder verificar o que de fato está acontecendo em termos de variações de preços relativos, quando a componente sazonal é isolada. Isso possibilita uma avaliação, mais acurada, por exemplo, da eficácia de políticas econômicas de curto prazo, no que diz respeito a seus impactos sobre a componente inflacionária. Nesse sentido, a divulgação do IPCA sazonalmente ajustado visa suprimir uma lacuna importante em termos de análise do processo inflacionário (IBGE, 2018).

Os índices são calculados para cada região, a partir da Equação 3.5 dos preços coletados mensalmente, obtém-se, na primeira etapa de síntese, as estimativas dos movimentos de preços referentes a cada produto pesquisado. Tais estimativas são obtidas através do cálculo os preços dos locais da amostra do produto que, comparadas em dois meses consecutivos, resultam no relativo das médias. Agregando-se os relativos dos produtos através da média geométrica é calculada a variação de preços de cada subitem, que se constitui na menor agregação do índice. A partir daí é aplicada a Equação 3.5 *Laspeyres*:

$$I_{Laspeyres} = (P_t * Q_0) \div (P_0 * Q_0) \quad (3.5)$$

Onde:

P_t = Preço do bem (ou dos bens) no período t (corrente/atual)

Q_0 = Quantidade do bem (ou dos bens) no período zero (base)

P_0 = Preço do bem (ou dos bens) no período zero (base)

Tabela 3.4: Variações mensais por grupos IPCA-E - Julho de 2018.

Região	Rio de Janeiro	Belo Horizonte	São Paulo
Habitação	0,95%	2,95%	2,21%
Vestuário	-0,25%	-0,31%	-0,05%
Alimentação e Bebidas	-0,37%	0,29%	0,88%
Habitação	0,95%	2,21%	0,47%
Artigos de Residência	0,3%	0,54%	-0,69%
Transportes	0,81%	-0,23%	0,75%

Saúde e Cuidados pessoais	-0,16%	0,05%	-0,77%
Despesas Pessoais	0,39%	0,21%	0,44%
Educação	-0,1%	0,01%	-0,04%
Comunicação	0,05%	-0,01%	-0,01%

Fonte: IBGE, 2018.

Tabela 3.5: Variações mensais por grupos IPCA-E - Agosto de 2018

Região	Rio de Janeiro	Belo Horizonte	São Paulo
Alimentação e Bebidas	-0,16%	-0,5%	0,87%
Habitação	0,31%	1,46%	2,12%
Artigos de Residência	1,25%	0,72%	0,44%
Vestuário	-0,77%	-0,33%	-0,51%
Transportes	-0,71%	-0,73%	-1,1%
Saúde e Cuidados pessoais	0,93%	0,3%	0,46%
Despesas Pessoais	0,12%	0,22%	0,52%
Educação	0,01%	-0,31%	0,46%
Comunicação	-0,06%	0,06%	0,1%

Fonte: IBGE, 2018.

Tabela 3.6: Variações mensais por grupos IPCA-E - Setembro de 2018

Região	Rio de Janeiro	Belo Horizonte	São Paulo
Alimentação e Bebidas	-0,69%	-0,22%	-0,14%
Habitação	-0,15%	0,05%	0,24%
Artigos de Residência	0,06%	0,98%	-0,09%
Vestuário	0,15%	0,39%	-0,26%
Transportes	0,76%	0,37%	0,13%
Saúde e Cuidados pessoais	0,33%	0,26v	0,51%
Despesas Pessoais	0,11%	0,37%	0,68%
Educação	0,14%	0,09%	0,06%
Comunicação	0,09%	0%	-0,02%

Fonte: IBGE, 2018.

3.2.4 Intensidades Energéticas

Segundo o relatório da Administração de Informação de Energia (EIA) (2016) – o “*International Energy Outlook 2016*”, as perspectivas de uso de energia em todo o mundo continuam a mostrar níveis crescentes de procura ao longo das últimas três décadas, liderada por fortes aumentos dos países fora da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), particularmente na Ásia. Os países da Ásia não pertencentes à OCDE, incluindo China e Índia, são responsáveis por mais de metade do aumento do consumo total de energia no mundo durante o período projetado (2012-2040). A EIA estima que em 2040, o consumo de energia nos países da Ásia não pertencentes à OCDE ultrapasse o de toda a OCDE em 40 mil bilhões de unidades térmicas britânicas (*Btu*) (Figura 3.4).

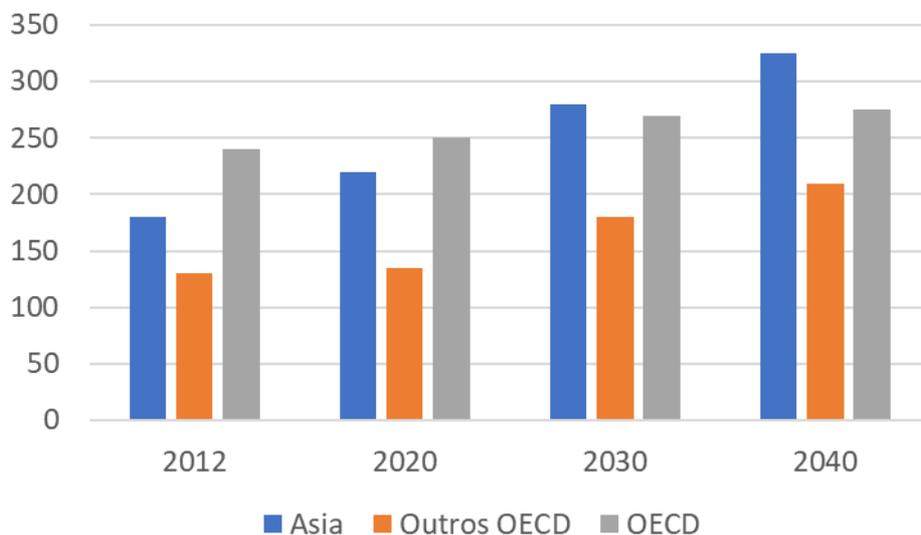


Figura 3.4: Consumo mundial de energia por grupo de país, 2012-2040

Fonte: Elaborado pelo próprio a partir EIA (2016)

O consumo total mundial de energia aumenta, cerca de 550 mil bilhões de *BTUs* em 2012 para 800 mil bilhões de *BTUs* em 2040, o que representa cerca de 45%. Este crescimento ocorrerá essencialmente nos países não membros da OCDE onde, a longo prazo, este crescimento vai ser reflexo de forte procura de energia, derivado de um crescimento no PIB que possa haver na economia destes países. Comparativamente, os países da OCDE com os países não membros da OCDE, o consumo total de energia aumenta cerca de 70% entre 2012 e 2040, em comparação com um aumento de cerca de 20% nos países da OCDE (MIGUEL, 2017).

Segundo dados ainda do mesmo relatório, o crescimento econômico é medido através do produto interno bruto (PIB) sendo um fator determinante explicando o crescimento da procura

de energia. O PIB mundial (expresso em termos de paridade de poder de compra) sobe 3.3%/ano entre 2012 e 2040. As taxas de crescimento mais rápidas são projetadas para os países emergentes e em desenvolvimento, não membros da OCDE, onde o PIB aumenta em 4.2%/ano. Nos países desenvolvidos da OCDE, o PIB cresce a um ritmo mais lento de 2.0%/ano durante o período projetado como resultado de suas economias mais evoluídas e com tendências de crescimento populacional lento ou em declínio. Esta tendência de crescimento do PIB quer nos países da OCDE quer nos países não pertencentes à OCDE explicam as tendências no consumo de energia no mundo verificadas na Figura 3.4. As projeções revelam um aumento do consumo mundial de energia comercializada a partir de todas as fontes de combustíveis até 2040 (Figura 3.4).

As energias renováveis da Figura 3.5, são as fontes de energia, cuja tendência de crescimento é a mais rápida do mundo ao longo do período projetado. O consumo de energia renovável aumenta em média cerca de 2.5%/ano entre 2012 e 2040. A energia nuclear é a segunda fonte de energia mais rápida de crescimento do mundo, com o consumo a aumentar em 2.3% ano, durante o período em análise. Em 2040 os combustíveis fósseis ainda representam na matriz energética mundial cerca de 78% do consumo mundial de energia. O gás natural é o combustível fóssil, cujo consumo mais cresce a nível global no valor de 1.9%/ano. Embora, os combustíveis líquidos principalmente ligados à base de petróleo, contribuem a ser a maior fonte de consumo mundial de energia, esta tendência começa a inverter-se com uma quebra no consumo, em 2012 de 33% para 30% em 2040. Esta tendência é justificada pela EIA, por causa do aumento dos preços do petróleo a longo prazo, que levou a que muitos consumidores de energia adotassem tecnologias mais eficientes. Por fim, o carvão é a fonte de energia, cujo

crescimento do consumo é mais lento, subindo em média 0.6%/ano, sendo superado pelo gás natural em 2030.

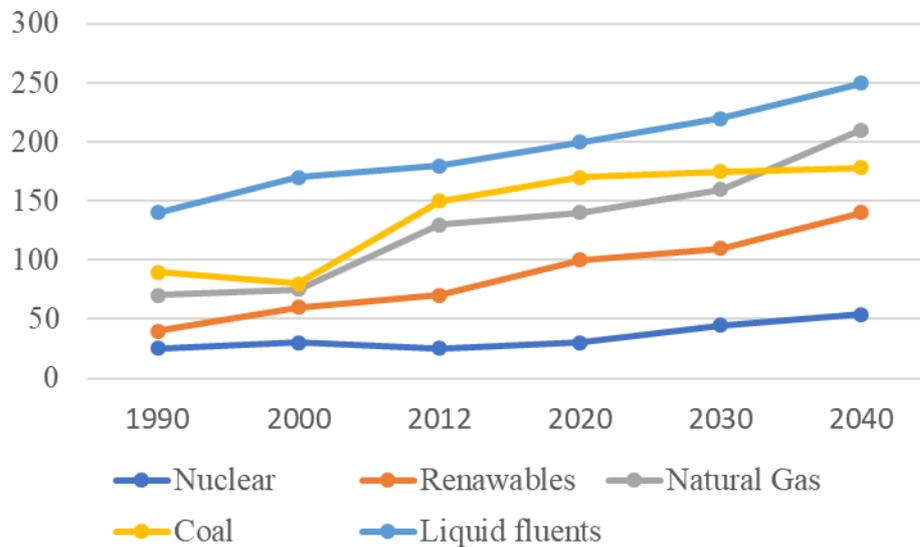


Figura 3.5: Consumo mundial de energia renovável por grupo de país, 2012-2040

Fonte: Elaborado pelo próprio a partir EIA (2016)

Segundo Junior *et al.* (2007), esta questão acerca do consumo de energia e da sua relação com o PIB dos países vem contemplada e vem sendo estudada desde a década de 80, período seguinte aos choques petrolíferos, dando menos importância a questões como o consumo de energia e dando mais importância por parte dos estados às questões acerca da eficiência energética e, para tal, tem sido utilizado como proxy o indicador da intensidade energética.

De acordo com a obra de Junior *et al.* (2007), Okajima e Okajima (2013), com um relatório da Agência Internacional de Energia (IEA, 2014), Mulder e de Groot (2012), Löschel *et al.* (2015) e Duran *et al.* (2015) a intensidade energética é definida como sendo “o racionamento econômico entre o consumo de energia dividido pelo PIB”. Este conceito é consensual em toda a comunidade científica e nas diversas instituições internacionais.

Reddy e Ray (2010) definem intensidade energética de dois modos distintos por forma a expressar a intensidade energética industrial:

- i) intensidade energética física, isto é, a energia usada por unidades de output físicas;
- ii) intensidade energética econômica, isto é, energia usada por unidade de valores monetárias de output.

A intensidade energética permite calcular e comparar o seu uso de energia ao longo do tempo, assim como, mudanças na economia. Como refere Sun (2002) e Yang *et al.* (2016), muitos fatores afetam a intensidade energética de um país: a energia consumida, o PIB, o

indicador de desenvolvimento humano e progresso populacional, a participação da indústria no PIB (estrutura econômica), o nível tecnológico de um país e o índice de preços no PIB.

Esta intensidade na maioria dos países, principalmente, nos desenvolvidos, diminuiu ao longo do tempo, principalmente, por causa da tecnologia. Okajima e Okajima (2013) referem ainda que, nos países com climas muito quentes ou frios, muitas vezes, têm intensidades de energia mais elevadas, independentemente do tamanho das suas economias, devido à maior quantidade de energia necessária para arrefecer e aquecer as suas casas.

Nie e Kemp (2013) introduzem o seu trabalho referindo que existem três importantes problemas na energia: segurança de abastecimento, volatilidade dos preços e impactos ambientais negativos. No estudo, para cada um dos três problemas de eficiência energética e em linha com a maioria dos estudos, os autores consideram a energia em relação ao PIB como indicador da intensidade energética.

Segundo Okajima e Okajima (2013) e Proskuriakova e Kovalev (2015) a análise da intensidade energética é utilizada como medida do desempenho e do desenvolvimento das economias, bem como da dependência energética ou não, de um país. No seu estudo, Proskuriakova e Kovalev (2015) acrescentam que a intensidade energética é vista como uma medida vulnerável no fornecimento de energia, sendo está um fator essencial para os *policy-makers*. Os seus fatores de vulnerabilidade são: “interdependência energética, concentração da importação e a intensidade energética”.

Segundo Hasanbeigi *et al.* (2013), que fazem referência a estudos anteriores conduzidos por Patterson (1993), Ang e Lee (1994), Agência Internacional de Energia (IEA) (2004), consideram que este problema dos racionamento de energia em relação ao PIB tem sido amplamente utilizado internacionalmente para medir o desempenho da eficiência energética das economias nacionais, porém foram colocadas por estes autores algumas limitações. Estes analistas demonstram que para além da intensidade energética, existem fatores que afetam as mudanças no uso de energia, principalmente o nível geral de atividade total (efeito atividade), a composição de várias atividades com a economia (efeito estrutura). Para isolar este efeito da intensidade energética foram desenvolvidas técnicas de análise de decomposição por forma a dar uma melhor estimativa da melhoria da eficiência energética. No entanto, e segundo Hasanbeigi *et al.* (2013), esta análise pode ser limitada, pois os dados para permitir uma decomposição das componentes adicionais podem ser escassos.

3.2.5 Matriz Energética

As fontes de energia são divididas entre não-renováveis e renováveis. As não renováveis são as que, por estarem presentes de forma limitada na natureza, são passíveis de extinção. Dentre elas, temos: o petróleo, o gás natural, o carvão mineral e os combustíveis nucleares (urânio, por exemplo). As vantagens dos não-renováveis estão relacionadas com a significativa experiência adquirida na geração de energia através desses compostos e a facilidade no transporte e armazenamento. Com relação às desvantagens, além do fato das reservas serem passíveis de esgotamento e encontrarem-se principalmente em locais com política instável, como o Oriente Médio, a queima desses combustíveis gera maior quantidade de CO₂ quando comparados às fontes renováveis, agravando o efeito estufa (LAVADO, 2009).

De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA, 2016), as fontes renováveis são obtidas através de recursos naturais e repostas na natureza de forma que o consumo, em geral, não seja maior que a produção. Os principais exemplos são: hidráulica, eólica, solar, biomassa e geotérmica. Em 2014, 13,8% de toda a produção primária de energia do mundo foi proveniente de fontes renováveis de energia, sendo 2,4% hidroeleticidade e 10,3% de biocombustíveis e biomassa.

A ampliação do uso de fontes renováveis ocorreu a partir de 1990 e se intensificou após o começo do século XXI, em razão do aumento da preocupação com o meio ambiente, da diminuição das reservas de combustíveis fósseis em alguns países e da constante mudança no preço do barril de petróleo. O Brasil, além dos fatores descritos, passou por um período, durante o intervalo dos anos 2000 a 2002, em que a possibilidade de haver cortes forçados no fornecimento de energia, conhecidos como “apagões”, preocupou o governo e a população. A falta de investimentos na ampliação da capacidade de geração e distribuição de energia foi a principal responsável por estes cortes energéticos (ANEEL, 2008).

O Programa de Incentivos a Fontes Alternativas de Energia (PROINFA) foi criado pelo governo brasileiro em 2002 com a intenção de ampliar o uso de outras fontes na matriz energética brasileira. Na primeira fase, foram incentivados projetos de biomassa, eólica e pequenas centrais hidrelétricas. Na segunda, o PROINFA estipulou um mínimo de 10% da participação das fontes alternativas na matriz elétrica a ser atingido nos 20 anos seguintes (DUTRA, 2006). Dessa forma, uma análise mais detalhada da trajetória das fontes energéticas não renováveis e renováveis torna-se importante para compreensão dos cenários das matrizes energéticas mundial e brasileira.

O Brasil é uma referência mundial por apresentar, atualmente, uma matriz energética com 41,2% de participação de renováveis, comparativamente à matriz mundial, que é baseada em apenas 14,2% (MME, 2016). A Tabela 3.7 evidencia os resultados das substituições adotadas no mundo e no Brasil, demonstrando as matrizes energéticas com base na oferta total de energia no ano de 2015 (LIMA, 2016).

Tabela 3.7: Comparação entre a matriz energética mundial e a brasileira em 2015

Fontes Energéticas	Mundo		Brasil	
	Oferta Interna de Energia (mil tep)	% Matriz Energética	Oferta Interna de Energia (mil tep)	% Matriz Energética
Petróleo e derivados	4.205.124	30,80%	111.626	37,30%
Gás natural	2.921.742	21,40%	40.971	13,70%
Carvão mineral e derivados	3.877.452	28,40%	17.675	5,90%
Urânio e derivados	668.997	4,90%	3.855	1,30%
Outros não-renováveis	40.959	0,30%	1.830	0,60%
Total não-renováveis	11.714.274	85,80%	175.957	58,80%
Hidráulica	354.978	2,60%	33.811	11,30%
Biomassa sólida	1.297.035	9,50%	68.520	22,90%
Biomassa líquida	77.822	0,57%	18.850	6,30%
Eólica	69.630	0,51%	1.855	0,62%
Solar	72.361	0,53%	0.001	0,00%
Geotérmica	69.630	0,51%		
Total renováveis	1.941.456	14,20%	123.255	41,20%
Total	13.653.000	100%	299.212	100%

Fonte: Adaptado de MME, 2016

Segundo LIMA (2016) a participação de fontes não-renováveis na matriz mundial em 2015 foi reduzida, percentualmente, em comparação a 1973, de 87,6% para 85,8%. Todavia, é evidente o aumento da demanda energética em números absolutos, 6,1 bilhões de TEP (Tonelada equivalente de petróleo) em 1973, dos quais 5,35 bilhões de tep eram provenientes de fontes não-renováveis, e 13,6 bilhões de tep em 2015, dos quais 11,7 bilhões eram provenientes de recursos não-renováveis. Ou seja, apesar da redução 62 percentuais na matriz energética, a utilização do petróleo, gás natural, carvão mineral, urânio e outros não-renováveis cresceu 119%, o que justifica o aumento das emissões de GEE.

Já no Brasil, a participação percentual das fontes não-renováveis aumentou, principalmente por causa do aumento da utilização do gás natural, contrariando a tendência mundial de redução do uso desses recursos. Houve um incremento de 336% nos números absolutos da utilização de recursos não-renováveis comparando 1973 e 2015, enquanto o de renováveis foi de 196%. Ainda assim, a matriz energética brasileira é muito mais baseada em recursos renováveis que a mundial, fato este propiciado através do aumento da capacidade de

produção de energia hidráulica, biomassa sólida e biocombustíveis. Justamente por apresentar uma matriz mais voltada para a utilização de energias renováveis e com menor participação de petróleo, gás natural e carvão, as emissões de CO₂ do Brasil, em 2015, atingiram, em média, 1,55 toneladas de CO₂/tep, enquanto a média mundial foi de 2,35 toneladas de CO₂/tep. Os países que mais emitiram CO₂ para a atmosfera foram os Estados Unidos e a China que, juntos, contribuíram com 43,9% das emissões do mundo (MME, 2016).

3.2.6 Desenvolvimento de Novas Tecnologias

A Pesquisa de Inovação (PINTEC) é uma pesquisa realizada a cada 3 anos, cobrindo os setores da indústria, serviços, eletricidade e gás. Ela faz um levantamento de informações para a construção de indicadores nacionais sobre as atividades de inovação empreendidas pelas empresas brasileiras. A importância da Pintec para o país se reflete em vários aspectos. Seus resultados têm sido amplamente utilizados pela comunidade acadêmica, associações de classe, empresas e órgãos governamentais de diversas esferas e regiões. Eles pautam, por exemplo, uma série de políticas, especialmente de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). As entrevistas da PINTEC, em geral, são realizadas por telefone. Em situações excepcionais, conta-se com o apoio da rede de coleta do IBGE constituída pelas diversas Unidades Estaduais da instituição. O sigilo das informações fornecidas é garantido por lei e faz parte dos princípios internacionais das estatísticas oficiais que norteiam todo o trabalho realizado pelo IBGE (IBGE, 2018).

Tabela 3.8: Variáveis selecionadas das empresas das indústrias extrativa e de transformação, segundo as grandes regiões

Grandes Regiões	2014-2017				2017				
	Total	Que implementaram			RL de vendas (1 000 R\$)	Dispêndios realizados pelas empresas inovadoras nas atividades			
		Inovação de produto	Projetos incompletos	Inovações organizacionais		Total		Atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento	
						Número de empresas	Valor (1 000 R\$)	Número de empresas	Valor (1 000 R\$)
Brasil	117.10⁶	43.10⁶	3.10⁶	40.10⁶	2 719.10⁶	34.10⁶	57.10⁶	5.10⁶	18.10⁶
Norte	4.10 ⁶	1.10 ⁶	318	1.10 ⁶	119.10 ⁶	1.10 ⁶	2.10 ⁶	157	615
Amazonas	1.10⁶	360	13	406	87.10⁶	322	1.10⁶	123	607
Pará	1.10⁶	673	128	467	21.10⁶	574	483	24	7.10⁶

Nordeste	14.10⁶	5.10⁶	324	4 916	181.10⁶	4.10⁶	4.10⁶	248	737
Ceará	3.10 ⁶	1.10 ⁶	127	1.10 ⁶	34.10 ⁶	915	826	66	162
Pernambuco	3.10⁶	1.10⁶	5	1.10⁶	33.10⁶	1.10⁶	1.10⁶	73	66
Bahia	3.10 ⁶	734	47	1.10 ⁶	83.10 ⁶	483	1.10 ⁶	57	453
Sudeste	60.10⁶	20.10⁶	1.10⁶	20.10⁶	1.10⁶	16.10⁶	39.10⁶	3.10⁶	13.10⁶
Minas Gerais	14.10 ⁶	5.10 ⁶	370	5.10 ⁶	228.10 ⁶	3.10 ⁶	4.10 ⁶	421	1.10 ⁶
Espírito Santo	2.10⁶	953	140	738	41.10⁶	764	1.10⁶	95	72.10⁶
Rio de Janeiro	6.10 ⁶	1.10 ⁶	77	2.10 ⁶	492.10 ⁶	1.10 ⁶	6.10 ⁶	244	3.10 ⁶
São Paulo	37.10⁶	12.10⁶	1.10⁶	11.10⁶	1 089.10⁶	10.10⁶	27.10⁶	2.10⁶	9.10⁶
Sul	32.10 ⁶	13.10 ⁶	1.10 ⁶	10.10 ⁶	481.10 ⁶	11.10 ⁶	9.10 ⁶	1.10 ⁶	2.10 ⁶
Paraná	10.10⁶	4.10⁶	245	3.10⁶	163.10⁶	3.10⁶	3.10⁶	585	792
Santa Catarina	11.10 ⁶	4.10 ⁶	391	3.10 ⁶	152.10 ⁶	3.10 ⁶	2.10 ⁶	460	894
Rio Grande do Sul	11.10 ⁶	4.10 ⁶	417	4.10 ⁶	165.10 ⁶	4.10 ⁶	3.10 ⁶	888	1.10 ⁶
Centro-Oeste	7.10⁶	2.10⁶	169	3.10⁶	81.10⁶	2.10⁶	1.10⁶	311	267
Mato Grosso	1.10 ⁶	664	95	576	16.10 ⁶	487	220	137	40.10 ⁶
Goiás	4.10⁶	1.10⁶	45	2.10⁶	44.10⁶	1.10⁶	1.10⁶	138	202

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa de Inovação 2017 e Pesquisa de Inovação 2017 (R\$).

A Tabela 3.8 de variáveis transformações baseadas nas empresas das grandes regiões, especificamente na região do Sudeste o gasto em 2017 para Atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento foi cerca de R\$13.796.547 o maior comparado as outras regiões. Isso significa que a região que mais investiu de 2014 até 2017 foi o Sudeste do Brasil.

A Pesquisa de Inovação - Pintec visa fornecer informações para a construção de indicadores setoriais, nacionais e regionais das atividades de inovação das empresas brasileiras com 10 ou mais pessoas ocupadas, tendo como universo de investigação as atividades das Indústrias extrativas e de transformação, bem como dos setores de Eletricidade e gás e de Serviços selecionados. Seu vínculo com os levantamentos econômicos estruturais também realizados pelo IBGE – em particular, a Pesquisa Industrial Anual - Empresa, PIA-Empresa, e a Pesquisa Anual de Serviços - PAS – viabiliza articulações entre essas bases de dados, o que amplia sobremodo as possibilidades analíticas das atividades de seu âmbito (IBGE, 2018).

3.3 Dimensão Social

Analisar indicadores energéticos para o desenvolvimento sustentável, considerando a dimensão social, implica em se observar fatores que possuam ligação com a energia e a sociedade, tais como acesso à energia e capacidade de pagamento (PEREIRA JUNIOR et al., 2013; INTERNATIONAL, 2005). Em países em desenvolvimento esta dimensão passa a ter maior importância do que em países desenvolvidos, por refletir aspectos ligados à desigualdade. Mas, independente da situação do país, a preocupação maior desta dimensão é considerar “o bem-estar humano, a condição humana e os meios utilizados para aumentar a qualidade de vida” (VAN BELLEN, 2006).

Nas obras de Van Bellen (2006), Montibeller-Filho (2008), Daly (2004) e Sachs (2002; 1993), verifica-se que a dimensão social implica no foco nas necessidades da sociedade, garantindo que as pessoas tenham acesso a bens e serviços básicos de boa qualidade, necessários a uma vida digna. Corroborando este pensamento, Philippi Jr e Malheiros (2012) destacam que a sustentabilidade social é orientada por uma visão de sociedade “fundada em uma civilização do ser, em que exista maior equidade na distribuição do ter e da renda, de modo a melhorar substancialmente os direitos e as condições de amplas massas de população”, reduzindo a diferença entre os diferentes padrões de vida.

Dois pontos gerais podem ser destacados como critérios, que podem ser considerados quando se pensa em indicadores energéticos, no que se refere à dimensão social (MONTIBELLER-FILHO, 2008):

- Criação de postos de trabalho que permitam a obtenção de renda individual adequada (à melhor condição de vida; à maior qualificação profissional).
- Produção de bens dirigida prioritariamente às necessidades básicas sociais.

Destes pontos, a diminuição do desemprego gera a possibilidade monetária de se ter acesso à energia necessária, a ser consumida diariamente pelo indivíduo. Já ao que se refere à produção prioritária às necessidades básicas, esta gera a possibilidade estrutural para o acesso do indivíduo, por exemplo, à construção de redes elétricas. O não atendimento a um destes pontos inviabiliza o atendimento da demanda energética da sociedade, pois, considerando uma sociedade capitalista, sem recursos para pagar os custos de acesso à energia, esta não é disponibilizada, e no caso da ausência de infraestrutura, mesmo com a população empregada o acesso também se torna restrito (ALMEIDA, 2016).

De forma complementar a estes pontos, com a leitura de Sen (2000), pode-se associar o desenvolvimento a liberdades tangíveis e intangíveis, que garantam condições dignas de vida. Estas liberdades estão ligadas, além das condições de acesso a bens/serviços e oportunidades econômicas, que de alguma forma podem ser relacionadas à energia, também à erradicação da pobreza, remoção da tirania, negligências e repressão. Contudo, para a formação de indicadores, estes últimos itens são de avaliação mais complexa, dado o possível envolvimento de aspectos políticos, culturais e até religiosos. Sobre esta gama de áreas que permeiam a dimensão social, pode-se notar a ligação destas áreas, também, com as demais dimensões, pois, de forma simplificada, as ações relacionadas a emprego, produção e consumo – por exemplo – movimentam valores que movimentam a dimensão econômica e se relacionam com a dimensão espacial/geográfica. No caso dos bens e serviços, propriamente ditos, as ações ligadas à extração de recursos e emissão de poluentes e gases de efeito estufa, que podem refletir aspectos culturais, degradam o ambiente e, em contrapartida, prejudicam a qualidade de vida.

3.3.1 Desigualdades de Renda

Há evidências empíricas de que a desigualdade de renda no Brasil caiu de forma permanente, principalmente, a partir de 2001 até 2012, quando a sua trajetória de queda foi interrompida. Conforme Jannuzzi (2016), é o que se pode constatar com maior ou menor abrangência temporal, de forma mais romântica ou crítica na grande maioria dos estudos produzidos, tanto em nível nacional quanto internacional. Mendes (2014), nos diz que esse fato levou o País a ser celebrado internacionalmente e apontado como um caso de sucesso econômico, colocado lado a lado com a China, Índia e Rússia; o grupo conhecido como o BRIC. Esta seção faz um retrato gráfico dessa trajetória, com foco nas regiões brasileiras, considerando apenas os anos de 1999 e 2009, apresentando o comportamento das principais variáveis que são objetos de nossa análise, e que guardam relação com esse processo de redução da desigualdade. Desse modo, tornamos mais evidentes os impactos dessa relação sobre cada região. Os gráficos contemplando os dados do período total – 2016 a 2018. Nesse processo de redistribuição alcançado, a literatura é consensual ao reconhecer que os serviços de intermediação financeira no Brasil, exercem um papel importante, principalmente a partir do Plano Real, quando esses serviços foram intensificados, a burocracia atenuada e o crédito mais disponível e direcionado. No entanto, destaca Torres Filho (2009), esse direcionamento não visa o mercado como um todo, mas setores pontuais, considerados estratégicos pelo Governo. Em 2016, o ganho médio de uma pessoa que integra o grupo de 1% mais rico da população era equivalente a 36 vezes do

ganho de uma pessoa que integra o grupo da metade mais pobre do país. 889 mil é o número de pessoas que integram o grupo de 1% mais rico, que em 2016 teve rendimento médio de R\$ 27 mil /mês 44,4 milhões é o número de pessoas que integram o grupo de 50% com menor renda e que em 2016 ganhou R\$ 747 em média por mês, inferior ao salário mínimo A concentração de renda e a diferença entre os ganhos desses dois grupos demonstram o quanto o Brasil é desigual. O índice de Gini, usado para medir a desigualdade, ficou em 0,525 no país em 2016. O IBGE está estudando como adaptar a nova metodologia para calcular o índice a partir de 2012 e, assim, verificar se a desigualdade aumentou de fato ou apenas se estabilizou. O índice de Gini vai de 0 a 1. Quanto mais próximo de zero, mais igualitária a distribuição de renda. Em 2016, o índice variou de acordo com a região e, a exemplo do que já se viu em outros estudos, a desigualdade continua mais alta no Nordeste (NEXO, 2017). O resultado de 0,525 refere-se ao rendimento mensal real do brasileiro, ou seja, que considera tudo o que foi recebido (salário, pensão e aposentadoria, entre outras fontes). Quando o IBGE considera a renda domiciliar per capita (todo o rendimento dividido pelo número de moradores de uma casa), o índice de Gini no país chega a 0,549 (NEXO, 2017).

Na Figura 3.6, o indicador foi elaborado pela seguinte Equação 6.3, conjunto de indicadores sociais como Índice de Gini (adimensional), renda apropriada por camadas da população (porcentagem), relação entre os 20% mais pobres e os 20% mais ricos (adimensional) e percentual de pobres no país (porcentagem).

$$\text{Gini} = \text{Ra} * \text{p20\%} + \text{Ra} * \text{p20\%} \pm \text{Pp} \quad (6.3)$$

Onde:

Ra: Renda apropriada por camadas da população.

p20%: Relação entre os 20% mais pobres.

p20%: Relação entre os 20% mais ricos.

Pp: Percentual de pobres no país

Unidade: adimensional

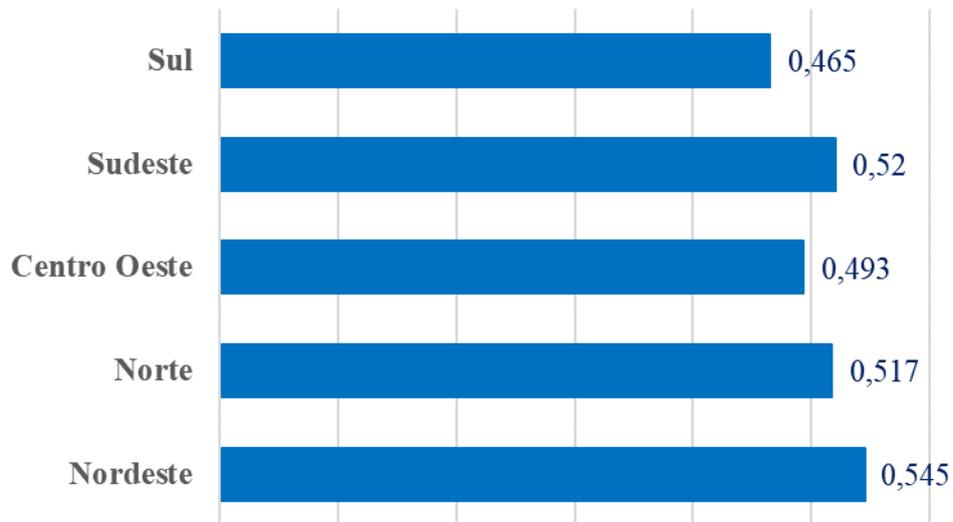


Figura 3.6: Índice de Gini (adimensional)

Fonte: Elaborado pelo próprio a partir da Pnad continua 2016, IBGE.

Segundo Nexo (2017) a renda de acordo com região, gênero e cor a pesquisa identificou que o rendimento médio real domiciliar per capita foi de R\$ 1.242,00. A exemplo do que ocorre com indicadores de desigualdade, Norte e Nordeste ainda apresentam rendimento inferior ao verificado nas demais regiões. Em 2018 Segundo o Banco Central do Brasil (2018) O mercado de trabalho continuou em recuperação nos primeiros meses deste ano com parcela da despesa mensal familiar gasta com fontes de energia como eletricidade e GLP por classes de renda (Figura 3.7).

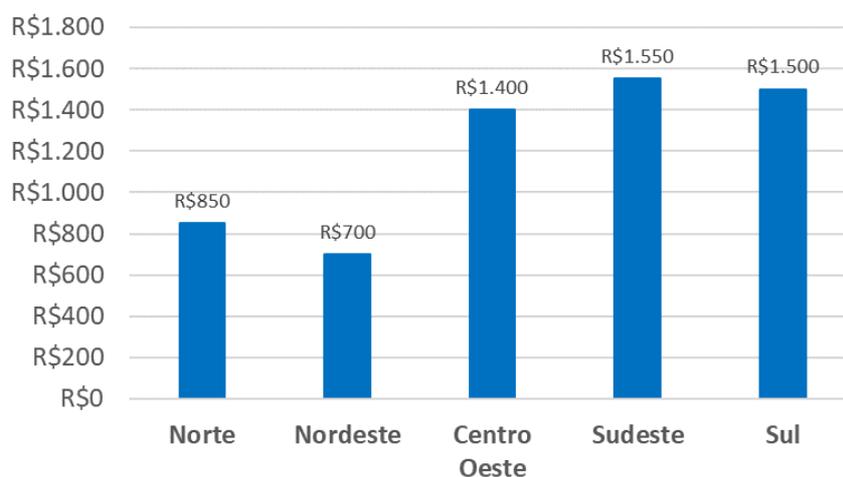


Figura 3.7: Renda média mensal domiciliar per capita

Fonte: Elaborado pelo próprio a partir Pnad continua 2016, IBGE.

3.3.2 Percentual de Domicílios sem Acesso a Fontes Modernas de Energia

Segundo IBGE (2017), o país tinha 69,8 milhões de domicílios, dos quais 67,8 milhões (97,2%) tinham água canalizada. Destes, 85,7% (ou 59,8 milhões) tinham a rede geral de distribuição como principal fonte de abastecimento de água. Deste último total, 51,8 milhões (ou 86,7%) tinham disponibilidade diária de água. Esse percentual é ligeiramente menor que o de 2016 (87,3%) e essa variação foi puxada, principalmente pelo Centro-Oeste onde, entre 2016 e 2017, reduziu-se de 94,8% para 81,4% a proporção de domicílios com disponibilidade diária de água pela rede geral. No Distrito Federal, percentual de domicílios com abastecimento diário de água caiu de 99,7% para 43,3%, no período. A pesquisa mostra que 97,7% dos domicílios possuíam banheiro de uso exclusivo e que em 66,0% deles o escoamento do esgoto era feito pela rede geral ou fossa ligada à rede. Em 30,3% (21,1 milhões de domicílios) o esgotamento sanitário era feito por meio de fossa não ligada à rede, enquanto em 2,9% (2,0 milhões de domicílios) havia outra forma (diretamente para o rio, por exemplo), percentual que chegava a 8,8% na região Norte. O percentual de domicílios onde a coleta de lixo era feita diretamente por serviço de limpeza foi de 82,9%. Em 7,9% dos domicílios o lixo era recolhido em caçamba de serviço de limpeza, enquanto em 7,9% deles o lixo era queimado na propriedade. Esta modalidade chegava a 18,2% no Norte e a 16,0% no Nordeste.

De 2016 a 2017, passou de 92,3% para 92,7% a proporção dos domicílios onde pelo menos um morador tinha telefone celular, enquanto a proporção relativa ao telefone fixo caiu de 34,5% para 32,1%. Na região Norte, o percentual de domicílios com celulares cresceu de 88,1% a 88,8%. Já o percentual de domicílios com telefone fixo teve redução em todas as regiões, com destaque para o Sudeste (de 50,0% para 47,0%). No país, o percentual de domicílios onde havia computador, inclusive portáteis, recuou de 46,2% para 44,0%, nesse período. Todas as regiões tiveram queda nessa proporção. A máquina de lavar roupa estava presente em 63,8% dos domicílios, em 2017, contra 63,0% em 2016. A menor proporção de domicílios com esse bem durável estava no Nordeste (34,3%) e a maior, no Sul (84,4%). No Brasil, em 47,6% dos domicílios havia carro, em 22,4% havia motocicleta e em 10,8%, ambos. Em 2017, a população residente no Brasil foi estimada em 207,1 milhões de pessoas, 4,2% maior que em 2012.

Os maiores aumentos populacionais no período foram no Centro-Oeste (7,6%) e no Norte (7,3%). Entre 2012 e 2017, a população declarada branca era de 90,4 milhões de pessoas, em

2017, uma redução de 2,4% em relação a 2012 (92,6 milhões). As populações preta e parda cresceram 21,8% e 7,7%, respectivamente, no período. Essas informações fazem parte do módulo Características Gerais dos Domicílios e dos Moradores da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD-C) 2017, que traz dados sobre domicílios (cobertura e material das paredes, se próprio ou alugado, principais bens duráveis existentes, presença de banheiro, ligação com rede geral de abastecimento de água, esgoto e energia elétrica e destinação do lixo) para 2016 e 2017, e seus moradores (distribuição geográfica da população, sexo e idade e cor ou raça), de 2012 a 2017. No Distrito Federal, o abastecimento diário de água caiu de 99,7% para 43,3%. Segundo IBGE (2017), entre os 69,8 milhões de domicílios de todo o país, estimados pela PNAD Contínua em 2017, 97,2% (67,8 milhões de domicílios) possuíam água canalizada. Em 85,7% deles, a principal fonte de abastecimento de água era a rede geral de distribuição. Em 6,6% dos domicílios, a principal fonte de abastecimento era poço profundo ou artesiano; em 3,3%, poço raso, freático ou cacimba; 2,1% fonte ou nascente e em 2,3% outra forma de abastecimento. Entre os domicílios abastecidos pela rede geral, 86,7% dispunham da rede diariamente; 6,0%, com frequência de 4 a 6 vezes na semana e 5,4%, de 1 a 3 vezes. Em relação a 2016, houve um aumento (20,4%) de 607 mil domicílios com distribuição de água da rede geral de 4 a 6 vezes na semana, enquanto que em domicílios com distribuição de água da rede de 1 a 3 vezes na semana houve uma redução (6,2%) de 217 mil domicílios.

Na Figura 3.8 entre as grandes regiões, o percentual de domicílios com água canalizada variou de 92,2%, no Nordeste, a 99,8%, no Sul. A região Norte apresentou a menor proporção de domicílios em que a principal fonte de abastecimento de água era a rede geral de distribuição (59,2%), enquanto no Sudeste estava a maior (92,5%). Quanto à disponibilidade da rede geral, o Nordeste registrou o menor percentual de domicílios com disponibilidade diária (66,0%), ao passo que a região Sul, o maior (97,5%). De 2016 para 2017, o Centro-Oeste apresentou uma redução na disponibilidade diária de 94,8% dos domicílios para 81,4%, enquanto a distribuição de água da rede geral de 4 a 6 vezes na semana aumentou de 3,0% para 14,6%. O principal motivo para esse comportamento foi o racionamento de água que ocorreu em 2017 no Distrito Federal, causando uma redução da disponibilidade diária de 99,7% (2016) para 43,3% (2017) e aumento da distribuição de água da rede geral de 4 a 6 vezes na semana de 0,2% (2016) para 54,0% (2017). No Centro-Oeste, diminuiu o percentual de domicílios com energia elétrica em tempo integral. A pesquisa mostra que 99,8% dos domicílios do Brasil recebiam energia elétrica, seja fornecida pela rede geral, seja por fonte alternativa. Em 99,5% do total (69,4 milhões de domicílios), havia energia elétrica proveniente da rede geral e a disponibilidade era

em tempo integral em 99,2% dos casos (68,8 milhões de domicílios). Na região Norte, 98,9% dos domicílios tinham energia elétrica proveniente da rede geral ou de fonte alternativa, enquanto nas outras regiões, essa proporção variava de 99,5% a 100%. No Norte, onde 96,4% dos domicílios utilizavam energia proveniente da rede geral, 98,9% dispunham, também, de fonte alternativa. Dentre os domicílios que tinham a rede geral como fonte de energia elétrica, os percentuais dos que possuíam disponibilidade da rede em tempo integral foram: 99,3% no Sudeste; 99,2% no Sul e Nordeste; 98,6% na região Norte; e 98,3% no Centro-Oeste. Esta região, em 2016, tinha um percentual da rede em tempo integral de 99,2%, ou seja, apresentou uma queda neste tipo de disponibilidade (IBGE, 2017).

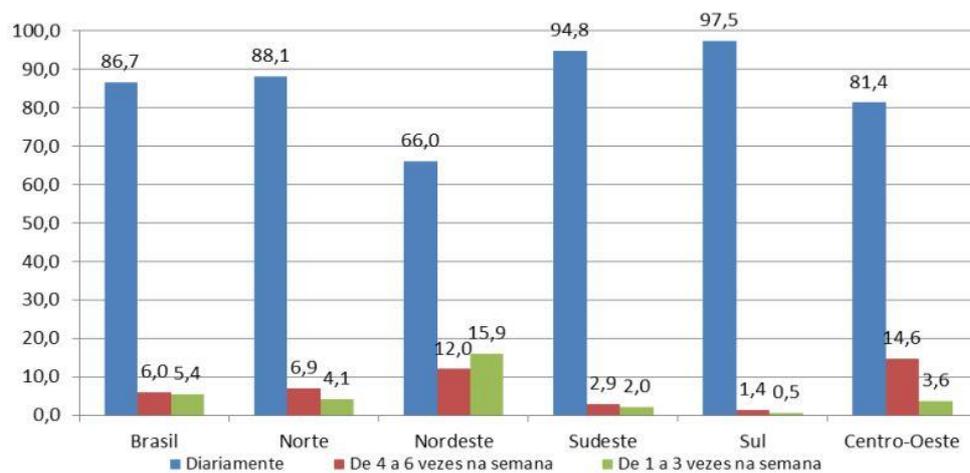


Figura 3.8: Disponibilidade da rede geral de abastecimento de água, por regiões (%)

Fonte: Pnad continua 2017, IBGE.

A pesquisa mostra que 97,7% dos domicílios do país possuíam banheiro de uso exclusivo e que em 66,0% (65,9% em 2016) deles o escoamento do esgoto era feito pela rede geral ou fossa ligada à rede. Em 30,3% (21,1 milhões de domicílios) o esgotamento sanitário era feito por meio de fossa não ligada à rede, enquanto em 2,9% (2,0 milhões de domicílios) havia outra forma de esgotamento sanitário (diretamente para o rio, por exemplo). Em 2016, o esgotamento por meio de fossa não ligada à rede ocorria em 29,7% dos domicílios, enquanto 2,8% usavam outra forma (IBGE, 2017).

Segundo IBGE (2017), na Figura 3.9 o percentual de domicílios que possuíam banheiro de uso exclusivo do domicílio variou de 91,1%, na região Norte, a 99,7%, no Sudeste. Por outro lado, a proporção de domicílios em que o esgotamento era feito pela rede geral ou fossa ligada à rede foi bem diferente entre as regiões. Em relação a 2016, essas proporções tiveram variações positivas nas regiões Norte (de 18,9% para 20,3%), Nordeste (de 44,3% para 45,1%) e Sul (64,8% para 65,9%), enquanto o Sudeste (89,0% para 88,9%) mostrou estabilidade e o Centro-

Oeste teve variação negativa (de 54,9% para 52,8%). Quanto à fossa não ligada à rede, o Norte teve o maior percentual em 2017 (69,2%) e o Sudeste o menor (8,9%), embora os dois tenham aumentado em relação a 2016, em que eram 68,1% e 8,6%, respectivamente. Cabe destacar que na região Norte 8,8% dos domicílios utilizavam outra forma de esgotamento (9,4% em 2016), proporção superior à observada nas demais regiões, contrastando com o resultado nacional (2,9%). Em 2017, o percentual de domicílios do país cujo lixo era coletado diretamente por serviço de limpeza foi de 82,9% (57,8 milhões de domicílios). Em 7,9% dos casos (5,5 milhões de domicílios), o lixo era coletado em caçamba de serviço de limpeza e em 7,9% (5,5 milhões de domicílios) era queimado na propriedade. O destino do lixo mostrou predominância da coleta diretamente por serviço de limpeza em todas as regiões, mesmo apresentando diferenças entre elas. As regiões com percentuais inferiores abaixo do resultado nacional foram Nordeste (69,6%) e Norte (69,8%). Sudeste (91,6%), Sul (86,1%) e Centro-Oeste (85,1%), por outro lado, apresentaram proporções superiores ao país (82,9%). Nas regiões Sul (8,4%), Sudeste (5,0%) e Centro-Oeste (7,2%), o segundo destino mais frequente do lixo era a caçamba de serviço de limpeza. Já o Norte (18,2%) e o Nordeste (16,0%) tiveram a queima do lixo na propriedade como segundo destino principal.

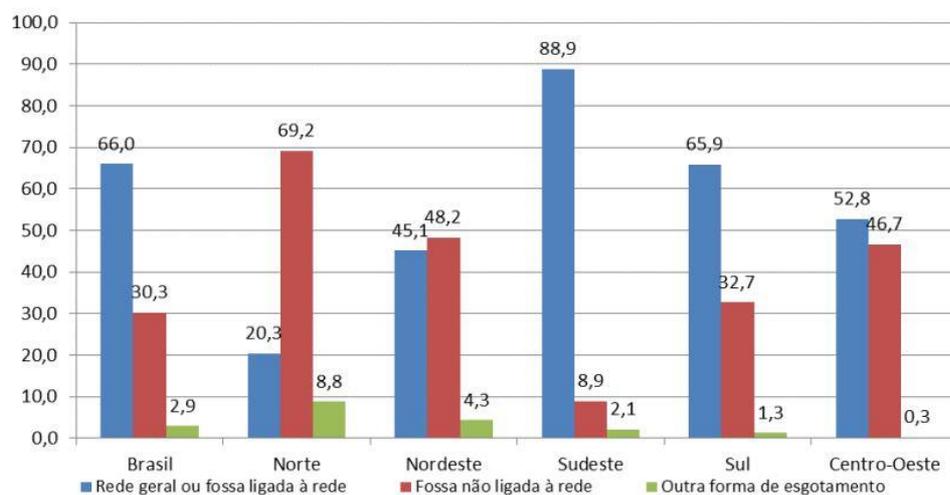


Figura 3.9: Formas de esgotamento sanitário, por regiões (%)

Fonte: Pnad continua 2017, IBGE.

Segundo IBGE (2017), todas as regiões tiveram aumento do telefone celular, entre 2016 e 2017, houve uma pequena variação positiva (de 92,3% para 92,7%) na proporção de domicílios do país onde pelo menos um morador possuía telefone celular, enquanto o telefone fixo caiu de 34,5% para 32,1%. A presença de telefone celular apresentou seus menores percentuais nas regiões Norte (88,8%) e no Nordeste (89,1%). Sudeste (93,9%), Sul (95,0%) e

Centro-Oeste (96,9%) registraram percentuais superiores a 90%. A presença de telefone fixo, por sua vez, mostrou maior diferença regional: o Sudeste registrou a maior proporção (47,0%), seguida do Sul (35,8%) e do Centro-Oeste (29,0%). Nordeste (12,6%) e Norte (10,6%) apresentaram as menores proporções. O telefone celular cresceu em todas as regiões entre 2016 e 2017, com destaque para o Norte (de 88,1% a 88,8%). Por outro lado, o telefone fixo caiu de 50,0% para 47,0% no Sudeste. A geladeira foi outro item encontrado na quase totalidade dos domicílios, com presença de 98,1%. Entre as grandes regiões, não houve percentual inferior a 90%, variando de 93,2%, no Norte, a 99,3%, no Sudeste, e 99,4% na região Sul. A posse de máquina de lavar roupa apresentou maiores diferenças entre as regiões, com presença em 63,8% dos domicílios nacionais. O menor percentual foi obtido na região Nordeste (34,3%), seguida da Norte (40,8%). As regiões de maior presença desse bem foram Sul (84,4%), Sudeste (77,6%) e Centro-Oeste (68,8%). Em 2017, 96,8% dos domicílios possuíam televisão no Brasil (em 2016 este percentual era de 97,4%). Essa proporção variou de 92,8%, na região Norte, a 97,9%, no Sudeste. Em todas as regiões, o percentual de domicílios que possuem televisão caiu, com a maior queda na região Norte, de 93,9% para 92,8%

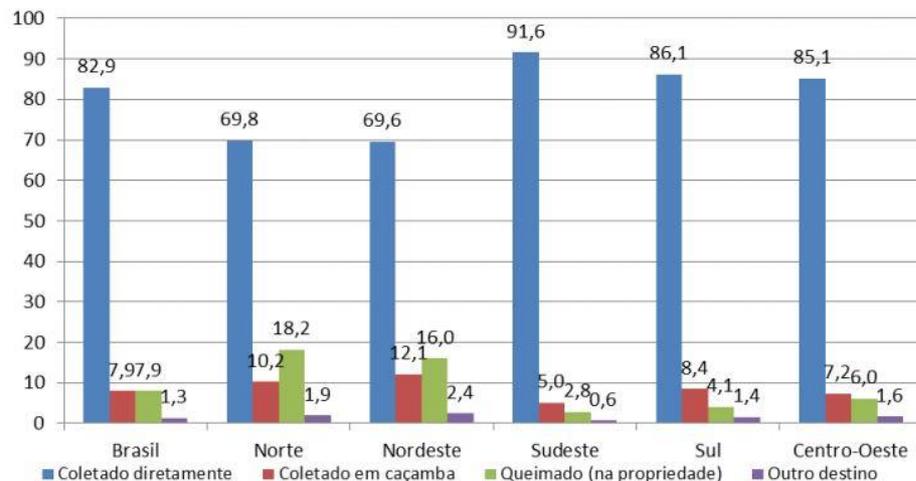


Figura 3.10: Destinos do lixo, por regiões (%)

Fonte: Pnad continua 2017, IBGE.

No Brasil, 44,0% dos domicílios possuíam microcomputador em 2017, inclusive portáteis, enquanto em 2016 eram 46,2%. A região Sudeste registrou o maior percentual (52,2%), seguida das regiões Sul (51,5%); Centro-Oeste (46,2%); Nordeste (29,9%) e Norte (28,2%). Todas as regiões apresentaram queda neste aspecto na comparação com 2016. No Brasil, havia carro em 47,6% dos domicílios, motocicleta em 22,4% e ambos em 10,8%. A região Sul apresentou o maior percentual de posse de carro (67,5%), ao passo que Norte

(26,9%) e Nordeste (27,0%) registraram as menores proporções neste aspecto e foram as únicas a ter percentuais de posse de motocicleta (32,6% e 29,8%, respectivamente) superiores aos de carro. A região Centro-Oeste, por sua vez, teve a maior proporção de posse de ambos os bens (15,8%). Todas as regiões apresentaram aumento de domicílios com automóvel ou motocicleta entre os anos de 2016 e 2017. Em 2017, a população residente no Brasil foi estimada em 207,1 milhões de pessoas, 4,2% maior que em 2012, quando foi estimada em 198,7 milhões. As regiões Centro-Oeste (7,6%) e Norte (7,3%) apresentaram os maiores aumentos populacionais no período, contudo possuíam as menores participações na população total (7,6% e 8,5%, respectivamente). A região Sudeste, por sua vez, concentrava 42,0% da população residente. Enquanto os homens representavam 48,4% da população residente, as mulheres correspondiam a 51,6%. O grupo das pessoas de 60 anos ou mais de idade cresceu de 12,8% para 14,6%, foi mantido o alargamento do topo e o estreitamento da base da estrutura etária, evidenciando a tendência de envelhecimento populacional. Houve redução dos percentuais de homens em quase todas as faixas etárias até 34 anos, com exceção da faixa de 20 a 24 anos, que caiu até 2016 (de 8,3% para 7,9%), mas teve leve aumento em 2017 (8,2%); e aumento a partir da faixa de 35 a 39 anos. Entre as mulheres, observou-se redução dos percentuais até a faixa de 30 a 34 anos de idade, e aumento nas seguintes (IBGE, 2017).

A população masculina apresentou perfil mais jovem que a feminina: os homens de até 24 anos eram 18,7% (20,0% em 2012) do total em 2017, enquanto as mulheres, 17,9% (19,5% em 2012). Por outro lado, os homens de 60 anos ou mais eram 6,4%, da população em 2017 (5,7% em 2012) e as mulheres desta faixa etária, 8,2% (7,2% em 2012). Entre 2012 e 2017, o grupo das pessoas de 60 anos ou mais cresceu de 12,8% para 14,6%. O contingente de pessoas nessa faixa etária cresceu 18,8%. A parcela de crianças de 0 a 9 anos na população residente, no entanto, caiu de 14,1% para 13,0% no período. Houve uma redução de 3,6% do contingente nessa faixa etária. No Norte, 35,8% das pessoas tinham menos de 20 anos, e 31,0% estavam nesse grupo no Nordeste. Essas regiões tiveram quedas mais acentuada da população de menos de 20 anos desde 2012, se comparadas às outras. Ainda observando a região Norte, 18,9% da população tinha 50 anos ou mais, enquanto 28,9% das pessoas da Sudeste e 29,9% da Sul estavam nesse grupo. Populações preta e parda cresceram 21,8% e 7,7%, a população declarada branca era de 90,4 milhões de pessoas em 2017, uma redução de 2,4% na comparação com 2012 (92,6 milhões). Em contrapartida, as populações preta e parda cresceram 21,8% e 7,7%, respectivamente, no período. A população branca, em 2017, representava 43,6% da população residente, ao passo que a preta era 8,6% do total e pardos correspondiam a 46,8%. Em 2012, as

pessoas declaradas brancas totalizavam 46,6%, enquanto 45,3% eram pardas e 7,4%, pretas. Marcantes diferenças regionais foram verificadas na composição da população por cor ou raça. Em 2017, 75,6% da população da Região Sul declaravam-se brancos; 19,6%, pardos; e apenas 4,2%, pretos. Por outro lado, na Norte, 71,2% da população eram pardos; 20,1%, brancos e 7,1%, pretos. Na Sudeste, aquela com a maior população residente, 51,2% eram brancos; 38,4%, pardos e 9,3%, pretos (IBGE, 2017).

3.4 Dimensão Ambiental

Observando autores que tratam do tema desenvolvimento sustentável, como Sachs (2002; 1993), Van Bellen (2006) e Montibeller-Filho (2008), se pode assumir que a inclusão da dimensão ambiental, como tema, nas discussões de desenvolvimento, ocorreu devido ao reconhecimento de que os processos de produção e consumo geram algum impacto no meio ambiente, resultando em problemas ambientais.

Ao se falar de sustentabilidade, encontra-se na literatura tanto o termo ambiental quanto o ecológico. Sachs os diferencia, apresentando a sustentabilidade ecológica como sendo referente à “preservação do potencial do capital na sua produção de recursos renováveis” e à limitação do “uso dos recursos não-renováveis” (SACHS, 2002). Ao passo que a sustentabilidade ambiental se refere ao “respeitar e realçar a capacidade de autodepuração dos ecossistemas naturais” (SACHS, 2002). A dimensão ambiental, apresentada nesta dissertação, abrange estas duas definições.

Dentre os problemas ambientais, Cima (2006) destaca como relevantes “a poluição atmosférica, da água e dos solos, o desflorestamento das áreas florestais e o aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera”. E ainda, menciona que quando se busca o que ocasiona tais problemas chega-se à extração, transformação e consumo de recursos energéticos. Sendo que, estes processos também levam ao esgotamento dos recursos não renováveis, trazendo incertezas a respeito da sustentabilidade do fornecimento de energia, de fontes específicas, no longo prazo. Assim, para que um tomador de decisão possa planejar formas de garantir o suprimento futuro de energia é necessário o levantamento e a análise de informações que incluam elementos da dimensão ambiental. Segundo Montibeller-Filho (2008), estas informações devem possibilitar: decisões que levem ao uso dos potenciais dos ecossistemas, minimizando os danos a estes; e a preservação das fontes de recursos energéticos e naturais. Sobre a otimização do uso dos recursos energéticos, Daly (2004) faz uma crítica ao atendimento do aumento da demanda pela simples expansão dos modelos já existentes,

sugerindo que, além do planejamento na geração de energia, também seja estudada e planejada uma forma de alcançar maior eficiência no consumo energético final, reduzindo o desperdício e a poluição. Para se mudar o cenário que existe hoje, é necessária uma mudança de foco, ou seja, “em lugar de se concentrar em ações corretivas, as novas abordagens ao desenvolvimento devem prevenir as agressões ao meio ambiente e os custos sociais excessivos” (SACHS, 1993). Montibeller-Filho (2008), em resumo dos elementos apresentados por Sachs (1993), relacionados à dimensão ambiental, cita seis pontos que devem ser considerados, quando se objetiva a “melhoria da qualidade do meio ambiente e preservação das fontes de recursos energéticos e naturais para as próximas gerações”:

- Produzir respeitando os ciclos ecológicos dos ecossistemas.
- Prudência no uso de recursos naturais não renováveis.
- Prioridade à produção de biomassa e à industrialização de insumos naturais renováveis.
- Redução da intensidade energética e aumento da conservação de energia.
- Tecnologias e processos produtivos de baixo índice de resíduos.
- Cuidados ambientais.

Na construção de indicadores, como citado por Philippi Jr e Malheiros (2012), estudos e critérios devem ser cuidadosamente escolhidos. No caso dos indicadores energéticos os pontos destacados, por Montibeller-Filho (2008), podem ter relevância como tais critérios para a dimensão ambiental.

3.4.1 Poluição Local e Global

O Brasil tem maior aumento da emissão de gases estufa em 12 anos. O País registou crescimento de 8,9% nas emissões em 2016 em comparação com o ano anterior; desmatamento potencializou a elevação. O total de emissões nacionais de gases de efeito estufa subiu 8,9% em 2016 em comparação com o ano anterior, revela um relatório lançado nesta quinta-feira pelo Observatório do Clima. Segundo o estudo, chamado Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), a concentração desses poluentes atingiu o nível mais alto desde 2008 e a elevação é a maior desde 2004. As altas concentrações de gases estufa podem potencializar o efeito de aquecimento natural causado pela atmosfera terrestre e levar a mudanças climáticas e aumento das temperaturas com sérias consequências ambientais. Em 2016, o Brasil emitiu 2,278 bilhões de toneladas brutas de gás carbônico equivalente (CO₂e) – expressão da quantidade de todos os gases de efeito estufa emitidos na forma de CO₂, contra

2,091 bilhões, em 2015. Isso representa 3,4% do total mundial, o que mantém o Brasil como sétimo maior poluidor do planeta. O descontrole do desmatamento, em especial na Amazônia, apresenta uma emissão de 218 milhões de toneladas de CO₂ a mais em 2017 do que em 2016.

O crescimento é o segundo consecutivo, e ocorre em meio à pior recessão econômica da história do Brasil. Segundo o SEEG, em 2015 e 2016, a elevação acumulada das emissões foi de 12,3%, contra um tombo de 7,4 pontos no PIB, que recuou 3,8% em 2015 e 3,6% em 2016. Isso faz do Brasil a única grande economia do mundo a aumentar a poluição sem gerar riqueza para a sociedade. A elevação nas emissões em 2016 foi uma consequência da alta de 27% no desmatamento na Amazônia, afirmam os especialistas. O principal responsável pelas emissões de gases estufa no país, hoje, é a atividade agropecuária: sozinha, ela respondeu por 74% das emissões nacionais no ano passado. Esse número soma as emissões diretas da agropecuária (22%) e as emissões por mudança de uso da terra, que cresceram 23% e passaram a representar 51% das emissões que o Brasil lançou no ar. Se fosse um país, o agronegócio brasileiro seria o oitavo maior poluidor do planeta, com emissões brutas de 1,6 bilhão de toneladas – acima de potências como o Japão, que emite 1,3 bilhão de toneladas por ano. De acordo com o relatório, isso contraria a tendência mundial, uma vez que a maior parte das grandes economias vem declinando a intensidade de carbono da economia, ou seja, a quantidade de emissões por unidade de PIB gerada. Contraditoriamente, quase todos os outros setores isolados da economia brasileira tiveram queda nas emissões. A mais expressiva foi no setor de energia, que teve recuo de 7,3% – a maior baixa em um ano desde o início da série histórica, em 1970. O setor de processos industriais, por sua vez, teve redução de 5,9%, e o de resíduos, 0,7%.

A Equação para todos os indicadores de poluição global é realizada em cima da quantidade de emissões de gases de efeito estufa (Emissões totais de gases de efeito estufa: CO₂, CH₄ e N₂O).

3.4.2 Emissões de gases no transporte brasileiro

De acordo com CETESB (2014) os veículos automotores rodoviários englobam os automóveis (veículos destinados ao transporte de passageiros, com capacidade para até oito pessoas, incluindo o condutor), os veículos comerciais leves (destinados ao transporte de pessoas ou carga, com peso bruto total até 3.856 kg), as motocicletas (veículos de duas rodas, com ou sem side-car, dirigido em posição montada), os caminhões (veículos destinados ao transporte de carga, com carroçaria e peso bruto total superior a 3.856 kg) e os ônibus (veículos

de transporte coletivo). No Brasil a frota de veículos automotores rodoviários foi estimada, em 2012, em 48.775.853 unidades, onde os automóveis e motocicletas corresponderam respectivamente a 57% e 27%, ou seja, quase 85% da frota total (BRASIL, MMA, 2014). Neste mesmo ano, comerciais leves, caminhões e ônibus, por sua vez, obtiveram respectivamente, as seguintes participações na frota nacional: 12%, 3% e 1%. Na década de 1980, automóveis e motocicletas representavam 76% e 3%, respectivamente, da frota nacional, o que evidencia um crescimento bastante expressivo da participação das motocicletas no país. Em 2014, a frota estimada de auto veículos (automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus) no Brasil, foi de 41.743 mil unidades, sendo que os automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus corresponderam respectivamente a 32.715, 6.287, 2.100 e 640 unidades. Em âmbito mundial, em 2013, o Brasil possuía a oitava maior frota de auto veículos (39.695 mil unidades), atrás de Estados Unidos, China, Japão, Alemanha, Rússia, Itália e França (ANFAVEA, 2016). Ainda que o Brasil possua uma grande extensão territorial, quando se analisa a distribuição da frota de auto veículos observa-se uma concentração desta em apenas algumas regiões. Três estados brasileiros, a saber, São Paulo, Minas Gerais e Paraná, concentraram, em 2014, mais da metade (52,3%) da frota nacional de auto veículos. O estado de São Paulo por sua vez concentrou 33,4% da frota nacional, o que o torna uma região importante para ser estudada.

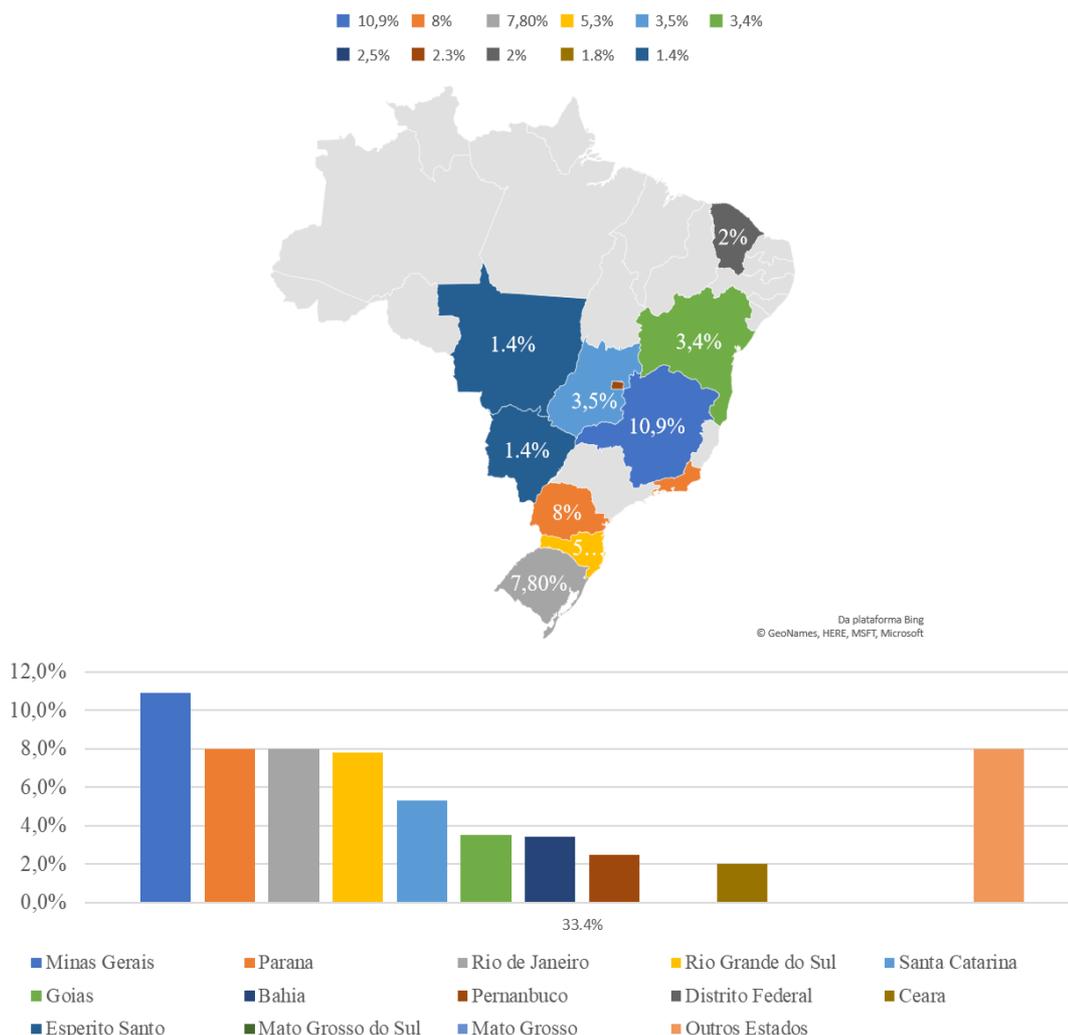


Figura 3.11: Distribuição percentual da frota estimada de auto veículos no Brasil por unidade da federação

Fonte: Elaborado pelo próprio a partir ANFAVEA (2016).

Segundo Kellen (2018) a frota de auto veículos em 2014, esteve concentrada principalmente nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Quando se analisa, no entanto, a frota brasileira de motocicletas e veículos similares em 2014, além do estado de São Paulo, que também detém a maior parte da frota, a saber, 21,44%, outros estados, principalmente da região Nordeste também têm participação expressiva nesta estimativa. Pode-se notar dois estados da região Nordeste entre os cinco estados com a maior frota de motocicletas e veículos similares, sendo eles, Ceará e Bahia, com participações percentuais, respectivamente, de 5,53% e 5,41%. Desde que foi inventado, inegavelmente o automóvel trouxe grandes benefícios às sociedades, dentre os quais podemos enfatizar, por exemplo, a facilidade no transporte, seja de cargas ou de passageiros, a diminuição do tempo de viagem, a comodidade no próprio transporte, entre

outros. Apesar destes benefícios, no entanto, também é inegável que com o crescimento das cidades e consequentemente da frota de veículos, vários malefícios ou externalidades negativas, passaram a ser gerados, sendo os mais conhecidos e visíveis pela população os congestionamentos e a poluição atmosférica.

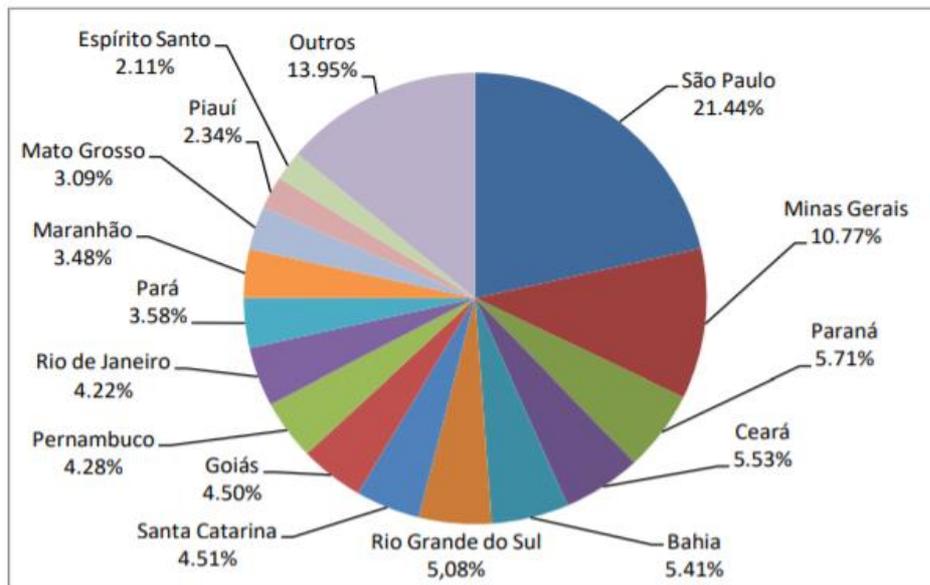


Figura 3.12: Distribuição percentual da frota de motocicletas e veículos similares no Brasil por unidade da federação

Fonte: Abraciclo (2015).

Quando a ação de um agente econômico, seja uma firma ou um indivíduo, afeta positivamente ou negativamente outros agentes, diz-se na literatura econômica que ocorreu uma externalidade. Quando são gerados benefícios a outrem, esta externalidade é denominada como positiva e contrariamente, quando há a geração de malefícios têm-se a geração de uma externalidade negativa. As externalidades ocorrem porque os agentes econômicos realizam suas ações considerando apenas seus próprios objetivos, desconsiderando, portanto, os impactos que podem ser gerados a outros agentes do sistema. Nas cidades, sejam elas pequenas ou grandes, urbanas ou rurais, cada motorista, segundo Andrade (2004), ao colocar seu veículo nas ruas gera uma externalidade negativa, ou seja, impõe um custo tanto aos demais motoristas quanto à sociedade como um todo e isto porque sua ação implica em ruas mais congestionadas, diminuição da velocidade dos demais veículos e aumento do número de acidentes e dos níveis de poluição (visual, sonora, do ar). Assim, os automóveis podem aumentar o número de óbitos e agravar ou possibilitar o surgimento de doenças respiratórias e auditivas, exemplos casos de externalidade negativa. A regulamentação, ou seja, a criação de medidas legais, se constitui numa das formas de corrigir a ineficiência gerada na presença de uma externalidade negativa.

São exemplos de regulamentação para corrigir externalidades negativas a lei proibindo pessoas de fumar em locais públicos, os Planos de Controle de Poluição Veicular (PCPV) e os Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso, que dentre outras medidas realizam vistorias periódicas nos veículos em circulação de forma a verificar se os níveis de emissões de gases poluentes estão dentro do permitido em lei. No que se refere à legislação brasileira sobre o controle das emissões de poluentes por veículos automotores destacam-se o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE) e o Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares (PROMOT), que tem contribuído para o desenvolvimento tecnológico dos fabricantes de combustíveis e de motores e autopeças. A partir da imposição de limites de emissões aos fabricantes de veículos, são estes programas que contribuíram para a queda nos níveis de emissões de veículos novos. O PROCONVE foi instituído em 1986, por meio da Resolução nº 18 de 06/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e dado o crescimento expressivo da frota de motocicletas no país foi criado em 2002 pela Resolução nº 297 do CONAMA o PROMOT. Ambos os programas objetivam reduzir os níveis de emissão veicular impondo aos fabricantes limites máximos de emissão, sendo que tais limites são alterados gradativamente e variam conforme o tipo de veículo (KELLEN, 2018).

De acordo com Cetesb (2015), as emissões de gases poluentes de um veículo automotor ocorrem de três maneiras: pela queima de combustível do motor (emissão de escapamento), pela evaporação do combustível armazenado no veículo, seja durante o uso ou o repouso do veículo, (emissão evaporativa), e por gases gerados durante o processo de abastecimento do tanque de combustível do veículo (emissão de abastecimento). Esta última forma de emissão passou a ser analisada com mais detalhes pela CETESB a partir de 2015. No estado de São Paulo, a idade média da frota de veículos automotores vem diminuindo desde 2006. Ainda que esta redução possa diminuir as emissões de gases poluentes, outros fatores contribuem para o aumento das emissões, tais como o próprio aumento da frota, os congestionamentos e também o número de veículos mais antigos que ainda circulam no Estado. Segundo dados da CETESB (2015), a frota circulante de veículos automotores com mais de vinte anos, em 2015, apesar de ter sido estimada em apenas 1 milhão de unidades, representando pouco mais de 8% da frota total, foi responsável por 42% das emissões de gases poluentes daquele ano. Os veículos com menos de dez anos, por sua vez, mesmo sendo 68,28% da frota, foram responsáveis por 33% das emissões.

As emissões de gases poluentes no ar, principalmente nos grandes centros urbanos, podem acarretar diversos problemas tanto na saúde da população quanto no meio ambiente como um todo. Ademais, de acordo com estimativas da Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2012 cerca de 7 milhões de pessoas no mundo morreram devido à exposição a poluição do ar (UNEP, 2015). Além das emissões de gases poluentes, os congestionamentos e a poluição sonora gerada pelos veículos e as consequentes pioras na qualidade de vida da população são outros exemplos visíveis de externalidades negativas provocadas pelo uso dos veículos automotores, tal como se observa na Tabela 3.9. Fora estas externalidades supracitadas, há outras que apesar de menos conhecidas são também muito importantes, como a geração de resíduos sólidos ao fim da vida útil do veículo (KELLEN, 2018).

Tabela 3.9: Impactos do transporte na sustentabilidade

Econômico	Social	Ambiental
Congestionamento de tráfego	Inequidade dos impactos	Poluição do ar, água e solos
Barreiras na mobilidade	Mobilidade	Perda do habitat natural
Acidentes	Impactos na saúde	Poluição sonora e visual
Infraestrutura + Custos	Qualidade de vida	Depleção dos recursos naturais
Depleção dos recursos naturais		PMC e transporte sustentável

Fonte: Ministério do Meio Ambiente apud CNT (2009).

3.4.3 Concentração de poluentes em áreas urbanas

A poluição nos centros urbanos manifesta-se, principalmente, com a degradação do ar, dos recursos hídricos e dos solos. As cidades representam, desde a constituição da modernidade industrial, os principais centros econômicos, sociais e geográficos do mundo, aglomerando em torno de si a maior parte de investimentos e serviços. Além disso, segundo a ONU, desde 2007, o número de pessoas vivendo em espaços urbanos ultrapassou os habitantes residentes no meio rural, algo já comum em países desenvolvidos e até em boa parte dos emergentes, incluindo o Brasil (PENA, 2018).

Toda cidade é caracterizada pela aglomeração de pessoas, nas grandes cidades a concentração de pessoas gera vários detritos ou sujeiras provocadas pelas relações sociais (industriais, comerciais, culturais e residenciais). O problema da poluição urbana ocorre desde o século XIX, na Inglaterra no início da revolução industrial, hoje, depois que o mundo passou por três revoluções industriais e pelo crescimento populacional, esse se encontra com uma população de mais ou menos 6 bilhões de pessoas consumindo e gerando lixo e poluição. O lixo é um dos principais problemas nos grandes centros urbanos, principalmente nos países de

primeiro mundo, um exemplo são os EUA que produzem cerca de 10 bilhões de toneladas de lixo sólido ao ano, um dos principais agentes poluidores são as embalagens descartáveis. Uma maneira de diminuir a quantidade de lixo é aplicando medidas para amenizar e reduzir, o consumo, reutilizando e reciclando produtos. Os lixões são grandes depósitos de lixo a céu aberto, são ambientes com grande probabilidade de contração de doenças, o mau cheiro chega a ser insuportável, por causa do estágio de decomposição dos elementos ali depositados, além de produzir chorume, que é um líquido resultante do lixo, esse possui coloração escura e é bastante ácido. Todavia, esse desenvolvimento urbano manifesta-se acompanhado por uma série de problemas, incluindo aqueles de ordem ambiental. Não obstante, a poluição nos centros urbanos tornou-se uma das problemáticas mais evidentes a serem enfrentadas nas esferas da qualidade de vida das cidades e também na preservação do meio natural. A elevada emissão de poluentes tóxicos na atmosfera, além da degradação de recursos naturais florestais e hídricos, constitui alguns dos principais desafios a serem superados (MUNDO EDUCAÇÃO, 2018).

Nesse sentido, podemos elencar alguns tipos de poluição urbana a serem combatidos ou reduzidos: a poluição do ar, a poluição hídrica e a poluição e degradação dos solos. Atenuar os efeitos dessas ações antrópicas no espaço das cidades é de fundamental importância para garantir aquilo que se denomina por sustentabilidade urbana, ou seja, a promoção de um desenvolvimento urbano que não comprometa o meio ambiente para as gerações futuras (PENA, 2018).

3.4.4 Poluição do ar nas cidades

A poluição do ar é um dos principais agravantes para a redução da qualidade de vida em muitas cidades do planeta, e isso inclui até mesmo os centros urbanos de países desenvolvidos. A cidade de Paris, por exemplo, decretou, em março de 2015, a implantação temporária de um sistema de rodízio de carros em função da poluição atmosférica para além dos limites aceitáveis. Problemas semelhantes reproduzem-se em inúmeras outras grandes capitais do mundo. No Brasil, as metrópoles e grandes capitais também passam pelos mesmos problemas. Na cidade de São Paulo, segundo estimativas realizadas por ONGs ambientais, existem 20% mais chances de se sofrer de câncer de pulmão em comparação com espaços menos poluídos. Tudo isso causado pelo excesso de veículos, indústrias e outros elementos sociais que emitem uma grande quantidade de poluentes tóxicos para a atmosfera. A poluição atmosférica nos centros urbanos também se intensifica pela remoção da vegetação, no sentido de que áreas arborizadas ou grandes reservas são eventualmente substituídas por ruas pavimentadas e infraestruturas de

mobilidade, como os viadutos. E isso tudo sem falar das áreas de expansão urbana, que se encontram também cada vez mais degradadas em sua paisagem natural. Outro “vilão” é a inversão térmica, um fenômeno atmosférico natural e comum em dias de inverno e em manhãs frias que dificulta a dispersão dos poluentes.

3.4.5 Poluição hídrica nas cidades

A poluição das águas, sobretudo dos cursos fluviais, ocorre de várias formas. Uma delas é a excessiva poluição e má destinação do lixo no espaço físico da própria cidade, que necessariamente integra uma bacia hidrográfica em específico. Assim, em tempos de chuva, todo o lixo acumulado nas ruas e calçadas é escoado em direção ao curso de algum rio, que se torna inutilizável. Além disso, a falta de estrutura ou o planejamento incorreto no destino de resíduos sólidos também intensificam o problema. As redes de esgoto, muitas vezes, não contam com estações de destino e tratamento da água, depositando todo o material em grandes rios e até nos mares, no caso das cidades litorâneas. Isso, além de comprometer a disponibilidade de água potável, prejudica a preservação de espécies animais e dos ecossistemas. Destaca-se, também, nesse contexto, o descarte direto de lixo de maneira irregular no leito dos cursos d'água, o que perpassa por uma má consciência individual e coletiva da população e também por uma política frágil de fiscalização e preservação dos recursos naturais em muitos municípios. Os custos para a despoluição completam desses rios tornam-se impraticáveis para a maior parte das administrações públicas, o que torna o problema ainda mais grave no espaço geográfico urbano.

3.4.6 Chuvas ácidas

São originadas pelo agrupamento de algumas substâncias na atmosfera, como o óxido de nitrogênio e de enxofre com vapor d'água dá origem aos ácidos nítricos e sulfúricos. Gerando um dos principais aborrecimentos das construções, que é a corrosão, destacando os monumentos históricos que sentem esse efeito.

3.4.7 Ilha de calor

As regiões urbanizadas possuem um clima mais elevado em relação às áreas periféricas, isso é provocado pelas construções (edifícios, pavimentação, calçadas, concretos) que retém e irradia calor aumentando assim a temperatura, a diferença entre um centro urbano e a zona rural

pode variar entre 2 a 4 °C. Nas áreas de ilha de calor o índice pluviométrico se eleva em relação à zona rural.

3.4.8 Poluição do solo urbano

O solo no espaço das cidades também acaba sendo alvo da elevada poluição, que ocorre principalmente pelo errôneo manejo dos resíduos sólidos. Nos lixões e nos aterros sanitários, o acúmulo de lixo urbano gera um líquido poluente chamado de “chorume”, que infiltra e torna os solos improdutivos. Além disso, quando atinge o lençol freático, essa forma de poluição compromete também a disponibilidade de água.

Esse problema pode ser combatido com a extinção dos lixões – algo oficialmente efetuado no Brasil em 2014, muito presente – e difusão de políticas de reciclagem ou reaproveitamento dos materiais descartáveis. No Brasil, esses procedimentos estão contemplados pela Política Nacional de Resíduos sólidos, mas ainda se portam como grandes desafios a serem superados.

3.4.9 Enchentes

As enchentes são comuns nos grandes núcleos urbanos, principalmente no período chuvoso, pelo fato das cidades serem construídas com concretos e asfaltos, o que diminui drasticamente a impermeabilização do solo, como a água não consegue infiltrar, ela se armazena nas ruas provocando vários inconvenientes e transtornos, como a invasão da água em empresas e residências, trazendo prejuízos financeiros e provocando até mortes. As enchentes também são decorrentes de lixo nas galerias fluviais e construções próximas a rios que transbordam aumentando o agravante.

3.4.10 Quantidade de emissões de gases de efeito estufa

Entre 1990 e 2016, as emissões brutas de gases de efeito estufa (GEE) do Brasil passaram de 1,72 bilhão de toneladas de gás carbônico equivalente (GtCO₂ e) para 2,27 GtCO₂ e, um aumento de 32%. A trajetória das emissões, contudo, teve períodos distintos de crescimento e redução, superando 2,78 GtCO₂ e em 1995 e 3,9 GtCO₂ e em 2004 e caindo a menos da metade desse valor (1,92 GtCO₂) em 2010. A partir de 2013 houve uma reversão de tendências, com subida das emissões motivada pelo aumento do desmatamento na Amazônia e pelo aumento do uso de combustíveis fósseis na matriz energética. Entre 2015 e 2016 houve um aumento de 9% das emissões, mesmo num período de recessão, devido ao aumento das emissões por mudanças de uso da terra (especialmente pelo aumento do desmatamento na Amazônia) e agricultura (o

menor abate de bovinos, causado pela recessão, provocou aumento de rebanho). Quando desconsideradas as mudanças de uso da terra e florestas as emissões caíram 3% em 2016 em relação a 2015 (que, por sua vez, apresentou queda de 2% em relação a 2014) (SEEG, 2018).

A Equação 3.7 utilizada para criação do indicador foi a quantidade de emissões de poluentes das emissões setoriais (setor agropecuário, energia, processos industriais resíduos e mudanças de uso da terra) de dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio e monóxido de carbono.

$$\text{Emissões} = Q_s \div (P_a) \quad (3.7)$$

Onde:

Qs: Quantidade de poluentes das emissões setoriais.

Pa: Poluição atmosférica.

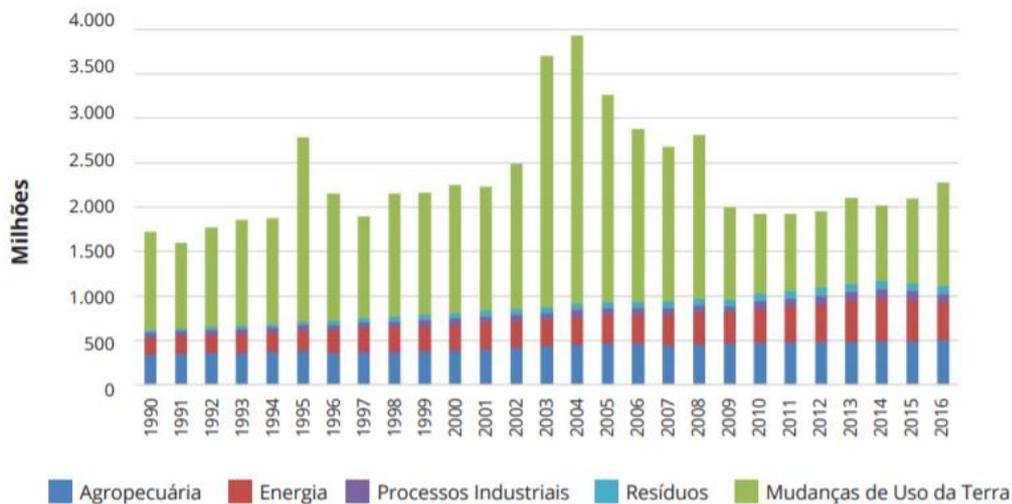


Figura 3.13: Emissões brutas de GEE no Brasil de 1990-2016 (Milhões)

Fonte: Próprio autor com base no relatório Seeg (2018).

Quando consideradas as remoções de CO₂ da atmosfera por alterações do uso da terra (como pastagem que vira floresta secundária) e por manutenção de florestas naturais em terras indígenas e unidades de conservação, por exemplo, observa-se que as emissões líquidas de GEE partiram de 1,5 GtCO₂ em 1990 e chegaram a 1,75 GtCO₂ em 2016, um aumento de 17% no período. O pico de emissões líquidas aconteceu em 2004, quando elas alcançaram 3,5 GtCO₂. Entre 2015 e 2016 as emissões líquidas subiram 12%.

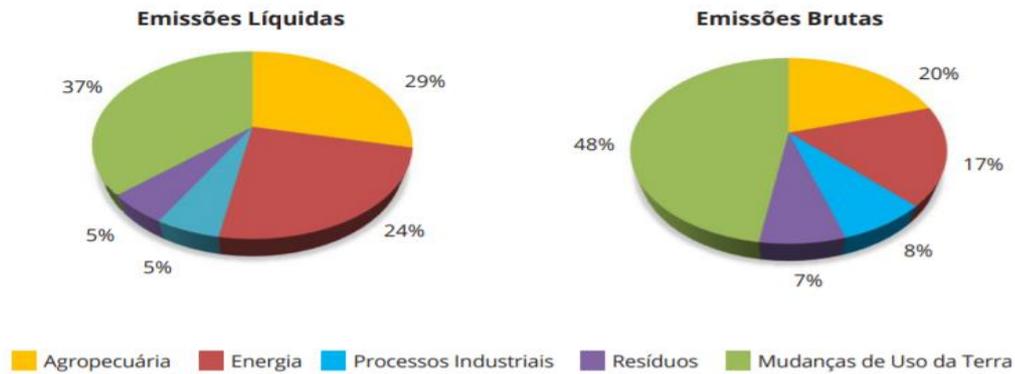


Figura 3.14: Emissões de GEE no Brasil em 2016

Fonte: Próprio autor com base no relatório Seeg (2018).

Segundo Seeg (2018) no mesmo período (1990-2016), as emissões globais cresceram 35%. O crescimento se deu de forma quase contínua até 2013, quando desacelerou e permanece desde então na casa de 55 bilhões de toneladas CO₂, embora ainda crescendo. No Brasil, as variações ao longo do tempo são explicadas especialmente pelas alterações do uso da terra e florestas (em especial o desmatamento na Amazônia), que já chegaram a representar quase 77% das emissões brutas brasileiras (2003/2004) e atualmente caíram para 51% do total, mas mantêm-se como principal fonte de emissões no país. Quando consideradas as emissões líquidas, as alterações de uso da terra representam 36% do total, voltando a ser também as principais fontes de emissões líquidas – o que não acontecia desde 2010, quando energia e agropecuária vinham superando as alterações de uso da terra.

3.4.11 Emissões por diferentes gases de efeito estufa

Três gases – dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) – perfazem 99% das emissões brasileiras. O CO₂, isoladamente, representou 73% das emissões totais brutas e 64% das emissões líquidas em 2016 e tem como principais fontes a queima de combustíveis fósseis e as mudanças de uso da terra. Já o CH₄ representou 17% das emissões totais brutas (23% das emissões líquidas) e tem como principais fontes a produção pecuária e o tratamento de resíduos. O N₂O representou 9% das emissões brutas (12% das emissões líquidas) e tem como principal fonte a adubação de solo – tanto por dejetos animais quanto por fertilizantes nitrogenados. A Figura 3.15 mostra a evolução da participação dos gases nas emissões brasileiras. As emissões de CO₂ chegaram a representar mais de 82% das emissões em 2003 e 2004, quando ocorreram picos no desmatamento, principalmente na Amazônia.

A Equação 3.8 utilizada para criação do indicador foi a quantidade de emissões de poluentes das emissões setoriais dos gases (N_2O , CO_2 , CH_4 e outros) das atividades do setor agropecuário, energia, processos industriais resíduos e mudanças de uso da terra.

$$\text{Emissões} = Pa \div (Qs) \quad (3.8)$$

Onde:

Pa: Poluição atmosférica.

Qs: Quantidade de poluentes das emissões setoriais.

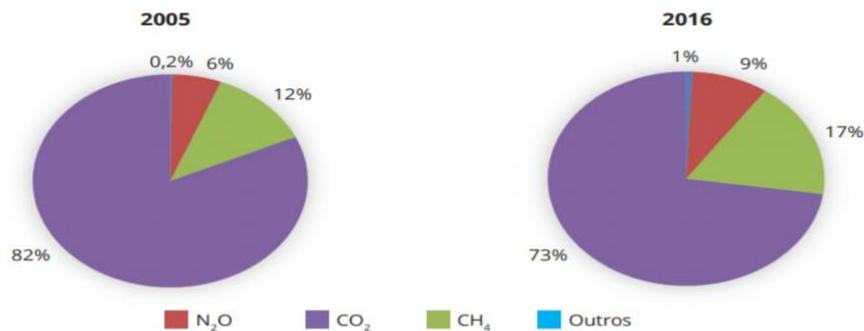


Figura 3.15: Participação dos diferentes GEE nas emissões brasileiras

Fonte: Próprio autor com base no relatório Seeg (2018).

3.4.12 Emissões por atividade econômica

Quando dados das emissões são reorganizados buscando identificar as atividades econômicas que originam as emissões, observamos que a atividade agropecuária e mudanças no uso da terra são as principais fontes de gases de efeito estufa no Brasil, respondendo por 74% das emissões (Figura 3.16), um aumento em relação a 2016, quando essa atividade representava 69% das emissões. Quase dois terços é oriunda da conversão de floresta em pastos e agricultura e a outra parcela grande provém das emissões diretas da agropecuária como a fermentação entérica e manejo dos solos. Uma parcela menor vem do consumo energético e de processos industriais relacionados ao agronegócio.

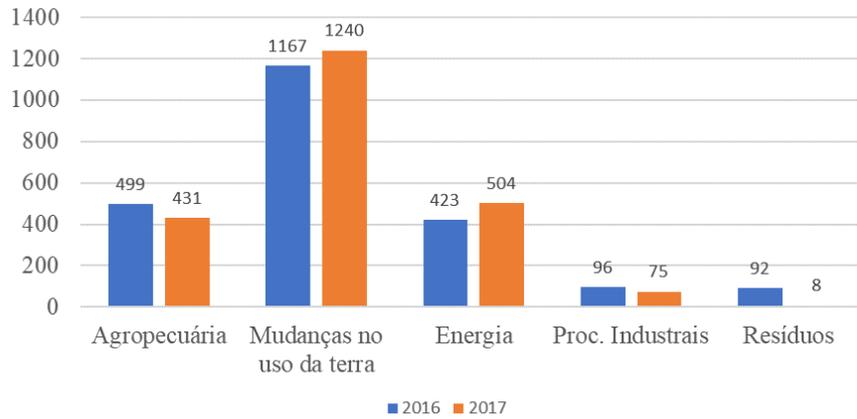


Figura 3.16: Total de Emissões de GEE no Brasil por setor e atividades econômica, em 2017 (Unidade)

Fonte: Próprio autor com base no relatório Seeg (2018).

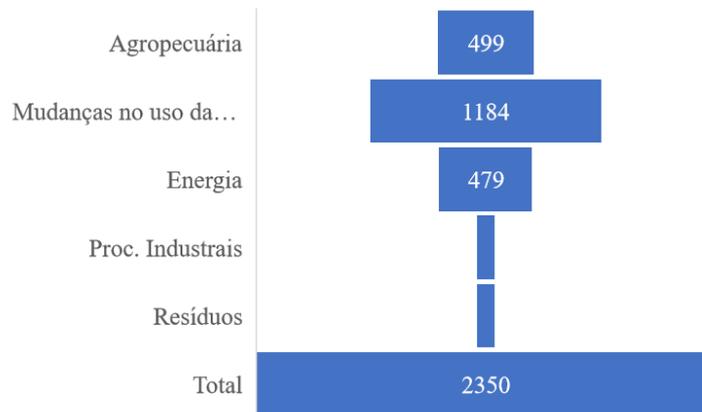


Figura 3.17: Emissões de GEE no Brasil, por setor econômica, em 2017 (Unidade)

Fonte: Próprio autor com base no relatório Seeg (2018).

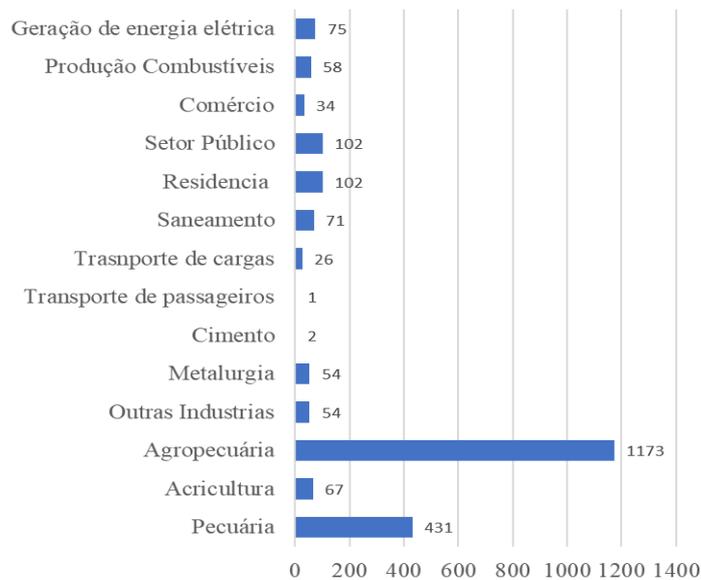


Figura 3.18: Emissões de GEE no Brasil, por atividade econômica, em 2017 (Unidade)

Fonte: Próprio autor com base no relatório Seeg (2018).

Em segundo lugar está o setor de transportes, com 9% das emissões, todas oriundas do consumo de combustíveis fósseis. O transporte individual (automóveis e motocicletas) emite mais de três vezes em comparação com o transporte coletivo (ônibus) apesar de transportar um número menor de pessoas. O transporte rodoviário de cargas também se destaca por emitir quase cinco vezes mais que a soma de todas as emissões de transporte aéreo, ferroviário e hidroviário. Outro setor de destaque é a indústria, que responde por 8% das emissões totais, sendo as principais parcelas oriundas da geração e do consumo de energia e das emissões diretas dos processos industriais, e uma contribuição menor do tratamento de resíduos industriais.

3.4.13 Emissões brasileiras no contexto global

A evolução das emissões brasileiras de gases de efeito estufa em relação às globais pode ser dividida em quatro fases: entre 1990 e 1997 as emissões totais no Brasil cresceram em um ritmo maior que as emissões globais; já no período entre 1998 e 2004 as emissões cresceram num ritmo similar ao das emissões globais e, após 2005, elas se descasam das emissões globais e apresentam uma forte redução, enquanto no resto do mundo elas crescem. Um quarto período parece se formar após 2009 – curiosamente, após o lançamento da Política Nacional de Mudanças Climáticas: desde então as emissões pararam de cair e têm-se mantido relativamente estáveis no entorno de 1,8 a 1,9 GtCO₂ e de emissões brutas e entre 1,3 e 1,4 GtCO₂ e emissões líquidas. Neste contexto, o ano de 2016 é excepcional, com as emissões brutas ultrapassando 2,2 bilhão de toneladas e líquidas de 1,7 bilhão de toneladas devido ao descontrole do desmatamento, algo que não era visto desde 2008. Nos últimos anos, as emissões globais também passaram a desacelerar e podem estar próximas de atingir o seu pico, ao redor de 56 GtCO₂ (SEGG, 2018).

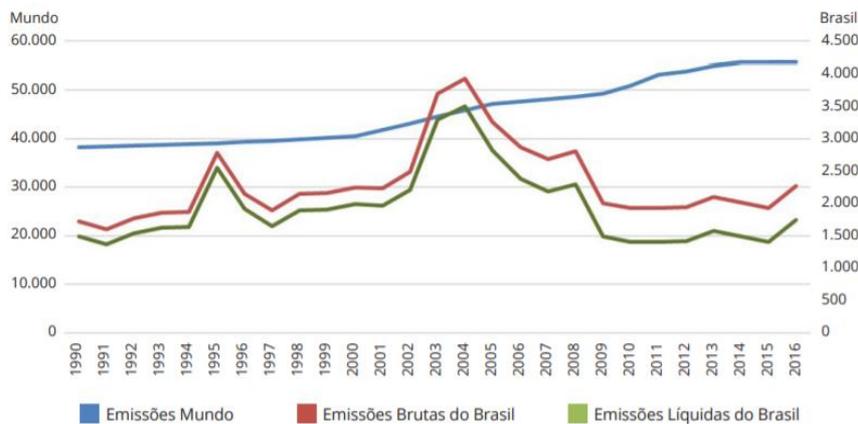


Figura 3.19: Emissões de GEE no Brasil e no mundo

Fonte: Relatório Seeg (2018).

A participação das emissões brasileiras nas emissões globais em todo período de 1990 a 2016 foi de 4% a 5% (emissões líquidas e brutas, respectivamente), variando bastante no período e chegando ao pico de 8% das emissões globais em 2003 e 2004. Apesar do histórico recente de redução das emissões totais, as estimativas de emissões brasileiras de gases de efeito estufa geradas pelo SEEG apontam uma tendência de crescimento em todos os setores analisados, exceto uso da terra, que diminuiu significativamente suas emissões a partir de 2005 devido à redução importante nas taxas anuais de desmatamento da Amazônia, mas que a partir de 2012 passou a oscilar entre aumentos e reduções. Neste sentido o comportamento das emissões brasileiras se assemelha ao comportamento global agregado, exceto após 2014, quando as emissões excluindo uso da terra passam a cair no Brasil em decorrência da recessão, enquanto no mundo elas permanecem estáveis. A emissão per capita brasileira bruta permaneceu mais alta que a emissão per capita global em todo período, sendo, em alguns anos, quase o triplo da média global. Somente em 2010 as emissões per capita líquidas passaram a se equiparar ao nível global (aproximadamente 7,5 tCO₂/habitante/ano). Em 2015 caíram abaixo da média global (6,9 t/habitante contra 7,6 t/habitante no mundo), para voltarem a um nível maior em 2016 (8,5 t/habitante contra 7,5 na média global).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente trabalho foi utilizar uma base de indicadores energéticos como ferramenta para o planejamento energético integrado no Brasil. Para tal, foi estabelecida uma linha de estudo que se iniciou com a caracterização do processo de planejamento de um modo geral. De fato, a atividade de planejamento foi evoluindo paralelamente à necessidade do homem de intervir em seu meio com a finalidade de atingir objetivos pré-estabelecidos. Ao longo dos anos o planejamento foi sendo sistematizado e ganhou um espectro bastante amplo de aplicações. Na área econômica, surge como instrumento de política econômica das nações no início do século XX, em virtude da necessidade de se atingirem objetivos econômicos e metas sociais que não eram atendidos em sua plenitude somente por meio das forças de mercado, uma vez que as premissas da teoria econômica de competitividade dos mercados não se verificavam na prática.

Nesse sentido, a aplicação dos indicadores energéticos padronizada internacionalmente é fundamental, uma vez que possibilita o estabelecimento de uma base confiável de comparação entre os países, para que sejam avaliados os progressos com relação à redução das emissões e ao aumento da eficiência dos sistemas energéticos. Outro importante aspecto com relação a base de indicadores é o fato de englobar as dimensões econômica, social e ambiental do uso da energia, passando a funcionar como uma ferramenta analítica de avaliação, o monitoramento e comparação do nível de sustentabilidade energética dos países. A incorporação dessas dimensões também se coaduna com as premissas do Planejamento Energético Integrado, uma vez que permitem a avaliação não só das implicações econômicas, mas também sociais e ambientais.

Finalmente, cabe destacar que a aplicação da base de indicadores *ISED* para as regiões do Brasil, apesar de apropriada, exigiu um cuidadoso trabalho de coleta de informações energéticas a partir das bases de dados estatísticos do Brasil. A mais importante fonte de informações energéticas no Brasil é o Balanço Energético Nacional, que foi amplamente utilizado para elaboração dos indicadores. Merece destaque, contudo, o fato de que a metodologia utilizada pelo balanço energético nacional para consolidação das informações energéticas não é totalmente compatível com a metodologia empregada em balanços internacionais, como o Balanço Energético da Agência Internacional de Energia, que reúne informações energéticas de mais de 25 países, e o da *Eurostat*, que fornece dados de energia dos países da Comunidade Europeia. Um exemplo desta incompatibilidade é o mecanismo de

classificação das atividades econômicas, que não segue o Sistema Internacional de Classificação das Atividades Industriais, como fazem os balanços internacionais, o que pode comprometer análises de comparação.

A partir da utilização de técnica da bibliométrica foi possível definir os indicadores de sustentabilidade corporativa a partir de critérios definidos no meio acadêmico científico nacional. Foram definidos 22 indicadores, sendo 4 sociais, 8 econômicos e 10 ambientais.

Observou-se na definição dos indicadores que as pesquisas sobre a temática abordada, a partir da limitação do método utilizado, são recentes. A partir das buscas, observa-se que ainda existem poucos estudos que fazem uso de sistemas de indicadores para sustentabilidade, principalmente no setor energético, uma vez que de 41 analisados para seleção, apenas 22 abordados nos resultados trataram da sustentabilidade corporativa de empreendimentos energéticos no período de 2000 a 2018. Na realidade, até mesmo em análises em nível nacional, a construção de indicadores como intensidade energética fica comprometida, uma vez que a classificação setorial de consumo de energia no BEN não é compatível com as informações de dados econômicos, disponibilizada pelo IBGE. Tal incompatibilidade leva à necessidade de realização de ponderações e estimativas a partir de outros dados primários, o que torna mais trabalhoso o processo de construção de indicadores e pode contribuir para o aumento da imprecisão das informações.

No que concerne o sistema energético brasileiro, foi necessária a inclusão de indicadores adicionais, de modo a permitir o detalhamento das especificidades existentes no Brasil.

Não obstante, a análise de indicadores que englobam as questões econômicas, sociais e ambientais do uso da energia é de fundamental importância para o Brasil, onde investimentos em infraestrutura energética competem com outras prioridades nacionais como educação, saúde e saneamento básico (SCHAEFFER et al., 2003). Ademais, ao se incorporar a dimensão social do uso da energia é possível verificar uma série de questões sociais latentes no país, como a significativa desigualdade de renda, a falta de acesso à energia em áreas rurais e a indisponibilidade de recursos financeiros para compra de fontes modernas de energia em áreas urbanas do país.

4.1 Trabalhos Futuros

No setor energético, o planejamento surge com o objetivo fundamental de suprimento de energia para manutenção do crescimento econômico dos países, partindo-se do pressuposto de que sem o aporte ininterrupto de energia, não há crescimento. Dessa forma, buscava-se a

otimização do suprimento das fontes energéticas através dos indicadores da base *ISED*. Aqui cabe ressaltar que para análises futuras e contrição para o planejamento energético do Brasil a aplicação *ISED* deve ser realizado em microrregiões onde os resultados serão mais pontuais e objetivos para uma conclusão precisa ao planejamento energético brasileiro.

Outra possibilidade de trabalho também interessante seria o estudo dos efeitos de retroalimentação das políticas de eficiência energética, ou o chamado efeito bumerangue. Dessa forma, poderiam ser incorporados mecanismos de retroalimentação no diagrama de indicadores para o estudo e quantificação desses impactos. Ademais, um importante aspecto a ser considerado nos estudos relacionados com a identificação e quantificação dos impactos do efeito bumerangue consiste na distinção dos diferentes componentes relacionados com a variação do uso da energia (SCHIPPER et al., 1997). Nesse sentido, a base de indicadores energéticos pode ser prestar como uma eficaz ferramenta de análise.

Finalmente, dado o peso do setor de transportes na demanda por derivados de petróleo e nas consequentes emissões de GHG, outra recomendação de estudo relevante, associada à utilização da base de indicadores energéticos, é a introdução de novos indicadores à base *ISED*, relacionados com o consumo de energia no setor de transportes. Alguns possíveis indicadores foram abordados, porém de uma maneira mais geral, como por exemplo, a evolução do número de habitantes por veículos, a densidade de infraestrutura por modal de transporte, a relação de investimentos em transportes e PIB no Brasil. Também poderia ser desenvolvido um índice de desempenho para o transporte público, com base da idade da frota, taxa de sucateamento e quantidade de passageiros transportados. Outro fator importante com relação à eficiência no setor de transportes rodoviários é a degradação da infraestrutura de transporte no Brasil, que também pode ser utilizado como indicador nesse setor.

REFERÊNCIAS

AIEA – Agência Internacional de Energia Atômica: **Indicators for Sustainable Energy Development - ISED**. AIEA, Austria, 2005.

ALMEIDA, Adriana Ripka. **Indicadores Energéticos**: Instrumentos de apoio ao desenvolvimento sustentável. Curitiba, 2016.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica; Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 3ª edição, 2008. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>>. Acesso em: 06 novembro 2018.

ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. São Paulo, 2016.

ANDRADE, E. C. Externalidades. In: **BIDERMAN, C.; ARVATE, P. (org.). Economia do Setor Público no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

BAJAY, S. V. Evolução do planejamento energético no Brasil na última década e desafios pendentes. **Revista Brasileira de Energia**. 2013, v. 19, nº1, pp. 255-266.

BAJAY, Sergio Valdir. Uma revisão crítica do atual planejamento da expansão do setor elétrico brasileiro. **Revista Brasileira de Energia**, vol. 9, nº 1, pp.1-7, 2001.

BAJAY, S. V. Planejamento Energético: Elementos para um Novo Enfoque. In: La Rovere, E.L.; Robert, M. (Org.). **Planejamento Energético Regional: A experiência paulista à luz de práticas que a inspiram no exterior**. v. 1, pp. 271-322, 1989.

BASSO, L.A; VERDUM, R. **Avaliação de Impacto Ambiental: Eia e Rima como instrumentos técnicos e de gestão ambiental**. Rio Grande do Sul, 2006.

BANCO CENTRAL DO BRASIL/Departamento Econômico. <https://www.bcb.gov.br/pec/boletimregional/port/2018/07/br201807P.pdf>. 2018

BIELECKI J. Energy security: **is the wolf at the door? The Quarterly Review of Economics and Finance** 42: 235–250, 2002.

BRASIL, MMA (Ministério do Meio Ambiente). **2º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013 – Ano-base 2012**: Relatório final. MMA, Brasília, DF, Brasil, jan. de 2014. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Inventario_de_Emissoes_por_Veiculos_Rodoviarios_2013.pdf>. Acesso: 20 Set. 2018.

BRASIL, Decreto nº 5.184/04. **Cria a Empresa de Pesquisa Energética - EPE, aprova seu Estatuto Social e dá outras providências**. Brasília, 2004.

BRASIL, Lei nº 10.847/04. **Criação da Empresa de Pesquisa Energética – EPE.** Brasília, 2004.

BRASIL, Lei nº 9.427/96. **Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.** Brasília, 1996.

BRASIL, Lei nº 9.478/97. **Criação do Conselho Nacional de Política Energética – CNPE.** Brasília, 1997.

BRASIL, Lei nº 9.648/98. **Criação do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS.** Brasília, 1998.

BRASIL, Lei nº 9.984/00. **Criação da Agência Nacional de Águas – ANA.** Brasília, 2000.

BRASIL, Portaria nº 150/99. **Atribuições do Ministério de Minas e Energia – MME** Brasília, 1999.

BRASIL. Decreto nº 24.643/34. **Código de Águas.** Rio de Janeiro, 1934.

BRASIL. Lei nº 3.782/60. **Criação dos Ministérios da Indústria e do Comércio e das Minas e Energia, e outras providências.** Brasília, 1960.

BRASIL. Lei nº 5.899/73. **Aquisição dos serviços de eletricidade da ITAIPU e outras providências.** Brasília, 1973.

BRASIL. Lei nº 6.189/74. **Criação das Empresas Nucleares Brasileiras Sociedade Anônima - NUCLEBRÁS.** Brasília, 1974.

BRASIL. Lei nº 8.028/90. **Organização da Presidência da República e dos Ministérios, e outras providências.** Brasília, 1990.

BRASIL. Lei nº 8.422/92. **Organização de Ministérios, e outras providências.** Brasília, 1992.

BRASIL. Lei nº 9.433/97. **Lei das Águas.** Brasília, 1997.

BRASIL. Portaria nº 1.617/82. **Criação GCPS.** Brasília, 1982.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 001/865. **Criação da Avaliação de Impacto Ambiental.** Brasília, 1986.

BLYTH, W., LEFEVRE, N. Energy Security and Climate Change Policy Interactions: An Assessment Framework. Information Paper IEA, Paris, 2004.

CASTRO, N.J.; BRANDÃO, R.; DANTAS, G.A.; ELY, R.N. **Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2020: Análise do método, metas e riscos.** Rio de Janeiro. GESEL/IE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2012 (Texto de Discussão do Setor Elétrico n.º 44).

CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL (CME). **Panorama do Setor de Energia Elétrica no Brasil**. Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, Rio de Janeiro, 1988.

CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL. **O planejamento da expansão do setor de energia elétrica**: a atuação da Eletrobrás e do Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS) 1ª ed. Rio de Janeiro: Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, 2002. 540 p.; ISBN: 85-85147-53-9

CETESB. **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Emissões veiculares no Estado de São Paulo 2014**. São Paulo: CETESB, 2015, 145 p. Disponível em: <http://veicular.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/35/2013/12/Relat%C3%B3rio-emiss%C3%B5es-veiculares-2014_VERS%C3%83O-DIGITAL_01.09.pdf>. Acesso em: 20 Set. 2018.

CETESB. **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Emissões veiculares no Estado de São Paulo 2015**. São Paulo: CETESB, 2016, 214 p. Disponível em: <<http://veicular.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/35/2013/12/Relatorio-Emissoes-Veiculares-2015-subst-011116.pdf>>. Acesso em: 20 Set. 2018.

CEPEL, Centro de Pesquisas de Energia Elétrica -. **DESSEM - Modelo de Despacho Hidrotérmico de Curto Prazo**. 2015. Disponível em: <<http://www.cepel.br/produtos/dessem-modelo-de-despacho-hidrotermico-de-curto-prazo.htm>>. Acesso em: 09 nov. 2016.

CHIAVENATO, I. **Introdução à Teoria Geral da Administração**: na administração das organizações. Edição Compacta. 3º Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

COHEN, C. A. Padrões de consumo: **desenvolvimento, meio-ambiente e energia no Brasil**. Tese de D. Sc. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2002.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1988.

COSTA, R. C. **Do model structures affect findings**: Two energy consumption and CO₂ emission scenarios for Brazil in 2010. *Energy Policy* 29: 777-785, 2001.

CIMA, F. M. **Utilização de Indicadores Energéticos no Planejamento Energético Integrado**, Rio de Janeiro, 2006.

DALY, Herman E. Crescimento sustentável? Não, obrigado. **Ambiente & sociedade**, v. 7, n. 2, p. 197-202, 2004.

DURAN, E., C. Aravena, R. Aguilar. **Analysis and decomposition of energy consumption in the Chilean industry**, *Energy Policy*, Vol. 86, pp. 552-561, 2015.

DUTRA, R.M.; SZKLO, A.S.; A Energia Eólica no Brasil: **Proinfa e o Novo Modelo do Setor Elétrico. Inovação Tecnológica e Desenvolvimento Sustentável**. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, EPE. **Plano Nacional de Energia 2030**. Rio de Janeiro, 2007.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, EPE. **Balço Energético Nacional – BEN 2016**. 2016. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/BEN2016_Default.aspx>. Acesso em: 11 abr. 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, EPE. **Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2015**. Rio de Janeiro, 2006.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, EPE. **Plano Nacional de Energia – PNE 2030**. 2007. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/Estudos/Paginas/Plano Nacional de Energia – PNE/Estudos_12.aspx?CategoriaID=346](http://www.epe.gov.br/Estudos/Paginas/Plano_Nacional_de_Energia_-_PNE/Estudos_12.aspx?CategoriaID=346)>. Acesso em: 11 abr. 2016.

ENGELS, F. **O Papel do Trabalho na Transformação do Macaco em Homem**. In Neue Welt, Alemanha, 1896.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, **Annual energy Outlook**. Disponível em [http://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/0383\(2016\).pdf](http://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/0383(2016).pdf). 2016.

FARIA, J. C. Administração: **Teoria e Aplicações**. Thomson, Rio de Janeiro, 2000.

FREITAS, M. A. V.; SOITO, J. L. S. As Mudanças Climáticas e a Hidroeletricidade. **Revista Energia Nacional**, pp. 23-27, 2014.

FURTADO, C. **O Capitalismo Global**: Ed. Paz e Terra, São Paulo, Brasil, 1998.

FORTUNATO, L., NETO, T., ALBUQUERQUE, J., PEREIRA, M. **Introdução ao Planejamento da Expansão e Operação de Sistemas de Produção de Energia Elétrica**. EDUFF, Niterói, Brasil, 227 pp, 1990.

GOMES, A. C. S.; ABARCA, C. D. G.; FARIA, E. A. S. T.; FERNANDES, H. H. O. “BNDES 50 Anos. Histórias Setoriais: O Setor Elétrico”. BNDES, dez/2002.

GONÇALVES, L.C. **A Evolução do Planejamento do Setor Elétrico no Brasil: Conceitos e Críticas**. In: 7º Congresso Internacional sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural, 2008, Fortaleza - Ceara.

GELLER H. Energy Revolution: **Policies for a Sustainable Future**. Washington, D.C.: Island Press, 2003.

GELLER, H., R. SCHAEFFER, A. SZKLO, M. TOLMASQUIM. Policies for Advancing Energy Efficiency and Renewable Energy Use in Brazil. **Energy Policy** 32, 1437-1450, 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

Hasanbeigi, A., L. Price, C. Fino-Chen, H. Lu, J. Ke. **Retrospective and prospective decomposition analysis of Chinese manufacturing energy use and policy implications**, Energy Policy, Vol. 63, pp. 562-574, 2013.

HOLANDA, N. **Planejamento e Projetos**. Fortaleza, Edições UFC, 1983.

HOURCADE, J.C., LAPILLONNE, B. Prospective de la demande dans le tiers monde: **problèmes de modélisation**. In J. FERICELLI et J-B. LESOURD (eds)., Energie, modélisation et économétrie, Economica, 1985.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF)**. IBGE, Rio de Janeiro, Brasil, 1997.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Pesquisa de Inovação - PINTEC** <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/multidominio/ciencia-tecnologia-e-inovacao/9141-pesquisa-de-inovacao.html?=&t=sobre>>, IBGE, Minas Gerais, 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Pesquisa de Inovação – PNAD** <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/20978-pnad-continua-de-2016-para-2017-centro-oeste-puxa-reducao-no-abastecimento-diario-de-agua-do-pais>> IBGE, Minas Gerais, 2018.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY – IAEA. **Energy Indicators for Sustainable Development-Guidelines and Methodologies**. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2005.

JANNUZZI, Paulo. M. Pobreza. **Desigualdade e Mudança Social: trajetória no Brasil crescente 1992 a 2014**. Revista de Estudos e Pesquisas sobre as Américas. V. 10, n. 3, 2016.

JAFFE, A. M., SOLIGO, R. The role of inventories in oil market stability. **The Quarterly Review of Economics and Finance** 42: 401–415, 2002.

Junior., H. Q. P., de Almeida, E. F., Bomtempo, J. V., Iooty, M., Bicalho, R.G. **Economia da Energia. Fundamentos Econômicos, Evolução Histórica e Organização Industrial**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2017.

KELLEN R. de Souza. Doutora em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) Instituição: Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), Varginha/MG – Brasil, 2018.

KLIGERMANN, A.S. **Um Sistema de Apoio à Decisão Bicritério para o Planejamento da Operação Energética**. Tese de doutorado. Niterói, Universidade Federal Fluminense, 2009.

LAFER, B. M. **Planejamento no Brasil**. São Paulo, Perspectiva, 1987.

LANDES, D. **Prometeu Desacorrentado: Transformação Tecnológica e Desenvolvimento Industrial na Europa Ocidental desde 1750 até a nossa Época**. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1969.

LAPILLONE B. National Energy Planning and Management in Developing Countries. **Lectures delivered at a management training seminar held at JRS-Ispra**, May 3-14, EUR 8498 EN, 1982, 1981.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M.A. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

LEACH, G. The energy transitions. **Energy Policy** **20**: 116-123, 1992.

LEITE, A. D. **A energia do Brasil**. Rio de Janeiro. Elsevier, 2007.

LAVADO, A.L.C. Os actuais desafios da energia: implementação e utilização das energias renováveis. Lisboa, 2009. 68p. **Dissertação de Mestrado em Ciências e Tecnologias do Ambiente – Faculdade de Ciências, Departamento de Biologia Animal**, Universidade de Lisboa, 2009.

LÖSCHEL, A., F. Pothen, M. Schymura. **Peeling the onion: analyzing aggregate, national and sectoral energy intensity in the European Union**, Energy Economics, Vol. 52, pp. 563-575, 2015.

LIMA, Luana Catão de Andrade. Desafios do desenvolvimento sustentável: **estudo sobre as mudanças na matriz energética brasileira**. Niterói, RJ, 2016.

MACHADO, G. V., SCHAEFFER, R. Energy and Economic Development. In: **Brazil, A Country Profile**. IAEA, 2005.

MAGALHÃES, G. **Força e luz: eletricidades e modernização na República Velha**. São Paulo: Editora UNESP: FAPESP, 2000.

MARQUES, O. A.M. **Análise da Intensidade Energética da Economia Portuguesa entre 1995-2014**. FEP, Porto, 2017.

MARTIN, J. M. **A Economia Mundial da Energia**. UNESP, São Paulo, 1992.

MARTÍNEZ, Rayén Quiroga. **Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe**. CEPAL, 2007.

MARTINS, K. S. **Planejamento energético no Brasil: a incorporação de uma lógica sustentável**. 2010. 97 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à administração**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

MENDES, Marcos. Por que o Brasil cresce pouco? **Desigualdade, democracia e baixo crescimento no país do futuro**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

MERCEDES, S.S.P.; RICO, J. A. P.; POZZO, L. Y. Uma revisão histórica do planejamento do setor elétrico brasileiro. **Revista USP**, v. JAN/FEV/MA, p. 13-36, 2015.

MITCHELL, J. V. A new political economy of oil. **The Quarterly Review of Economics and Finance** 42: 251-272, 2002.

MONTIBELLER-FILHO, Gilberto. **O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias**. 3 ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.

MULDER, P., H. L. F. de Groot, **Structural change and convergence of energy intensity across OECD countries**, Energy Economics, Vol. 34, 2012.

MUNDO EDUCAÇÃO. **A poluição nas grandes cidades**
<<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/a-poluicao-nas-grandes-cidades.htm>>, São Paulo, 2018.

MINAYO, M.C.S. (Org.) **Pesquisa Social: método e criatividade**. 7º ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994. 80p.

MME – Ministério de Minas e Energia, **Balço Energético Nacional 2005**. MME, Brasília/DF, 2005.

MMA – Ministério do Meio Ambiente; **Panorama da Biodiversidade Global 3**, Brasília, Secretariado da Convenção sobre Diversidade Biológica; 2010; pp94. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dcbio/_arquivos/terceiro_panorama_147.pdf>. Acesso em: 06 novembro 2018.

NEXO JORNAL LTDA., conforme a Lei nº 9.610/98. **A sua publicação, redistribuição, transmissão e reescrita sem autorização prévia é proibida**. Link para matéria: <https://www.nexojornal.com.br/expresso/2017/11/30/Como-est%C3%A1-a-desigualdade-de-renda-no-Brasil-segundo-o-IBGE>. 2017

NIE, H., R. Kemp. **Why did energy intensity fluctuate during 2000-2009? A combination of index decomposition analysis and structural decomposition analysis**, Energy for Sustainable Development, Vol. 17, pp. 482-488, 2013.

OKAJIMA, S., H. Okajima, Analysis of Energy intensity in Japan, **Energy Policy, Vol. 61, pp. 574-586**. Japan, 2013.

PARSON, M. J. Planejamento: **de Volta às Origens**. Nova Cultural, São Paulo, 1988.

PATTERSON, M.G. **What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues**, Energy Policy, Vol. 24, pp. 377-390, 1996.

PENA, Rodolfo F. Alves. "**Poluição nos centros urbanos**"; **Brasil Escola**. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/poluicao-nos-centros-urbanos.htm>>. Acesso em 20 Nov de 2018.

PROSKURYAKOVA, L., A. Kovalev. **Measuring energy efficiency: is energy intensity a good evidence base?** Applied Energy, Vol. 138, pp. 450-459, 2015.

PEREIRA JUNIOR, Amaro Olimpio et al. **Indicadores energéticos para o desenvolvimento sustentável: uma análise a partir do Plano Nacional de Energia**. In: PEREIRA, Thulio Cícero Guimarães (Org.). Energias renováveis: políticas públicas e planejamento energético. Curitiba: COPEL, 2013.

PINTO JUNIOR, Helder Queiroz; et al. **Economia da energia: fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PHILIPPI JR, Arlindo; MALHEIROS, Tadeu Fabrício. **Indicadores de Sustentabilidade e gestão ambiental**. Barueri, Manole, 2012.

QUEIROZ, R. **Setor Energético Brasileiro: a incontornável agenda governamental de 2015**. Disponível em: <<https://infopetro.wordpress.com/2014/08/18/setor-energetico-brasileiro-a-incontornavel-agenda-governamental-de-2015/>>. Acesso em: 23 nov. 2015.

REDDY, B.S., B. K. Ray. **Decomposition of energy consumption and energy intensity in Indian manufacturing industries**, Energy for Sustainable Development, Vol. 14, pp. 35-47, 2010.

RODRIGUES, B. **EPE, Eletrobrás e a Estruturação de Projetos no Setor Elétrico 1**. Disponível em: <<http://www.sefaz.ba.gov.br/scripts/redeppp/default.asp?id=artigo-aborda-a-estruturacao-de-projetos-no-setor-eletrico>>. Acesso em: 2 dez. 2015.

RIVERS, N., JACCARD, M. Combining Top-Down and Bottom-Up Approaches **To Energy-Economy Modeling Using Discrete Choice Methods**. Energy Journal 26: 83-106, 2005.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. Studio Nobel, Fundação do Desenvolvimento Administrativo, 1993.

SILVA, Christian Luiz da. **Desenvolvimento sustentável: um modelo analítico integrado e adaptativo**. Curitiba: Vozes, 2008.

SEN, Amartya Kumar. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SEGG Emissões de gee no brasil. Implicações para políticas públicas e a contribuição brasileira para o Acordo de Paris. período 1970 – 2016, 2018.

SUN. **The decrease in the difference of energy intensities between OECD countries from 1971 to 1998**, Energy Policy, Vol.30, pp. 631-635, 2002.

SILVA, M. V. M; BERMANN, C. O Planejamento Energético como Ferramenta de Auxílio às Tomadas de Decisão sobre a Oferta de Energia na Zona Rural. In: **IV Encontro de Energia no Meio Rural - Agrener 2002**, Campinas.

SCHIPPER L., HAAS R. **The political relevance of energy and CO₂ indicators-An Introduction Energy Policy 25:** 639-649, 1997.

SCHAEFFER, R., COHEN, C., ALMEIDA, M., ACHÃO, C., CIMA, F., 2003, Energia e pobreza: **problemas de desenvolvimento energético e grupos sociais marginais em áreas rurais e urbanas do Brasil**. Relatório Técnico preparado para División de Recursos Naturales e Infraestructura – CEPAL, Santiago do Chile, Chile, 77 pp.

SWISHER, J., JANNUZZI, G., REDLINGER, R. **Tools and Methods for integrating resource planning**. UNEP, Denmark, 1997.

TORRES FILHO. Mecanismos de Direcionamento do Crédito, **Bancos de Desenvolvimento e a Experiência Recente do BNDES**. Rio de Janeiro: BNDES. 2009.

TOLMASQUIM, M. T. (Org.). **Empresa de Pesquisa Energética: Nossa História**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética - Epe, 2016. 99 p. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Documents/LivroEPE-NossaHistória.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2016.

TOLMASQUIM, M., A. SZKLO, J. SOARES. **O mercado de gás natural na indústria química e no setor hospitalar do Brasil**. Rio de Janeiro, CENERGIA/Petrobrás/Rede GasEnergia, 2003.

VAN BELLEN, Hans Michael. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2006.

VILA, C.U. **Planejamento Energético e as Políticas Públicas: Aspectos Conceituais e Metodológicos**. In: Thulio Cícero Guimarães Pereira. (Org.). Energias renováveis: políticas públicas e planejamento energético. 1ed. Curitiba: Companhia Paranaense de Energia - Copel, 2014, v. 1, p. 24-45.

VERA, I. A., LANGLOIS L. M., ROGNER, H. H., JALAL, A. I., TOTH, F, L, 2005, Indicators for sustainable energy development: **an initiative by the international atomic energy agency**. **Natural Resources Forum 29:** 274-283, 2005.

UNDP - United Nations Development Programme. **Energy and the challenge of sustainability**. World Energy Assessment, New York, 2000.

YANG, G., W. Li, J. Wang, D. Zhang. **A comparative study on the influential factors of China's provincial energy intensity**, Energy Policy, Vol. 88, pp. 74-85, 2016.

ZIKMUND, W. G. **Business research methods**. 5.ed. Fort Worth, TX: Dryden, 2000.