



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**

JOYCE ARISTÉRCIA SIQUEIRA SOARES

**POLÍTICA E PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NO BRASIL: UMA
ANÁLISE DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO A PARTIR DE UM CONJUNTO
DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA**

CAMPINA GRANDE

2020

S676p

Soares, Joyce Aristércia Siqueira.

Política e planejamento energético no Brasil : uma análise do setor elétrico brasileiro a partir de um conjunto de indicadores de sustentabilidade energética / Joyce Aristércia Siqueira Soares. - Campina Grande, 2020.

304 f. : il.

Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2020.

"Orientação: Prof. Dr. Gesinaldo Ataíde Cândido.

Referências.

1. Política Energética - Setor Elétrico Brasileiro. 2. Planejamento Energético - Setor Elétrico Brasileiro. 3. Sustentabilidade Energética. I. Cândido, Gesinaldo Ataíde. II. Título.

CDU 620.9:327(043)

JOYCE ARISTÉRCIA SIQUEIRA SOARES

**POLÍTICA E PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NO BRASIL: UMA
ANÁLISE DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO A PARTIR DE UM CONJUNTO
DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA**

Tese apresentada em cumprimento às exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande, para obtenção do grau de Doutor em Recursos Naturais. Área de concentração: Sociedade e Recursos Naturais.

]

Orientador: Prof. Dr. Gesinaldo Ataíde Cândido - UFCG/CH/UAAC.

CAMPINA GRANDE

2020

JOYCE ARISTÉRCIA SIQUEIRA SOARES

**POLÍTICA E PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NO BRASIL: UMA
ANÁLISE DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO A PARTIR DE UM CONJUNTO
DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA**

Tese apresentada em cumprimento às exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande, para obtenção do grau de Doutor em Recursos Naturais.

Tese apresentada em 13 / Julho / 2020.

Gesinaldo

Prof. Gesinaldo Ataíde Cândido, Dr. (UAAC/CH/UFCG)
Orientador

Mineir Enéas da Silva

Prof. Mineir Enéas da Silva, Dr. (La Rochelle Business School - France)

Luziene Dantas de Macedo

Prof. Luziene Dantas de Macedo, Dra. (DE/UFRN)

Sérgio Murilo Santos de Araújo

Prof. Sérgio Murilo Santos de Araújo, Dr. (UAG/CH/UFCG)

Maria de Fátima Martins

Prof. Maria de Fátima Martins, Dra. (UAAC/CH/UFCG)

Dedico este trabalho a minha família, em especial a minha mãe, meu avô Cazuzinha (*in memoriam*), meu esposo e minha irmã. Eles foram essenciais durante a caminhada e alcance deste objetivo.

AGRADECIMENTOS

A palavra gratidão se torna tão pequena diante dos imensos desafios ao longo desses quatro anos e três meses, que eu não consigo encontrar uma palavra que exista no dicionário para expressar esse sentimento. Contudo, a palavra de Deus diz que tudo o que a gente consagra a Ele será bem sucedido e todas as coisas que já existiram, existem e que ainda irão existir pertencem a Ele, porque tudo é dEle, por Ele e para Ele. Diante da limitação humana, Ele permitiu que eu pudesse construir este trabalho.

Agradeço a minha mãe e ao meu pai que dispuseram do que não tinham para que eu pudesse estudar e, mesmo não entendendo o que significa um título acadêmico, estão muito felizes por minha caminhada até aqui. E isso, título nenhum supera. São doutores da vida sem doutorado e donos de uma sabedoria que me instruiu e me fez trilhar por estes caminhos. Sem os conselhos, testemunhos de vida deles eu não seria e estaria onde estou. Aos meus irmãos, Jorge Aristércio e José de Arimateia, e especialmente Jane Arimércia, por aguentar meus estresses e permanecer ao meu lado em todas as etapas de construção desse trabalho. Agradeço ao meu avô Cazuzinha (*in memorian*), que me ajudou para que eu pudesse estudar e se orgulhava como ninguém pelas minhas conquistas, mesmo sem entender.

Ao meu esposo que esteve ao meu lado todos os dias, ajudando, apoiando e se preocupando com a minha saúde mental. Agradeço pela paciência e pelas várias vezes que se angustiou junto comigo, nos momentos em que não consegui cumprir os prazos e precisei me estender até as madrugadas.

Ao meu orientador, professor Gesinaldo Ataíde Cândido, pelos ensinamentos, paciência, tolerância e principalmente pela compreensão em momentos atípicos de minha vida pessoal. Nunca aprendi tanto na minha vida como nesses anos do doutorado. Obrigada por respeitar as minhas limitações e me ajudar a superá-las durante a construção deste trabalho. O senhor me inspira e me faz querer ser parecida consigo!

Obrigada ao GEGIT, Amanda, Ana Cecília, Dayanna, Luciente, Thais. Vocês alegraram minhas tardes e permitiram que esse processo se tornasse mais leve em algumas etapas. Deus abençoe vocês.

Não poderia deixar de agradecer aos meus primos Larissa, Juliana e Vinícius. Vocês fazem parte da minha vida e da construção desse caminho que escolhi. Vocês são incríveis!

*A parte que ignoramos é muito maior que tudo
quanto sabemos (PLATÃO – 427-347 A.C).*

SOARES, Joyce Aristércia Siqueira. **Política e planejamento energético no Brasil**: uma análise do setor elétrico brasileiro a partir de um conjunto de indicadores de sustentabilidade energética. 2020. 314 p. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2020.

RESUMO

A diversidade de recursos energéticos renováveis no país e o potencial para geração de energia por fontes consideradas sustentáveis é muito significativo. Contudo, o Brasil ainda tem como base de complementação a energia gerada através de termelétricas movidas a carvão e gás natural, que são fontes mais caras e consideradas poluentes, o que leva à necessidade de avaliar a política e o planejamento energético do setor elétrico, no sentido de verificar até que ponto são consideradas sustentáveis e contribuem para a sustentabilidade do país e do próprio setor. Nesse sentido, os indicadores de sustentabilidade energética são uma ferramenta de apoio para avaliar as ações que representam as políticas e programas desenvolvidos e implementados pelos agentes que formam a estrutura do setor elétrico, já que são medidas que podem expressar características de fenômenos complexos para permitir diagnósticos mais aproximados da realidade. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar as formas de atuação em termos de política energética e planejamento energético, no setor elétrico brasileiro, a partir de um conjunto de indicadores de sustentabilidade energética pré-selecionados. A metodologia utilizada foi o levantamento bibliográfico para identificação e seleção de indicadores de energia e análise de conteúdo, através de um processo de categorização e codificação desses indicadores em quatro dimensões da sustentabilidade energética: Acesso à energia, Eficiência energética, Diversificação da matriz e Articulação político-institucional, para identificar se no processo de formulação da política e planejamento energético nacional são levados em consideração os indicadores de sustentabilidade energética selecionados. Os resultados sugeriram um *framework* de base conceitual, resultante do processo de identificação das dimensões da sustentabilidade energética na política e planejamento energético nacional. O resultado foi a identificação de todos os indicadores nos documentos analisados e algumas dimensões de indicadores como o Acesso à energia e Diversificação da matriz que apresentaram resultados mais significativos em termos quantitativos, envolvendo o processo de aparição de indicadores, em relação à dimensão Eficiência energética e à dimensão Articulação político-institucional. Contudo, foi possível concluir que os processos de formulação da política e planejamento

energético utilizam os indicadores de sustentabilidade energética, mas não necessariamente contribuem para a sustentabilidade do país, do setor e das regiões, uma vez que as políticas são muito amplas e pouco direcionadas às reais necessidades energéticas do país.

Palavras-Chave: Política; Planejamento; Energia; Sustentável; Renovável.

SOARES, Joyce Aristércia Siqueira. **Policy and energy planning in brazil**: an analysis of the Brazilian electricity sector from a set of energy sustainability indicators. 2020. 314 p. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2020.

ABSTRACT

The diversity of renewable energy resources in the country and the potential for generating energy from sources considered sustainable is very significant. However, Brazil has still as a complementation base the energy generated through coal and natural gas, which both are more expensive and considered polluting sources, which leads to the need to evaluate the energy sector's energy policy and planning in order to verify the extent to which they are considered sustainable and contribute to the sustainability of the country and of the own sector. In this sense, energy sustainability indicators are a support tool to evaluate the actions that represent the policies and programs developed and implemented by the agents that form the structure of the electricity sector, since they are measures that can express characteristics of complex phenomena to allow diagnoses closer to reality. Thus, the objective of this study was to analyze the ways of acting in terms of energy policy and energy planning, in the Brazilian electricity sector, from a set of pre-selected energy sustainability indicators. The methodology used was a bibliographic survey to identify and select energy indicators and content analysis, through a process of categorizing and coding these indicators in four dimensions of energy sustainability: access to energy, energy efficiency, diversification of the matrix and political-institutional articulation, to identify whether the selected energy sustainability indicators are taken into account in the process of formulating national energy planning and policy. The results suggested a conceptual base framework, resulting from the process of identifying the dimensions of energy sustainability in national energy planning and policy. The result was the identification of all indicators in the analyzed documents and, some dimensions of indicators such as access to energy and diversification of the matrix, have presented more significant results in quantitative terms, involving the process of appearance of indicators, in relation to the energy efficiency dimension and political-institutional articulation. However, it was possible to conclude that the energy policy and planning processes use energy sustainability indicators, but do not necessarily contribute to the sustainability of the country, of the sector

and of the regions, since the policies are very broad and little directed to the country's real energy needs.

Keywords: Politics; Planning; Energy; Sustainable; Renewable.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sustentabilidade energética a partir de quatro dimensões de indicadores de energia.....	30
Figura 2 - Estrutura organizacional do Ministério de Minas e Energia.....	44
Figura 3 - Etapas da investigação.....	103
Figura 4 - Pré-análise da pesquisa.....	113
Figura 5 - Tratamento dos dados para codificação.....	116
Figura 6 - Vinculação das unidades de registros às categorias.....	116
Figura 7 - Processo de codificação.....	117
Figura 8 - Nuvem de palavras.....	119
Figura 9 - Árvore ortogonal da dimensão Acesso à energia.....	132
Figura 10 - Citações do indicador Renda gasta com eletricidade.....	132
Figura 11 - Nuvem de palavras do código/indicador Famílias com acesso à eletricidade.....	138
Figura 12 - Nuvem de palavras do código/indicador Renda gasta com eletricidade e combustível.....	141
Figura 13 - Nuvem de palavras do código/indicador Geração de emprego.....	145
Figura 14 - Nuvem de palavras do código/indicador Consumo de energia.....	148
Figura 15 - Árvore ortogonal da dimensão Eficiência.....	159
Figura 16 - Nuvem de palavras do código/indicador Comprimento da estrada.....	164
Figura 17 - Nuvem de palavras do código/indicador Eficiência energética.....	167
Figura 18 - Nuvem de palavras código/indicador Intensidade energética.....	171
Figura 19 - Nuvem de palavras código/indicador Velocidade do vento.....	173
Figura 20 - Árvore ortogonal da dimensão Diversificação da matriz energética.....	183
Figura 21 - Nuvem de palavras código/indicador Acidificação do solo.....	190
Figura 22 - Nuvem de palavras para o indicador Concentração de poluentes em áreas urbanas.....	195
Figura 23 - Nuvem de palavras para o indicador Descarga de contaminantes em efluentes líquidos.....	195
Figura 24 - Nuvem de palavras código/indicador Desmatamento na cadeia de energia.....	202
Figura 25 - Nuvem de palavras código/indicador Emissões de Gases de Efeito Estufa.....	208
Figura 26 - Nuvem de palavras código/indicador Geração de energias por fontes renováveis.....	215
Figura 27 - Árvore ortogonal da dimensão Político-institucional.....	230

Figura 28 - Nuvem de palavras código/indicador Gestão de crises.....	238
Figura 29 - Nuvem de palavras código/indicador Informação científica.....	242
Figura 30 - Nuvem de palavras código/indicador Investimento.....	247
Figura 31 - Nuvem de palavras do código/indicador Transparência	251
Figura 32 - Relações entre os indicadores das diferentes dimensões.....	258

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Intensidade da associação entre pares de unidades de registros/indicadores.....	122
Tabela 2 - Índice de Jaccard entre pares de unidades de registros/indicadores.....	123
Tabela 3 - Coeficiente de Correlação de Pearson (r) entre pares de unidades de registros/indicadores.....	125
Tabela 4 - Frequência absoluta de citações para código/indicador e documentos.....	134
Tabela 5 - Coocorrências da dimensão Acesso à energia.....	154
Tabela 6 - Índice da Jaccard para a dimensão Acesso à energia.....	155
Tabela 7 - Correlação de Pearson para a dimensão Acesso à energia.....	157
Tabela 8 - Frequência absoluta e relativa de citações para código/indicador e documentos.....	161
Tabela 9 - Coocorrências da dimensão Eficiência energética.....	176
Tabela 10 - Índice da Jaccard para a dimensão Eficiência energética.....	177
Tabela 11 - Correlação de Pearson para a Eficiência energética.....	179
Tabela 12 - Fontes na matriz energética brasileira.....	182
Tabela 13 - Frequência absoluta dimensão Diversificação da matriz energética.....	185
Tabela 14 - Frequência relativa dimensão Diversificação da matriz energética.....	186
Tabela 15 - Coocorrências da dimensão Diversificação da matriz energética.....	221
Tabela 16 - Associação entre os indicadores da dimensão Diversificação da matriz energética.....	223
Tabela 17 - Índice de correlação de Pearson para a dimensão Diversificação da matriz energética.....	226
Tabela 18 - Frequência absoluta/relativa de citações para código/indicador e documentos da dimensão Político-institucional	232
Tabela 19 - Associação entre os indicadores da dimensão Político-institucional.....	255
Tabela 20 - Correlação de Pearson da dimensão Político-institucional.....	256

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Subsidiárias ELETROBRAS.....	47
Quadro 2 - Indicadores de energia para o Desenvolvimento Sustentável.....	78
Quadro 3 - Indicadores de Energia para a Sustentabilidade (OLADE).....	84
Quadro 4 - Indicadores de segurança para o provisãoamento energético.....	86
Quadro 5 - Indicadores de Eficiência Energética World Concil Energy.....	87
Quadro 6 - Indicadores de Eficiência Energética: essenciais para a elaboração de políticas.....	90
Quadro 7 - Indicadores de sustentabilidade energética para sistemas urbanos.....	94
Quadro 8 - Indicadores de Segurança Energética.....	96
Quadro 9 - Indicadores de Processamento de Informação de Política Energética propício para o Ecodesenvolvimento.....	97
Quadro 10 - Dimensões da Sustentabilidade energética.....	107
Quadro 11 - Classificação dos Documentos.....	109
Quadro 12 - Indicadores que promovem Acesso à energia.....	128
Quadro 13 - Indicadores para a Eficiência Energética.....	128
Quadro 14 - Dimensão Diversificação da Matriz Energética.....	129
Quadro 15 - Dimensão Político-Institucional.....	130

LISTA DE SIGLAS

AIE – Agência Internacional de Energia
ABEÓLICA – Associação Brasileira de Energia Eólica
ABESCO – Associação Brasileira de Conservação de Energia
ACL – Ambiente de Contratação Livre
ACR – Ambiente de Contratação Regulado
ADEME – Agência de Meio Ambiente e Matriz Energética
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP – Agência Nacional do Petróleo
BEN – Balanço Energético Nacional
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BIEE – Programa Base de Indicadores de Eficiência Energética
CNPE – Conselho Nacional de Política Energética
CONSERVE – Programa de Conservação de Energia Elétrica
CHESF – Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CSN – Companhia Siderúrgica Nacional
COP 21 – Conferência das Partes de Paris
CSD 9 – Nona Comissão sobre Desenvolvimento Sustentável
CECA – Comunidade Européia do Carvão e do Aço
CEE – Comunidade Econômica Européia
CCPE – Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos
CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CEPAL – Comissão Econômica para América Latina e Caribe
CONPET – Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e Gás Natural
CBEE – Centro Brasileiro de Energia Eólica
CELPE – Companhia Energética de Pernambuco
DOE – Departamento Central de Energia
DPE – Diretoria de Planejamento Energético
DNAEE – Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
EUA – Estados Unidos da América
ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileira S. A.
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
EIA – Estudo de Impacto Ambiental

FHC – Fernando Henrique Cardoso
GEE – Gases de Efeito Estufa
GCPS – Grupo Coordenador de Planejamento dos Sistemas Elétricos
GCOI – Grupo Coordenador de Operação Interligado
GCE- Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica
IAEA – Agência Internacional de Energia Atômica
ISD – Indicadores de Desenvolvimento Sustentável
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
MAE – Mercado Atacadista de Energia
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MME – Ministério de Minas e Energia
ONU – Organização das Nações Unidas
ONU Brasil – Organização das Nações Unidas no Brasil
OECD – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONS – Operador Nacional do Sistema
OLADE – Organização Latino-Americana de Desenvolvimento de Energia
PROEÓLICA – Programa Emergencial de Energia Eólica
PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PRO-REG – Programa de Fortalecimento da Capacidade Institucional para Gestão em Regulação
PND – Programa Nacional de Desestatização
PDE – Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica
PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROENERGIA – Programa Nacional de Racionalização da Produção e uso de Energia
PCH – Pequenas Centrais Hidrelétricas
PROLUZ – Programa Luz para Todos
PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S. A.
PROÁLCOOL – Programa Nacional do Alcool
PDE – Programação Dinâmica Estocástica
PPT – Programa Prioritário de Termelétricas
PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem
REIDI – Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura
RESEB – Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

RTE – Recomposição Tarifária Extraordinária

SIN – Sistema Interligado Nacional

EU – União Europeia

UNDESA – Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas

UNRIC – Centro Regional de Informações das Nações Unidas

WEO – World Energy Outlook

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
1.1 CONTEXTUALIZANDO O PROBLEMA	20
1.2 OBJETIVOS DO ESTUDO	288
1.2.1 Objetivo Geral	288
1.2.2 Objetivos Específicos.....	288
1.3 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO.....	288
1.4 ENFOQUE INTERDISCIPLINAR DO ESTUDO.....	31
1.5 CARÁTER INÉDITO DA PESQUISA	32
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	32
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	344
2.1 ANTECEDENTES E DISCUSSÕES SOBRE O USO E CONSUMO DA ENERGIA NO MUNDO.....	344
2.2 POLÍTICA ENERGÉTICA.....	377
2.2.1 Política Energética no Brasil	422
2.3 PLANEJAMENTO ENERGÉTICO BRASILEIRO	522
2.3.1 Liberalização Econômica e o Novo Modelo de Planejamento Energético	588
2.4 SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA.....	677
2.4.1 Eficiência Energética.....	70
2.4.2 Diversificação da Matriz Energética.....	74
2.4.2.1 Tipos de energias renováveis.....	755
2.5 INDICADORES DE ENERGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ..	76
2.5.1 Dimensões dos Indicadores de Energia para o Desenvolvimento Sustentável.....	82
2.5.1.1 Dimensão Econômica.....	82
2.5.1.2 Dimensão Social.....	822
2.5.1.3 Dimensão Ambiental.....	822
2.5.2 Indicadores de Energia para a Sustentabilidade - OLADE	833
2.5.3 Indicadores de Política Energética - PATLITZIANAS <i>et al.</i> (2008).....	855
2.5.4 Indicadores de Eficiência Energética - World Concil Energy.....	877
2.5.5 Indicadores de Eficiência Energética: essenciais para a elaboração de políticas OECD/AIE, 2014	900
2.5.6 Indicadores de Sustentabilidade para Sistemas Energéticos Urbanos de acordo com KEIRSTEAD (2007).....	944
2.5.7 Indicadores de Segurança Energética de acordo com Kruyt <i>et al.</i>, 2009	966

2.5.8 Indicadores de Processamento de Informação de Política Energética para o Ecodesenvolvimento de acordo com Helio International, 2011.....	977
2.6 RESUMO DO CAPÍTULO FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	1000
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	1011
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO.....	1011
3.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO	1022
3.3 ETAPAS METODOLÓGICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	1044
.....	1044
3.3.1 Levantamento Bibliográfico	1044
3.3.2 Identificação dos Indicadores na Política e Planejamento Energético Nacional	10808
.....	10808
3.3.2.1 Pesquisa Documental	10808
3.3.2.2 Análise de Conteúdo	1100
3.3.2.3 Análise dos Resultados.....	11818
3.3.2.4 <i>Framework</i> de Sustentabilidade Energética	12525
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	127
4.1 IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DE INDICADORES DE ENERGIA	127
4.2 IDENTIFICAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA NA POLÍTICA E PLANEJAMENTO ENERGÉTICO BRASILEIRO.....	131
4.2.1 Acesso à Energia	131
4.2.1.1 Código/Indicador Famílias com Acesso à Eletricidade.....	13737
4.2.1.2 Código/Indicador Renda Gasta com Eletricidade ou Combustível.....	14141
4.2.1.3 Código/Indicador Geração de Emprego	14444
4.2.1.4 Código/Indicador Consumo de Energia	147
4.2.1.5 Relação entre os Indicadores da Dimensão Acesso à Energia Utilizando o Coeficiente “c”, Índice de Jaccard “IJ” e Correlação de Pearson “r”	152
4.2.2 Eficiência Energética.....	158
4.2.2.1 Código/Indicador Comprimento da Estrada	164
4.2.2.2 Código/Indicador Eficiência Energética.....	167
4.2.2.3 Código/Indicador Intensidade Energética	170
4.2.2.4 Código/Indicador Velocidade do Vento	173
4.2.2.5 Relação entre os Indicadores da Dimensão Eficiência Energética utilizando o Coeficiente “c”, Índice de Jaccard “IJ” e Correlação de Pearson “r”.....	175
4.2.3 Diversificação da Matriz Energética.....	181

4.2.3.1 Código/Indicador Acidificação do Solo	189
4.2.3.2 Código/Indicador Concentração de Poluentes em Áreas Urbanas.....	193
4.2.3.3 Código/Indicador Descarga de Contaminantes em Efluentes Líquidos	199
4.2.3.4 Código/Indicador Desmatamento na Cadeia de Energia.....	201
4.2.3.5 Código/Indicador Emissão de Gases de Efeito Estufa	205
4.2.3.6 Código/Indicador Geração de Energia por Fontes Renováveis	212
4.2.3.7 Relação entre os Indicadores da Dimensão Diversificação da Matriz utilizando o Coeficiente “c”, Índice de Jaccard “IJ” e Correlação de Pearson “r”	220
4.2.4 Dimensão Político-Institucional.....	229
4.2.4.1 Código/Indicador Capacidade Técnica Local.....	235
4.2.4.2 Código/Indicador Gestão de Crises.....	237
4.2.4.3 Código/Indicador Informação Científica.....	241
4.2.4.4 Código/Indicador Investimento.....	245
4.2.4.5 Código/Indicador Transparência.....	251
4.2.4.6 Relação entre os Indicadores da Dimensão Político-Institucional utilizando o Índice de Jaccard “IJ” e Correlação de Pearson “r”	255
4.3 RELACIONAMENTO ENTRE AS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA	257
5 CONCLUSÕES.....	266
REFERÊNCIAS	273
ANEXO.....	290

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZANDO O PROBLEMA

A sociedade contemporânea tem, ao longo da história, presenciado transformações significativas de caráter econômico, social e político que vêm modificando a sua estrutura. Essas transformações são o resultado de avanços tecnológicos e científicos que têm permitido a modernização, a criação e o desenvolvimento de novas formas de produção e consumo que possibilitam o aumento da qualidade e expectativa de vida das pessoas que, naturalmente, passam a demandar um volume maior de bens e serviços.

Atender a essas necessidades por mais bens e serviços exige um ritmo maior de produção, maior disponibilidade de recursos e intensificação do uso destes, algo natural em sociedades que crescem e elevam seus padrões de consumo. Contudo, na medida que a sociedade eleva seus padrões de consumo, ela também contribui para o aumento dos problemas ambientais, como poluição, desmatamento, degradação do solo, entre outros. Tais problemas decorrem do atual modelo de produção e consumo que toma por base uma super exploração dos recursos naturais para atender às necessidades da sociedade. Responder a essas demandas implica em produzir mais, o que requer infra-estrutura que depende de recursos fundamentais como água, transporte, saneamento e energia. A energia, especificamente, está envolvida na produção e fornecimento de todos os bens e serviços de uma sociedade, tendo se tornado fundamental para o desenvolvimento das civilizações.

Presente no funcionamento de todos os setores da sociedade, seja na produção de alimentos, nas atividades industriais, no setor de transporte, na agricultura e no dia a dia dos consumidores residenciais, a energia tem se tornado cada vez mais um recurso estratégico, especialmente para as grandes potências econômicas que passam a colocá-la na agenda das discussões mais importantes. Isso sinaliza a questão energética como um problema que precisa ser planejado e gerenciado, em função das limitações e disponibilidades que alguns recursos energéticos apresentam nas diferentes partes do planeta (Agência Internacional de Energia Atômica - IAEA, 2005).

Nesse contexto, as nações passam a enfrentar um grande desafio: conciliar o atual modelo de produção e consumo com a capacidade de suporte e exploração da natureza. De um lado os recursos energéticos se apresentam como elemento fundamental para o processo de desenvolvimento e continuidade das atividades econômicas, de outro, é um recurso natural, em alguns casos, limitado e, portanto, precisa ser explorado de maneira racional.

O problema envolvendo a questão energética está relacionado ao modo de exploração desses recursos. Isso tem inquietado governos, pesquisadores e instituições, em todo o mundo, uma vez que vem se mostrando insustentáveis (IAEA, 2005). Atualmente, mais de 80% de toda a energia produzida no mundo é proveniente de combustíveis fósseis como o petróleo, o carvão e o gás natural (IEA, 2016). Esses recursos, além de serem finitos, são responsáveis pela emissão de CO₂ na atmosfera e possíveis causadores do efeito estufa (MENDONÇA & GUTIERRE, 2000). Tal fato tem gerado preocupação e, como forma de responder a essas inquietações, governos e nações vêm se reunindo em encontros mundiais para discutir os problemas ambientais e propor compromissos e ações que minimizem os impactos negativos decorrentes da exploração dos recursos naturais e das ações antrópicas no meio ambiente. Exemplos desses encontros são a Eco 92, a Rio +10, a Rio +20 e mais recentemente a COP 21, Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, ocorrida em 2015, na cidade de Paris.

A Conferência sobre Mudanças Climáticas teve o objetivo de alcançar um novo acordo entre as nações participantes para manter o aquecimento global abaixo de 2°C (ONU BRASIL, 2016). Todavia, cumprir essa meta implica em reduzir as emissões de CO₂ na atmosfera e, portanto, diminuir o uso de combustíveis fósseis. Como a maior parte da energia mundial é proveniente desse tipo de combustível, uma alternativa apontada seria a busca de uma condição de sustentabilidade energética que, segundo Rosen (2009), deve ser entendida como a aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável.

No mundo, um dos temas centrais que se discute em torno da política energética é a sustentabilidade, ou seja, a política deve levar os agentes do setor a desenvolverem suas atividades nesta perspectiva, buscando um sistema energético que expresse e reflita ações concretas de bem estar social, econômico e ambiental, sobretudo no cenário atual, no qual a energia como um recurso estratégico pode definir posições de competitividade e crescimento dos setores da sociedade.

A busca dessa condição de sustentabilidade envolve ações e decisões governamentais e, nesse caso, deve passar pelo planejamento, uma vez que deve considerar a gestão estratégica dos recursos energéticos para o atendimento das demandas da sociedade. Essa gestão precisa ser planejada e esse planejamento precisa ser orientado por diretrizes e objetivos que conduzam as ações dos diferentes agentes do sistema energético, a exemplo das organizações que geram, transmitem, distribuem, comercializam a energia e regulam o setor.

Esse conjunto de diretrizes e objetivos visam assegurar que os recursos energéticos sejam explorados e gerenciados de acordo com a disponibilidade, diversidade e característica

de cada região, devendo ser entendido como Política Energética. É a política energética nacional que deve orientar as decisões de todos os agentes do setor de energia de um país.

No Brasil, a Política Energética consiste em um conjunto de diretrizes elaboradas pelo governo federal e amparadas pela Lei 9.478, de 6 de agosto de 1997. No corpo da referida lei estão definidos os principais objetivos da política energética nacional que, de um modo geral, buscam garantir o abastecimento seguro, o acesso, o uso diversificado das fontes energéticas disponíveis no território nacional, a competitividade do país no mercado internacional de energia e a proteção ambiental (BRASIL, 1997).

Esses objetivos expressam as bases da sustentabilidade energética, especialmente quando mencionam a necessidade de diversificação e abastecimento seguro, os quais só podem ser atendidos por meio da diversificação da matriz energética e otimização da exploração e uso desses recursos. A diversificação da matriz está relacionada à introdução de outras fontes de energia, de preferência as de menor impacto ambiental, já que, de acordo com a IAEA (2005), não existe produção ou tecnologia de conversão de energia que não gere riscos ou resíduos. Todas as fontes de energia produzem poluentes, emitidos ou eliminados, desde a extração de recursos até a prestação dos serviços.

A introdução de fontes renováveis na matriz energética reduz a dependência externa de energia e a dependência interna de fontes exclusivas, como a hidráulica, que é a situação do Brasil. Ademais, diminui a quantidade de gases poluentes emitidos através dos combustíveis fósseis e ajuda na complementação em momentos de picos e situações de crise, garantindo segurança no abastecimento, competitividade do mercado energético, acesso à energia a um preço razoável e diminuição dos impactos negativos ao meio ambiente.

Não obstante, a simples diversificação da matriz por si só não é suficiente para uma situação de sustentabilidade energética. Os recursos energéticos, renováveis ou não, precisam ser utilizados de maneira racional durante todo o processo de geração de energia. Isso significa que esta precisa ser produzida de maneira eficiente, mediante uso racional dos recursos disponíveis, assegurando uma prestação segura e justa dos serviços de energia ao maior número de pessoas, uma produção economicamente viável e com o mínimo possível de impactos ambientais.

Destarte, a sustentabilidade energética, no contexto do desenvolvimento sustentável, busca atender às necessidades de energia atuais da sociedade sem comprometer as gerações futuras, e também ter acesso a estes serviços (ROSEN, 2009). Dentro dessa perspectiva, a literatura tem mostrado (IAEA, 2005; VERA; LANGLOIS, 2007) que a prestação desses serviços de energia, adequados e economicamente acessíveis, seguros e ambientalmente

corretos, é elemento essencial para a promoção do desenvolvimento sustentável, contribuindo para a erradicação da pobreza, bem-estar humano e melhoria dos padrões de vida. Todavia, apesar de ser um elemento vital para o desenvolvimento e melhoria da qualidade de vida das pessoas, percebe-se que a distribuição desses serviços não acontece de forma homogênea em todo o território global. Segundo IAEA (2005), aproximadamente 1,7 bilhões de pessoas não têm acesso à eletricidade e isso inibe o desenvolvimento socioeconômico e compromete o desenvolvimento sustentável.

Essa situação confirma a necessidade de uma política orientadora para o planejamento do setor energético e corrobora com a afirmação da IAEA (2005) quando considera que desenvolvimento econômico sustentável, em nível global, só pode ser alcançado mediante uso racional de recursos, desenvolvimento de tecnologia, incentivos econômicos e políticas de planejamento direcionadas às realidades locais e nacionais, para que se faça o monitoramento dos impactos dessas políticas nesse desenvolvimento, bem como se verifique a necessidade de possíveis ajustes.

É necessário, portanto, avaliar a sustentabilidade no setor energético mediante análise da efetividade da implementação da política energética e do planejamento no setor, ou seja, análise das ações e decisões tomadas pelos diferentes agentes que fazem parte da estrutura do setor energético e, especificamente, elétrico. Caso essas ações estejam de acordo com o que está previsto na política e planejamento, conduzindo esses agentes para ações sustentáveis, como prevenção dos impactos ambientais e sociais, decorrentes desse processo de geração de energia, pode-se dizer que o setor atua de maneira sustentável. Todavia, operacionalizar, quantificar e qualificar o estado de sustentabilidade de um sistema de energia, entendido como o setor elétrico, não é tarefa fácil, uma vez que exige o uso de ferramentas capazes de simplificar a complexidade deste fenômeno.

Dentro dessa perspectiva, os indicadores de sustentabilidade têm se mostrado importantes ferramentas de medição de efeitos atuais e futuros, de determinados sistemas, sobre o meio ambiente natural e a sociedade (IAEA, 2005). Um indicador é um parâmetro ou um valor resultante de parâmetros que indica e fornece informações acerca de um fenômeno (OECD, 1993), com o intuito de entender melhor a complexa realidade que envolve a ciência, a sociedade e a tecnologia (PATLITZIANAS *et al.*, 2008).

No contexto da sustentabilidade energética, indicadores devem servir como ferramentas para avaliar e monitorar as implicações que determinadas ações dentro de um sistema de energia têm para o desenvolvimento sustentável, em termos de impactos ambientais, econômicos e sociais (IAEA, 2005). São, desse modo, instrumentos úteis para analisar as ações e decisões

dos agentes envolvidas com a prestação de serviços de energia. São as ações desses agentes que refletirão o quanto a política e o planejamento energético são consistentes e fiéis ao que se propõem.

Segundo Vera e Langois (2007), indicadores de energia não devem ser entendidos apenas como estatísticas de energia, mas como um conjunto de informações que proporcionam um entendimento mais profundo das relações causais entre a energia, o meio ambiente e a economia, capazes de comunicar informações de forma simplificada da realidade de um fenômeno. Além do mais, os indicadores devem ter relevância política e dar suporte ao processo de tomada de decisão (VAN BELLEN, 2005).

Diante de tais considerações, é importante acrescentar que a questão energética faz parte das grandes problemáticas ambientais, sociais, econômicas e políticas que vieram a ser discutidas de forma mais pontual após a publicação do Relatório Brundtland, em 1987. Este relatório definiu o que seria desenvolvimento sustentável e deu direcionamentos sobre a necessidade de desenvolver ferramentas que avaliassem o impacto do atual modelo de produção e consumo, considerado atualmente incompatível com a perspectiva de desenvolvimento sustentável. Foi, então, a partir dessas discussões que muitas organizações governamentais e internacionais iniciaram o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade, com o objetivo de mensurar o nível de sustentabilidade de nações, regiões, empreendimentos e atividades econômicas.

Uma das primeiras iniciativas foi do Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais (UNDESA) da ONU que, após decisões tomadas pelas Nações Unidas na Comissão de Desenvolvimento Sustentável, desenvolveu um conjunto de indicadores gerais para avaliar a sustentabilidade. Como resultado, obteve-se um pacote de 130 indicadores de sustentabilidade (ISD) que, após reformulações, foi resumido em 58 indicadores, dos quais, 3 (três) estavam associados à energia (VERA; LANGLOIS, 2007). Apenas três indicadores de energia não podem ser capazes de diagnosticar uma condição de sustentabilidade energética, já que esta envolve uma série de variáveis, como diversificação da matriz, acesso aos serviços de energia a preços justos, competitividade do setor, redução dos impactos ambientais, principalmente os associados à emissão de poluentes e ao uso racional e otimizado dos recursos energéticos disponíveis (IAEA, 2005). Esses indicadores precisam considerar todas as variáveis e comunicar o comportamento do sistema de energia relacionado a cada uma delas, sendo necessário o desenvolvimento de uma ferramenta com esta finalidade, ou seja, um conjunto de indicadores que expresse e reflita as características de um sistema de energia.

Em resposta a essa lacuna, em 2001, na nona sessão da Comissão sobre Desenvolvimento Sustentável (CSD-9), foi apresentado um conjunto de indicadores de energia desenvolvido pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) em parceria com o Departamento de assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas (UNDESA), a Agência Internacional de Energia (AIE) e outras organizações internacionais, como o Gabinete de Estatísticas da União Europeia – EUROSTAT. As principais questões que direcionaram a construção desses indicadores foram a acessibilidade de energia, a eficiência energética, a energia renovável, as tecnologias de combustíveis fósseis avançadas, as tecnologias de energia nuclear, a energia rural e a energia de transportes. O resultado foi um conjunto de 30 indicadores de energia para o desenvolvimento sustentável, classificados em três principais dimensões: social, econômica e ambiental (IAEA, 2005). Esses indicadores foram, em seguida, aplicados no Brasil, Cuba, Lituânia, México, Rússia, Eslováquia e Tailândia, com o intuito de apoiar as políticas energéticas dessas nações, bem como identificar as prioridades e objetivos de acordo com a necessidade energética para o desenvolvimento sustentável (IAEA, 2005).

Apesar de significar um avanço para a avaliação das questões energéticas, esse conjunto de indicadores de energia da IAEA é muito genérico e global. Não obstante, permite avaliar a sustentabilidade energética de uma nação em âmbito global e fornece informações sobre a situação do sistema de energia. Quando se deseja avaliar um sistema energético mais específico, esses indicadores apresentam limitações que impedem a visualização de questões mais pontuais que determinados sistemas de energia têm, sendo necessário fazer adaptações, inserindo ou retirando indicadores que se adéquem à realidade do fenômeno estudado, como os sistemas de energias renováveis.

O Brasil, a título de exemplificação, é considerado um dos países com a matriz energética mais limpa, uma vez que a presença dos recursos energéticos renováveis tem grande representatividade em sua matriz (PIRES, 2000; ANEEL, 2020). Apesar de a energia hidráulica ser a fonte mais significativa na matriz, o Balanço Energético Nacional (BEN) de 2020, desenvolvido com base no ano de 2015, indicou que a participação de outras fontes renováveis têm crescido (Ministério de Minas e Energia – MME, 2017). São fontes como a eólica, a solar e a biomassa que, além de serem consideradas fontes de menor impacto ambiental, podem desempenhar um papel de complementaridade na matriz nacional, especialmente em momentos de escassez hídrica, impedindo a complementação por fontes mais poluentes e mais caras, como as termelétricas à base de carvão e gás natural.

A atual expansão da geração por fontes renováveis, bem como sua representatividade na matriz energética apresentada pelo Balanço Energético Nacional, indica que a política e o

planejamento energético nacional têm orientado o setor para a transição de uma matriz predominantemente de base hidráulica para diversificação de fontes de energia renovável, seja por meio de programas de governo, como o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia – PROINFA, ou incentivos e ações que permitam que esse setor de energia atue dentro de uma perspectiva de sustentabilidade. Contudo, afirmar que o setor energético atua de maneira sustentável requer uma avaliação mais específica das ações dos agentes desse setor, para analisar a orientação da política e planejamento energético nacional.

Nesse contexto, para avaliação da sustentabilidade energética do setor elétrico brasileiro, os indicadores dessa sustentabilidade podem desempenhar um importante papel enquanto ferramenta para apoiar essa avaliação. Assim, ao considerar que os objetivos da Política Energética Nacional foram desenvolvidos dentro de uma perspectiva de sustentabilidade energética e que todos os agentes do setor elétrico, no país, desenvolvem suas atividades orientados por essa Política, as premissas que norteiam essa investigação partem de um conjunto de indicadores de sustentabilidade energética pré-selecionados. Tal conjunto busca avaliar se o setor elétrico brasileiro atua dentro de uma perspectiva de sustentabilidade, mediante a identificação desses indicadores nos processos de formulação e implementação das políticas e planejamento energético, desenvolvidos e divulgados para o setor.

Em outras palavras, a análise proposta deve refletir o quanto a política e planejamento energético brasileiro é capaz de promover acesso à energia, diversificação da matriz energética e articulação entre os agentes que formam o setor elétrico.

O acesso à energia está relacionado ao acesso fiável e acessível a equipamentos de cozinha limpos, conexão à eletricidade e aumento do consumo de eletricidade, para atingir a média nacional (OECD/IEA, 2011). O acesso à energia é fundamental para promover o desenvolvimento e diminuir a disparidade entre o número de pessoas que ainda não têm acesso aos serviços básicos de energia de forma justa e segura (VERA; LANGOIS, 2007; OWUSU; ASUMADU-SARKODIE, 2016).

A eficiência energética, de acordo com Schlomann e Rohde (2015), é tipicamente definida a partir de um consumo físico de energia como insumo, que pode ser eletricidade, calor ou qualquer outra forma física de energia, e que é comparada a um certo valor de uso, como saída, serviço, bem ou energia. A eficiência energética busca melhorar o uso das fontes de energia de forma racional e otimizada. No caso da diversificação da matriz, ela está relacionada à inclinação para o uso de energias renováveis, promovendo a diversificação gradual através da participação dessas fontes de energia ao longo do tempo (HADIAN; MADANI, 2015).

A articulação entre os diferentes agentes político-institucionais se refere às ações integradas para a gestão do setor e aproveitamento das diferentes fontes potenciais disponíveis através programas, regulamentações e instrumentos orientadores para esses agentes. Essas quatro dimensões estão diretamente relacionadas, uma vez que os esforços em eficiência energética, combinados com a expansão e geração de energias mais limpas, podem ajudar a garantir o acesso confiável ao maior número de pessoas, a um preço justo (DU CAN *et al.*, 2018).

Assim, as premissas deste estudo partem das seguintes afirmações:

- No processo de formulação da Política e Planejamento Energético Nacional é levado em consideração os indicadores de sustentabilidade energética.
- Os agentes que constituem a estrutura do setor elétrico brasileiro utilizam os indicadores de sustentabilidade energética no desenvolvimento de programas e ações desenvolvidos para o setor.

A partir de tais afirmações, pode-se então pressupor:

- Os aspectos relacionados à sustentabilidade energética, identificados através dos indicadores de sustentabilidade energética, no processo de formulação e implementação da Política e Planejamento Energético Nacional, no setor elétrico brasileiro, contribuem positivamente para a sustentabilidade energética do país; e
- Os aspectos relacionados à sustentabilidade energética, identificados através dos indicadores de sustentabilidade energética, no processo de formulação e implementação dos programas e ações desenvolvidos e implementados no setor elétrico brasileiro, contribuem positivamente para a sustentabilidade no setor e nas diferentes regiões do país.

A partir de tais afirmações e da contextualização da temática envolvendo a política energética nacional, o planejamento energético e o setor elétrico brasileiro, surge o seguinte questionamento:

De que forma o setor elétrico brasileiro considera os aspectos relacionados à sustentabilidade energética no processo de formulação e implementação da política e planejamento energético?

1.2 OBJETIVOS DO ESTUDO

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar as formas de atuação em termos de política energética e planejamento energético no setor elétrico brasileiro, a partir de um conjunto de indicadores de sustentabilidade energética pré-selecionados.

1.2.2 Objetivos Específicos

- I. Identificar dimensões e/ou questões necessárias para a promoção da sustentabilidade energética para avaliar a política e planejamento energético nacional;
- II. Construir um quadro geral de indicadores de energia, a partir de aspectos/dimensões como Acesso à energia, Eficiência energética, Diversificação da matriz e Articulação político-institucional;
- III. Avaliar o processo de formulação e implementação da política e planejamento energético nacional a partir das questões/dimensões necessárias para a promoção da sustentabilidade energética;
- IV. Identificar se no processo de formulação das políticas e planejamento energético nacional são considerados os indicadores de sustentabilidade energética selecionados; e
- V. Propor um *framework* de dimensões de sustentabilidade energética com base na necessidade de eficiência energética, diversificação da matriz, acesso à energia e atuação efetiva político-institucional do setor elétrico.

1.3 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

As questões que envolvem a problemática energética têm sido apontadas em debates mundiais sobre desenvolvimento sustentável. Isso se dá pelo fato de que os sistemas de energia são percebidos como capazes de promover ou inibir o desenvolvimento sustentável (IAEA, 2005). À medida que o acesso aos serviços de energia, à produção de energia segura e ambientalmente correta têm influência direta na melhoria dos padrões de vida, no bem-estar ambiental e social, a energia passa a ser percebida como um serviço necessário para o atendimento das demandas da sociedade. Todavia, o problema em torno da questão energética

que envolve o atendimento dessas demandas está relacionado à forma como os recursos energéticos são explorados e utilizados na sociedade. Uma das questões em torno do desenvolvimento sustentável e que tem relação com o uso de recursos energéticos é o aquecimento global causado pela emissão de gases de efeito estufa (MENDONÇA; GUTIEREZ, 2000; IEA, 2017). A energia gerada a partir de recursos de origem fóssil é, atualmente, considerada uma das principais causas das mudanças climáticas e isso tem levado nações a se reunirem com o intuito de discutir como reduzir combustíveis fósseis e introduzir fontes de energia menos poluentes.

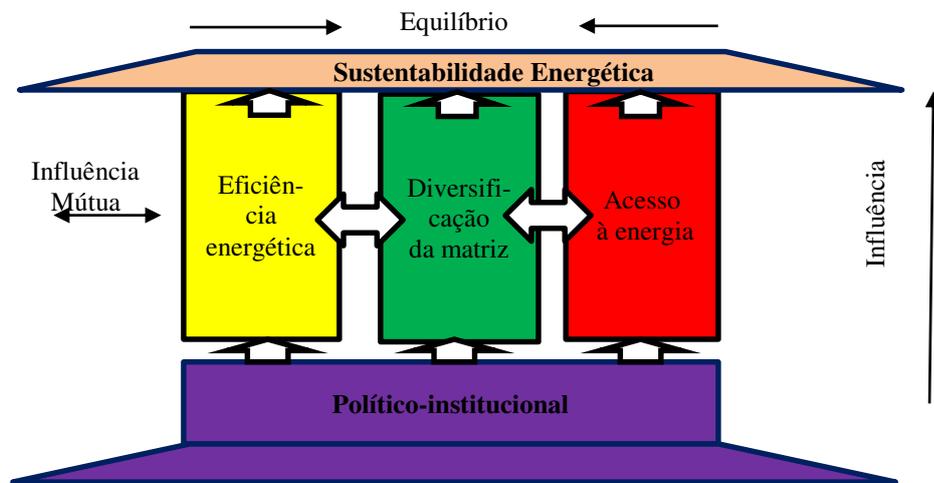
As ações mencionadas pelos encontros mundiais direcionam os países a desenvolverem políticas energéticas que orientem seus governos para ações dentro de uma ótica de sustentabilidade energética. Essa perspectiva consiste em desenvolver ações que levem os governos a trabalhar para uma transição de matriz energética baseada em carbono para fontes alternativas renováveis e menos poluentes. Em outras palavras, consiste em introduzir na matriz energética fontes de energia mais limpas e de menor impacto ambiental, ao mesmo tempo em que buscam desenvolver políticas e programas de eficiência energética para que os recursos sejam utilizados de forma racional.

Desse modo, para que um sistema energético possa ser considerado sustentável, ele precisa atuar dentro da perspectiva da sustentabilidade energética e isso precisa ser traduzido por meio da Política Energética do país. Contudo, fazem-se necessárias análises e avaliações para saber se uma política energética foi desenvolvida, de fato, para orientar os agentes do setor para ações mais sustentáveis, por meio de ferramentas específicas que abordem a questão da sustentabilidade energética. Nesse contexto, os indicadores dessa sustentabilidade se apresentam como ferramenta adequada para esse tipo de avaliação, envolvendo a análise da sustentabilidade das políticas energéticas e a atuação do setor elétrico. Para isso, é preciso abordar questões que estão diretamente relacionadas com o funcionamento de um sistema de energia e de como essas questões podem influenciar o desenvolvimento sustentável de uma nação, setor, empreendimento, entre outros.

Essa análise da sustentabilidade, através da identificação de indicadores de sustentabilidade energética no processo de formulação e implementação da Política e Planejamento energético, bem como das formas de atuação do setor elétrico brasileiro, apontará se o setor energético nacional, e especificamente o setor elétrico no Brasil, atuam dentro de uma perspectiva de sustentabilidade energética, de modo que, quanto mais indicadores forem identificados nesse processo, mais sustentável poderá ser considerada a Política Energética Nacional e a atuação do setor.

Em outras palavras, a análise da sustentabilidade energética deve partir de um conjunto de indicadores de energia que representem dimensões de acesso, diversificação, eficiência energética e ação político-institucional. Assim, a sustentabilidade energética pressupõe um estado de equilíbrio entre tais dimensões que devem ser refletidas por meio de programas e ações com o intuito de buscar equilíbrio entre oferta e demanda de energia de forma sustentável, conforme pode ser observado abaixo na Figura 1.

Figura 1 – Sustentabilidade energética a partir de quatro dimensões de indicadores de energia.



Fonte: Dados da pesquisa.

A figura acima apresenta o relacionamento entre as dimensões, o tipo e o sentido de influência que elas exercem umas nas outras. Esse sentido de influência está relacionado à orientação das políticas energéticas para a promoção de cada uma das dimensões, em especial, as dimensões Eficiência energética, Diversificação da matriz e Acesso à energia. Essa relação deve ser identificada a partir dos diferentes programas que refletem a política e planejamento energético e as ações já em curso ou em vias de desenvolvimento, para garantir o atendimento das necessidades da sociedade em termos de serviços de energia.

O conjunto de indicadores deve, portanto, abordar essas quatro questões da sustentabilidade energética, de modo a ser capaz de apontar para a sustentabilidade no setor de energia ou para questões pontuais que precisam ser melhoradas. As questões pontuais podem ser manifestadas a partir das diferentes dimensões da sustentabilidade em termos de promoção ou falta de efetividade nas políticas que visam impulsionar o acesso, o melhor uso, a diversificação e as ações integradas no setor, como forma de garantir o equilíbrio em condições sustentáveis entre a oferta e a demanda de energia.

A relevância deste estudo consiste em apresentar um caminho para avaliar a sustentabilidade energética no país, por meio de uma ferramenta baseada em indicadores de energia, além de diagnosticar se, no Brasil, a Política e o Planejamento energético direcionam seus agentes para a sustentabilidade. Portanto, contribui para disponibilizar informações que expressem as condições do setor energético brasileiro e do setor elétrico, indicando quais ações e políticas precisam ser desenvolvidas para que esse setor caminhe para a sustentabilidade.

1.4 ENFOQUE INTERDISCIPLINAR DO ESTUDO

A temática do presente trabalho aborda três questões que são fundamentais para o alcance do desenvolvimento sustentável: política e planejamento energético, sustentabilidade energética e indicadores de sustentabilidade energética. A análise dessas três temáticas está envolvida com conhecimentos de diversas áreas e campos de saberes, além do próprio conceito de desenvolvimento sustentável fazer parte de um campo de estudo interdisciplinar, tendo em vista a complexidade de análise e avaliação deste fenômeno.

Um sistema de energia envolve um conjunto de aspectos físicos e abstratos presentes em uma sociedade, que vão desde os próprios recursos energéticos, as formas de exploração e uso, as relações entre o ambiente natural, social, econômico e político e os impactos que o processo de fornecimento de energia pode causar para a sociedade. Esses aspectos são abordados durante o processo de elaboração e implementação de políticas, o que exige a integração de diferentes áreas do conhecimento e, portanto, exige uma abordagem interdisciplinar.

Em relação à sustentabilidade energética, à medida que um sistema de energia influencia nas condições ambientais, sociais, política e econômica de uma sociedade, exige-se, na análise dessa condição de sustentabilidade, a integração de conhecimentos e atores para o desenvolvimento de ações adequadas para o alcance desse fim. Para tanto, é necessário o envolvimento de saberes que precisam se comunicar na busca desse objetivo, como o diálogo entre a economia, o meio ambiente, a sociologia, a ciência política e o planejamento estratégico.

Quanto aos indicadores de sustentabilidade energética, a interdisciplinaridade apresenta-se no processo de busca para retratar uma condição que indicará se o sistema de energia pode ser considerado sustentável ou não. Esses indicadores são construídos a partir da integração de diferentes áreas como: estatística, demográfica, sociologia, economia, meio ambiente, dentre outras.

Para efeitos do presente estudo, buscou-se ainda integrar as discussões em torno da Política e Planejamento energético, sustentabilidade energética e indicadores de sustentabilidade energética, entendendo que a análise dessa condição de sustentabilidade não pode ser analisada apenas a partir da temática da sustentabilidade energética, mas também das ações desenvolvidas por meio de políticas e programas, mediante a utilização dos indicadores de energia para a sustentabilidade como ferramenta de apoio nesse processo de avaliação.

Portanto, essa pesquisa é desenvolvida dentro de uma perspectiva interdisciplinar, já que envolve três temáticas que são, por si só, interdisciplinares. Isto posto, a avaliação da sustentabilidade do setor elétrico brasileiro e da política e planejamento energético nacional está de acordo com o objetivo de interdisciplinaridade exigido pelo Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande – (UFCG).

1.5 CARÁTER INÉDITO DA PESQUISA

O caráter inédito da pesquisa consiste em:

A partir de conjuntos de indicadores de energia identificados na literatura, Olade (2001); IAEA (2007); OECD/AIE(2014); Helio International (2011); World Concil Energy (2016); Keirstead (2007); Patlitzianas et al. (2008); Kruyt *et al.* (2009), propõe-se um *framework* de dimensões de sustentabilidade energética com base na necessidade de eficiência energética, diversificação da matriz, acesso à energia e atuação efetiva político-intitucional do setor elétrico, com base nas relações entre os indicadores e as questões/dimensões necessárias para a promoção da sustentabilidade energética.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado da seguinte forma:

A introdução deste trabalho parte da contextualização da problemática energética no mundo que aponta para a necessidade de políticas energéticas sustentáveis. A partir dessa contextualização é apresentado o panorama geral da matriz energética brasileira e especificamente do setor elétrico do país, destacando o desenvolvimento desse setor nos últimos anos. Com o intuito de avaliar a sustentabilidade energética da Política e Planejamento Energético Nacional e da atuação das empresas envolvidas com o processo de oferta de serviços de energia, foi sugerido a seleção de um conjunto de indicadores, a partir da literatura, relacionados com a sustentabilidade energética.

Na fundamentação teórica foram abordadas as temáticas norteadoras da pesquisa: política energética, política energética no Brasil, planejamento energético no Brasil, políticas e programas no setor elétrico brasileiro, sustentabilidade energética e indicadores de sustentabilidade energética. As temáticas foram desenvolvidas dentro de uma perspectiva interdisciplinar, buscando relacioná-las com a realidade brasileira.

A metodologia consistiu na caracterização do estudo e no delineamento deste, na caracterização da área de estudo e na proposta de tratamento e análise dos dados. Aqui foram detalhadas as etapas da investigação que consistiu em todo o processo de estruturação da análise de conteúdo e análise estatística utilizada.

A apresentação e discussão dos resultados foram desenvolvidas e apresentadas a partir de processo hermenêutico, buscando desmostrar a relevância dos indicadores de energia selecionados no processo de formulação e implementação da política e planejamento energético, através de suas diversas relações e representatividade, bem como dos aspectos e variáveis que são avaliados a partir de cada indicador e dimensão da sustentabilidade energética.

A conclusão apresenta o resumo dos resultados discutidos e seus impactos e direcionamentos dentro da política e planejamento energético nacional. Também expressa as recomendações para continuidade da pesquisa através de trabalhos futuros e as limitações, quanto ao processo de construção da tese, em uma perspectiva teórica/metodológica e pessoal.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ANTECEDENTES E DISCUSSÕES SOBRE O USO E CONSUMO DA ENERGIA NO MUNDO

Um dos últimos alertas da ONU sobre o recorde de emissões de CO₂ na atmosfera, no hemisfério norte, se referia ao pouco tempo que se tem para conter o elevado índice de emissões de gases poluentes na atmosfera (ONU, 2014). O alerta foi feito informando que o tempo para reduzir as emissões e controlar o aquecimento global está se esgotando, e mais que isso, esse nível de emissão de gases de efeito estufa possui um significado científico e simbólico: é urgente a necessidade de reduzir a queima de combustíveis fósseis e outras atividades humanas responsáveis pelo aquecimento do planeta.

Mais que um alerta, isso foi a continuação das discussões que envolvem os atuais problemas ambientais que, caso não sejam mitigados, podem causar uma crise sistêmica na sociedade, resultante de processos econômicos egoístas que refletem em injustiças ambientais e sociais. A energia, por estar envolvida com todas as formas de trabalho, produção e consumo, sempre esteve na pauta das discussões ambientais, embora inicialmente de forma mais tímida, hoje é uma das grandes questões mundiais.

Na declaração de Estocolmo, em 1972, na Suécia, considerada um marco das discussões ambientais em nível mundial, já se apontava questões envolvendo recursos associados à geração, uso e consumo de energia. Dois princípios dessa conferência destacaram a importância de manter a capacidade da terra de produzir recursos renováveis e a necessidade de gerenciar e compartilhar os recursos não renováveis, a fim de não esgotá-los, a exemplo do petróleo, do gás natural e do carvão mineral (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA, 2017).

Na divulgação do Relatório Brundtland, intitulado Nosso Futuro Comum, em 1987, na pauta de questões envolvendo os problemas ambientais estava em discussão também o uso excessivo de combustíveis fósseis. Das reuniões públicas realizadas em regiões desenvolvidas e em desenvolvimento no processo de elaboração desse relatório, foram expressos pontos de vistas relacionados a questões como agricultura, água, energia, transferência de tecnologias e desenvolvimento sustentável. Com relação à energia, umas das medidas sugeridas foram a diminuição do consumo e o desenvolvimento de tecnologias para o uso de fontes energéticas renováveis (ONU BRASIL, 2016).

Duas décadas depois da Conferência de Estocolmo foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, também conhecida como Cúpula

da Terra, Rio 92 ou Eco 92 (ONU BRASIL, 2016). A conferência apontou o acesso aos serviços básicos de energia, para superação da pobreza e melhoria da qualidade de vida, como uma das questões do desenvolvimento sustentável. Alertou, ainda, para o fato de apenas 13 % do fornecimento de energia global ser proveniente de energia renovável. Também foi nesse encontro que 179 países acordaram e assinaram a Agenda 21 Global, um documento composto de 40 capítulos com ações direcionadas à promoção do desenvolvimento sustentável (MMA, 2016).

No capítulo 8 da Agenda 21 foi expressa a noção de que a energia é essencial para o desenvolvimento social e econômico e para uma melhor qualidade de vida, e que isso está diretamente relacionado ao desenvolvimento, à eficiência e ao consumo de energia. Ressaltou, também, que a maior parte da energia mundial é produzida com base em padrões insustentáveis. A necessidade de reduzir e controlar as emissões de gases de efeito estufa deve ser baseada na eficiência, produção, transmissão, distribuição e consumo de energia e em uma dependência cada vez menor de combustíveis fósseis e maior de combustíveis considerados ambientalmente saudáveis (MMA, 2016).

Em 2002, dez anos após a Eco-92, a comissão de Desenvolvimento Sustentável da ONU propôs a realização de um novo encontro mundial para discutir e rever as metas propostas pela Agenda 21 e direcionar esforços às áreas que requeriam mais atenção. Este encontro aconteceu em Joanesburgo, na África do Sul, com a participação de mais de 150 países que apresentaram propostas para por em prática as diretrizes da Eco-92. A energia foi tema central da Cúpula Mundial para o Desenvolvimento Sustentável, embora a proposta de redução de 10% das matrizes energéticas poluidoras tenha sido boicotada por blocos de países com interesses econômicos e pelos grandes produtores de petróleo (ONU BRASIL, 2016).

Na Rio+20, em 2012, realizada na cidade do Rio de Janeiro, mais uma vez a energia foi tema de discussões. A ressalva desta vez foi sobre o uso ineficiente da energia como limitante da produtividade econômica e agravante do aquecimento global, decorrente de emissões associadas a fontes de energia, chamando atenção para os impactos da mudança climática e, principalmente, para os riscos que os mais pobres estão expostos nessas situações.

Uma energia sustentável deve ser acessível, barata, limpa e eficiente. Essa condição permite que as empresas cresçam, gerem empregos, criem novos mercados e os países cresçam mais resistentes e com economias competitivas. Ainda neste encontro, uma iniciativa global liderada pelo Secretário Geral da ONU, “Energia Sustentável para Todos”, buscou mobilizar todos os setores da sociedade, incluindo empresas, governos, investidores, grupos da comunidade e academia, com o objetivo de assegurar o acesso universal aos modernos serviços

de energia, dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética e duplicar a quota de energias renováveis na matriz energética global (ONU BRASIL, 2017).

Mais recentemente, em 2015, aconteceu a Conferência das Partes (COP-21), da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. O encontro buscou um acordo internacional sobre o clima entre os países participantes, com o objetivo de manter o aquecimento global abaixo de 2° C (NAÇÕES UNIDAS, 2016). Um dos pontos para se pensar em maneiras de minimizar os efeitos da Mudança climática, implica em discutir o quanto o setor de energia influencia no aumento de emissões de gases de efeito estufa e na necessidade de repensar a matriz energética e o uso da energia, revendo uma maior participação das fontes renováveis e redução do uso de combustíveis fósseis (ONU BRASIL, 2017).

Repensar a matriz energética foi, de fato, o grande ponto que, de forma direta ou indireta, todos esses encontros sugeriram. O uso eficiente da energia e o acesso seguro para todos é fundamental para a busca e construção de uma sociedade mais justa, econômica, social e ambientalmente viável. O modelo de desenvolvimento adotado pelos países industrializados, e seguido pelas nações em desenvolvimento, não pode mais continuar, pois a pressão, uso e exploração excessivos dos recursos naturais já ultrapassam os limites e capacidades de resiliência do meio natural.

Há uma clara incompatibilidade entre o que se chama de desenvolvimento sustentável e o modelo de produção e consumo atual. Esse último precisa ser coerente com os objetivos que assegurem que as necessidades das gerações presentes sejam atendidas de forma segura e ambientalmente correta, sem comprometer as futuras gerações, que precisam igualmente ter suas necessidades atendidas.

Como tudo o que se desenvolve e produz está relacionado a algum tipo de energia empregada, isso faz com que a energia se torne um dos principais elementos constituintes da sociedade moderna (HINRICHS *et al.*, 2010), de modo que é por meio dela que se tem criado bens com base na utilização dos recursos naturais, e dos quais a sociedade tem usufruído e atendido suas necessidades.

Tais necessidades tendem a aumentar juntamente com o crescimento populacional, e isso implica em produzir mais e, portanto, consumir e produzir mais energia. A grande questão reside no fato de que, a depender das fontes de energia e das tecnologias disponíveis na sociedade, mais recursos naturais serão explorados além dos limites e os problemas ambientais poderão se agravar ainda mais, sobretudo os relacionados à emissão de gases poluentes e causadores do efeito estufa.

Diante de tal situação e da necessidade de buscar meios mais sustentáveis de atender as demandas da sociedade, governos têm tentado desenvolver políticas energéticas de diversificação da matriz (WALTER, 2010). Estas ações permitem não apenas a redução do uso de combustíveis fósseis, mas a introdução de fontes menos impactantes para geração de energia e, principalmente, a não dependência de uma única fonte, como o petróleo, por exemplo, que já foi palco de uma crise significativa na década de 70, o que ocasionou aumentos de quase 400% nos preços do combustível e desestabilização da economia mundial.

Uma matriz energética sustentável é condição essencial para alcançar os objetivos de acesso à eletricidade, combate à pobreza, diminuição das desigualdades sociais, eficiência e segurança energética e redução da exploração dos recursos naturais limitados. É, portanto, fator determinante para o desenvolvimento sustentável (IAEA, 2005).

Tais considerações refletem o quanto a energia possui um papel primordial no desenvolvimento da sociedade, podendo contribuir ou limitar o seu desenvolvimento e crescimento econômico. Sendo a energia um recurso que influencia diretamente o desenvolvimento sustentável, o desenvolvimento de políticas públicas que orientem o uso e a exploração das fontes de energia disponíveis, e que considere as dimensões do desenvolvimento sustentável, se constitui em um desafio cada vez maior para os governos que precisam direcionar as ações e o planejamento de um setor tão importante para a promoção do desenvolvimento sustentável de um país.

2.2 POLÍTICA ENERGÉTICA

O acelerado processo de desenvolvimento e crescimento econômico das últimas décadas tem resultado em uma pressão cada vez maior sobre os recursos energéticos do planeta. Essa pressão passa a preocupar os governos à medida que a demanda de energia cresce dentro de um sistema energético baseado na exploração exaustiva de recursos com disponibilidade limitada e ainda com características poluentes. Torna-se ainda mais preocupante quando a economia e o desenvolvimento das grandes nações são fincados nesse modelo de produção e de exploração energética, fazendo com que se desenvolva um sentimento global de insegurança energética e de receio de crises, a exemplo da que ocorreu na década de 70 com a crise do petróleo. Mais do que uma questão de segurança energética, a energia é hoje o alvo das discussões em torno da mudança climática, direcionando-a para a agenda de discussões políticas mundiais que apontam para a importância de se definir políticas energéticas que orientem a produção, a geração e o consumo de energia de forma sustentável.

Assim, a política energética trata da maneira como os governos e organizações lidam com as questões de energia dentro de uma perspectiva de desenvolvimento sustentável, na qual a gestão dos recursos energéticos considere as características de limitação de alguns desses recursos, bem como os potenciais impactos ambientais que a exploração desenfreada pode ocasionar. Consiste, portanto, em um conjunto de diretrizes e objetivos que têm o intuito de regular e orientar a gestão e a exploração equilibrada dos recursos energéticos disponíveis, nos diferentes territórios, de acordo com a disponibilidade, diversidade e características de cada um desses recursos, podendo ser traduzida em programas, acordos nacionais e internacionais, legislações, atividades estatais, entre outros.

No panorama internacional, a International Energy Agency (IEA) se destaca como um dos maiores órgãos orientadores da política energética em mais de 29 países membros. Sua política tem como foco garantir segurança energética, desenvolvimento econômico, proteção ambiental e engajamento mundial que assegure energia limpa e acessível para todos (IEA, 2017). Criada em 1974 em resposta à crise mundial do petróleo, a IEA foi o órgão responsável para dar apoio em matéria de segurança energética e política energética a esses países. Após sua criação, uma de suas primeiras ações foi promover a segurança dos abastecimentos de petróleo, em condições razoáveis e equitativas, tomando como base o “acordo sobre um programa internacional de energia” que foi elaborado pelos governos de 17 países e que visava garantir um estoque mínimo de petróleo em situações de crise (IEA, 2017).

Sediada pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OECD, em Paris, a Agência Internacional de Energia é considerada o ponto central da cooperação energética em questões como: segurança do abastecimento, política energética de longo prazo, transparência de informações relacionada à energia, meio ambiente e energia e investigação e desenvolvimento de relações internacionais no domínio da energia (IEA, 2017). Como órgão central das discussões mundiais ligadas à energia e responsável pelo fornecimento de estatísticas e análises envolvendo as questões energéticas, bem como pela elaboração de orientações das políticas energéticas dos países membros, suas ações estão voltadas para o desafio do crescente aumento do consumo de energia e os impactos ambientais decorrentes da exploração dos recursos energéticos. Entre as ações e programas mais discutidos atualmente pela IEA, está a questão da necessidade de reduzir as emissões de CO₂, mediante diversificação da matriz energética – atualmente predominantemente fóssil, eficiência energética e desenvolvimento e implementação de tecnologias de descarbonização e energias limpas (IEA, 2017).

As emissões de CO₂ na atmosfera estão diretamente relacionadas à problemática das mudanças climáticas, tema central do último encontro ocorrido em Paris, em 2015, conhecido como Conferência das Partes (COP 21). As discussões voltaram-se para as atuais formas de produção de energia, responsáveis pela maioria das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e para a urgência em se buscar alternativas para substituir os combustíveis fósseis, principal fonte de energia das grandes potências econômicas. Destarte, as políticas energéticas passaram a ser definidas a partir de mais um critério: lutar contra as alterações do clima e buscar atingir a meta de diminuição de emissões apresentadas no encontro de Paris (IEA, 2017).

O Word Energy Outlook – WEO, da IEA de 2016, apontou como a COP 21 trouxe esperanças e expectativas de cooperação global em combater as alterações climáticas (IEA, 2017). Esse é o relatório mais importante, publicado anualmente pela IEA e intitulado “Perspectivas Mundiais de Energia (World Energy Outlook - WEO)”, que apresenta uma análise do cenário mundial da energia em termos de produção, consumo, preços, mercados, tecnologias, energias renováveis, combustíveis fósseis e outros, bem como as projeções do cenário energético mundial até 2040.

De acordo com o relatório, já é possível perceber as mudanças no setor de energia voltadas para a diminuição das emissões de Gases de Efeito Estufa - GEE e investimento em tecnologias de energia de baixo carbono. Tal resultado é evidenciado pela análise do crescimento das emissões de CO₂ relacionadas com a energia, que em 2015 ficaram estáveis, resultante do melhoramento de 1,8% da intensidade energética com ganhos de eficiência energética e uso de energias mais limpas, sobretudo as renováveis (WEO,2016).

Esses resultados apontaram para o compromisso das nações que mais emitem GEE em trabalhar a partir de políticas que busquem a transição de um sistema energético predominantemente baseado no carbono para energias mais limpas e menos agressivas ao meio ambiente. O acordo de Paris não só foi um passo a mais para combater as mudanças climáticas, mas um direcionamento do foco da política energética internacional para ações que levem em consideração os problemas ambientais e sociais decorrentes de um sistema energético muitas vezes injusto, mal distribuído e poluente.

Nesse sentido, a política energética internacional deve ir ao encontro dos dezessete (17) objetivos de desenvolvimento sustentável para 2030. Entre eles, tem-se a garantia ao acesso seguro e justo para todos, visto que ainda existem mais de um milhão de pessoas sem a possibilidade de uso dos serviços básicos de energia no mundo (IAEA, 2005; ONU BRASIL, 2017). Garantir esse acesso e ao mesmo tempo lutar contra as alterações climáticas decorrentes da produção de energia, implica em introduzir fontes mais limpas na matriz, investir em

eficiência energética e em tecnologias de baixo carbono e garantir o direito ao uso da energia com o intuito de universalizar esse serviço.

Dentro dessa perspectiva, já se percebem avanços no sistema energético global, tendo em vista que as energias renováveis e o gás natural vêm se destacando como aquelas que irão atender o crescimento da demanda de energia até 2040 (WEO, 2016). Somando-se a isso, a implantação de tecnologias como a eólica e a solar já chegam a recordes, o que leva a crer no firme compromisso dos governos de garantir acesso universal aos serviços de energia de forma segura até 2030 (AIE, 2017). Essas são ações que poderão encaminhar as nações para um processo de transição de uma matriz energética poluente para uma matriz mais limpa.

A transição de uma energia baseada no carbono para fontes menos poluentes ainda terá um longo caminho a percorrer, uma vez que a produção mundial de energia é fortemente dependente de combustíveis fósseis e a representatividade das fontes renováveis na matriz energética mundial ainda é pouco expressiva (IEA, 2017). O balanço energético mundial da IEA de 2016 mostra que os combustíveis fósseis ainda representam mais de 80% da produção de energia e, embora as fontes mais limpas como eólica, solar e geotérmica continuem a expandir, ainda têm um peso muito pequeno, pouco mais de 1% da produção mundial de energia (KEY WORLD ENERGY, 2016).

Mesmo com esse cenário, é notória uma reorientação do sistema energético global, como nos EUA, Europa, Rússia, China e Brasil. Os Estados Unidos - EUA, considerado o segundo maior emissor de GEE do mundo, deu seus primeiros passos no desenvolvimento de políticas energéticas e climáticas após o embargo árabe, que foi uma reação de países produtores de petróleo contra o apoio militar dos EUA a Israel, em meio à guerra do Yom Kippur, em 1973 (COYLE & SIMMONS, 2014). Essa situação gerou insegurança energética para o país, uma vez que houve redução da produção de petróleo e proibição de exportação do óleo para os EUA, levando a aumentos expressivos nos preços do petróleo e seus derivados (QAIMMAQAMI, 2011).

Em resposta ao embargo, criou-se o Departamento Central de Energia (DOE), em 1977, que também incluía a Comissão Federal de Energia. Essas instituições foram criadas com o intuito de supervisionar a agenda nacional de energia dos EUA e formular políticas que incluíssem os recursos naturais, pesquisa energética, gerenciamento de armas nucleares e análise das tendências e desenvolvimento do setor energético, no mercado interno e internacional (FEHNER & HOLL, 1994). Outra resposta foi o estabelecimento da Reserva Estratégica de Petróleo (SPR), em 1975, para criar um estoque desse produto para atender as necessidades domésticas em caso de novas interrupções de fornecimento (COYLE &

SIMMONS, 2014). Muitas das medidas estabelecidas em termos de política energética, nos EUA, foram sempre tomadas em meio a contextos de instabilidade e preços abusivos do petróleo e seus derivados, como a Lei de Independência e Segurança Energética, que orientava para um uso maior de combustíveis alternativos, e a Norma de Combustíveis Renováveis, que exige o uso de combustíveis alternativos como, o etanol celulósico e outros biocombustíveis até 2020 (COYLE & SIMMONS, 2014).

Apesar dos avanços em termos de Política Energética, mesmo que se trate de uma política reativa, a COP 21 possibilitou uma perspectiva de cooperação entre nações, na luta contra as mudanças climáticas e na qual os EUA também fez parte. Em 2017, o presidente eleito, Donald Trump, anunciou a retirada dos EUA do acordo de Paris (THE NEW YORK TIMES, 2017), o que representou, em termos de política energética sustentável, um retrocesso justificado em nome do crescimento econômico da nação.

Já nos países europeus, o desenvolvimento formal da política energética dos países aconteceu em um contexto pós-segunda guerra mundial, coincidindo com a criação do Conselho da Europa, em 1949, que tinha como objetivo restabelecer a economia europeia e promover períodos de paz (COYLE & SIMMONS, 2014). Uma das primeiras ações relacionada à energia na União Europeia (UE) ocorreu em 1950, quando o ministro dos negócios exteriores, o francês Robert Schuman, fez uma declaração, no Quai d'Orsay, propondo que a produção de carvão de aço fosse submetida a uma autoridade comum, no sentido de uma organização da qual vários países europeus também pudessem participar, com o objetivo de que essa autoridade maior tivesse como incumbência supervisionar o mercado, assegurando regras de concorrência e transparência de preços. Tal decisão culminou com a criação da Comunidade Europeia do Carvão e do Aço – CECA – e, posteriormente, com o surgimento da Comunidade Econômica Europeia – CEE (SCHUMAN DECLARATION, 1950).

Atualmente, a política energética da UE tem como destaque orientador o “Livro Verde”, publicado em 2006 pela Comissão das Comunidades Europeias, e que tem como objetivo construir uma política energética frente aos inúmeros desafios da atualidade, em termos de provisão e defeitos sobre o crescimento e o meio ambiente na Europa. Esse livro evidencia os verdadeiros desafios enfrentados pela UE em termos energéticos. Para atingir seus objetivos econômicos, sociais e ambientais, esse continente deve considerar as questões relacionadas à dependência crescente das importações, volatilidade do preço dos hidrocarbonetos, alterações climáticas, aumento da demanda e os gargalos do mercado interno de energia (EUR – LEX, 2017).

Além dos EUA e da UE, outras nações também desempenham um importante papel na política energética global. A China, a Índia, a Rússia e o Brasil são, respectivamente, países de destaque quando a questão tratada é recursos energéticos e política energética. A China já ocupa o segundo lugar no mundo em consumo de energia e o primeiro em emissões de GEE (COYLE & SIMMONS, 2014). Sua Política Energética é administrada pelo Conselho Nacional e pela Comissão de Reforma, as quais regulam e formulam as políticas do setor de energia no país. Em 2010 foi criada uma Comissão Nacional de Energia com o intuito de consolidar a política energética chinesa e formalizar, na agenda energética, questões relacionadas às tecnologias de carbono dentro do planejamento energético nacional (COYLE & SIMMONS, 2014).

A Rússia, por possuir uma das maiores reservas de gás natural do mundo e a segunda maior reserva de carvão, bem como a nona posição em reservas de petróleo, tem a posição de grande exportador de recursos energéticos para países europeus (COYLE & SIMMONS, 2014). Tanto a Rússia como a China enfrentam grandes desafios relacionados a problemas de poluição ambiental e emissão de gases de efeito estufa, impactando diretamente no desenvolvimento e implementação de sua política energética, que também necessita ser orientada em torno das questões ambientais e sociais.

Até aqui, o que se percebe é que todos esses países compartilham de problemas semelhantes relacionados às questões ambientais, tendo a mudança climática como tema central em torno das políticas energéticas. O mundo, hoje, está sendo orientado dentro de um discurso de desenvolvimento sustentável, o que, na perspectiva energética, implica em matrizes menos poluentes e mais eficientes que só poderão ser alcançadas mediante políticas e planejamentos que busquem esse fim. O Brasil, enquanto nação em desenvolvimento, tem sido destaque quando se fala em matriz energética sustentável e uso de fontes de energia menos poluentes, muitas vezes sendo citado como modelo para os demais países.

2.2.1 Política Energética no Brasil

Em termos de matriz energética mais limpa, em escala internacional, o Brasil é considerado o país com uma das matrizes energéticas mais sustentáveis, tendo a hidroeletricidade como fonte de energia predominante. Tal fato se deve às características naturais do país que dispõe de bacias hidrográficas riquíssimas, com rios bastante caudalosos e propícios para esse tipo de investimento para a geração de hidroeletricidade (PIRES, 2000). De acordo com o Balanço Energético Nacional de 2016, a geração de eletricidade no país, proveniente de geração hidráulica corresponde a 64% da oferta interna de energia (BEN, 2016).

Todavia, apesar de bastante expressiva, a fonte hidráulica, na matriz energética brasileira, vem perdendo espaço para outras fontes de energia, quando comparado a épocas nas quais essa fonte representava pouco mais de 90 % de toda energia gerada no país.

Um fato explicativo para a diminuição da participação hidráulica na nossa matriz deve-se a um incremento maior de fontes também renováveis para a geração de energia no país, em especial a energia fotovoltaica e eólica que, em 2015, apresentou um aumento de 21.626 GWh, o que correspondeu ao aumento de 77% em relação ao ano anterior, ultrapassando a geração de energia de origem nuclear (BEN, 2016). Além dessas fontes renováveis, também fazem parte da matriz nacional o biodiesel, proveniente da cana de açúcar, o etanol, e a biomassa que, em conjunto com a hidráulica, conferem um percentual de 75% de fontes renováveis na oferta interna de eletricidade no país (BEN, 2016).

As fontes de origem fóssil, como o petróleo e seus derivados e o carvão, representam apenas 9,3% da matriz brasileira e, embora o país apresente potencial significativo para esse tipo de fonte, sobretudo após as descobertas do pré-sal na bacia de Santos, Campos e Espírito Santo, que podem oferecer para o Brasil a condição de exportador de petróleo, a geração interna de energia ainda continua sendo predominantemente renovável (MME, 2016).

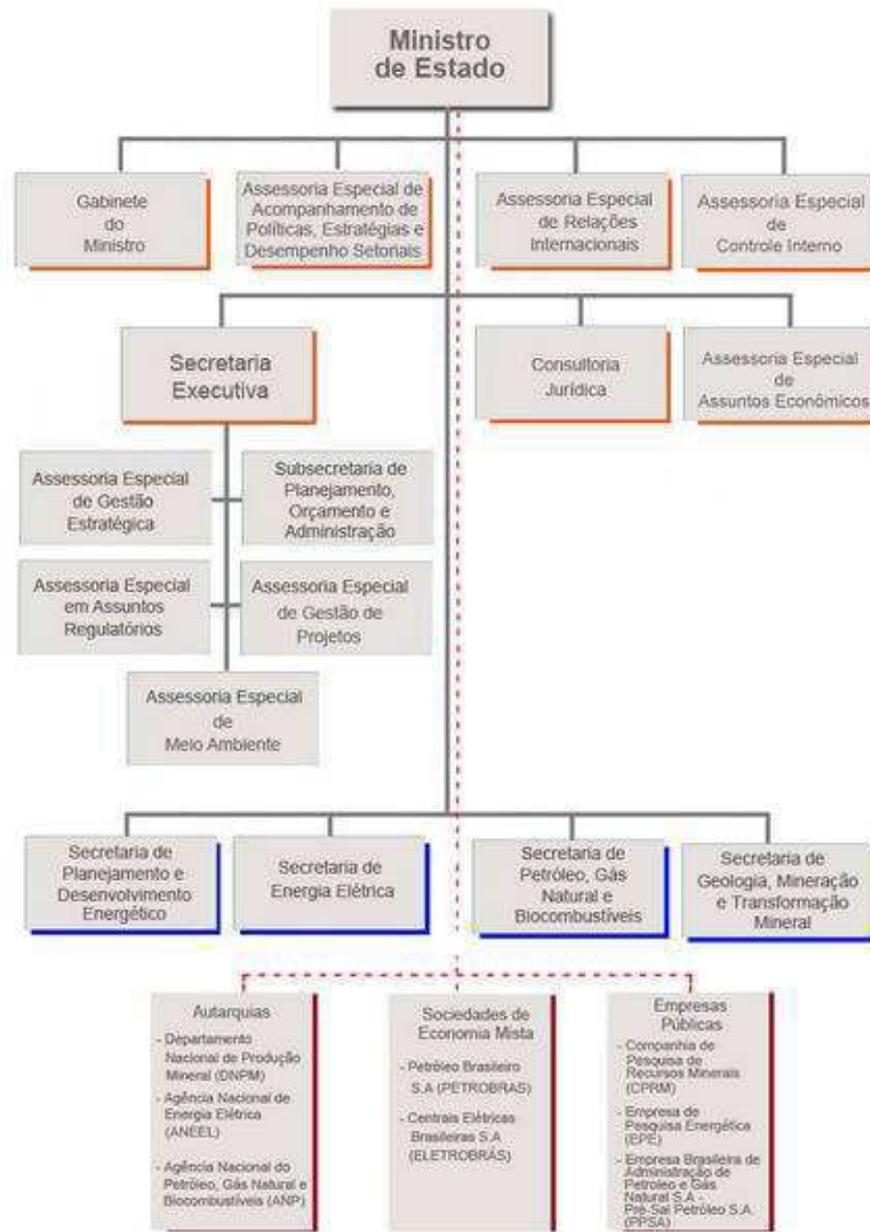
Esse panorama, no qual as energias renováveis ganham espaço na geração de energia no Brasil, tem o apoio de políticas e órgãos institucionais responsáveis pela orientação do setor de energia no país. O Ministério de Minas e Energia (MME) brasileiro é o órgão federal que representa a União enquanto poder concedente e formulador de Políticas Públicas. Ele atua na supervisão e implementação dessas políticas e, em geral, trata de assuntos relacionados à geologia, aos recursos minerais e energéticos, ao aproveitamento da energia hidráulica, à mineração e metalurgia, ao petróleo, ao combustível e à energia elétrica (MME, 2017).

Criado pela Lei 3.782, de 22 de julho de 1960, para cuidar dos assuntos de minas e energia que antes eram atribuições do Ministério da Agricultura, o Ministério de MME desempenhou essas atividades até 1990, ano que foi extinto, tendo suas atribuições repassadas para o Ministério da infraestrutura, que também era responsável pelos setores de transporte e comunicações (MME, 2017). Em 1992, o MME foi criado novamente pela lei nº 8.422, retomando suas atribuições de cuidar dos assuntos relacionados às minas e energia, representando, atualmente, o órgão maior vinculado à presidência da república para orientar e formular a política energética brasileira.

Na estrutura organizacional do Ministério de Minas e Energia, aprovada pelo Decreto nº 8.871, de 6 de outubro de 2016, estão presentes órgãos e instituições que têm competências nos diversos assuntos tratados pelo ministério (BRASIL, 2016). Esses órgãos e instituições vão

desde secretarias a órgãos de assessorias, bem como autarquias, sociedades de economia mista e empresas públicas, todas com um papel fundamental para o desenvolvimento das políticas energéticas e do setor energético em si. Abaixo, a Figura 02 apresenta a Estrutura Organizacional do Ministério de Minas e Energia.

Figura 2 – Estrutura organizacional do Ministério de Minas e Energia.



Fonte: MME, 2017.

Dentro do contexto do setor energético e da estrutura organizacional do Ministério de Minas e Energia, é importante destacar a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANNEE), as

Centrais Elétricas Brasileiras (ELETROBRAS) e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Essas “entidades” desempenham, desde a criação, atividades relacionadas ao processo de regulação, monitoramento e implementação das políticas de governo para o setor energético e foram instituições preponderantes para o processo de reestruturação do setor elétrico brasileiro.

A reestruturação do setor de energia foi uma necessidade em função da crise fiscal que se abateu no país em meados da década de 80, o que gerou insegurança quanto à capacidade de atendimento da demanda e quanto à necessidade de expansão da oferta de energia. O modelo de financiamento do setor energético, que na época era baseado no tripé recursos do tesouro, autofinanciamento e recursos externos, já não era capaz de continuar orientando o desenvolvimento do setor, o que resultou em redefinição estrutural e institucional (PIRES, 2000).

Embora a introdução do novo modelo institucional/reestruturação tenha iniciado na década de 1990, ele adquiriu maior robustez em 1997 com a criação da ANEEL, que introduziu pela primeira vez a regulação no mercado de energia no país. Isso foi um dos marcos e uma das alternativas apontadas, uma vez que um dos problemas no setor energético, na época, era a falta de regulação e fiscalização das empresas do setor (PIRES, 2000).

A ANEEL, autarquia especial vinculada ao MME, foi criada por meio da Lei nº 9.427, de 1996, e do Decreto nº 2.335, de 1997, com o objetivo de regular o setor elétrico brasileiro, apresentando como principais atribuições: regular a geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica; fiscalizar diretamente ou mediante convênios com órgãos estaduais, as concessões, as permissões e os serviços de energia elétrica; implementar as políticas e diretrizes do governo federal relativas à exploração da energia elétrica e ao aproveitamento dos potenciais hidráulicos. Ademais, também tinha a função de estabelecer tarifas, dirimir as divergências na esfera administrativa entre os agentes e entre esses agentes e os consumidores e promover as atividades de outorgas de concessão, permissão e autorização de empreendimentos e serviços de energia elétrica, por delegação do governo federal (BRASIL, 1996; ANEEL, 2017).

Além dessas atribuições, a Agência Nacional de Energia Elétrica também participa de diversos programas setoriais em favor de atividades de regulação e melhorias no setor elétrico. Exemplos desses programas são o Programa de Fortalecimento da Capacidade Institucional para a Gestão em Regulação – PRO-REG, o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura – REIDI e o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA. O PRO-REG tem como objetivo contribuir para a melhoria do sistema regulatório, da coordenação entre as instituições que participam do processo

regulatório exercido em âmbito do Governo Federal, dos mecanismos de prestação de contas e de participação e monitoramento por parte da sociedade civil e da qualidade da regulação de mercados. O REIDI refere-se à suspensão de exigência de contribuição de determinados impostos para a aquisições de bens e serviços vinculados ao projeto de infraestrutura nos setores de energia, como a geração, a co-geração, a transmissão e a distribuição de energia elétrica. Por fim, o PROINFA, criado pela Lei nº 10.438/2002, tem como finalidade aumentar a participação de fontes alternativas renováveis na produção de energia elétrica, com especial atenção para empreendimentos que não tenham vínculos societários com concessionárias de geração, transmissão ou distribuição (ANEEL, 2017).

A ELETROBRAS (Centrais Elétricas Brasileiras S. A.) teve sua criação proposta desde 1954, no governo de Getúlio Vargas. Porém, foi criada somente após sete anos de tramitação no Congresso Nacional, usufruindo de sua constituição autorizada e assinada, através da lei 3.890/61, pelo Presidente Jânio Quadros. A sua instalação oficial se deu apenas no ano de 1962. As atribuições da ELETROBRAS eram a de promover estudos, projetos de construção e operação de usinas geradoras, linhas de transmissão e subestações para o suprimento de energia no país, desenvolvendo atividades relacionadas à expansão da oferta de energia e desenvolvimento do Brasil (ELETROBRAS, 2017).

Com as reformas de privatização de estatais no ano de 1990, a ELETROBRAS perdeu algumas de suas funções e passou a atuar na distribuição de energia elétrica em alguns Estados brasileiros (PIRES, 2000). Em 2004, a empresa foi excluída do PND – Programa Nacional de Desestatização – (ELETROBRAS, 2017), que teve como um dos objetivos reordenar a posição estratégica do Estado na Economia, transferindo à iniciativa privada atividades indevidamente exploradas pelo setor público, além de contribuir para a reestruturação do setor público através da melhoria do perfil e da redução da dívida pública líquida (BRASIL, 1990). No caso do setor elétrico, o processo de desestatização iniciou com a privatização das empresas de distribuição, para que também fosse possível a privatização das empresas geradoras, já que as distribuidoras não pagavam tarifas de suprimento e isso causava descrédito para o setor e falta de interesse para a privatização das geradoras (MINISTÉRIO DA FAZENDA, 2014).

Como a ELETROBRAS foi retirada do PND – hoje é uma empresa de economia mista, o governo brasileiro continua sendo seu maior acionista (54% das ações ordinárias), atuando nos segmentos de geração, distribuição, transmissão e comercialização. Ela é considerada detentora de uma das matrizes mais limpas do mundo para a geração de energia elétrica, e, no Brasil, é a maior empresa de geração de energia elétrica, com participação de 33% do total da

capacidade instalada no país, dos quais 91% vêm de fontes com baixa emissão de GEE (ELETROBRAS, 2017).

Atualmente a ELETROBRAS controla 14 subsidiárias que atuam na área de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica no país, conforme Quadro 1 abaixo, além de controlar o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (ELETROBRAS Cepel) e a ELETROBRAS Participações S. A. (ELETROBRAS Eletropar). A ELETROBRAS Cepel é um centro de pesquisa aplicada em sistemas e equipamentos elétricos, que tem como objetivo o fornecimento de soluções tecnológicas voltadas para o setor de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica no país (ELETROBRAS CEPEL, 2017).

Quadro 1 – Subsidiárias ELETROBRAS.

Subsidiárias	Ramo de Atuação
Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica ^o – ELETROBRAS CGTEE	Geração
Companhia Hidrelétrica do São Francisco – Chesf	Geração, Transmissão e Comercialização
Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A – Eletronorte	Geração, Transmissão e Distribuição
ELETROBRAS Eletronuclear	Geração e Engenharia Nuclear
ELETROBRAS Eletrosul	Geração e Transmissão
Furnas	Geração e Transmissão
Itaipu Binacional	Geração
Celg Distribuição S.A. – CELG D	Distribuição e Comercialização
ELETROBRAS Distribuição Piauí	Distribuição
ELETROBRAS Distribuição Rondônia – Centrais Elétricas de Rondônia S.A. – CERON	Distribuição
Companhia de Eletricidade – ELETROACRE	Distribuição e Comercialização
ELETROBRAS Distribuição Amazonas	Distribuição
ELETROBRAS Distribuição Alagoas – Companhia Energética de Alagoas – Ceal	Distribuição
ELETROBRAS Distribuição Roraima	Distribuição

Fonte: Elaboração própria a partir de ELETROBRAS, 2017.

Além da ANEEL e a ELETROBRAS, a EPE é uma empresa pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia, com o objetivo de prestar serviços na área de estudos e pesquisas, para apoiar o planejamento do setor energético brasileiro, com foco em energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes renováveis e eficiência energética (EPE, 2017).

Criada em 2004 pela Lei 10.847, a EPE tem como principais atribuições: realizar estudos e projeções da matriz energética brasileira; elaborar e publicar o Balanço Energético Nacional; identificar e quantificar os potenciais de recursos energéticos. Sua criação se deu após a reestruturação do setor energético brasileiro e um dos primeiros marcos de sua constituição foi o Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica (PDE), em 2006, que logo em seguida já incorporava análises e diagnósticos relacionados ao petróleo, ao gás e ao biocombustíveis. Outro passo importante foram os trabalhos relacionados à matriz energética brasileira que se consolidou com a publicação do primeiro Plano Nacional de Energia 2030 (EPE, 2017). Tanto o Plano Decenal como o Plano Nacional se constituíram instrumentos de Política e Planejamento Energético no setor de energia do país e, juntamente com os leilões de comercialização de energia elétrica, têm sido pilares no processo de reestruturação do setor e do novo modelo de planejamento energético que foi iniciado na década de 1990.

Essas três organizações – ANEEL, ELETROBRAS e EPE – desempenham, juntamente com outras instituições e agentes do sistema energético nacional, papéis na construção da história e atuação do setor de energia no Brasil. Cada uma delas em particular desenvolveu ou desenvolve tarefas que são imprescindíveis para a elaboração da Política Energética Nacional e para o Planejamento Energético, desde antes da reestruturação do setor e da instituição da Política Energética Nacional oficial.

O fato de a reestruturação do setor energético, que consistiu em um novo modelo de planejamento para o setor, ser anterior à Política Energética oficial, não quer dizer que não havia política que orientasse as ações do governo na questão da energia. Da mesma forma da Política Energética, o planejamento energético no Brasil também é anterior à política, embora inicialmente consistisse apenas no levantamento do potencial hidrelétrico e em estudos de dimensionamento e operação de usinas hidrelétricas (EPE, 2017).

Na mesma época na qual foi criada a ANEEL, um ano depois foi instituído os objetivos da Política Energética Nacional, através da Lei 9.478, de 6 de agosto de 1997, que também dispõe sobre as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e cria a Agência Nacional de Petróleo –ANP – (BRASIL, 1997). A Política Energética consiste em um conjunto de diretrizes elaboradas pelo governo federal para orientar as ações de todos os agentes e instituições do sistema energético no país. De forma mais detalhada, os objetivos expressos na Lei 9.478/97, da Política Energética Nacional, são os seguintes:

- I. preservar o interesse nacional;

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

Para efeitos das discussões em torno do presente trabalho, merecem destaque os objetivos IV, VII e VIII. Estes são objetivos que expressam que a Política Energética Brasileira foi pensada e desenvolvida dentro de uma perspectiva de sustentabilidade energética, apontando para uma orientação do planejamento energético também voltado para a sustentabilidade.

Dessa forma, a reestruturação do setor – que teve início na década de 1990, mas que só veio, de fato, a ser evidenciado sete anos mais tarde – coincidiu com a instituição da Política Energética Nacional e a criação da ANEEL. Esta última introduziu os primeiros passos para a regulamentação do setor e a política, orientando as ações de planejamento dentro do novo modelo proposto.

Em termos de formulação de Política Energética, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) tem a incumbência de dar apoio ao Ministério de Minas e Energia, através do ministro de Minas e Energia, propondo ao Presidente da República políticas nacionais e medidas para o setor energético (MME, 2017). Contudo, antes da Lei que estabeleceu os

objetivos da Política energética e criou o CNPE do país, alguns programas já haviam sido desenvolvidos pelo governo, podendo ser encarados dentro de uma perspectiva de sustentabilidade energética, com o intuito de fortalecer o setor e promover a conservação de energia e a eficiência energética. Uma das primeiras ações no setor foi o Programa CONSERVE, criado em 1981 pelo Ministério da Indústria e do Comércio, com o objetivo de estimular e promover a conservação e a substituição de óleo combustível na indústria por fontes alternativas internas e do desenvolvimento de produtos energeticamente eficientes (VIANA *et al.*, 2010; DE SOUZA *et al.*, 2011).

Em seguida, em 1985 foi criado o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL, coordenado pelo MME e executado pela ELETROBRAS, com o objetivo que perdura até os dias atuais de promover o uso eficiente da energia elétrica e de combater seus desperdícios. As ações desse programa estão voltadas para a eficiência de bens e serviços e desenvolvimento de hábitos e conhecimentos sobre consumo eficiente de energia (VIANA *et al.*, 2010; DE SOUZA *et al.*, 2011; PROCEL, 2017).

Para ampliar as ações do PROCEL no país, em 1990 foi criado o Programa Nacional de Racionalização da Produção e Uso de Energia (PROENERGIA), mudando sua perspectiva de programa setorialista para uma política mais ampla de conservação de energia (DE SOUZA *et al.*, 2011). De acordo com De Souza *et al.* (2011 *apud* Martins, 1999), o objetivo do PROENERGIA era atuar sobre todas as formas de energia ao lado da oferta e da demanda, incluindo o setor público e o privado. Suas principais prioridades eram a identificação de áreas críticas e de medidas de economia energética, a promoção de ganhos de eficiência energética por avanço tecnológico e de produtos com maior valor agregado.

Aqui, é importante destacar que os três programas – CONSERVE, PROCEL e PROENERGIA – foram criados durante um contexto de crise fiscal no país e logo após a crise do petróleo da década de 1970. Nessa época, a questão da eficiência energética passou a ganhar importância e os países industrializados começaram a investir e a desenvolver programas de eficiência energética e de fontes renováveis, com o intuito de diminuir a dependência de petróleo e seus derivados (DE SOUZA *et al.*, 2011).

Em seguida, outros programas surgiram em resposta à outra crise no setor, que culminou com o corte de energia em todo o país e que ficou conhecido como o “apagão” de 2001. Durante essa crise energética, o governo lançou o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEOLICA), com o objetivo de implantar 1050 MW de geração de energia elétrica, a partir da fonte eólica, integrada ao sistema elétrico nacional, até o final do ano de 2003 (BRASIL, 2001). Não logrando o êxito esperado, em 2004 o PROEOLICA foi substituído pelo Programa

de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA). Criado pelo Decreto nº 5.025, o PROINFA tem como objetivo aumentar a participação da energia elétrica gerada por meio de empreendimentos de fontes eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCH), no Sistema Elétrico Interligado Nacional (SIN) (BRASIL, 2004; MME, 2017). De acordo com De Souza *et al.* (2011), além de incentivar o desenvolvimento de fontes renováveis na matriz nacional, o PROINFA proporcionou a abertura de uma indústria de componentes e turbinas eólicas no Brasil.

Além do PROÉOLICA e do PROINFA, o governo, através do MME, também lançou, por meio do Decreto 4.873 de 11 de Novembro de 2003, o Programa Nacional de Universalização do Acesso e uso da Energia Elétrica – Luz para Todos, conhecido como PROLUZ (BRASIL, 2003). O objetivo do programa era acabar com a exclusão elétrica no país e levar o acesso à energia, gratuitamente, a mais de 10 milhões de pessoas da zona rural até o ano de 2008 (MME, 2017). Durante o período de execução do programa, o censo de 2010 identificou que ainda existiam muitas famílias sem acesso à eletricidade, o que levou o programa a ser reformulado e estendido até 2014. Ainda assim, mesmo ultrapassando em 60% a meta de atendimento de famílias sem acesso à energia elétrica no país, verificou-se a necessidade de prorrogar ainda mais o programa, que teve o prazo estendido até 2018, para cumprir suas metas e levar energia elétrica aos lugares mais remotos do Brasil (MME, 2017).

Todos esses programas, CONSERVE, PROCEL, PROENERGIA, PROÉOLICA, PROINFA E PROLUZ, refletem a Política Energética do Brasil desde a década de 80. Todos têm em comum o contexto no qual foram criados. Os fatos em ordem cronológica demonstram que cada um desses programas surgiram em resposta a alguma crise, seja econômica, fiscal ou energética. É como se a Política do país se tornasse apenas reativa, ou seja, suas ações só são manifestadas em momentos críticos, o que é muito perigoso, já que leva a entender que o planejamento, enquanto ferramenta para a implementação de programas e projetos, vem sendo mal executado. Não obstante, tal entendimento requer uma análise do processo de planejamento no setor de energia no Brasil. A própria reforma institucional tinha como objetivo propor um novo modelo de planejamento para o setor, uma vez que o modelo de planejamento anterior não estava mais gerando os resultados esperados, o que causou uma situação de insegurança e dúvidas quanto à capacidade de fornecimento de energia no país. Desse modo, o próximo tópico irá tratar do planejamento energético no Brasil e seus desdobramentos.

2.3 PLANEJAMENTO ENERGÉTICO BRASILEIRO

O planejamento energético de um país deve traduzir, em tese, as diretrizes e objetivos de sua política energética. Todavia, mais do que isso, ele deve refletir a complexidade e as características do próprio sistema energético. No caso do Brasil, o sistema energético é considerado um dos mais complexos (MERCEDDES *et al.*, 2015), em função das próprias características físicas e climáticas do território nacional e da forma como os recursos energéticos estão distribuídos. Embora se verifique, nos últimos anos, uma maior participação de fontes alternativas como biomassa, nuclear, eólica e solar na matriz energética, existe ainda uma predominância do recurso hidráulico como base do sistema e da fonte termelétrica como complementar.

Como a questão climática no Brasil tem forte influência nos regimes de chuvas, nas diferentes regiões, muitas vezes de forma desigual, o planejamento de forma integrada e sistemática da operação desse sistema tem sido um desafio para o governo e especialistas da área, uma vez que períodos de seca muito longos podem comprometer a segurança do abastecimento de energia no país, aumentando os riscos de déficit e a repetição da crise energética que resultou no racionamento de energia entre 2001 e 2002.

Outrossim, outro desafio também se impõe diante dos planejadores, a operacionalização do funcionamento do sistema de energia, tão importante quanto esse último. Equilibrar a oferta de energia com as previsões de crescimento da demanda é uma tarefa complexa que deve ser realizada com base em estudos técnicos, para que não exista capacidade ociosa instalada e, ao mesmo tempo, para que não venha a ocorrer déficits de energia e não atendimento da demanda, gerando custos, ônus para a sociedade e descrédito do sistema de energia do país, como ocorreu no final da década de 1990 (PIRES, 2000).

Por fim, não menos importante que os demais, a questão ambiental tem desafiado não apenas o Brasil em termos de planejamento energético, mas nações no mundo inteiro estão voltadas para a discussão em torno das mudanças climáticas associadas às emissões de GEE, resultantes do uso e exploração de fontes energéticas de origem fóssil. Em vista disso, mais que um discurso ambientalmente correto, os países estão sendo forçados a buscar uma condição chamada de sustentabilidade energética dos seus sistemas de energia. Essa condição pressupõe que as matrizes energéticas sejam diversificadas com fontes de menor impacto ambiental e que a operação do sistema funcione de forma eficiente e racional.

Desenvolver e implementar um planejamento que leve em consideração as características de operação do sistema, a necessidade de expansão da oferta e o atendimento da demanda de energia e, mais recentemente, a questão ambiental, se constitui, portanto, o maior desafio que os diferentes governos brasileiros vieram tentando, ao longo do tempo, equacionar. À medida que a energia foi se tornando uma questão estratégica para o país, maior atenção e mais ações voltadas para o planejamento e gerenciamento desse setor de infraestrutura foram desenvolvidas.

A literatura (DE SANTANA; DE OLIVEIRA, 1999; GOMES *et al.*, 2002; ANEEL, 2008; MERCEDES, 2015) e a própria trajetória desse setor revelam que ele passou por algumas reformas e reestruturações nas últimas décadas, que refletiram diretamente nas ações de planejamento do sistema energético brasileiro. Contudo, essa trajetória demonstra que, mas do que tentativas de desenvolvimento e planejamento desse setor, foram tentativas de combater as ameaças de crise que em alguns momentos chegaram a se concretizar, evidenciando que os modelos de planejamento e gestão implantados nem sempre geraram os resultados esperados.

Para compreender o processo de planejamento do setor elétrico brasileiro, se faz necessário conhecer a sua trajetória que, em diferentes momentos, apresentou ações de planejamento diferentes, de acordo com o que os governos acharam mais coerente e viável para cada época.

A primeira forma de organização do setor elétrico brasileiro deu-se por meio de pequenas empresas privadas e empresas de governos municipais, em meados do final do século XIX (LORENZO, 2002). Logo depois, no início do século XX, com a chegada das primeiras concessionárias estrangeiras, tornou-se crescente a produção de energia no país, o que possibilitou o consumo urbano e industrial nas proximidades das áreas produtoras (LORENZO, 2002). Isso porque, inicialmente, os serviços de energia eram limitados e, até então, não eram um serviço disseminado e considerado essencial como nos dias atuais.

Sendo assim, os primeiros anos de desenvolvimento do setor elétrico no país foram conduzidos por empresas privadas nacionais, através da instalação de pequenas usinas, de maioria térmicas, e datam do período da Primeira República (1889-1930) (GOMES *et al.*, 2002). Em meados de 1903, uma lei autorizou o governo federal a promover, por meio de via administrativa ou concessão, o aproveitamento da energia hidráulica dos rios brasileiros para atender a população. Na época, essa ação se constituiu em um avanço para ampliação do parque gerador e na primeira ação no intuito de regulamentar o setor (GOMES *et al.*, 2002). No entanto, foi a chegada das concessionárias estrangeiras e o capital estrangeiro que, de fato, impulsionou

o desenvolvimento do setor com investimentos de empresários dos Estados Unidos, em Minas Gerais, e do Canadá, em São Paulo (LORENZO, 2002; ANEEL, 2008).

Com a crise econômica de 1929, todos os países sentiram os efeitos da recessão no mundo, e no Brasil não foi diferente. Em 1930, o modelo agro exportador vigente já não era capaz de conduzir o país às metas de desenvolvimento e exigiu do Estado uma redefinição da Política Econômica da época (GOMES *et al.*, 2002; ANEEL, 2008). Assim, a intervenção estatal passou a se fazer necessária com o intuito de construir um estado capitalista de caráter nacional-desenvolvimentista, planejador e intervencionista (DE SOUZA, 2015).

Foi nesse período que iniciaram as primeiras ações de planejamento, embora, na época, no setor elétrico brasileiro fossem praticamente inexistentes (MERCEDES *et al.*, 2015). A intervenção estatal, que a princípio tinha como objetivo maior o desenvolvimento econômico do país, foi, na verdade, a preparação dos primeiros passos para a inserção e implementação do planejamento governamental e abriu os caminhos para o desenvolvimento das primeiras ações de planejamento no setor elétrico no país.

A promulgação do código de Águas durante esse período, constituiu-se no início do primeiro marco regulatório no setor elétrico, o que contribuiu para fortalecer as ações de planejamento e regulamentar a propriedade das águas e sua utilização, bem como a outorga e as concessões para exploração dos serviços de eletricidade, além da determinação das taxas desse tipo de serviço (LORENZO, 2002; ANEEL, 2008). O Estado assumiu o poder de conceder o direito de uso, aproveitamento e exploração dos recursos hidráulicos no país exclusivamente para brasileiros ou empresas organizadas no território nacional (ANEEL, 2008).

Em seguida, na década de 1940, o governo lançou o Plano de Obras e Equipamentos, com a finalidade de apoiar obras públicas e indústrias essenciais. Foi nessa época, de acordo com Mercedes *et al.* (2015) e De Souza (2015), que foram criadas a Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF), as indústrias de base como Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), a Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras), o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e a Vale do Rio Doce, que são, até hoje, organizações que fazem parte do desenvolvimento da política energética no país. A indústria automobilística também recebeu expressivos investimentos para o seu desenvolvimento no Brasil, o que reforçou ainda mais a necessidade de expansão da oferta de energia para atender as novas demandas em surgimento (MERCEDES *et al.*, 2015).

Logo depois, o Plano SALTE, lançado em 1950 pelo Governo Eurico Gaspar Dutra, teve como objetivo estimular o desenvolvimento de quatro setores prioritários no Brasil: saúde,

alimentação, transporte e energia (DE SOUZA, 2015). Foi a primeira vez que a energia entrou oficialmente para a agenda de discussões e ações do governo brasileiro e, à medida que o país se desenvolvia, ficava mais evidente a necessidade de estruturar e gerir o setor elétrico, que se tornava estratégico para o alcance do desenvolvimento econômico, almejado no período desenvolvimentista. Nessa época, a propriedade dos ativos do setor elétrico brasileiro ainda eram conduzidos pelo capital privado e, em especial, por duas multinacionais: a Light e a Amforp (LEME, 2009).

Mesmo com o desenvolvimento do setor elétrico, de acordo com as características e o contexto econômico da época que demonstravam claramente as iniciativas de planejamento, o Brasil enfrentou sua primeira crise de energia, o que resultou em racionamento, motivado pelos cinco anos sucessivos de seca – 1951 a 1956, crescimento da demanda no setor industrial, crescimento da urbanização e falta de investimentos no setor (ANEEL, 2008).

Não existia uma política de expansão setorial e os contratos de concessão eram realizados diretamente com municípios e estados, e as decisões do setor eram tomadas de acordo com a percepção das empresas ou empreendimentos, a partir de suas metas de negócios (MERCEDES *et al.*, 2015). Esse modelo de gestão e planejamento descentralizado, até meados de 1950, foi conduzido de acordo com interesses privados que não levaram em consideração as necessidades de expansão da oferta de energia para atender as demandas da sociedade, caso não gerasse ganhos particulares.

Assim, à medida que a demanda pelos serviços de energia cresciam, o modelo de condução descentralizado de base privada foi se apresentando ineficiente para ofertar os serviços de energia, essenciais para o desenvolvimento do país. Tal situação fez com que o Estado passasse a intervir mais intensamente nesse setor, com o intuito de mitigar a falta de investimentos na capacidade de oferta de energia por parte das concessionárias que, na época, eram de maioria estrangeiras no mercado nacional (MERCEDES *et al.*, 2015).

Com uma intervenção estatal mais intensa, especialmente em 1960, aos poucos o modelo de gestão descentralizada do setor elétrico foi substituído pela participação estatal e centralização da gestão e do planejamento (MERCEDES *et al.*, 2015). Dessa forma, o Estado assumiu o controle direto do setor elétrico, centralizando a sua política, segundo Goldenberg e Prado (2003). Essa tomada de decisão passou a apresentar uma forma vertical hierarquizada de *holding* com estrutura federal, estadual e de minoria municipal no setor elétrico, de modo que, o parque gerador encontrava-se em uma ponta, a transmissão no meio e a distribuição no final da outra ponta, e o Estado como responsável pelo controle de todo o processo de geração, transmissão e distribuição de energia (LEME, 2009).

O marco principal para a transição efetiva desse modelo de gestão descentralizada foi a criação da ELETROBRAS. Criada oficialmente em 1962, essa empresa foi a responsável pelos estudos e projetos de construção e operação de usinas geradoras, linhas de transmissão e subestações para o fornecimento de eletricidade no país (ELETROBRAS, 2017). Ao assumir o financiamento, a organização, o planejamento, a coordenação e a fiscalização do setor, a ELETROBRAS fez com que as atividades de planejamento se tornassem sistemáticas e periódicas (MERCEDES *et al.*, 2015).

Nessa mesma época, a contratação do consórcio Canambra inaugurou as primeiras ações oficiais de planejamento no setor elétrico e teve como objetivo fazer um estudo detalhado sobre o potencial hidráulico e do mercado de energia elétrica na Região Sudeste (MERCEDES *et al.*, 2015; MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2017). O consórcio envolveu o Canadá, os Estados Unidos e o Brasil, e foi realizado com recursos do Banco Mundial e coordenado pelo Comitê Coordenador de Estudos Energéticos da Região Centro-Sul, o que resultou no relatório Canambra, em 1966, considerado o primeiro planejamento energético integrado de longo prazo no país (MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 2017). Apenas após 1967, com a criação da Diretoria de Planejamento Energético (DPE), foi que, de fato, a ELETROBRAS assumiu as atividades de planejamento no setor (MERCEDES *et al.*, 2015).

Em seguida, a pedido do Banco Mundial, em 1968, a estatal fez uma revisão do relatório Canambra com o intuito de buscar a liberalização de recursos para o setor. Esse foi o primeiro passo para o desenvolvimento dos planos setoriais de energia (MERCEDES *et al.*, 2015). A essa altura, o modelo institucional descentralizado e de propriedade privada vigente da década de 1930 até meados da década de 1960, já havia sido substituído pelo modelo institucional estatal e, a partir de 1964, o setor elétrico brasileiro começou a apresentar expressivos resultados na expansão da oferta de energia, a qual era sustentada pelo modelo de autofinanciamento, recursos da união e financiamento externo (PIRES, 2000).

Com o choque do petróleo na década de 1970, a necessidade de planejamento se tornou mais evidente e influenciou a elaboração do Plano 90, o qual projetou o uso do recurso hidráulico para a geração de energia e introduziu a perspectiva da substituição de fontes (MERCEDES *et al.*, 2015), já que essa crise colocou não somente o Brasil, mas também grandes nações diante de suas limitações e dependências relacionadas aos combustíveis fósseis, como o petróleo. Em 1975, também em resposta à crise do petróleo, o governo brasileiro lançou o Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), com o intuito de intensificar a produção de álcool (etanol) no país. O objetivo foi de incentivar o seu uso em lugar da gasolina, como também diminuir a dependência de importações de petróleo (MME, 2017).

Em 1977, o primeiro plano nacional de energia elétrica foi elaborado com o objetivo de proporcionar orientações no âmbito econômico e técnico para a DPE da ELETROBRAS e abriu caminhos para a elaboração do Plano 95, em 1979, considerado o primeiro plano de expansão territorial com informações do potencial hidrelétrico do país (MERCEDES, *et al.*, 2015). Desse modo, a depender do contexto e das novas necessidades e desafios que o setor apresentava, foram elaborados outros planos, como o Plano 2000 e o Plano 2010. A partir da elaboração do Plano 2000, o processo de construção dos planos consistiram em uma revisão do plano anterior, ou seja, o Plano 2000 foi o resultado da revisão do Plano 95, e assim por diante (MERCEDES, *et al.*, 2015).

É importante destacar que durante o período de elaboração desses planos, muitas técnicas e melhorias nos estudos de previsão da demanda foram introduzidas, como a Programação Dinâmica Estocástica (PDE) (GOLDENBERG; PRADO, 2003). A partir de então, um leque maior de abrangência passou a fazer parte das ações de planejamento no setor elétrico. Em termos de abrangência, o plano 2010 incluía os recursos hídricos da Amazônia, usinas termelétricas e as usinas nucleares previstas no Plano 90. Além do mais, exigia licenciamento através do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) de atividades do setor que pudessem causar danos ambientais (ELETROBRAS, 2002; MERCEDES *et al.*, 2015).

Apesar das inovações que esses planos apresentavam, em termos de apoio ao governo na execução e implementação da política energética, o modelo de planejamento estatal centralizado começou a ser questionado quanto a sua efetividade. Isso aconteceu, sobretudo, por causa da crise fiscal brasileira, no final da década de 1980, o que esgotou a capacidade de investimento da União para a expansão do sistema (PIRES, 2001; PIRES *et al.*, 2002). Outro fator para questionamentos foi a existência de um regime regulatório inadequado, que não buscava a eficiência e diminuição de custos da geração e que elevaram os riscos de déficit de energia e a má qualidade dos serviços prestados pelo setor (PIRES *et al.*, 2001).

Assim, diante da crise econômica, fiscal e institucional vivenciada pelo Estado brasileiro, justificou-se a necessidade de redefinição do modelo de planejamento no setor elétrico do país. Sob argumentos de ampliação do atendimento, com melhor qualidade e menores tarifas, idealizou-se uma mudança setorial com a adoção de um modelo de gestão baseado em: desverticalização da indústria, diferenciando segmentos monopolistas e não monopolistas (transmissão e distribuição e geração e comercialização, respectivamente), além da inserção da competição no mercado de energia e regulação independente do setor, o que culminou na reforma do modelo de gestão e planejamento do setor energético para o país

(SAUER, 2002). O novo modelo ficou conhecido, então, como a liberalização econômica do setor elétrico brasileiro.

2.3.1 Liberalização Econômica e o Novo Modelo de Planejamento Energético

De acordo com Bajay (2013), em uma concepção moderna, o governo/Estado pode atuar em três esferas em relação ao setor energético: formulação de políticas energéticas, planejamento energético indicativo ou determinativo e regulação dos mercados de energia. No caso do Brasil, o modelo estatal setorial centralizado, baseado em um planejamento indicativo, que ao final de 1980 já não conseguia gerar resultados expressivos, levou à busca de alternativas que culminaram com a reforma institucional do setor elétrico. Dentre uma série de fatores, essa reforma foi ocasionada pela crise financeira da União e dos Estados, o que impossibilitou a expansão da oferta de energia e a manutenção da confiabilidade das linhas de transmissão, além de um crescimento da demanda superior à oferta de energia, má gestão das empresas do setor elétrico e inadequação de regime regulatório ou mesmo inexistência de órgão regulador (PIRES, 1999).

A análise de Bajay (2013) a respeito da atuação do Estado e o diagnóstico apresentado por Pires (1999) acerca dos fatores que levaram à reforma do setor elétrico brasileiro revela que, anteriormente à reforma, não somente a crise fiscal e financeira que se abateu no país, mas também a própria falta de interesse do Estado em se auto-fiscalizar fez com que as empresas não se preocupassem em melhorar ou ampliar o desenvolvimento de suas atividades, negligenciando a necessidade de critérios técnicos e administrativos na condução das atividades do setor, o que culminaram em riscos de déficit, insegurança e falta de credibilidade no sistema energético do Brasil (PIRES, 1999; PIRES, 2000).

Essa fase coincidiu com a segunda crise do petróleo (1979), o que contribuiu para que o Brasil tivesse problemas com sua balança de pagamentos e com os investimentos no setor de infraestrutura, como também para continuar com os planos de desenvolvimento da década de 1970 (GOLDENBERG; PRADO, 2003). Associada à elevação das taxas de juros dos EUA, a crise fiscal do país se transformou em ameaça concreta para manter os recursos de financiamento do setor elétrico, ao quais eram mantidos pela União e por recursos externos (PIRES, 2002; GOLDENBERG; PRADO, 2003).

Assim, no país, as altas taxas de inflação e a crise fiscal deflagraram a necessidade de se redefinir não apenas políticas econômicas, mas também a política energética que, depois de alguns anos de êxito no setor, voltou a ser considerada um gargalo para o desenvolvimento do

Brasil (SAUER, 2002). Desse modo, na literatura, Pires (1999), Pires (2000), Pires *et al.* (2002), Gomes *et al.* (2002), Goldenberg e Prado (2003), Bajay (2013) e Mercedes *et al.* (2015) apresentam o surgimento da reforma do setor elétrico a partir de meados da década de 1990, com as reformas liberalizantes relacionadas à abertura comercial, liberalização financeira e privatizações de empresas estatais (LEME, 2009).

No Brasil, de acordo com Leme (2009), a liberalização do setor elétrico foi iniciada na metade do governo do Presidente Sarney (1985-1989), em uma tentativa sem êxito de controlar as altas taxas de inflação com o plano cruzado. Todavia, só foi efetivamente adotada no início do governo do Presidente Fernando Collor, passando pelo Governo do presidente Itamar Franco e de fato fortalecida e iniciada no governo do Presidente Fernando Henrique Cardoso (FHC) (1995-2002), com a continuidade do Programa Nacional de Desestatização (PND) instituído através da Lei nº 8.031, de 12 de abril de 1990 (BRASIL, 1990; LEME, 2009).

Com a liberalização econômica e as privatizações, deu-se início à reforma institucional do setor elétrico brasileiro, que teve como principal objetivo criar um mercado livre e limitar a intervenção governamental (GOLDENBERG; PRADO, 2003). Em 1993, a Lei 8.631/93, que dispôs sobre a fixação dos níveis de tarifas para o serviço público de energia elétrica e extinguiu o regime de remuneração garantida, juntamente com a Lei nº 8.987/95, que dispôs sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previstos na Constituição Federal. Tem-se ainda o Decreto nº 9.074/95, que estabeleceu normas para outorga e prorrogação das concessões e permissões de serviços públicos, permitiram as condições para que as geradoras e os distribuidores pudessem competir no mercado de energia pelo suprimento de grandes consumidores (BRASIL, 1993; 1995; LEME, 2009). Esses foram os primeiros passos de condução do setor dentro de uma perspectiva liberal.

O passo definitivo para a reestruturação do setor, no governo FHC, foi estabelecido mediante um trabalho de consultoria internacional, coordenada pela Coopers & Lybrand, que apresentou uma proposta de estrutura descentralizada do setor de energia para atingir seus objetivos de governo (GOLDENBERG, PRADO, 2003; MERCEDES *et al.*, 2015). A proposta de reformulação setorial da esfera elétrica, resultante da consultoria internacional, deu origem ao documento intitulado Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro (RESEB), em 1995, que apontou para a inserção de um modelo desverticalizado para o setor elétrico e com competição nas áreas de geração e comercialização e intensa regulação nos setores de transmissão e distribuição (BANDEIRA, 2003).

Em 1996, a Lei nº 9.427 criou a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), disciplinando o regime de concessões de serviços públicos de energia elétrica, com a finalidade

de regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, de acordo com as políticas e diretrizes do governo federal (BRASIL, 1996; PIRES, 2000; GOLDENBERG, PRADO, 2003). A criação da ANEEL foi considerada um marco regulatório para o novo modelo do setor elétrico, que substituiu a tradicional regulação realizada pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) (PIRES, 2000).

Para dar suporte às atividades de regulação e fiscalização da ANEEL foram criadas outras duas entidades: o Operador Nacional do Sistema (ONS) e o Mercado Atacadista de Energia (MAE). O ONS foi criado através da Lei nº 9.649/98 e posteriormente recebeu algumas alterações por meio da Lei nº 10.848/04 e do Decreto nº 5.081/04 (BRASIL, 1998; BRASIL, 2004). Tinha como objetivo coordenar e controlar a operação de instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN), bem como planejar a operação de sistemas isolados no país sob a fiscalização da ANEEL (ONS, 2017). Já o MAE, regulamentado pelo Decreto nº 2.655/98, dispõe sobre um conjunto de regras comerciais para atuação de todos os agentes ou concessionárias que negociam no mercado atacadista de energia (GOLDENBERG, PRADO, 2003).

Em seguida, em 1999, foi criado o Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos (CCPE), que ficou responsável pela estruturação e regulação das atividades de planejamento da expansão elétrica, enquanto as atividades relacionadas ao planejamento da operação do sistema ficaram a cargo do ONS (GOLDENBERG, PRADO, 2003; MERCEDES *et al.*, 2015). Antes, no período de condução estatal do setor, essas atividades eram de responsabilidade do Grupo Coordenador de Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS) e do Grupo Coordenador de Operação Interligada (GCOI), respectivamente (MERCEDES, *et al.*, 2015). Esses dois grupos, GCPS e GCOI, eram compostos por corpos técnicos especializados para o desenvolvimento do planejamento e da operação do sistema e, após serem substituídos pelos CCPS e o ONS, tiveram muitas de suas atividades em descompasso, o que resultou em perda de competência técnica, falta de transparência de informações que passaram a ser disponibilizadas apenas para atender aos interesses dos agentes privados, e que terminaram por negligenciar a real finalidade do serviço público de energia para atender a sociedade (SAUER, 2002; MERCEDES *et al.*, 2015).

Por volta do ano 2000 foi regulamentado, por meio do Decreto nº 3.520, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) que já havia sido criado em 1997 através da Lei 9.478, como órgão de assessoramento do Presidente da República para tratar da formulação da Política Energética Nacional e questões ligadas à energia no país, considerado o principal foro para se definir e estabelecer as políticas energéticas para o Brasil (GOLDEMBERG; PRADO, 2003).

A partir de então, formou-se toda uma estrutura descentralizada na qual se acreditou ser a melhor alternativa para a condução do setor elétrico, dando ao setor privado o papel de assumir a expansão da oferta, Bajay (2013), ao mesmo tempo em que o Estado renunciava ao seu papel de planejador e orientador das políticas e ações de um setor tão importante para o desenvolvimento econômico e social do país (SAUER, 2002).

Após quase uma década da inserção desse novo modelo, as expectativas almejadas não se concretizaram quanto à ampliação da oferta, qualidade, confiabilidade e preços justos de energia (SAUER, 2002). O resultado já vinha se anunciando quanto a uma possível crise, que em 2000 levou o governo a criar, às pressas, o Programa Prioritário de Termelétricas (PPT) que previa recursos financiados pelo BNDS para térmicas, mas que também não logrou o resultado esperado.

Para Sauer (2002), os resultados do fracasso da reforma poderiam ser percebidos logo de início, em função dos baixos valores obtidos com a venda das concessões, a perda de qualidade dos serviços de energia resultante da dispensa de corpos técnicos especializados, o aumento crescente das tarifas e, em especial, no segmento residencial que terminou por comprometer os investimentos em expansão e manutenção dos sistemas de geração e distribuição. Tal situação culminou na crise energética de 2001, que resultou no racionamento de energia entre os anos de 2001 e 2002, e que afetou toda a sociedade, sobretudo os mais pobres, que tiveram que pagar por uma energia que não foi utilizada, três vezes mais que o seu valor (SAUER, 2002).

Embora se tenha acreditado, na época, que os motivos da escassez de energia tenham acontecido em função de o processo de transição do modelo estatal para o privado ainda estivesse em andamento, uma vez que a maioria dos ativos de geração permanecia sob controle do Estado, ou ainda pelo período de estiagem que foi vivenciado também na mesma época, os autores Sauer (2002), Pires (2002), Bajay (2013) e Mercedes *et al.* (2015) indicam que o verdadeiro motivo foi a falta de investimentos na área de geração e transmissão, visto que, no período de 1991 a 2000, a demanda de energia, no país, foi superior à expansão da oferta.

Como resultado, o modelo de planejamento indicativo com base em investimentos privados e de inspiração neoliberal não conseguiu implantar um mercado de compra e venda de energia no país e não possibilitou a instalação de novas usinas e linhas de transmissão para suprir o aumento previsto da demanda (PEREIRA, 2003). As causas apontadas na literatura por Pires (2000), Sauer (2002), Goldemberg e Prado (2003) e Rosa *et al.* (2003), e citadas como principais, foram três: falta de investimentos do setor privado e do Estado, a forma como foi

feito o processo de reestruturação e as questões climáticas características do país (ROSA *et al.*, 2003).

No segundo governo FHC, a estabilidade da taxa de câmbio, que era um dos pontos fortes do seu primeiro mandato, já não era realidade. Em 1999, o Brasil enfrentou uma crise cambial que esgotou as possibilidades de recursos para as privatizações das geradoras da ELETROBRAS, que associadas ao fato de parte das privatizações terem se realizado com capital financiado de curto prazo a bancos internacionais, dificultou a situação das empresas devedoras, impossibilitando o investimento por parte do setor privado (GOLDENBERG, PRADO, 2003). O Estado, em função da política de austeridade fiscal imposta pelo governo, também ficou impossibilitado de investir na expansão do setor, mesmo tendo condições financeiras para isso (GOLDENBERG, PRADO, 2003; ROSA *et al.*, 2003).

Quanto ao processo de reestruturação do setor, houve um total descompasso, uma vez que as privatizações das empresas do setor iniciaram antes de existir um órgão regulador e fiscalizador, visto que o processo de privatizações iniciou em meados de 1995 e a ANEEL foi criada posteriormente, em 1997 (ROSA *et al.*, 2003). Dessa forma, o processo de privatizações dos setores de geração e transmissão não foi acompanhado por uma regulação por parte do Estado (LEME, 2009), e foi feito às pressas, com a finalidade de introduzir a competição nos segmentos de geração e comercialização (ROSA *et al.*, 2003).

O setor privado ficou encarregado de conduzir o setor de acordo com leis de mercado, e ao Estado ficou a tarefa de agente regulador dessas relações comerciais entre esses agentes. Acreditou-se que diante dessa nova estrutura, caso houvesse uma escassez de energia, os preços da mesma subiriam e incentivariam o setor privado a investir (ROSA *et al.*, 2003). Conquanto, esse fato não se confirmou e, por motivos já mencionados, nem o setor privado nem o Estado investiram em expansão da oferta de energia.

Por fim, a questão climática que influencia o regime de chuvas também é um desafio para o setor. O Brasil, na época do racionamento, possuía pouco mais de 90% de sua energia de origem hidroelétrica que, com a seca ocorrida nesse período, ficou com a capacidade de geração comprometida para ofertar a energia necessária, devido à diminuição dos níveis dos reservatórios (ROSA *et al.*, 2003). Isso revela a complexidade da gestão do sistema elétrico brasileiro, que precisa ser gerenciado de forma integrada entre as diferentes regiões que possuem regimes de chuvas diferentes. Contudo, Sauer (2002) afirma que a diminuição dos reservatórios poderia ter sido gerenciada, caso as obras previstas no plano de expansão do setor tivessem sido concluídas, afirmando, ainda, que não foi a escassez de chuvas que causou a crise, mas a falta de políticas para investimento da expansão.

Diante da concretização do racionamento, o governo, mais do que dar explicações à sociedade, precisou buscar estratégias para minimizar os prejuízos da crise (SAUER, 2002). Em 2001, foi criada a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE) com a finalidade de propor e implementar medidas emergenciais para tentar compatibilizar os desequilíbrios entre demanda e oferta de energia no país, e propor também o aperfeiçoamento do modelo, através da criação de um Comitê de Revitalização do Modelo (PIRES, 2002; GOLDENBERG, PRADO, 2003).

Coordenado pelo BNDS, esse comitê teve importância fundamental para corrigir as limitações do modelo vigente. Durante sua atuação, o comitê executou duas tarefas para a revitalização do setor: o acordo geral do setor elétrico e a proposição de medidas para a correção das disfuncionalidades e aperfeiçoamento do modelo do setor elétrico (PIRES, 2002).

O acordo geral do setor elétrico, editado pela medida provisória nº 14, de 21 de dezembro de 2001, e convertida posteriormente na Lei nº 10.438, de 2002, estabeleceu a Recomposição Tarifária Extraordinária (RTE), resultando em aumentos percentuais de energia para consumidores residenciais e industriais (BRASIL, 2002). Essa ação foi necessária e importante, visto que o racionamento que obrigou a sociedade a reduzir o consumo de energia fez com que as empresas do setor tivessem prejuízos, pois ficaram impossibilitadas de aumentar seus preços ou reduzir seus custos em função da obrigação de continuar com a prestação dos serviços previstos nas concessões (PIRES, 2002).

Com relação à proposição de medidas para a correção das disfuncionalidades e aperfeiçoamento do modelo do setor elétrico, Pires (2002) traz os seguintes apontamentos:

- Implementação de Oferta de Preços, em que a energia assegurada do sistema hidroelétrico é proporcionalmente distribuída por cada agente de geração;
- Comercialização da Energia de Serviço Público, que estabelece que a energia das geradoras estatais tem de ser comercializada mediante leilão público;
- Estímulo à Contratação Bilateral para garantir a entrada efetiva de geração nova;
- Mudança na Regra do Valor Normativo (VN) e sua Substituição por mecanismos de licitação;
- Estímulo à formação de consumidores livres;
- Realinhamento Tarifário e Abertura das Parcelas das Tarifas de Distribuição;
- Desverticalização e Limites para Autocontratação e para Participação Cruzada;
- Incentivo à Geração Térmica a Gás Natural.

Todas essas medidas propostas pelo Comitê de Revitalização do Modelo do Setor Elétrico foram importantes para permitir que o setor conseguisse recuperar os investimentos na expansão da oferta de energia, dentro de um ambiente competitivo e com base no investimento privado (PIRES, 2002).

Embora essas medidas tivessem sido tomadas e implementadas com o intuito de mitigar e corrigir os impactos e equívocos do modelo de planejamento do setor elétrico, a crise energética havia se tornado o *slogan* da política de governo seguinte, que propôs uma reforma do modelo implementado no governo FHC (D'ARAÚJO, 2009).

De acordo com Bajay (2013), o novo governo introduziu algumas mudanças no modelo institucional do setor elétrico, com a seguinte finalidade: buscar modicidade tarifária, reduzir a percepção de elevados riscos no setor, propiciar retorno justo aos investidores e conectar à rede elétrica cerca de 13 milhões de brasileiros sem acesso à energia.

O novo modelo do setor elétrico foi desenhado com o objetivo de promover segurança no suprimento, por meio de uma matriz energética que aproveitasse o potencial da hidroeletricidade e da termoeletricidade, ao estabelecer a competição por preços no mercado de energia (MME, 2017). Dentro de uma perspectiva técnica, a proposta do modelo promovia aumento da confiabilidade do sistema, a modicidade tarifária e, conseqüentemente, menor custo para o consumidor.

Embora não fosse a proposta do modelo usado como *slogan* da campanha do governo eleito, em 2004, um novo modelo para o setor elétrico brasileiro foi implementado pelo novo chefe de governo, com base nas Leis nº 10.847 e 10.848 e pelo Decreto nº 5.163. A Lei nº 10.847 autorizou a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), que tem por finalidade desenvolver estudos e pesquisas para apoiar o planejamento energético envolvendo energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, energias renováveis e eficiência energética (BRASIL, 2004). Já a Lei nº 10.848 dispõe sobre a comercialização de energia elétrica entre concessionários, permissionários e autorizados de serviços e instalações de energia elétrica e destes com consumidores no SIN, mediante contratação livre ou regulada (BRASIL, 2004). Por fim, o Decreto nº 5.163 regulamentou a comercialização de energia elétrica, o processo de concessões e de autorizações de geração de energia. Esse aparato legal foi fundamental para dar nova roupagem à estrutura institucional do setor elétrico brasileiro.

Para a negociação de compra e venda de energia, o modelo apresenta dois ambientes para celebração de contratos: ambiente de contratação regulada (ACR) e ambiente de contratação livre (ACL). No ACR, agentes de geração e distribuição de energia participam da

celebração de contratos, e no ACL, participam agentes de geração, comercialização, consumidores livres e importadores e exportadores de energia (MME, 2017).

A compra de energia pelas distribuidoras acontece em ACR, através de leilões que negociam contratos de longo prazo, com a finalidade de redução de custo da energia adquirida para ser repassado pela tarifa aos consumidores cativos (MME, 2017). Além da divisão de dois ambientes de contratação, na configuração desse novo modelo, o mercado de energia foi dividido em dois tipos de consumidores: consumidores livres e consumidores cativos. Os consumidores livres têm liberdade para escolher seus fornecedores entre concessionárias geradoras, produtores independentes ou comercializadores, através de contratos bilaterais, negociados com esses agentes do sistema (BAJAY, 2013). Já os consumidores cativos são atendidos por concessionárias distribuidoras, com a energia negociada em um “pool”, sob comando da Câmara de comercialização de Energia Elétrica (CCEE), que substituiu o Mercado Atacadista de Energia (MAE) por esse novo modelo de mercado para compra e venda de energia (BAJAY, 2013).

De acordo com a ANEEL (2008), uma das principais mudanças nesse novo modelo foi o critério utilizado para concessão de empreendimentos de geração. Esse foi totalmente modificado, uma vez que as concessões de novos empreendimentos passaram a ser feitas através de leilões com base no menor preço para a venda de produção futura de usinas.

Os leilões são realizados em datas definidas pelo MME, sob o comando da ANEEL e da CCEE. O preço teto para o MWh a ser ofertado é fixado mediante portaria e de acordo com o tipo de fonte de energia. Como a oferta não é individualizada, uma vez que as empresas geradoras entram em um “pool”, vence a empresa geradora que praticar o menor preço, que deve ser igual ou menor ao preço teto (ANEEL, 2008).

Os leilões dividem-se em duas modalidades: leilões de energia velha ou existente, que correspondem à geração de usinas já em operação, depois de findado o contrato vigente, e os leilões de energia nova para a geração de novas usinas (ANEEL, 2008; BAJAY, 2013). Além desses leilões, existem os leilões de ajuste e os leilões de reserva. O primeiro corresponde à complementação do volume necessário para o atendimento da demanda de energia, e o segundo corresponde à contratação da produção de usinas que só entrarão em operação em caso de escassez de energia (ANEEL, 2008).

Mais de vinte leilões foram organizados pela CCEE entre os anos de 2004 e 2008, dos quais, dois foram relevantes em termos de contribuição para uma matriz energética mais limpa e diversificada. Em 2007, houve um leilão apenas para fontes alternativas, no qual foram ofertadas a produção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e Temelétricas movidas a

bagaço de cana e a Biomassa de criadouro avícola (EPE, 2007). Em 2008, foi realizado o primeiro leilão de energia de reserva exclusivamente produzida a partir da biomassa (EPE, 2008).

A partir desses leilões de energias alternativas, o Brasil, no modelo de gestão e planejamento implementado em 2004, deu os primeiros passos para o desenvolvimento de uma matriz energética dentro da perspectiva de sustentabilidade energética, embora, posteriormente, por escolhas mal feitas para promover a expansão da oferta, o modelo também não tenha logrado êxito e tenha se instaurado novamente o sentimento de insegurança e a possibilidade de uma nova crise já em 2012 (SAUER, 2015).

O não atendimento das expectativas do novo modelo implementado, de acordo com Sauer (2015), foi motivado, principalmente, pela falta de planejamento para otimizar a expansão da oferta, que não levou em consideração o potencial para geração de energia por meio de diferentes fontes disponíveis no país que poderiam ser negociadas em leilão, sobretudo a energia eólica, cujo combustível é gratuito. Assim, depois de esgotado o estoque de capacidade ociosa proveniente do racionamento, as termelétricas à base de carvão e de óleo prevaleceram nas contratações dos leilões, em 2005, gerando energia mais cara e poluente, que resultaram em explosão tarifária e falta de confiabilidade do setor elétrico, em 2012 (SAUER, 2015).

Apesar das limitações que o modelo implementado pelo governo eleito apresentou em termos de resultados não alcançados e não garantia de abastecimento seguro, cabe destacar os avanços que esse modelo introduziu para o setor. Até a década de 1990, a energia gerada no país correspondia a mais de 90% proveniente de fonte hidráulica, e a fonte térmica correspondia ao complemento dessa geração. A geração de energia no Brasil era predominante hidrotérmica. Com a implantação do novo modelo de gestão e planejamento para o setor elétrico, em 2004, alguns avanços, como a introdução de fontes alternativas na matriz energética, foram iniciados.

Começou-se a dar maior atenção aos potenciais de geração de fontes mais limpas no país e buscar o desenvolvimento de programas, como o PROEÓLICA e o PROINFA, que pudessem subsidiar e incentivar a geração de energias por fontes alternativas e, em 2007, foi realizado o primeiro leilão de energias renováveis. Em 2009, um leilão exclusivamente para comercialização de energia eólica resultou na contratação de 1.805,7 MW de energia proveniente dos ventos (EPE, 2009). Com esse leilão, foi viabilizada a construção de 71 empreendimentos eólicos em 5 estados das regiões nordeste e sul do país (EPE, 2009).

Não somente a introdução da fonte eólica, mas outras fontes como solar, biodiesel, etanol e biomassa vêm ganhando representatividade na matriz brasileira. Em sua configuração

atual – 2020, a fonte hidráulica responde por pouco mais de 60% de representatividade, e os outros 40% correspondem a fontes provenientes de combustível fóssil, nuclear e alternativas, como eólica, solar, biomassa, entre outros (BEN, 2020). Esse resultado confere à matriz energética a popularidade de uma das matrizes mais limpas do mundo e inserida dentro de uma condição de sustentabilidade energética.

Essa condição de Sustentabilidade Energética já havia sido expressa nos objetivos da Política Energética Nacional quando estabelece a necessidade de diversificar a matriz, através da introdução de fontes mais limpas e a otimização dos sistemas de energia que devem ser incentivadas através de programas de governo para tais ações. Destarte, o próximo item irá tratar da sustentabilidade energética e da sua manifestação através de políticas de governo, no Brasil.

2.4 SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA

A energia tem ligação direta com o conceito mais amplo de sustentabilidade e afeta a maior parte da sociedade. Isso pode ser percebido pela relação de inserção dos recursos energéticos em praticamente todos os processos e atividades econômicas do mundo e em todos os setores como, industrial, transporte, residencial e comercial. Soma-se a isso o fato de que a obtenção dos recursos energéticos, renováveis ou não, é feita a partir do ambiente, e esse processo gera resíduos nas diferentes etapas de produção, transporte, armazenamento e utilização, que são liberados no ambiente e podem impactar negativamente nas diferentes formas de vida no planeta. Por fim, a prestação dos serviços de energia contribuem para o aumento da qualidade de vida, apoiando, muitas vezes, a estabilidade social, refletindo no próprio desenvolvimento social, cultural e econômico da sociedade (ROSEN, 2009). Assim, tendo em vista essa relação entre a energia e as principais dimensões do desenvolvimento sustentável – econômica, social e ambiental, a condição de sustentabilidade energética passa a ser reconhecida como aspecto chave para realização desse tipo de desenvolvimento (ROSEN, 2009).

Destarte, a busca de uma condição de sustentabilidade energética é hoje uma necessidade que nações no mundo inteiro precisam alcançar em seus sistemas de energia (ROSEN, 2009). Essa necessidade surge em função da maneira insustentável com que os recursos energéticos são explorados e utilizados, causando problemas de ordem ambiental, econômica, social e até políticos. Entre esses entraves, a questão ambiental, relacionada ao aquecimento global, tem se tornado a questão das discussões ocorridas em reuniões mundiais,

que buscam propor acordos e compromissos de redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) provenientes do uso de combustíveis fósseis.

Esse tem sido o gargalo impeditivo da sustentabilidade energética: reduzir os níveis de emissão de GEE, e isso implica em reduzir a exploração e o uso de combustíveis fósseis, que é a base da matriz energética de muitos países industrializados, especialmente na Europa e na América do Norte. Dessa forma, o desafio maior para essas nações está em buscar alternativas que substituam ou minimizem o uso de fontes baseadas no carbono por de fontes menos poluentes e na implementação de programas e tecnologias de eficiência energética, com o intuito de otimizar o uso dos recursos energéticos. Essa é a base do alcance de uma condição de sustentabilidade energética.

Embora ainda não exista uma definição universal do termo sustentabilidade energética, ela deve ser entendida como a aplicação dos conceitos gerais de sustentabilidade à energia (ROSEN, 2009). De acordo com esse autor, a sustentabilidade energética está relacionada à prestação de serviços de energia de forma sustentável, de modo que todas as pessoas tenham acesso ao fornecimento desse serviço para o atendimento de suas necessidades básicas, agora e futuramente, sem que isso gere impactos ambientais.

Lior (2008) apresenta uma definição também parecida com a de Rosen (2009), porém, ela está voltada para as atividades que envolvem o uso e a produção de energia, de modo que essas atividades sejam sustentáveis. Quando tais atividades são sustentáveis, significa que elas atendem às demandas presentes sem comprometer a capacidade das futuras gerações terem suas necessidades atendidas de forma harmônica, entre necessidades econômicas, sociais e ambientais.

As duas definições de Lior (2008) e Rosen (2009) decorrem do conceito geral de desenvolvimento sustentável, expresso no Relatório Brundtland, em 1987, quando definiu o desenvolvimento sustentável como aquele capaz de atender as necessidades das gerações presentes sem comprometer as gerações futuras .

Assim, na literatura, Lior (2008), Rosen (2009), Neves e Leal (2010), Rosen (2012), Campos (2005) e Baltelo (2008), que tratam da sustentabilidade energética sob diferentes perspectivas, apresentam em comum a relação da energia e de como ela é explorada e utilizada com a sustentabilidade.

Desse modo, a sustentabilidade energética deve ser entendida como algo mais abrangente do que simplesmente fontes de energia consideradas sustentáveis, tendo em conta que envolve o uso sustentável dessas fontes no sistema energético global e isso inclui

tecnologias de aproveitamento de energia, de conversão em formas de utilização, transporte e armazenamento otimizados (ROSEN, 2012).

Diante do exposto, e da relação que o sistema energético tem com a sustentabilidade, a análise da sustentabilidade energética se assenta sob quatro questões: diversificação da matriz energética, especialmente através da inserção de fontes de energia menos poluentes, eficiência energética relacionada à inserção de programas ou tecnologias que otimizem o uso da energia, acesso à energia e articulação político-institucional entre os agentes que fazem parte da estrutura do sistema energético, o que possibilita o equacionamento das questões anteriores.

Com relação à diversificação da matriz, pode-se incluir tanto fontes de origem fóssil como fontes menos poluentes como biomassa, energia proveniente dos ventos, das marés, fotovoltaica que, embora também gerem resíduos e perturbações durante todo o processo de produção de energia, são consideradas menos impactantes que as de origem fóssil. O ideal seria uma matriz na qual se utilizasse apenas fontes limpas, contudo, em função da dependência que a economia de muitos países têm do petróleo e seus derivados, associados a pouca disponibilidade de outras fontes, que dificulta o processo de transição de um sistema energético baseado no carbono para outras fontes menos poluentes, isso é um processo demorado. Todavia, as recomendações da própria IAE e das discussões realizadas na COP 21, demonstraram que o comprometimento deve vir de todos, visto que o passivo ambiental gerado pelas emissões de GEE não se limita a territórios e todo o mundo, inclusive aqueles que possuem uma matriz mais limpa, como é o caso do Brasil, pagam o ônus pelas elevadas temperaturas, que também podem se manifestar de outras formas mais desastrosas, como o derretimento de calotas polares a um ritmo mais rápido, tsunamis, incêndios florestais, secas severas, entre outros.

Desse modo, o governo e as autoridades ambientais de cada nação devem focar suas políticas no que diz respeito ao levantamento dos potenciais energéticos de cada país, tendo em vista que a diversificação da matriz deve ser associada a políticas de eficiência energética, para que se mantenha um equilíbrio entre as fontes disponíveis no território e o atendimento das demandas da sociedade.

A eficiência energética deve, portanto, ser traduzida em práticas concretas, através de ações que permitam um padrão de desempenho adequado das atividades dependentes de energia com o melhor uso desta.

2.4.1 Eficiência Energética

A eficiência energética passou a ser reconhecida quanto a sua relevância para o sistema energético em meados da década de 1970, durante a crise do petróleo, tendo em vista a escassez desse produto e os crescentes custos em função da redução da oferta. Além do mais, as questões ambientais relacionadas às emissões de gases provenientes de combustíveis fósseis também já eram uma preocupação, embora em menor grau quando comparadas aos dias atuais. Foi diante desses desafios que se percebeu que era possível produzir a mesma quantidade e o mesmo produto com menos energia e, conseqüentemente, com menores gastos econômicos e impactos ambientais (EPE, 2012).

Assim, passou-se a analisar a conservação da energia relacionada aos hábitos de consumo e aos equipamentos, percebendo que iniciativas de eficiência energética são, na maioria das vezes, mais vantajosas e viáveis, em termos econômicos, que o custo de produção ou que adquirir uma energia cujo consumo é rejeitado (EPE, 2012).

De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA), a eficiência energética é necessária para garantir segurança energética, acessível e sustentável para as gerações futuras. Além do mais, é um recurso disponível para todas as nações e é o caminho menos oneroso para enfrentar os obstáculos relacionados à segurança energética, às questões ambientais e econômicas (IEA, 2017). Nessa perspectiva, quando a IEA afirma que a eficiência energética é um recurso disponível para todos, ela se refere ao fato de que todos os governos podem tomar iniciativas e desenvolver ações para otimizar o uso da energia, garantindo a disponibilidade de recursos energéticos para o atendimento das demandas da sociedade.

Essas ações podem ser desenvolvidas no setor industrial, no setor de transporte, na agricultura, nas residências e nos mais variados serviços que utilizam energia. São muitas vezes iniciativas relacionadas a simples troca de equipamentos por outros mais eficientes, ou mudanças nos métodos de utilização da energia, que podem contribuir para diminuir a pressão sobre os recursos energéticos disponíveis, sejam eles renováveis ou não.

Desse modo, a IEA definiu Eficiência Energética como “o primeiro combustível”, tendo em conta que é o único recurso que todos os países têm em abundância. Assim, as políticas de eficiência energética são um instrumento para atingir os objetivos da política energética de uma nação, especialmente aqueles relacionados ao combate das alterações do clima, da poluição atmosférica, buscando a melhoria da segurança energética e o aumento do acesso à energia ao maior número de pessoas (IEA, 2016).

Enquanto a IEA definiu eficiência energética em um sentido mais genérico, a Associação Brasileira de Conservação de Energia (Abesco), a define em um sentido mais preciso e direto: “fazer mais com menos energia”. Em outras palavras, a Abesco diz que a eficiência energética consiste na atividade que melhora o uso das fontes de energia de forma racional e eficiente, para obter um determinado resultado (ABESCO, 2015). É a relação entre a quantidade de energia empregada e a disponibilizada para a realização de uma atividade.

Já o Plano Nacional de Eficiência Energética do MME, no Brasil, define a eficiência energética como ações que resultam em redução de energia necessária para atender as demandas da sociedade por serviços de energia como luz, calor/frio, transportes e processos, com a finalidade de atender as demandas econômicas com o menor uso de energia primária e menor impacto ambiental (MME, 2011).

Todas as definições expostas pela IEA (2017), pela Abesco (2015) e pelo MME (2011) são semelhantes e expressam objetivos em comum. A preocupação com a segurança energética e com o uso dos recursos energéticos disponíveis parece ser a preocupação maior entre as nações, em função das limitações impostas pelo meio ambiente, em termos de suporte das cargas de exploração de recursos limitados e dos resíduos gerados por qualquer tipo de processo. Tal realidade impõe às nações desafios que ultrapassam as fronteiras de seus territórios, como é o caso do aquecimento global, que não se limita aos países que mais emitem GEE, mas que geram passivos que se estendem a todas as nações.

Esses passivos, ao longo dos anos, vêm destacando a eficiência energética, enquanto objetivo político da maioria dessas nações, relacionada à competitividade industrial, à segurança energética e à preservação do meio ambiente (PETTERSON, 1996). Atualmente, a preocupação ambiental é uma questão evidente nas discussões, embora, de maneira subliminar, apresente um interesse por ganhos econômicos com menor custo e que podem ser proporcionados por ações simples de eficiência energética.

Contudo, a problemática ambiental relacionada às mudanças climáticas é o que tem deflagrado diversas políticas e ações, bem como legislações, em todo o mundo, sobre eficiência energética. A maioria dos Programas de Eficiência Energética Internacionais apresenta alguma relação com a questão das mudanças climáticas ou com a redução dos níveis de emissão de GEE. Na França, por exemplo, a Agência de Meio Ambiente e Matriz Energética (ADEME) desenvolve e coordena as ações e programas de eficiência energética através do monitoramento de indicadores de eficiência energética. Um dos programas liderados pela ADEME é o projeto ODYSSEE-MURE que é apoiado pelo programa Energia Inteligente Europa, da Rede Europeia de Agências de Energia (EnR). O ODYSSEE-MURE tem como objetivo promover o

acompanhamento dos consumos e tendências de eficiência energética, bem como a avaliação de medidas de eficiência energética global, por setor de atividade, nos países da União Europeia e Noruega (ADEME, 2015).

Já o programa Energia Inteligente Europa, lançado 2003, pela Comissão Europeia, tem como finalidade construir um futuro inteligente para a energia, apoiando políticas, na UE, relacionadas à eficiência energética e energias renováveis, que levem a uma redução de 20% das emissões de GEE, 20% de melhoria em eficiência energética e 20% a mais de energias renováveis da matriz da UE, até 2020 (COMISSÃO EUROPEIA, 2015).

Na América Latina, A Comissão Econômica para América Latina e Caribe (CEPAL) também desenvolve um trabalho de acompanhamento e monitoramento de indicadores de eficiência energética na América Latina e Caribe. O Programa Base de Indicadores de Eficiência Energética (BIEE) foi criado em 2001, com contribuições da Agência de Cooperação Alemã GIZ e da Agência Francesa para a Matriz Energética e Meio Ambiente (ADEME), com o objetivo de gerar uma base de indicadores para medir o desempenho das políticas de eficiência energética nos países participantes (CEPAL, 2017).

No Brasil, há mais de duas décadas existem programas de eficiência energética. O governo brasileiro implementou programas que são reconhecidos internacionalmente em matéria de eficiência energética. Esses programas começaram a ser desenvolvidos na época da crise do petróleo, na década de 1970, tendo em vista a escassez de petróleo e o elevado custo dos combustíveis derivados do mesmo. Um exemplo de programa lançado na época foi o PROÁLCOOL que, apesar de não ter relação explícita com eficiência energética em seu sentido mais estrito, pode ser entendido como umas das primeiras iniciativas no país.

Com relação à questão do PROÁLCOOL poder ser considerado uma ação de eficiência energética no Brasil, é necessário fazer uma observação. Na maioria dos países desenvolvidos, em todo o mundo, a eficiência energética tem como objetivos maiores a redução das emissões de GEE, a competitividade industrial e a garantia de segurança energética. Não que no Brasil esses também não sejam objetivos a serem alcançados, todavia, vale destacar que os problemas relacionados às emissões de GEE não são um gargalo para o sistema energético brasileiro, tendo em vista que o país possui uma das matrizes menos poluentes do mundo. No contexto de país em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, a abordagem dos programas de eficiência energética podem ter outros direcionamentos aplicados a sua realidade. A esse respeito, ações voltadas para aliviar o ônus financeiro ligado à importação de petróleo, ou melhoria de investimentos, melhor uso de energia e a promoção do acesso à energia ao maior número de pessoas, pode constituir prioridades mais importantes (WEC, 2008).

O primeiro programa de Eficiência Energética criado no Brasil foi o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), com o objetivo de promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o desperdício, reduzindo custos e investimentos setoriais. Coordenado pelo MME e executado pela ELETROBRAS, o Procel foi instituído em 30 de dezembro de 1985 para contribuir com o aumento da eficiência energética dos bens e serviços, desenvolvimento de hábitos de consumo mais eficientes e mitigação de impactos ambientais (PROCEL, 2017).

Outro programa em matéria de eficiência energética foi o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e Gás Natural (CONPET). Criado em 1991 pelo Governo Federal, esse programa teve como finalidade desenvolver uma cultura anti desperdício no uso de recursos naturais não renováveis. Sua atuação está ligada a diversos setores como residencial, indústria e transportes, além de ações de educação ambiental. Como objetivos, o programa busca racionalizar o consumo dos derivados do petróleo, reduzir a emissão de gases poluentes, promover pesquisa e desenvolvimento tecnológico e aumento da eficiência energética no uso final da energia (CONPET, 2012).

Esses dois programas, PROCEL e CONPET, foram as primeiras iniciativas de ações que buscaram desenvolver a eficiência energética no Brasil, e que consistiram em avanços para que a questão ganhasse maior importância e incentivasse outras ações para dar continuidade a essa questão no sistema energético brasileiro. Em 2001, a instituição da Lei 10.295, dispoendo sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, conhecida como Lei de Eficiência Energética, foi o primeiro instrumento legal que deu o entendimento de que a eficiência energética deveria ser um dos objetivos da política energética nacional (BRASIL, 2001; PROCEL, 2014).

A referida lei determina quais os níveis mínimos de eficiência energética de máquinas e aparelhos consumidores de energia, fabricados ou comercializados no país, assim como de edificações, tomando por base indicadores técnicos pertinentes (PROCEL, 2014). A partir dessa Lei, o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), que já desenvolvia programas de etiquetagem voluntariamente, iniciou programas de avaliação da conformidade compulsória na área de eficiência energética (INMETRO, 2017).

Assim, surgiu o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), sob coordenação do Inmetro, para fornecer informações sobre o desempenho de produtos, em termos de eficiência energética, para estimular a competitividade da indústria na produção de produtos cada vez mais eficientes (INMETRO, 2017).

Todos esses programas de eficiência energética, nacionais e internacionais, têm demonstrado o compromisso e o fortalecimento institucional de nações preocupadas com o futuro das próximas gerações e com o fim de ações pautadas no modo capitalista de produção, o qual têm levado a problemas ambientais. Mais do que redução de custos, a eficiência energética proposta por todos esses países, incluindo o Brasil, têm o intuito de buscar um equilíbrio não somente ambiental, mas também econômico e social do ponto de vista da distribuição dos benefícios que podem ser gerados para a sociedade como um todo.

A partir do entendimento do que seria eficiência energética e das ações desenvolvidas no Brasil e no mundo, a condição de sustentabilidade energética assenta-se sobre outra questão de igual peso: diversificação da matriz através da inserção de fontes de menor impacto ambiental.

2.4.2 Diversificação da Matriz Energética

A diversificação da matriz energética consiste na introdução de outras fontes de energia para atender as necessidades básicas da sociedade. A introdução de outras fontes de energia nessa matriz energética diminui as chances de crise energética, uma vez que a participação de outras fontes na geração, uso e consumo de energia podem exercer um papel de complementaridade em momentos de escassez, diminuindo a insegurança quanto ao atendimento da demanda e da oferta de energia no tempo e na quantidade adequada.

É importante destacar que a simples diversificação da matriz não garante uma condição de sustentabilidade energética. Uma matriz de energia pode ser diversificada com a participação de fontes que têm impactos negativos elevados durante o processo de implantação de usinas e geração de energia, como os combustíveis fósseis, gás natural, energia nuclear, etc. A ideia de uma matriz energética diversificada, e ao mesmo tempo sustentável, implica na introdução de fontes de menor impacto ambiental, desde o processo de instalação de usinas até o seu pleno funcionamento e fornecimento de energia. Assim, na perspectiva de sustentabilidade energética, a diversificação deve considerar a introdução de fontes renováveis que exponham o sistema energético e a sociedade ao mínimo de riscos possíveis relacionados à segurança do abastecimento e aprovisionamento, ao atendimento da demanda e acidentes decorrentes do processo de instalação e operação de usinas geradoras de energia.

Para melhor entendimento, se faz necessário distinguir o que são fontes primárias de energia e fontes secundárias, bem como energias renováveis e não renováveis.

2.4.2.1 Tipos de Energias Renováveis

As fontes de energia hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e a energia dos oceanos são formas indiretas de energia solar (ANEEL, 2005). A energia proveniente do Sol vem sendo apropriada pelo homem ao longo de toda sua história. Através dele, por exemplo, são supridas necessidades básicas de aquecimento, iluminação e alimentação (via fotossíntese e cadeias alimentares). No entanto, o uso do Sol como fonte direta para a produção de eletricidade é relativamente recente, datando de meados do século passado (TOLMASQUIM, 2016).

Com relação à fonte hidráulica, o uso da energia a partir da água foi uma das primeiras formas de substituição do trabalho animal pelo mecânico através do bombeamento de água e moagem de grãos, tendo em vista sua disponibilidade como fator favorável, além de ser um recurso renovável e de fácil aproveitamento. Essa fonte de energia é resultante da irradiação solar e da energia potencial gravitacional que causam a evaporação, condensação e precipitação de chuvas na superfície da terra (ANNEEL, 2005).

Já a biomassa é uma fonte de energia proveniente da conversão da matéria-prima em um produto intermediário para uso na máquina motriz, que produzirá energia mecânica que acionará a geração de energia elétrica (ANNEEL, 2008). Para a produção de energia, a biomassa é todo recurso renovável proveniente de matéria orgânica de origem animal ou vegetal que, como a energia hidráulica e outras fontes renováveis, também é uma forma indireta de energia solar. O processo de fotossíntese, que é a base dos processos biológicos de todos os seres vivos, é o resultado da energia química que foi convertida a partir da energia solar (ANEEL, 2005).

Seu aproveitamento é feito através da combustão direta que envolve a secagem, classificação, compressão, corte ou quebra, ou por meio de processos termoquímicos como gaseificação, liquefação e transesterificação, ou ainda mediante processos biológicos como digestão anaeróbica e fermentação (ANEEL, 2005).

A energia eólica é proveniente da energia cinética contida nas massas de ar e seu aproveitamento se dá mediante a conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação (ANEEL, 2008). Através de turbinas ou aerogeradores, essa energia cinética é transformada em energia elétrica. Os cataventos também podem ser utilizados para trabalhos mecânicos como o bombeamento de água (ANEEL, 2005).

Considerada uma energia de baixo impacto ambiental e potencial fonte complementar para sistemas de energia como o brasileiro, que durante muitos anos foi predominantemente hidroelétrico de complementação térmica, a energia eólica tem aparecido como uma alternativa

competitiva com expressivos incentivos governamentais para que possa desenvolver um papel de complementaridade na matriz energética do Brasil. Tal fato se deve ao potencial eólico estimado para aproveitamento energético, que em 2001 foi de aproximadamente 143 GW, tomando por base torres de até 50m de altura (AMARANTES *et al.*, 2001; MME, 2015).

Dentro dessa perspectiva, o planejamento energético e as políticas de energia passaram a abranger também as fontes renováveis, tendo em conta a rica disponibilidade de recursos naturais que o Brasil possui e a necessidade, diante da vulnerabilidade a que o sistema energético brasileiro, predominantemente hidroelétrico, esteve exposto durante muitos anos.

Além da questão da diversificação da matriz e da eficiência energética, o acesso à energia e à articulação político-institucional são fundamentais para a busca de uma condição de sustentabilidade energética. Assim, essas duas questões serão tratadas no decorrer do item seguinte sobre indicadores de energia para o desenvolvimento sustentável.

2.5 INDICADORES DE ENERGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

É fundamental para o alcance do desenvolvimento sustentável a prestação de serviços energéticos confiáveis, seguros e ambientalmente corretos, para atendimento das necessidades de desenvolvimento econômico e social, (VERA; LANGLOIS, 2007). De acordo com a UNRIC (2015), a questão energética enfrenta dois desafios interligados. O primeiro está relacionado à erradicação da pobreza e o segundo com o uso eficiente da energia. A erradicação da pobreza está associada ao fato de que mais de 1,2 milhões de pessoas no mundo não têm acesso aos serviços de eletricidade e mais 2,8 milhões ainda dependem de madeira, carvão e dejetos animais para cozer alimentos e se aquecer (UNRIC, 2015). Já a eficiência energética diz respeito aos problemas relacionados ao desperdício e às emissões de gases poluentes. A UNRIC aponta, ainda, que a chave para superar esses dois problemas centrais é garantir o acesso para todos a uma energia limpa, de forma eficiente a baixo custo, principalmente para as populações mais pobres.

O acesso à energia é fundamental para a erradicação da pobreza e para a melhoria da qualidade dos padrões vida e bem-estar (IAEA, 2005). Contudo, os atuais padrões de vida e fornecimento de energia insustentáveis indicam para uma crise energética e ambiental, caso medidas não sejam tomadas para evitar problemas associados à poluição, ao aquecimento global e à diminuição considerável das fontes de energia, especialmente as de origem fóssil.

Neste sentido, faz-se necessário que os decisores políticos disponham de ferramentas que os ajudem a interpretar os resultados dos diferentes programas de energia, as políticas

implementadas, estratégias e planos para que possam direcionar esforços que estejam em coerência com um desenvolvimento sustentado (VERA; LANGLOIS, 2007; AIEA: 2005).

Os indicadores de energia para o desenvolvimento sustentável são ferramentas que permitem o fornecimento de informações de forma clara, com base em dados estatísticos, sobre as questões energéticas, as tendências sobre a situação atual, os impactos e como melhorar o que não está funcionando de acordo com o esperado.

Em 1995, um esforço do Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas (UNDESA), para produzir um conjunto de indicadores de sustentabilidade geral, resultou em um conjunto de 58 indicadores. Porém, desse conjunto, apenas três estavam associados à questão energética. Três indicadores não podem ser capazes de mensurar todas as questões relacionadas com a produção, consumo e fornecimento de energia no mundo, o que pode indicar que são limitados para mensurar a sustentabilidade energética.

Diante da limitação do conjunto de indicadores globais de sustentabilidade da UNDESA, para avaliar a sustentabilidade energética, um programa iniciado pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), em parceria com a Agência Internacional de Energia (IEA), a UNDESA e alguns Estados Membros da IAEA, em 1999, buscou construir um conjunto de indicadores de energia para o desenvolvimento sustentável. O objetivo foi preencher a lacuna de um conjunto de indicadores de energia adequados para a questão energética, além de complementar o trabalho da Comissão das Nações Unidas Sobre Desenvolvimento Sustentável (CSD), relacionados à construção de indicadores gerais (IAEA, 2005).

Os critérios para a escolha e seleção dos indicadores de energia levaram em consideração a capacidade para responder questões relacionadas com a energia para o desenvolvimento de países em todo o mundo (VERA; LANGLOIS, 2007). Os indicadores foram selecionados com o intuito de ajudar e avaliar as políticas energéticas direcionadas ao desenvolvimento sustentável, e para implementar as ações sugeridas pela Comissão Mundial de Desenvolvimento Sustentável, em especial:

- I. Integrar a energia nos programas sócio-econômicos;
- II. Combinar a introdução de energias renováveis, eficiência energética e tecnologias avançadas de energia para atender a demanda crescente de serviços energéticos;
- III. Aumentar a quota de opções de energias renováveis;
- IV. Reduzir a queima e a emissão de gases poluentes;
- V. Estabelecer programas nacionais de eficiência energética;

VI. Melhorar o funcionamento e a transparência da informação nos mercados de energia;

VII. Reduzir as distorções de mercado; e

VIII. Ajudar os países em desenvolvimento nos seus esforços nacionais para prestar serviços de energia a todos os setores e populações.

A disponibilidade de dados também foi um dos critérios para a escolha dos indicadores de energia.

Por fim, o relatório final do conjunto de indicadores resultou em 30 indicadores de energia para o desenvolvimento sustentável, classificados em três dimensões, de acordo com o desenvolvimento sustentável: social (quatro indicadores), econômicos (16 indicadores) e ambientais (10 indicadores), divididos em temas e sub-temas (IAEA, 2005), conforme o Quadro 2.

Quadro 2 – Indicadores de energia para o Desenvolvimento Sustentável.

(Continua)

Social				
Tema	Sub-tema	Indicador de energia		Componente
Equidade	Acessibilidade	SOC1	% de família ou população com acesso à eletricidade ou dependentes de energias não comerciais.	Famílias (ou população) sem energia elétrica ou dependente de fontes não comerciais. Número total de famílias ou população.
	Acessibilidade financeira	SOC2	% da renda familiar gasta com combustível ou eletricidade.	% de renda familiar gasta com combustível ou eletricidade. Renda familiar dos 20% mais pobres.
	Disparidade	SOC3	Uso de energia nas famílias por grupo e tipo de combustível.	Consumo de energia por agregado familiar para cada grupo de renda. Mix de combustíveis para cada grupo de renda.
Saúde	Segurança	SOC4	Mortes em acidentes por energia produzida pela cadeia de combustível.	Mortes anuais por cadeia de combustível Energia anual produzida.
Econômica				
Tema	Sub-tema	Indicador de energia		Componente
Padrões de uso e produção	Uso geral	ECO1	Consumo de energia per capita.	Uso da energia (suprimento total de energia primária, consumo final total e uso de eletricidade). Total da população.

Quadro 3 – Indicadores de energia para o Desenvolvimento Sustentável.

(Continuação)

Produtividade geral	ECO2	Intensidade energética (por unidade do PIB).	Uso da energia (suprimento total de energia primária, consumo final total e uso de eletricidade). PIB.
Eficiência no fornecimento	ECO3	Eficiência energética na conversão e distribuição.	Perdas na geração, transmissão e distribuição de eletricidade.
Produção	ECO4	Total de reservas em relação ao total produzido.	Reservas provadas que existem – recuperadas. Produção total de energia.
	ECO5	Total de recursos em relação ao total produzido.	Recursos energéticos totais estimados. Produção total de energia.
Uso final	ECO6	Intensidade energética industrial.	Consumo de energia no setor industrial e pelo ramo de fabricação. Valor adicionado correspondente.
	ECO7	Intensidades energéticas agrícolas.	Consumo de energia no setor agrícola. Valor adicionado correspondente.
	ECO8	Intensidade energética no comércio e setor de serviços.	Consumo de energia no setor de serviços/comercial. Valor adicionado correspondente.
	ECO9	Intensidade energética nas famílias.	O consumo de energia nos domicílios pela utilização final. Número de habitantes por domicílio, área total e quantidade de aparelhos eletrônicos.
	ECO10	Intensidade energética nos transportes.	Uso de energia em viagens de passageiros e setores de frete e por modo Viagem de passageiros-km e frete tonelada-km e por modo.
	ECO11	Compartilhamento de combustível para energia e eletricidade.	Fornecimento de energia primária e consumo final, geração de eletricidade e capacidade de geração por tipo de combustível Fornecimento total de energia primária, consumo final total, geração total de eletricidade e capacidade total de geração.

Quadro 4 – Indicadores de energia para o Desenvolvimento Sustentável.

(Continuação)

	Diversificação	ECO12	Participação da energia sem carbono na geração de eletricidade.	Fornecimento primário, geração de eletricidade e capacidade de geração por energia não-carbono Fornecimento total de energia primária, geração total de eletricidade e capacidade de geração total.
		ECO13	Participação de energia renováveis na eletricidade.	Fornecimento de energia primária, consumo final e geração de eletricidade e capacidade de geração por energia renovável Fornecimento total de energia primária, consumo final total, geração total de eletricidade e total capacidade de geração.
	Preços	ECO14	Preços de energia de uso final por combustível e por setor.	Preços de energia (com e sem imposto/subsídio).
Segurança	Importações	ECO15	Dependência de importação de energia líquida.	Importação de energia - Fornecimento total de energia primária.
	Estoque estratégico de combustível	ECO16	Estoques de combustíveis críticos por consumo de combustível correspondente.	Estoques de combustível crítico (por exemplo, óleo, gás, etc.) Consumo crítico de combustível.
Ambiental				
Tema	Sub-tema	Indicador de Energia		Componente
Atmosfera	Mudança Climática	AMB1	Emissões de GEE da produção e uso de energia per capita e por unidade do PIB.	Emissões de GEE da produção e uso de energia População e PIB.
	Qualidade do ar	AMB2	Concentrações ambientais de poluentes atmosféricos em áreas urbanas.	Concentrações de poluentes no ar.
		AMB3	Emissões de poluentes atmosféricos de sistemas de energia.	Emissões de poluentes atmosféricos.

Quadro 5 – Indicadores de energia para o Desenvolvimento Sustentável.

(Conclusão)

Água	Qualidade da água	AMB4	Descargas de contaminantes em efluentes líquidos de sistemas de energia, incluindo descargas de óleo.	Descargas de contaminantes em efluentes líquidos.
Terra	Qualidade do solo	AMB5	Área do solo onde a acidificação excede a carga crítica.	Área de solo afetada. Carga crítica.
	Floresta	AMB6	Taxa de desmatamento atribuída ao uso de energia.	Área de floresta em dois momentos diferentes. Utilização de biomassa.
	Geração e gerenciamento de resíduos sólidos	AMB7	Razão de geração de resíduos sólidos para unidades de energia produzida.	Quantidade de resíduos sólidos. Energia produzida.
		AMB8	Proporção de resíduos sólidos devidamente descartados em relação ao total de resíduos sólidos gerados.	Quantidade de resíduos sólidos devidamente descartados. Quantidade total de resíduos sólidos.
		AMB9	Proporção de resíduos sólidos radioativos para unidades de energia produzida.	Quantidade de lixo radioativo (cumulativo por um período de tempo selecionado). Energia produzida.
		AMB10	Proporção de resíduos sólidos radioativos aguardando disposição em relação ao total de resíduos sólidos radioativos gerados.	Quantidade de lixo radioativo aguardando descarte. Volume total de lixo radioativo.

Fonte: Adaptado de (AIEA, 2005).

Esses trinta indicadores de energia abordam questões energéticas que vão desde a acessibilidade, a equidade, a segurança, os diferentes usos e tipos de energias, até questões ambientais relacionadas à qualidade do ar, da água, da terra e da destinação dos resíduos gerados em função dos processos de produção, geração, distribuição e uso de energia. Em outras palavras, eles abordam discussões que envolvem o desenvolvimento sustentável em suas três dimensões: econômica, social e ambiental.

2.5.1 Dimensões dos Indicadores de Energia para o Desenvolvimento Sustentável

2.5.1.1 Dimensão Econômica

Os indicadores dessa dimensão se referem a dados econômicos relacionados ao uso e produção padrão de energia. Eles mensuram, além do uso e da produção, a qualidade dos serviços de energia, analisando como isso influencia o desenvolvimento econômico, o estado atual do setor e suas tendências, com o intuito de direcionar as melhores estratégias para alcançar um desenvolvimento econômico em longo prazo. Vera e Langlois (2007) salientam que todos os setores de uma sociedade necessitam de energia para que possam operar. Essa disponibilidade de energia afeta a geração de emprego, a produtividade e o desenvolvimento. Os indicadores relacionados com essa dimensão são: o uso da energia, produção e fornecimento, eficiência na utilização, intensidade energética, preço da energia, tributação e subsídios e segurança energética. A sustentabilidade econômica está associada à distribuição eficiente dos recursos naturais que asseguram a disponibilidade e a fiabilidade dos serviços de energia para a promoção do crescimento econômico (VAN BELLEN, 2008).

2.5.1.2 Dimensão Social

Na dimensão social o foco é dado à presença do ser humano na ecosfera. A atenção é voltada para o bem-estar humano, a condição humana e os meios utilizados para melhorar a qualidade de vida (VAN BELLEN, 2005). No caso da energia, essa dimensão refere-se à mensuração do impacto dos serviços energéticos disponíveis na condição de bem-estar social, uma vez que a disponibilidade de serviços de energia tem influência na condição de pobreza, emprego, oportunidades, educação, desenvolvimento da comunidade e cultura, transição demográfica, poluição e saúde (VERA; LANGLOIS, 2007). Esses indicadores estão relacionados a questões de acessibilidade, de disponibilidade e de disparidade entre oferta e demanda de energia, refletindo a necessidade e a importância de pessoas no mundo todo terem acesso aos serviços básicos de energia.

2.5.1.3 Dimensão Ambiental

As atividades relacionadas à energia, ao uso, à distribuição e à produção exercem pressões sobre o meio ambiente. Esses indicadores mensuram os impactos do sistema de energia

sobre o ambiente em geral, especialmente os impactos negativos em recursos como terra, água e qualidade do ar. Tais impactos dependem de como a energia é produzida e utilizada. Emissões e gases poluentes estão relacionados à queima de combustíveis fósseis e ao assoreamento dos rios que pode ser causado por grandes inundações de barragens, por exemplo. Os indicadores ambientais estão, portanto, associados à mudança climática, poluição do ar e da água, geração de resíduos, degradação de terras e desmatamento (VERA; LANGLOIS, 2007).

Essas três dimensões dos indicadores de energia para o desenvolvimento sustentável estão inter-relacionadas. O estado ambiental do sistema de energia é influenciado por fatores sociais e econômicos e o estado social sofre influência da dimensão econômica. Uma quarta dimensão, institucional, estaria relacionada com todas as dimensões através da implementação de políticas corretivas que influenciariam a sustentabilidade do sistema. Os indicadores institucionais avaliam a disponibilidade e adequação do quadro institucional, necessário para apoiar um sistema de energia de forma eficiente e eficaz (VERA; LANGLOIS, 2007). Contudo, a dificuldade de mensurar tanto quantitativamente como qualitativamente torna um pouco mais complicado a construção desse tipo de indicador.

Além desses indicadores da IAEA, algumas instituições e pesquisadores têm desenvolvido indicadores de energia envolvendo questões mais pontuais como eficiência energética, política energética e segurança energética (OLADE, 2001; KRUYT *et al.*, 2009; HYDRO-QUEBEC, 2011).

Um projeto desenvolvido pela Organização Latino Americana de Energia (OLADE), Comissão Econômica para a América Latina e Caribe (CEPAL) e GTZ, sobre energia e desenvolvimento sustentável na América Latina e Caribe, apresentou um conjunto de oito indicadores de energia para o desenvolvimento sustentável que buscam assimilar um conjunto de aspectos do sistema de energia que afetam de diferentes maneiras e graus o desenvolvimento sustentável. Estes indicadores visualizam as oportunidades e os condicionantes para o desenvolvimento de um país, derivadas de seu setor energético (NAÇÕES UNIDAS, 2001).

2.5.2 Indicadores de Energia para a Sustentabilidade – OLADE

De acordo com o documento das Nações Unidas, no qual estão expressos os indicadores da OLADE, o sistema de energia é percebido como um subsistema social, e está inter-relacionado de muitas maneiras e em níveis diferentes com a estrutura de abastecimento de energia. Esse influencia o desenvolvimento econômico e social, que afeta o ambiente e a sustentabilidade, e estão relacionados com:

- I. Riscos, vulnerabilidades e restrições que limitam o desenvolvimento sócio-econômico;
- II. Abastecimento de energia desigual e usos incoerentes dos recursos naturais; e
- III. Efeitos externos sobre o meio ambiente.

Esse conjunto de indicadores, assim como os indicadores de energia da IAEA, também estão apresentados em três dimensões: econômica, social e ambiental. Na dimensão econômica os indicadores foram desenvolvidos com a função de monitorar e avaliar a participação das importações na oferta de energia, a contribuição das exportações para o PIB e a intensidade energética do PIB. Na dimensão social, avalia a cobertura elétrica e o consumo útil de energia nas casas. Por fim, a dimensão ambiental avalia a utilização de recursos fósseis e provenientes da lenha, assim como a participação das energias renováveis na produção de energia primária e a emissão de CO₂ no sistema energético (NAÇÕES UNIDAS, 2001). A seguir, o Quadro 3 apresenta os indicadores da OLADE presentes no documento das Nações Unidas:

Quadro 6 – Indicadores de Energia para a Sustentabilidade (OLADE).

Indicadores de Energia para a Sustentabilidade			
Indicador	Definição	Fonte de dados	Normalização
Autarquia energética	Porcentagem das importações na soma de importância e produção primária, 1994.	OLADE-SIEE, cálculo do projeto.	0 = 100% 1 = 0% Sem normalização.
Robustez contra mudanças externas	Exportações energéticas sobre o PIB, 1994 (PIB/bep).	OLADE-SIEE, cálculo do projeto.	0 = 14 bep/100 US\$ 1 = 1 bep/1000 US \$ Normalização linear.
Produtividade energética	Inversa da intensidade energética do PIB, 1994 (PIB/bep).	OLADE-SIEE, cálculo do projeto.	0 = US\$/bep 1 = 1000 US\$/bep Sem normalização.
Cobertura elétrica	Porcentagem de famílias com eletricidade.	Banco Mundial/OLADE 1991.	0 = 0% 1 = 100% Sem normalização.
Cobertura de necessidades energéticas básicas	Consumo de energia residencial útil 1994, (bep/hab).	OLADE-SIEE, cálculo do projeto.	0 = 0 bep/cap 1 = 1bep/cap Com normalização.
Pureza relativa da utilização de energia	CO ₂ /consumo energético, 1994.	OLADE-SIEE, cálculo do projeto.	0 = >= 1 T/BEP 1 = <= 0,3 t/bep Normalização linear.
Uso de energias renováveis	Participação de energia renovável na oferta de energia.	OLADE-SIEE, cálculo do projeto.	0 = 0% 1 = >= 50% Normalização linear.
Poderosos recursos fósseis e lenha	Relação entre produção de recursos fósseis (R/P); e taxa de desmatamento, 1994.	OLADE-SIEE, cálculo do projeto.	0 = 0 anos; >= 1% 1 = 25 anos; <= 0% Normalização linear.

Fonte: OLADE, 2001.

Na dimensão econômica estão três indicadores: autarquia energética, robustez contra mudanças energéticas e produtividade energética. Esses indicadores refletem a participação das importações na oferta de energia, a contribuição das exportações no PIB e a intensidade energética. Por meio desses indicadores é possível observar como o incremento das importações na oferta de energia pode influenciar na vulnerabilidade da economia por altas de preços no mercado mundial, bem como a produção e exportação de energia influenciam o PIB de um país. Já a intensidade energética pode significar produtividade e competitividade reduzida da economia (NAÇÕES UNIDAS, 2001).

Na dimensão social, os indicadores podem refletir o nível de vida dos habitantes de um país no qual a energia passa a ser percebida dentro dos gastos familiares, embora, como se sabe, parte da população ainda não tenha acesso adequado aos serviços básicos de energia. Os indicadores dessa dimensão estão relacionados ao acesso à eletricidade para o atendimento das necessidades energéticas básicas.

A dimensão ambiental e de recursos naturais leva em consideração o ambiente como parte dos recursos naturais, que contém recursos úteis para a sobrevivência do homem. Os indicadores dessa dimensão estão relacionados à disponibilidade dos recursos energéticos renováveis e não renováveis, bem como aos impactos que um sistema de energia pode causar ao meio ambiente. Destarte, esses indicadores dizem respeito a questões que envolvem a qualidade do ar, a utilização de recursos renováveis e de combustíveis fósseis (NAÇÕES UNIDAS, 2001).

Os indicadores de energia apresentados, de um modo geral, avaliam a sustentabilidade energética de um sistema de energia e monitoram questões mais amplas, que têm influência no desenvolvimento sustentável de uma nação. Contudo, existem outros sistemas de indicadores que avaliam questões mais pontuais e apresentam propostas diferentes de avaliação de um sistema de energia. Patlitzianas *et al.* (2008) apresentam um conjunto de indicadores que têm o intuito de apoiar decisores políticos na orientação da política energética, envolvendo três questões fundamentais: segurança energética no provisãoamento de energia, competitividade do mercado de energia e proteção ambiental.

2.5.3 Indicadores de Política Energética – Patlitzianas *et al.* (2008)

Os indicadores de política energética são ferramentas que dão suporte à tomada de decisão a respeito da política energética de um país. O estudo de Patlitzianas *et al.* (2008) objetivou uma análise acerca das metodologias utilizadas para a construção de indicadores de

sustentabilidade, bem como de indicadores de energia, para propor um quadro operacional de indicadores apropriados que apoiem os formuladores de políticas e tomadores de decisão, no sentido de construir políticas energéticas sustentáveis. As metodologias citadas no trabalho de Patlitzianas *et al.* (2008) fazem referência aos indicadores baseados no modelo Pressão-estado-resposta (PSR), Força motriz-estado-resposta (DSR) e Força motriz-pressão-estado-impacto-resposta (DPSIR), apresentando os esforços de organizações internacionais, no sentido de desenvolver indicadores de energia para o desenvolvimento sustentável.

Com base nos objetivos que devem abordar a política energética de um país, eles propõem um conjunto de indicadores de suporte à decisão para a formulação de política energética sustentável. Os três objetivos de política energética que nortearam a proposta destes indicadores foram: segurança do abastecimento, competitividade do mercado de energia e proteção ambiental, conforme pode ser verificado no Quadro 4.

Quadro 7 – Indicadores de segurança para o provisionamento energético.

Indicadores de segurança do provisionamento energético
Dependência das importações
Dependência das importações de combustíveis sólidos
Dependência das importações de petróleo
Dependência das importações de gás natural
Diferenciação de combustível primário
Diferenciação de combustível de produção de energia elétrica
Diferenciação de combustível da energia
Fornecimento estratégico de petróleo
Indicadores de Competitividade do mercado de energia
Intensidade energética
Eficiência da Conversão de energia
Eficiência da produção de energia elétrica
Transformação do setor de energia
Regulador da energia independente
Participação privada
Divisão da empresa pública
Lei de energia para privatização de empresas de energia
Ajuste da lista de preços de energia
Nível de concorrência
Consumo de energia per capita
Consumo de energia elétrica per capita
Indicadores de Proteção Ambiental
Percentual de fontes de energias renováveis na produção de energia primária
Percentual de fontes de energias renováveis na produção de energia elétrica
Intensidade de emissão de CO ₂
CO ₂ emitido por PIB
Emissão de CO ₂ por consumo de energia interno bruto
Emissão de CO ₂ per capita
CO ₂ emitido por eletricidade e vapor de produção
Aplicação do Protocolo de Kyoto

Fonte: Adaptado de Patlitzianas *et al.* (2008).

Os indicadores relacionados à segurança no abastecimento refletem a necessidade de garantir um fornecimento de energia adequado, que maximize a independência de energia e minimize a dependência de um país de fontes externas (PATLIZIANAS *et al.*, 2008).

Já os indicadores de competitividade do mercado de energia refletem a capacidade de fornecimento de produtos e serviços energéticos, capazes de competir no mercado internacional padrão. Por fim, os indicadores de proteção ambiental fazem referência à proteção de todos os parâmetros externos que influenciam e são influenciados pela produção de energia (PATLIZIANAS *et al.*, 2008).

Além desses indicadores apresentados por Patlizianas *et al.* (2008) para apoiar o desenvolvimentos da política energética, outros autores e intuições também têm buscado desenvolver sistemas de indicadores, para monitoramento de questões mais específicas relacionadas à energia e que podem influenciar o desenvolvimento sustentável de uma nação. O Conselho Mundial de Energia trabalha com o monitoramento da eficiência energética, em âmbito mundial, através de um sistema de indicadores geral.

2.5.4 Indicadores de Eficiência Energética – World Concil Energy

Estes indicadores foram construídos pela Enerdata e ADEMA para o Conselho Mundial de Energia, com o intuito de analisar as tendências de eficiência energética mundial e proporcionar subsídios para os decisores políticos e analistas, no acompanhamento das tendências de uso e emissões de CO₂, o que possibilitaria uma melhor compreensão do impacto que as medidas políticas têm em cada setor. Os indicadores são propostos abrangendo as principais regiões do mundo e os países membros do Conselho Mundial de Energia, conforme Quadro 5.

Quadro 5 – Indicadores de Eficiência Energética World Concil Energy.

(Continua)

Indicadores de Eficiência Energética World Concil Energy	
Indicador	Definição
A intensidade energética do PIB em paridades de poder aquisitivo	A intensidade de energia primária é a relação entre o consumo total de energia de um país e seu Produto Interno Bruto (PIB). Isto mede a quantidade total de energia necessária para gerar uma unidade de PIB.
A intensidade energética do PIB em paridades de poder (sem biomassa)	Intensidade energética primária, excluindo biomassa. É a relação entre o consumo de energia total, excluindo biomassa (gás, petróleo, carvão, electricidade e calor) de um país e seu PIB. Ele mede a quantidade total de energia, excluindo biomassa, necessária para gerar uma unidade de PIB.
Intensidade de energia primária ajustada à estrutura econômica da UE	Este indicador representa um valor fictício da intensidade energética primária de um país calculado, tomando para cada setor econômico a intensidade setorial do país e da estrutura econômica (ou seja, a participação de cada setor no PIB) da UE.

Quadro 5 – Indicadores de Eficiência Energética World Concil Energy.

(Continuação)

Intensidade energética final do PIB em paridades de poder aquisitivo	A intensidade energética final é a relação entre o consumo de energia final em relação ao PIB. A intensidade energética final é a energia consumida por usuários, indústrias, transportes, famílias, serviços e agricultura, excluindo o uso de produtos petrolíferos e gás natural como matérias-primas químicas.
Intensidade energética final em 2005 Estrutura PIB	A intensidade energética final em estrutura constante é uma intensidade teórica que resultaria de todos os setores, crescendo à mesma taxa do PIB e utilizando os valores reais das intensidades setoriais. O cálculo é efetuado ao nível dos principais setores (indústria, agricultura, terciário, transportes e habitação).
Eficiência global de transformação de energia	Este indicador exprime a relação entre a energia disponível para os utilizadores finais (ou seja, a indústria, os transportes, as famílias, os serviços, a agricultura) e a energia que entra no sistema. É a razão entre a intensidade de energia final/intensidade de energia primária (isto é, a proporção de consumo final em relação ao consumo de energia primária).
Intensidade de CO ₂ para PIB (em US \$ constantes, paridades de poder de compra)	O indicador de intensidade de CO ₂ é calculado dividindo as emissões de CO ₂ da combustão de combustíveis pelo PIB.
CO ₂ por habitante (CO ₂ da queima de combustíveis)	As emissões de CO ₂ per capita correspondem às emissões de CO ₂ divididas pela população.
Eficiência do setor elétrico total	A eficiência da geração de energia é calculada como a produção total de eletricidade líquida dividida pelos insumos energéticos.
Eficiência das centrais térmicas	A eficiência das centrais termoelétricas corresponde à relação entre a produção líquida de electricidade térmica/entradas de combustível. É expressa em percentagem.
Eficiência das usinas de energia movidas a carvão	A eficiência das centrais elétricas a carvão corresponde à relação entre a produção líquida de electricidade a partir das centrais elétricas de carvão e os factores de produção de carvão. É expressa em percentagem.
Eficiência das centrais elétricas alimentadas a gás	A eficiência das centrais elétricas a gás natural corresponde à relação entre a produção líquida de electricidade a partir das centrais elétricas de gás natural/entradas de gás natural. É expressa em percentagem.
Taxa de perdas de transmissão e distribuição de energia elétrica (dividida por eletricidade distribuída)	A taxa de perdas de energia elétrica T & D é a relação entre a quantidade de energia perdida durante o transporte e distribuição e o consumo de eletricidade.
Percentagem de energias renováveis na produção de eletricidade (incluindo hidrelétricas)	Este indicador corresponde à eletricidade produzida a partir de energia hidrelétrica, geotérmica, solar, marítima e eólica, dividida pela produção total de eletricidade.
Proporção de energia eólica e solar na produção de energia	Este indicador corresponde à eletricidade produzida a partir da energia eólica e solar, dividida pela produção total de eletricidade.
Participação da PCCE na capacidade de potência	Representa a parcela da capacidade total de energia elétrica de cogeração elétrica. Ele é expressa como uma percentagem.
Intensidade energética da indústria em paridades de poder de compra	A intensidade energética da indústria é definida como a relação entre o consumo final de energia da indústria e o valor acrescentado medido em paridades de poder de compra constantes (ppp).
Consumo unitário de aço	O consumo unitário da indústria siderúrgica é calculado como a relação entre o consumo final de energia da indústria siderúrgica e a produção de aço medido em toneladas.
Participação do processo elétrico para a produção de aço	Este indicador corresponde às toneladas de aço bruto produzidas a partir de fornos de arco elétrico dividido pela produção total de aço bruto. É expressa em percentual.
Participação na cogeração industrial	Representa a parcela de eletricidade e / ou calor produzida pela cogeração industrial (CHP) no consumo de eletricidade industrial. É expressa em percentagem.
Intensidade de CO ₂ da indústria para valor agregado (em US \$ constantes, paridades de poder de compra)	O indicador de intensidade de CO ₂ do setor industrial é calculado como a relação entre as emissões industriais de CO ₂ provenientes da combustão do combustível sobre o valor agregado industrial.

Quadro 5 – Indicadores de Eficiência Energética World Concil Energy.

(Continuação)

A intensidade energética dos transportes em paridades de poder aquisitivo	A intensidade energética do setor dos transportes é calculado como a relação entre o consumo de energia de transporte para o PIB.
Transporte de passageiros ferroviários per capita	Este indicador corresponde ao transporte ferroviário de passageiros em milhões de passageiros/km dividido pela população do país. É expresso em passageiros/km per capita.
Percentagem de biocombustíveis nos transportes rodoviários	Representa a percentagem de bioetanol e biodiesel no consumo de combustível do transporte rodoviário. Ele é expresso como uma percentagem.
Intensidade de CO ₂ do transporte para PIB (em US \$ constantes, paridades de poder de compra)	O indicador de intensidade de CO ₂ do transporte é calculado como a relação entre as emissões de CO ₂ do transporte da combustão do combustível sobre o PIB.
Emissões de CO ₂ dos transportes per capita	As emissões de CO ₂ dos transportes per capita correspondem às emissões de CO ₂ provenientes do transporte de combustíveis dividido pela população.
O consumo médio de eletricidade das famílias per capita	O consumo de electricidade das famílias per capita é a razão entre o consumo de electricidade das famílias e o número de habitantes.
O consumo médio de eletricidade dos domicílios eletrificados	Este indicador refere-se ao consumo de energia do setor das famílias para o número de domicílios eletrificados.
O consumo médio de eletricidade dos domicílios eletrificados com correção climática	consumo de eletricidade por agregado familiar com correção climática é um valor fictício onde o aquecimento e peças de refrigeração do consumo é corrigida de modo a corresponder a um ano normal (correções climáticas) O objetivo desta correção climática é deixar de fora a influência de inverno frio e / ou quente de verão.
O consumo de eletricidade de aparelhos elétricos e iluminação por agregado familiar eletrificada	Esta unidade de consumo é calculada dividindo o consumo de eletricidade para todos os aparelhos e iluminação, pelo número de habitações eletrificadas.
O consumo de eletricidade para usos térmicos por domicílio eletrificado	Este consumo unitário é calculado dividindo-se o consumo de energia elétrica para sistemas de aquecimento de espaços, aquecedores de água, ar condicionado aparelhos de cozinha pelo número de moradias eletrificadas.
Capacidade instalada de aquecedores solares de água per capita	Corresponde ao total de coletores solares térmicos instalados para água quente em m ² dividido pela população. Ela é expressa por 1000 habitantes.
Emissões de CO ₂ do setor residencial por agregado familiar	Este indicador refere-se às emissões de CO ₂ das famílias resultantes da combustão dos combustíveis, dividido pelo número de agregados familiares.
A intensidade energética de serviços em paridades de poder aquisitivo	A intensidade energética do setor de serviços é definida como a relação entre o consumo final de energia do setor e do valor acrescentado medidos em paridades de poder aquisitivo constante (PPP).
Intensidade de energia elétrica de serviços em paridades de poder aquisitivo	A intensidade de energia elétrica do setor de serviços é definida como a relação entre o consumo de eletricidade do setor e do valor acrescentado medidos em paridades de poder aquisitivo constante (PPP).
Consumo unitário de serviços por empregado	A unidade de consumo do setor de serviços é calculado como a relação entre o consumo final de energia e o número de empregados.
Consumo de energia elétrica unitária por empregado	O consumo de electricidade da unidade do setor dos serviços é calculado como a relação entre o consumo de energia final e o número de funcionários
Intensidade de CO ₂ de serviços ao valor adicionado (em US \$ constantes, paridades de poder de compra)	A intensidade de CO ₂ do indicador do setor de serviços é calculada como a relação entre as emissões de CO ₂ dos serviços de combustão em relação ao valor acrescentado.
Emissões de CO ₂ do setor de serviços por trabalhador	As emissões de CO ₂ do setor de serviços por trabalhador são calculadas como a relação entre as emissões de CO ₂ do setor e o número de trabalhadores.

Quadro 5 – Indicadores de Eficiência Energética World Concil Energy.

(Conclusão)

A intensidade energética da agricultura em paridades de poder aquisitivo	A intensidade energética da agricultura é definida como a relação entre o consumo final de energia do setor e do valor acrescentado medido em paridades de poder de compra constante.
Intensidade de CO ₂ na agricultura para valor agregado	É calculado como a relação entre as emissões de CO ₂ na agricultura sobre o valor acrescentado.

Fonte: World Concil Energy, 2014.

Da mesma forma que o Conselho Mundial de Energia propôs um conjunto de indicadores para apoiar a política energética com abrangência mundial, a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) em parceria com a Agência Internacional de Energia (IEA) também apresentam um conjunto de indicadores de eficiência energética, para apoiar a elaboração de políticas energéticas. Diferentemente dos indicadores apresentados pelo Wor Concil Energy, eles estão apresentados de forma mais específica, por setor.

2.5.5 Indicadores de Eficiência Energética: essenciais para a elaboração de políticas OECD/AIE, 2014

Os indicadores de Eficiência Energética apresentados pela (OECD/AIE, 2014) são uma ferramenta para analisar e monitorar as interações que envolvem as atividades econômicas e humanas, o consumo de energia e as emissões de CO₂. O intuito desse conjunto de indicadores é mostrar aos formuladores de políticas onde as economias de energia podem ser feitas. Além do mais, podem fornecer informações acerca do consumo de energia passado e ajudar na previsão da demanda futura de energia.

Os indicadores são apresentados por setor: residencial, de serviços, industrial e transporte, conforme Quadro 6 abaixo:

Quadro 6 – Indicadores de Eficiência Energética: essenciais para a elaboração de políticas.

(Continua)

Indicadores de Eficiência Energética: essenciais para a elaboração de Políticas OECD/ AIE, 2014			
Indicadores para o setor residencial			
Indicador	Cobertura	Dados de energia	Dados da atividade
Consumo de energia de aquecimento por habitante	Geral	Consumo de energia do aquecimento do espaço total.	População total
Consumo de energia do aquecimento por habitação	Geral	Consumo de energia do aquecimento do espaço total.	Número total de habitações
Consumo de energia de aquecimento de espaço por área de chão (idem por área de chão aquecida)	Geral	Consumo de energia do aquecimento do espaço total.	Área total
	Por tipo de moradia	Consumo de energia de aquecimento das habitações tipo A.	Área do piso das habitações tipo A

Quadro 6 – Indicadores de Eficiência Energética: essenciais para a elaboração de políticas.

(Continuação)

	Por sistema de aquecimento	Consumo de energia de aquecimento de habitações com sistema α .	Área do piso das habitações com sistema de aquecimento α
	Por fonte de energia	Consumo de energia de aquecimento de habitações com fonte de energia Z.	Área útil de habitações com fonte de energia Z
Consumo de energia de refrigeração por habitação com ar condicionado (A/C)	Geral	Consumo total de energia de refrigeração do espaço.	Número total de habitações com A/C
Consumo de energia de refrigeração por área de piso de habitações com A/C	Geral	Consumo total de energia de refrigeração do espaço	Área total refrigerada
	Por tipo de habitação	Consumo de energia de refrigeração espacial das habitações tipo A.	Área do piso arrefecida das habitações tipo A com A/C
	Por tipo de sistema de arrefecimento	Consumo de energia de refrigeração espacial de habitações com sistema A/C α .	Área do piso resfriada de habitações com sistema A/C α
	Por fonte de energia	Consumo de energia de refrigeração espacial de habitações com fonte de energia do sistema A/CZ.	Área de piso resfriada de moradias com fonte de energia A/CZ
Consumo de energia de aquecimento de água per capita	No geral	Consumo total de energia de refrigeração do espaço.	Número total de habitações com A/C
Consumo de energia do aquecimento da água por habitação	No geral	Consumo total de energia de refrigeração do espaço.	Área total refrigerada
	Por tipo de moradia	Consumo de energia de refrigeração espacial das habitações tipo A.	Área do piso arrefecida das habitações tipo A com A/C
	Por tipo de sistema de aquecimento de água	Consumo de energia de refrigeração espacial de habitações com sistema A/C α .	Área do piso resfriada de habitações com sistema A/C α
	Por tipo de fonte de energia	Consumo de energia de refrigeração espacial de habitações com fonte de energia do sistema A/CZ.	Área de piso resfriada de moradias com fonte de energia A/CZ
Consumo de energia de aquecimento de água per capita	No geral	Consumo total de energia de aquecimento de água.	População Total
Consumo de energia do aquecimento da água por habitação	No geral	Consumo total de energia de aquecimento de água.	Número total de habitações
	Por tipo de sistema de aquecimento de água	Consumo de energia de aquecimento de água para habitações com sistema de aquecimento de água α .	Número total de habitações com sistema de aquecimento de água α
	Por tipo de fonte de energia	Consumo de energia de aquecimento de água para sistemas de aquecimento de água com fonte de energia Z.	Número total de habitações com os sistemas com fonte de energia Z
Consumo de energia de iluminação	No geral	Consumo total de energia de iluminação.	População total
Consumo de energia por habitação	No geral	Consumo total de energia de iluminação.	Número total de habitações

Quadro 6 – Indicadores de Eficiência Energética: essenciais para a elaboração de políticas.

(Continuação)

Consumo de energia por habitação per capita	Por tipo de habitação	Consumo de energia de iluminação de habitações do tipo A	Número de habitações do tipo A
Consumo de energia de iluminação por área de piso	No geral	Consumo total de energia de iluminação	Área total
	Por tipo de habitação	Consumo de energia de iluminação de habitações do tipo A	Superfície total das habitações tipo A
Consumo de energia de cozimento per capita	No Geral	Consumo total de energia de cozedura	População total
Consumo de energia de cozinha por habitação	No Geral	Consumo total de energia de cozedura	Número total de habitações
	Por fonte de energia	Consumo de energia para cozimento com a fonte de energia de cozimento Z	Número de habitações com fonte de energia de cozimento Z
Consumo de energia per capita de Eletrodomésticos	No Geral	Consumo total de energia dos aparelhos	População Total
Consumo de energia dos aparelhos por habitação	No Geral	Consumo total de energia dos aparelhos	Número total de habitações
Consumo de energia por unidade de aparelho	Tipo de aparelho	Consumo de energia para todos os aparelhos do tipo A	Número de aparelhos do tipo A
Setor de Serviços			
Indicador	Cobertura	Dados de energia	Dados da atividade
Consumo de energia de aquecimento por valor acrescentado	Geral	Consumo total de energia de aquecimento.	Valor total adicionado
Consumo de energia do aquecimento por área de piso	Geral	Consumo total de energia de aquecimento.	Área total
	Por sistema de aquecimento	Consumo de energia de aquecimento do sistema A.	Área do piso aquecida com sistema de aquecimento α
	Por fonte de energia	Consumo de energia de aquecimento com fonte de energia Z.	Área do piso aquecida com fonte de energia Z
Consumo de energia do aquecimento por unidade de atividade	Por categoria de serviço	Consumo de energia de aquecimento para a categoria de serviço A.	Atividade da unidade da categoria de serviço A
Consumo de energia de refrigeração por valor acrescentado	Geral	Consumo total de energia de refrigeração.	Valor total adicionado
Consumo de energia de refrigeração por área refrigerada	Geral	Consumo total de energia de refrigeração.	Área total refrigerada
	Por sistema de refrigeração espacial	Consumo de energia de resfriamento pelo sistema de resfriamento α .	Área do piso com sistema de refrigeração α
	Por categoria de serviço	Consumo de energia de refrigeração para a categoria de serviço A.	Área do piso arrefecida da categoria de serviço A
Consumo de energia de refrigeração espacial por unidade de atividade	Por categoria de serviço	Consumo de energia de refrigeração para a categoria de serviço A.	Atividade da unidade da categoria de serviço A

Quadro 6 – Indicadores de Eficiência Energética: essenciais para a elaboração de políticas.

(Continuação)

Consumo de energia de aquecimento de água por valor adicionado	Geral	Consumo total de energia de aquecimento de água.	Valor total acrescentado
Consumo de energia do aquecimento da água por unidade de atividade	Por categoria de serviço	Consumo de energia do aquecimento da água para a categoria de serviço A.	Atividade da unidade da categoria de serviço A
Consumo de energia de iluminação por valor adicionado	Geral	Consumo total de energia de iluminação.	Valor total adicionado
Consumo de energia por área de piso	Geral	Consumo total de energia de iluminação.	Área total
	Por categoria de serviço	Consumo de energia de iluminação para a categoria de serviço A.	Área do piso da categoria de serviço A
Consumo de energia de iluminação por unidade de atividade	Por categoria de serviço	Consumo de energia de iluminação para a categoria de serviço A.	Atividade da unidade da categoria de serviço A
Consumo de energia por valor adicionado de outros equipamentos	Geral	Consumo de energia total dos outros equipamentos.	Valor total adicionado
	Por categoria de serviço	Outros equipamentos consumo de energia para a categoria de serviço A.	Valor acrescentado da categoria de serviço A
Consumo de energia de outros equipamentos por área de piso	Geral	Consumo de energia total dos outros equipamentos.	Área total
Consumo de energia por unidade de atividade de outros equipamentos	Por categoria de serviço	Outros equipamentos consumo de energia para a categoria de serviço A.	Atividade da unidade da categoria de serviço A
Indicadores usados no setor Industrial			
Indicador	Cobertura	Dados de energia	Dados de atividade
Consumo de energia por unidade de produção física	Sub-setor	Consumo total de energia sub-setorial.	Produção física sub-setorial
	Processo/tipo de produto	Consumo de energia do tipo de processo/produto.	Saída do tipo de processo/produto
Consumo de energia por unidade de valor adicionado	Sub-setor	Consumo total de energia sub-setorial.	Valor acrescentado sub-setorial
	Processo/tipo de produto	Consumo de energia do tipo de processo/produto.	Valor adicionado do processo/tipo de produto
Indicadores do setor de transporte de passageiros			
Indicador	Cobertura	Dados de energia	Dados de atividade
Consumo de energia de transporte de passageiros por PIB/capita	Geral	Consumo total de energia de transporte de passageiros.	PIB; População total
Consumo de energia de transporte de passageiros por veículo-quilômetro	Geral	Consumo total de energia de transporte de passageiros.	Número total de transportes de passageiros vkm
	Por modo/tipo de veículo de passageiros	Consumo de energia do transporte de passageiros por modo/tipo de veículo A.	Número de vkm do tipo de passageiro/tipo de veículo A

Quadro 6 – Indicadores de Eficiência Energética: essenciais para a elaboração de políticas.

(Conclusão)

Consumo de energia de passageiros por passageiro-quilômetro	Geral	Consumo total de energia de transporte de passageiros.	Número total de pkm
	Por modo/tipo de veículo de passageiros	Consumo de energia do transporte de passageiros por modo/tipo de veículo A.	Número de km de passageiros/tipo de veículo A

Fonte: OECD/ IEA, 2014.

Esses indicadores envolvem questões mais específicas e monitoram também, de forma mais específica, questões relacionadas à energia. Eles oferecem informações detalhadas para subsidiar o desenvolvimento de programas de eficiência energética. Além dos indicadores voltados para a questão da eficiência energética, surgem também conjuntos de indicadores para avaliar questões mais pontuais e em contextos mais específicos, como é o caso dos indicadores de sustentabilidade para sistemas urbanos apresentados por Keirstead (2007).

2.5.6 Indicadores de Sustentabilidade para Sistemas Energéticos Urbanos de acordo com Keirstead (2007)

O conjunto de indicadores apresentado por Keirstead (2007) foi uma proposição de indicadores, a partir de uma seleção de indicadores já existentes na literatura, para avaliar a sustentabilidade urbana, entendendo que essa sustentabilidade é também influenciada pela maneira como os recursos energéticos são usados e explorados, uma vez que envolve um conjunto de atores com interesses divergentes. Os indicadores apresentados, conforme Quadro 7 abaixo são apresentados dentro de uma perspectiva particular, o ambiente urbano.

Quadro 7 – Indicadores de sustentabilidade energética para sistemas urbanos.

(Continua)

Indicadores de sustentabilidade para sistemas energéticos urbanos (KEIRSTEAD, 2007)		
Tema	Sub-tema	Indicador
Drivers	Demografia	População
		Número de agregados familiares
	Estrutura econômica	Preços da energia (por combustível)
		Emprego
		Concorrência no mercado de eletricidade e gás
		Receitas e despesas semanais dos agregados familiares
	Meio Ambiente Local	Horas de sol
		Velocidade do vento
		Área
		Latitude e Longitude
		Temperatura
		Precipitação

Quadro 7 – Indicadores de sustentabilidade energética para sistemas urbanos.

(Conclusão)

	Infraestrutura	Investimento no setor de energia (P&D e estoque de capital).
		Propriedade de automóveis (% de famílias que possuem pelo menos um).
		Comprimento da estrada
		Infraestrutura ferroviária (Comprimento dos comboios, número de estações).
		% de casas que atendem a padrões habitacionais decentes.
		Escritório
Atividades	Doméstica	Demanda de energia entregue (por função, aquecimento do espaço, água, aquecimento, luzes e aparelhos)
		Procura de energia fornecida (por combustível).
		Despesa de energia doméstica semanal (por combustível)
		A demanda total de energia doméstica entregue (eletricidade e outros combustíveis).
	Transporte	Viagens médias diárias (por modo)
		Volume de mercadorias (no aeroporto e na estrada)
		Volume de passageiros no aeroporto
		Procura total de energia transportada (eletricidade e outros combustíveis)
	Comercial	Volume de negócios total
Industrial		Demanda total de energia industrial (eletricidade, combustíveis)
Estoques e fluxos	Energia	Produção total de energia
		Importações totais de energia
		Exportações totais de energia
		Demanda primária total
		Qualidade de vida
Impactos	Social	Acidentes rodoviários
		Pobreza do combustível
		Produção econômica
	Econômico	Intensidade de energia
		Produtividade do trabalho
	Ambiental	Emissão de gases de efeito estufa
		Emissão de SO ₂ e NO ₂

Fonte: Keirstead (2007).

As conclusões apresentadas pelo autor tiveram o intuito de mostrar como os sistemas de energia têm influência na sustentabilidade do ambiente urbano e que esses sistemas de energia devem ser considerados dentro da análise da sustentabilidade. Como a eficiência energética, os sistemas de energia, dentro uma perspectiva do meio urbano, também devem ser monitorados com objetivo de buscar dados e informações para a formulação de políticas e programas.

A seguir, mais um conjunto de indicadores será apresentado. Dessa vez, a questão abordada por esses indicadores se refere à segurança energética em torno da disponibilidade, acessibilidade e aceitabilidade dos recursos energéticos.

2.5.7 Indicadores de Segurança Energética de acordo com Kruyt *et al.* (2009)

Os indicadores de segurança energética apresentados por Kruyt *et al.* (2009) apresenta uma análise dentro de quatro (04) perspectivas: disponibilidade relacionada à existência geológica, à acessibilidade relacionada com elementos geopolíticos, à acessibilidade relacionada a elementos econômicos e à aceitabilidade relacionada a elementos ambientais e sociais. A seguir, o Quadro 8 apresenta esse conjunto de indicadores de segurança energética.

Quadro 8 – Indicadores de Segurança Energética.

Indicadores de Segurança Energética (KRUYT <i>et al.</i> , 2009)	
Indicador	Definição
Energia e intensidade de petróleo	A relação entre consumo de energia/petróleo e PIB
Energia e uso de petróleo per capita	A relação consumo de energia/petróleo para a população do país
Parte do setor dos transportes	Porcentagem de utilização de petróleo no setor dos transportes
Porcentagem de utilização de petróleo no setor dos transportes	Porcentagem de utilização de petróleo no setor de transportes por consumo total de petróleo em todos os setores
Estimativa de recursos	Quantidade e probabilidade de ocorrência de recursos fósseis
Índices de reserva para produção (RPR)	Estimativas de recursos e números de produção (a nível nacional ou global)
Importação de energia	Quantidade de energia importada por fonte total de energia primária
Dependência líquida de importação de energia (NEID)	A quota de importação de energia ponderada com a sua diversidade de combustível
Despesas de óleo/energia	A despesa anual em energia/petróleo por PIB de um país
Varejo de produtos petrolíferos	O preço do petróleo no varejo
Preço mundial do petróleo	O preço do petróleo bruto mundial

Fonte: Kruyt *et al.* (2009).

Esse conjunto de indicadores tem relação com a análise envolvendo combustíveis fósseis e retrata a segurança energética, a partir de um combustível que tem poder de influenciar o desenvolvimento e o sistema de energia de quase todos os países. Embora a segurança energética possa ser avaliada a partir de outros contextos, como o caso do Brasil, que possui um sistema de energia predominantemente hidráulico e sofre com crises hídricas, o petróleo reflete uma realidade global de dependência desse combustível, que pode afetar a segurança energética de uma nação.

Até aqui foram apresentados indicadores relacionados ao desenvolvimento sustentável, à eficiência energética, à segurança energética, à política energética e aos sistemas urbanos de energia. Todos têm como objetivo fornecer informações para subsidiar a formulação de políticas energéticas. Dessa mesma forma, porém com uma abordagem mais específica, a Helio

International desenvolveu, em 2011, um conjunto de indicadores de processamento de informações de política energética para o ecodesenvolvimento. De um modo geral, todos esses conjuntos de indicadores apresentados estão apontando para ações que promovem o desenvolvimento sustentável.

2.5.8 Indicadores de Processamento de Informação de Política Energética para o Ecodesenvolvimento de acordo com Helio International (2011)

Não diferente dos demais conjuntos de indicadores que já foram apresentados, os indicadores de processamento de informações de política energética para o ecodesenvolvimento também se referem à formulação de políticas energéticas mais sustentáveis. Mais especificamente, está relacionado com o ecodesenvolvimento e tem como finalidade analisar o quanto a política energética nacional pode contribuir em termos de desenvolvimento sustentável, sob flutuação de condições climáticas. Os indicadores são apresentados no Quadro 10, a seguir:

Quadro 9 – Indicadores de Processamento de Informação de Política Energética propício para o Ecodesenvolvimento.

(Continua)

Processamento de Informação de Política Energética propício para o Ecodesenvolvimento	
Indicadores Ambientais	Parâmetros
Emissões de Gases de Efeito Estufa (CO ₂)	Emissão de gases de efeito estufa (CO ₂) da indústria de energia.
Poluição de energia local	Concentração ou nível de emissão de uma energia significativa em relação a um poluente local (CO, NO _x , SO _x e partículas) per capita.
Desmatamento	Número de hectares de desmatamento ou perda de vegetação florestal (biodiversidade) utilizado para fins energético.
Indicadores/Social	
Acesso à eletricidade	Número de agregados familiares que são eletrificados.
Carga de energia doméstica	Proporção de ingressos familiares gastos com serviços de energia.
Indicadores/Econômico	
Importações de energia não-renováveis	Dependência energética externa.
Reservas de energia não-renováveis	Número de dias de estoque do abastecimento de energia não-renováveis.
Indicadores/Tecnológica	
Energia renovável	Implantação das energias renováveis locais.
Eficiência energética	A intensidade energética da indústria, Emissões de GEE por unidade de produção ou a intensidade energética da economia.
Qualidade do fornecimento de eletricidade	Comprimento e recorrência de cortes de energia e variações de tensão.
Indicadores de Governança	
Controle de renda	Redução da parte das receitas de energia da fuga fiscal.
Consulta informada	Audiências e consultas públicas sobre as avaliações de impacto dos projetos energéticos propostos.
A participação dos cidadãos	A participação ativa da sociedade civil (principalmente as mulheres) no setor da energia.

Quadro 9 – Indicadores de Processamento de Informação de Política Energética propício para o Ecodesenvolvimento.

(Conclusão)

Administração equilibrada	Representação equilibrada de procura de energia e de fornecimento de partes interessadas, bem como a transparência no processo de tomada de decisão.
Indicadores de Vulnerabilidade	
Vulnerabilidade do fornecimento de energia térmica	Vulnerabilidade das usinas (e refinarias, se aplicável) para inundações.
Vulnerabilidade dos sistemas de energia renováveis	Vulnerabilidade dos sistemas de energia renováveis para as variações climáticas.
Vulnerabilidade de linhas de transmissão	Comprimento de linhas de transmissão/redes de distribuição por eventos climáticos extremos ameaçados.
Indicadores de Resiliência	
Ativos de investimento	Taxa de poupança interna/PIB.
Mobilização do potencial de energia renovável	Proporção de investimento nacional destinado à energia renovável e à eficiência energética.
Capacidade técnica local	Número anual de formandos em ciências e engenharia por população total.
Informação científica	Disponibilidade de mapas de risco (inundações, desertificação, contaminação).
Diretrizes de colocação	Diretrizes climáticas, revisão de texto para usina, localização e edifício.
Gestão de crises	Os planos de emergência para usinas.
Segurança	Disponibilidade de apólices de seguros domésticos para mudanças climáticas que representam relacionados com danos.

Fonte: Helio International, (2011).

Todos os conjuntos de indicadores expostos apresentam indicadores relacionados à energia. Cada um, dentro das suas características e objetivos, de cada autor ou intuição, são ferramentas de análise da situação energética de um país ou de um sistema isolado de energia, para fornecimento de diagnóstico que possa indicar problemas ou ajustes necessários em termos de política energética. Desse modo, todos eles, separados ou em conjunto, podem ajudar no desenvolvimento de Políticas Energéticas mais sustentáveis.

Destarte, a partir da reunião de todos os conjuntos de indicadores de sustentabilidade energética selecionados e apresentados neste item, OLADE (2001), AIEA (2007), Keirstead (2007), Patlitzianas *et al.* (2008), Kruyt *et al.* (2009), OECD/AIE (2014), Helio International (2011) e World Council Energy (2016), os quais, em conjunto, representam um quadro geral de 228 (duzentos e vinte e oito) indicadores de energia, se propõe, a partir da seleção da análise da realidade brasileira, a construção de um *framework* que represente as ações de política e planejamento energético no setor elétrico, bem como as relações entre cada conjunto de indicadores selecionados a partir desse conjunto geral.

O processo de seleção dos indicadores para avaliar a sustentabilidade do sistema energético brasileiro, em termos de política e planejamento energético, bem como a avaliação da sustentabilidade no setor elétrico, se inicia com a análise de toda a trajetória em termos de política e planejamento energético no país. As ações e decisões tomadas pelos diferentes governos e os caminhos percorridos pelo setor de energia, que representa toda estrutura político-

institucional, capaz de orientar o setor para ações dentro de uma perspectiva de sustentabilidade e que podem ser percebidos em função de:

- I. Avanços construídos em termos de ampliação da visão política e do planejamento energético, como instrumentos/programas orientadores de um setor tão importante e estratégico como o setor de energia, tendo em vista sua capacidade de impulsionar ou limitar o desenvolvimento sustentável, ao promover o uso mais eficiente da energia.
- II. Avanços legais, em termos de legislações, que permitiram que as ações do setor elétrico, no país, passassem a ser reguladas de acordo com a lei, incumbindo o Estado de regular e fiscalizar a atuação do setor.
- III. Os leilões de energia que se constituíram no marco para a introdução de fontes de energia mais sustentáveis e abriram espaço para a diversificação da matriz elétrica no país.
- IV. A competição no mercado de compra e venda de energia, introduzida a partir dos leilões, oportunizaram preços mais justos, garantindo a modicidade tarifária e possibilitado melhor acesso à energia.

Desse modo, a análise do estado de sustentabilidade do processo de formulação da política e planejamento energético e, especificamente do setor elétrico, precisam ser avaliados por meio de ferramentas com essa finalidade e, dentro dessa perspectiva, os indicadores de sustentabilidade energética se apresentam como uma ferramenta apropriada, em razão de ser um instrumento capaz de representar o estado de sustentabilidade de um determinado sistema de energia, através da análise e descrição da realidade e contexto do fenômeno estudado.

No caso do Brasil, que possui uma matriz energética predominantemente renovável, uma ferramenta para avaliar a sustentabilidade energética precisa ser genérica e adequada à realidade brasileira, no sentido de está relacionada com o contexto de desenvolvimento do setor de energia no país, ou seja, que considere as fontes representativas da matriz, as políticas e programas de governo já implementados e em curso, as fontes potenciais que estão e que podem ganhar representatividade nos próximos anos e o estado atual do setor em termos de política e planejamento energético.

2.6 RESUMO DO CAPÍTULO FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica dessa investigação objetivou apresentar a temática da energia no contexto das discussões e encontros mundiais sobre o meio ambiente e, mais recentemente, sobre mudanças climáticas, apontando a questão energética como determinante para a redução do aquecimento global. Esse percurso foi importante para, em seguida, apresentar a temática da política energética internacional e nacional, apontando a atuação dos diferentes países e instituições, no sentido de políticas e programas relacionados à necessidade de buscar uma condição de sustentabilidade energética.

A trajetória de desenvolvimento do setor energético brasileiro, através das diferentes configurações e posturas tomadas pelos diferentes governos, em termos de política e planejamento energético, bem como o despontar da geração de energias renováveis, como resultado de políticas e programas implementados, foi contextualizado a partir de autores brasileiros que discutem sobre a questão da energia no Brasil, visando permitir o entendimento das ações até então desenvolvidas e implementadas no setor elétrico brasileiro.

O conceito de sustentabilidade energética foi relacionado à atuação do setor elétrico brasileiro em termos de inserção de fontes de menor impacto ambiental, diversificação da matriz, eficiência energética e efetiva articulação político-institucional, de modo a possibilitar vinculações com as dimensões da sustentabilidade energética.

Por fim, os conjuntos de indicadores de energia, relacionados aos aspectos da sustentabilidade energética, foram apresentados como ferramentas para avaliar a sustentabilidade do sistema elétrico brasileiro, a partir das quatro dimensões da sustentabilidade energética: acesso à energia, diversificação da matriz, eficiência energética e articulação político-institucional.

A ferramenta proposta a partir dos conjuntos de indicadores para avaliar a sustentabilidade energética da política e planejamento energético brasileiro, passou por um processo de identificação dos indicadores no processo de formulação e implementação da política e planejamento energético que, após análise junto aos documentos da política e planejamento energético, permitiram inferir as formas de atuação dos agentes que formam o setor elétrico, no país, de modo que, quanto mais esses indicadores se mostraram presentes nesse processo, mais sustentável foi considerada a política e planejamento energético no país.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Levando em consideração os objetivos pretendidos na presente investigação, este capítulo apresenta a caracterização e delineamento do estudo, bem como a descrição das etapas necessárias para o alcance dos objetivos.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo traz as seguintes características: quanto ao método que está sendo utilizado, a pesquisa caracteriza-se como dedutiva, uma vez que parte de premissas e infere uma possível conclusão quando afirma que no processo de formulação da política e planejamento energético nacional é levado em consideração os indicadores de sustentabilidade energética. Traz também que o setor elétrico brasileiro utiliza os indicadores de sustentabilidade energética nos processos de formulação e implementação de seus programas e ações, e pressupõe que a partir destas afirmações a Política Energética e o setor elétrico contribuem positivamente para a sustentabilidade energética do país.

Outra característica importante do método dedutivo que está presente no estudo é o fato de utilizar conhecimentos já existentes, buscando organizá-los e especificá-los de acordo com o objetivo da investigação. A identificação dos conjuntos de indicadores na literatura expressa essa característica, bem como todo o processo de seleção e tratamento desses indicadores para os fins pretendidos.

Quanto à abordagem do problema, caracteriza-se como pesquisa quali-quantitativa, uma vez que, no processo de identificação dos indicadores de energia, fez-se um levantamento quantitativo em sites de instituições nacionais e internacionais, bem como de periódicos e autores conceituados na publicação de trabalhos sobre indicadores de energia e, especificamente, indicadores que demonstram relação com a sustentabilidade energética. Além do levantamento quantitativo, que foi realizado através da identificação de indicadores de energia, foi realizada a análise documental e de conteúdo na busca da relação entre os documentos analisados e os indicadores identificados, de modo que se possa interpretar essas informações e construir significados e inferências acerca do problema investigado, justificando, assim, a abordagem quanti-qualitativa.

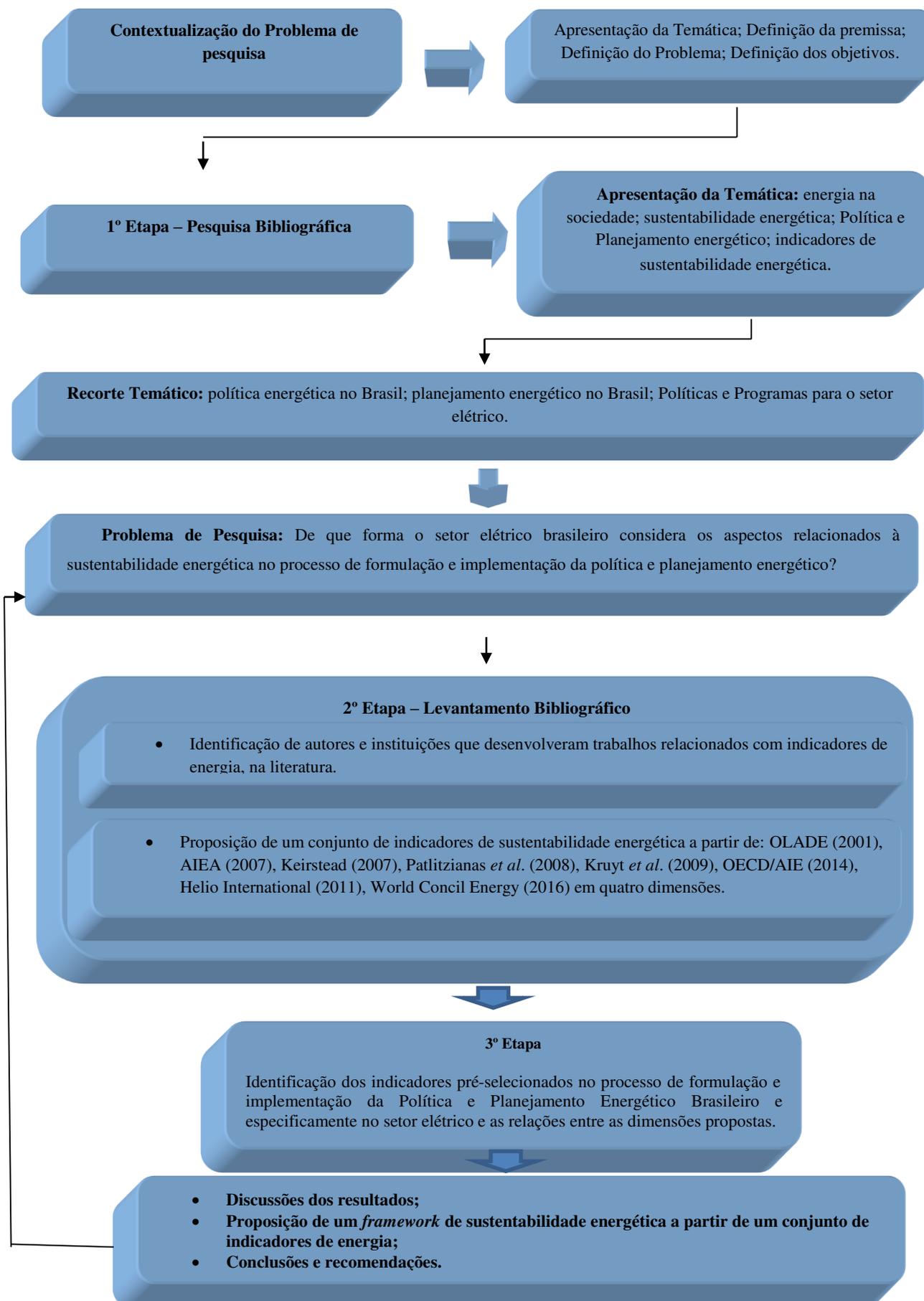
Quanto aos objetivos, a pesquisa pode ser classificada como descritiva e exploratória. Descritiva porque busca descrever a realidade e as ações do setor elétrico brasileiro a partir de um conjunto de indicadores de energia pré- selecionados. É exploratória em função de ainda

serem poucos os estudos que analisam a sustentabilidade do setor elétrico a partir de um conjunto de indicadores selecionados especificamente para este fim, o que pode contribuir para a geração de novas discussões, especialmente relacionadas com as energias renováveis.

3.2. DELINEAMENTO DO ESTUDO

A Figura 3 apresenta de forma ilustrativa como se deu cada etapa a partir do problema investigado:

Figura 1 – Etapas da investigação.



Fonte: Dados da pesquisa.

3.3 ETAPAS METODOLÓGICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

3.3.1 Levantamento Bibliográfico

A partir das etapas apresentadas na Figura 3, o estudo partiu de um levantamento bibliográfico nas bases Scielo Brasil, Scholar, Schi-hub, Periódicos Capes e Science Directa, acerca da temática da energia no Brasil e no mundo e, especialmente, acerca da problemática envolvendo um fornecimento de energia seguro, ambientalmente correto e justo, indicando como foco a necessidade de complementação da matriz energética, mediante introdução de fontes alternativas, como as renováveis, que devem ser consideradas na política e planejamento energético do Brasil. Desse modo, as temáticas exploradas iniciaram a partir da conceituação de Políticas Públicas, tipos de políticas públicas e Política Energética. Em seguida, buscou-se analisar a atuação de diferentes países em termos de Política Energética, sobretudo a atuação do Brasil. Assim, no item sobre Política Energética Brasileira, foram apresentados os diversos programas e ações desenvolvidos pelo governo ao longo dos anos, até os dias atuais, bem como a trajetória do planejamento energético no Brasil, focando nas ações dos governos em diferentes situações e apresentando a necessidade de desenvolver políticas orientadas para uma condição de sustentabilidade energética.

Abordou-se também a temática da sustentabilidade energética sob a perspectiva da diversificação da matriz, eficiência energética, acesso à energia e articulação político-institucional. A temática foi discutida em termos de ações nacionais, destacando as ações que foram e estão sendo desenvolvidas no país.

Considerou-se que para chegar a um conjunto de indicadores que refletisse as características e ações do setor elétrico, deve-se partir de um conjunto mais genérico tomado como base, para em seguida refinar esse conjunto maior através de análise documental e técnicas qualitativas.

Foram identificadas quatro instituições internacionais com trabalhos relacionados a indicadores de energia (OLADE, 2001; AIEA, 2007; OECD/AIE, 2014; HELIO INTERNATIONAL, 2011; WORLD CONCIL ENERGY, 2016). Todos eles expressam informações tanto específicas como genéricas quando da avaliação de um sistema de energia que pode subsidiar a tomada de decisão e apoiar o desenvolvimento e direcionamento da política energética.

Os indicadores apresentados pela OLADE (2001) trazem informações genéricas acerca de um sistema de energia. Estão relacionados a um conjunto de aspectos que influenciam o sistema energético em diferentes níveis de desenvolvimento e sustentabilidade e que estão relacionados com riscos e vulnerabilidades que impedem o desenvolvimento socioeconômico, fornecimento de energia justo e impacto sobre o meio ambiente.

Já o trabalho desenvolvido pela AIEA (2007) apresenta um conjunto de indicadores voltados para avaliar a sustentabilidade de qualquer sistema de energia. É um conjunto genérico, desenvolvido com esta finalidade. Além do mais, esse conjunto de indicadores expressa claramente quais indicadores estão relacionados com cada dimensão da sustentabilidade. Apesar de ser um conjunto mais completo, o seu caráter genérico não permite que um sistema de energia específico, como é o caso dos sistemas renováveis, seja avaliado de forma precisa, sendo necessária a retirada de alguns indicadores, bem como a inserção de outros.

Os indicadores expressos pela OECD/AIE (2014) tratam de um conjunto de indicadores mais específicos. Estão relacionados à questão da eficiência energética e foram desenvolvidos com a finalidade de apoiar analistas e formuladores de políticas no desenvolvimento de indicadores de eficiência energética. Ele analisa cada setor econômico de forma individualizada, fornecendo uma metodologia de análise das tendências de consumo de energia. Apesar de ter sido uma escolha inicial, este conjunto foi excluído do conjunto final de indicadores gerados pelo presente trabalho, pelo fato de expressarem informações específicas de setores econômicos e que podem ser apresentadas pelos indicadores genéricos identificados em outros conjuntos.

O conjunto de indicadores da Helio International (2011) consiste em uma ferramenta para utilização de informações prontamente disponíveis para tomadas de decisão mais coerentes, relacionadas à questão energética. Sua finalidade é analisar o quanto a política energética nacional contribui em termos de desenvolvimento sustentável. Assim como os indicadores da AIEA (2007), também levam em consideração as dimensões da sustentabilidade, além da dimensão tecnológica, governança, vulnerabilidade e resiliência.

Os indicadores apresentados pelo Conselho Mundial de Energia consistem em uma ferramenta de monitoramento das políticas de governo para o setor energético, relacionadas às tendências de eficiência energética em âmbito mundial, bem como as tendências do uso de energia e as emissões de CO₂ (WORLD CONCIL ENERGY, 2016).

O trabalho das três pesquisas selecionadas (KEIRSTEAD, 2007; PATLITZIANAS *et al.*, 2008; KRUYT *et al.*, 2009) são conjuntos de indicadores de energia mais específicos, tendo

em vista que abordam questões voltadas para a segurança energética, política energética e sustentabilidade de sistemas urbanos de energia. Os indicadores apresentados por Keirstead (2007) consistiram da seleção de um conjunto de indicadores a partir de outros trabalhos, para identificar aqueles que melhor expressavam a sustentabilidade urbana de forma geral. Como se referem a sistemas urbanos de energia, esse conjunto foi selecionado para análise no presente trabalho, entendendo que o ambiente urbano está envolto por um sistema de energia que também precisa ser considerado na análise da sustentabilidade energética.

Já os indicadores apresentados por Patlitzianas *et al.* (2008) foram desenvolvidos com a finalidade de apoiar os decisores políticos, os analistas e os cidadãos para o desenvolvimento de uma política energética sustentável. Por fim, o trabalho de Kruyt *et al.* (2009) apresenta um conjunto de indicadores relacionados à segurança do fornecimento de energia a longo prazo, considerando quatro dimensões: disponibilidade, acessibilidade e aceitabilidade da energia. É um conjunto de indicadores de segurança energética voltado para sistemas energéticos de fonte fóssil e apresenta uma análise acerca do petróleo, voltada para o contexto no qual esta fonte está inserida.

Feita a seleção e apresentação dos oito conjuntos de indicadores de sustentabilidade energética, esses foram dispostos em um quadro geral e numerados em ordem crescente: número, indicador, definição e/ou parâmetro. Ao final, o resultado foi um quadro geral (anexo I) de 228 indicadores de sustentabilidade energética. Em seguida, foi feita uma análise desses indicadores para diminuição do quadro geral. Essa análise foi realizada por meio de um processo de comparação entre esses indicadores para verificar quais possuíam definições semelhantes ou iguais, que pudessem ser apresentadas por um indicador mais genérico.

Vale salientar que, para esse processo de comparação, elegeu-se um conjunto de indicadores base entre os oito conjuntos de indicadores. O conjunto base escolhido foi o da IAEA (2007), tendo em vista ser considerado, neste trabalho, o mais completo e representativo em termos de aspectos relacionados com a sustentabilidade energética. Outro critério adotado pela pesquisa no processo exugamento do quadro geral foram as informações levantadas e apresentadas na fundamentação teórica sobre o desenvolvimento do setor energético no Brasil, considerando as fontes representativas da matriz, as políticas e programas de governo já implementadas e em curso, as fontes potenciais que estão e que podem ganhar representatividade nos próximos anos e o estado atual do setor, de modo que, ao final, o conjunto selecionado pudesse representar de forma genérica e adequada a realidade brasileira e os aspectos da sustentabilidade energética presente nas formas de atuação do setor elétrico brasileiro.

Após esse processo, obteve-se um conjunto de 20 indicadores de sustentabilidade energética, os quais foram apresentados em quatro dimensões: Acesso à energia, Diversificação da matriz energética, Eficiência energética e Eficiência político-institucional, conforme pode ser observado no Quadro 10.

Quadro 8 – Dimensões da sustentabilidade energética.

Dimensão	Indicador
Acesso à energia	% de família ou população com acesso à eletricidade ou dependentes de energias não comerciais
	% da renda familiar gasta com combustível ou eletricidade
	Consumo de energia per capita
	Emprego
Eficiência Energética	Intensidade energética (por unidade do PIB)
	Eficiência energética
	Comprimento da estrada
	Velocidade do vento
Diversificação da Matriz Energética	Percentual de geração de energia elétrica proveniente de fontes não emissoras de carbono
	Geração de energia elétrica de fontes renováveis
	Emissões de gases de efeito estufa (GEE) na produção e no uso de energia por unidade de PIB
	Concentração de poluentes no ambiente e em áreas urbanas
	Poluição do ar através da geração de energia
	Taxa de desmatamento atribuída à geração de energia
Político-Institucional	Acidentes na cadeia de energia
	Capacidade técnica local
	Gestão de crises
	Informação científica
	Investimento
	Transparência

Fonte: Dados da pesquisa.

Após o agrupamento desses indicadores para as quatro dimensões da sustentabilidade energética, optou-se por representar cada uma por cores diferentes, como forma de facilitar a codificação dos indicadores na etapa seguinte da pesquisa, durante a análise de conteúdo, no *Atlas TI 8*. Identificados, selecionados e agrupados os indicadores, a etapa seguinte consistiu

em verificar se estes eram abordados nos documentos referentes à política e ao planejamento energético do setor elétrico brasileiro.

3.3.2 Identificação dos Indicadores na Política e Planejamento Energético Nacional

3.3.2.1 Pesquisa Documental

A terceira etapa está relacionada aos procedimentos técnicos da investigação e consistiu em analisar se, no processo de formulação da Política e Planejamento Energético Nacional, são levados em consideração os indicadores de sustentabilidade energética pré-selecionados. Essa análise foi realizada mediante levantamento documental e análise de conteúdo.

De acordo com Gil (2008), a pesquisa documental é semelhante à pesquisa bibliográfica. A diferença entre as duas está nas fontes, uma vez que os materiais ainda não receberam nenhum tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados para atender os objetivos da pesquisa. No caso do estudo em questão, os documentos levantados podem ser classificados de “segunda mão”, pois consistem em documentos que já foram de alguma forma analisados e correspondem a relatórios, à legislações, à tabelas estatísticas, entre outros (GIL, 2008).

As técnicas de coleta de dados foram obtidas de maneira indireta, ou seja, não foram aplicadas diretamente às pessoas, mas consistiram em dados que tomaram a forma de documentos, papéis oficiais, registros estatísticos, fotos, filmes, vídeos, entre outros. Tais fontes documentais possibilitam ao pesquisador dados em quantidade e qualidade suficiente para a investigação e evita desperdício de tempo e constrangimento, como acontece com pesquisas em que os dados são coletados diretamente de pessoas (GIL, 2008).

No caso da presente investigação, a pesquisa documental valeu-se de registros cursivos, caracterizados como persistentes e continuados, como os documentos elaborados por agências governamentais.

As fontes de documentação consistiram em registros estatísticos, como o Balanço Energético Nacional e dados do IBGE, e em registros institucionais escritos, como os Balanços Nacionais, a legislação do setor elétrico, registros de leilões e planos decenais. Todos os documentos levantados foram retirados dos sites da ANEEL, EPE, MME, IBGE e Planalto e resultaram em um conjunto de 29 documentos, conforme apresentado no Quadro 11.

Os critérios utilizados para a seleção dos documentos foram: relação com a política e planejamento energético, relação com programas voltados para geração de energia elétrica e

relação com a regulamentação do setor elétrico brasileiro. Após o levantamento documental estes foram classificados de D1 a D29, conforme Quadro 11, Abaixo:

Quadro 11 – Classificação dos documentos.

(Continua)

Sequência	Nome do documento	Assunto
D1	Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017	Dados relacionados ao consumo de energia elétrica na rede de distribuição nos últimos cinco anos, com ênfase no ano de 2016 (ano base).
D2	Balanço Energético Nacional 2017	Contendo a contabilidade relativa à oferta e consumo de energia no Brasil, bem como dos processos de conversão de produtos energéticos e de comércio exterior, o BEN reúne em um único documento as séries históricas dessas operações, além das informações sobre reservas, capacidades instaladas e importantes dados estaduais.
D3	Plano Nacional de Energia 2030	Planejamento de longo prazo do setor energético do país.
D4	Legislação Básica do Setor Elétrico Brasileiro	Normas que compõem o marco regulatório básico do Setor de Energia Elétrica Brasileiro.
D5	Leilão de Fontes Alternativas	Complementação da oferta de energia elétrica para o ano de 2010.
D6	Leilão de Fontes alternativas	Garantia de segurança de abastecimento do sistema e a diversificação da matriz elétrica brasileira.
D7	Leilão de Fontes alternativas	Comercialização de energia elétrica proveniente de três tipos de fontes: hídrica, a partir de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), térmica à biomassa e eólica.
D8	Leilão de Fontes alternativas	Cadastramento de 143 empreendimentos de geração interessados em participar do Leilão de Energia de Fontes Alternativas.
D9	Leilão de Fontes alternativas	Habilitação Técnica para os Leilões de Fontes Alternativas de energia elétrica.
D10	Leilão de Fontes alternativas	570 projetos são cadastrados para o Leilão de Fontes Alternativas 2015.
D11	Leilão de Reserva	EPE conclui habilitação técnica para Leilões de Fontes Alternativas.
D12	Leilão de Reserva	Contratação de 70 centrais eólicas, 12 termelétricas à biomassa e sete pequenas centrais hidrelétricas (PCHs).
D13	Leilão de Reserva	Cadastramento de 478 empreendimentos interessados em participar do Leilão de Energia de Reserva.
D14	Leilão de Reserva	A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) habilitou tecnicamente 339 projetos de geração eólica para o Leilão de Energia de Reserva.
D15	Leilão de Reserva	Primeiro leilão de comercialização de energia voltado exclusivamente para fonte eólica.
D16	Leilão de Reserva	Cadastramento de 441 projetos, que juntos somam capacidade instalada de 13.341 MW.
D17	Leilão de Fontes alternativas	Leilões de Fontes Alternativas contratam 89 usinas, com 2.892,2 MW.
D18	Outras fontes (Plano Nacional – 2030)	Planejamento de longo prazo do setor energético do país, orientando tendências e balizando as alternativas de expansão desse segmento nas próximas décadas.
D19	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2006-2015	Planejamento energético.
D20	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2007-2016	Planejamento energético.

Quadro 11 – Classificação dos documentos.

(Conclusão)

D21	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2008-2017	Planejamento energético.
D22	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2019	Planejamento energético.
D23	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2020	Planejamento energético.
D24	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2021	Planejamento energético.
D25	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2022	Planejamento energético.
D26	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2023	Planejamento energético.
D27	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2024	Planejamento energético.
D28	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2026	Planejamento energético.
D29	Demanda de Energia 2050	Planejamento energético.

Fonte: Dados da pesquisa.

3.3.2.2 Análise de Conteúdo

Foram selecionados e reunidos todos os documentos possíveis relacionados à política e ao planejamento energético no Brasil, e que atendessem aos critérios estabelecidos, com o intuito de verificar quais dos indicadores pré-selecionados estão contemplados nesses documentos. Esse processo foi realizado por meio da análise de conteúdo que, de acordo com Bardin (1977), consiste em um conjunto de técnicas de análise de comunicações que destaca a semântica como processo de análise do sentido de um texto.

De acordo com Campos (2004), o método de análise de conteúdo é orientado por duas fronteiras: linguística tradicional e interpretação do sentido das palavras (hermenêutica). Na linguística tradicional se analisa os métodos lógicos estéticos do texto, como aspectos formais típicos do autor ou do texto. Já no campo da hermenêutica, foco do método de análise de conteúdo da presente investigação, os métodos de análise são puramente semânticos e buscam pesquisar as conotações que formam o campo semântico de um enunciado ou trecho de um texto.

Esse método descreve e interpreta o conteúdo de uma vasta gama de documentos e textos, sistematizando descrições, sejam quantitativas ou qualitativas, com o intuito de

interpretar mensagens que possam gerar significações que ultrapassam a leitura comum (MORAES, 1999). Assim, nessa etapa, todos os documentos referentes à política e ao planejamento energético nacional, bem como os indicadores de sustentabilidade energética, foram organizados de forma sistematizada, de modo a preparar o material considerado na análise, o que exigiu leitura atenta de cada material selecionado, para um processo de categorização e classificação das informações, descrição e interpretação.

Como a base de dados do presente estudo se constituiu em uma gama dos mais variados tipos de materiais, a exemplo de tabelas, artigos, leis, resoluções e relatórios, a análise de conteúdo apresentou ser o método mais adequado para atingir o objetivo desta terceira etapa, que é analisar se no processo de formulação da Política e Planejamento Energético Nacional são levados em consideração os indicadores de sustentabilidade energética pré-selecionados, tendo em vista que exige do pesquisador a capacidade de perceber informações implícitas, ou melhor, identificar se existem indicadores presentes em documentos referentes à política e ao planejamento energético nacional. A análise de conteúdo, segundo Bardin (1994), possibilita a inferência de conhecimentos referentes às condições de produção ou de recepção dessas mensagens e auxilia o pesquisador no processo de interpretação e construção de significados que podem ser expressos a partir dos dados identificados e selecionados, de modo que se busque transformar esses dados em informações significativas e coerentes. Assim, esse processo de análise de conteúdo será complementar a técnica de análise documental.

A primeira, segundo Bardin (2011), tem como objetivo manipular as mensagens e inferir sobre outra realidade que, indiretamente, a mensagem possa expressar; e a segunda, com o objetivo de condensar as informações identificadas de forma sistemática para consulta ou armazenagem. Desse modo, a análise documental irá preparar e reunir todos os dados de forma organizada e objetiva para que o processo de análise de conteúdo aconteça também de forma sistematizada e coerente.

A análise de conteúdo se organiza em torno de três pólos cronológicos: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

a) Pré-análise

A pré-análise é a fase de organização e tem por objetivo tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais para condução de um esquema preciso de desenvolvimento de operações sucessivas em um plano de análise. Esta etapa consistiu, portanto, em escolher os documentos a serem analisados, observação das premissas e dos objetivos e os indicadores que

fundamentam a interpretação final. No caso do presente estudo, a escolha dos documentos esteve diretamente relacionada aos objetivos da pesquisa e os indicadores foram os pré-selecionados na etapa anterior.

Durante a pré-análise, a primeira atividade realizada foi a leitura flutuante, que consiste no contato com os documentos a serem analisados; a segunda atividade consistiu na escolha dos documentos. A leitura flutuante se deu através da pesquisa nos diferentes sites das instituições em que os documentos foram coletados, como ANEEL, EPE, MME, IBGE e Planalto.

A escolha dos documentos utilizou como regra a homogeneidade e pertinência. No primeiro caso, os documentos obedeceram aos seguintes critérios estabelecidos: relação com a política e planejamento energético, relação com programas voltados para a geração de energia elétrica e a relação com a regulamentação do setor elétrico brasileiro. No segundo caso, os documentos deveriam ser coerentes, enquanto fonte de informação, de modo a atender ao objetivo da pesquisa.

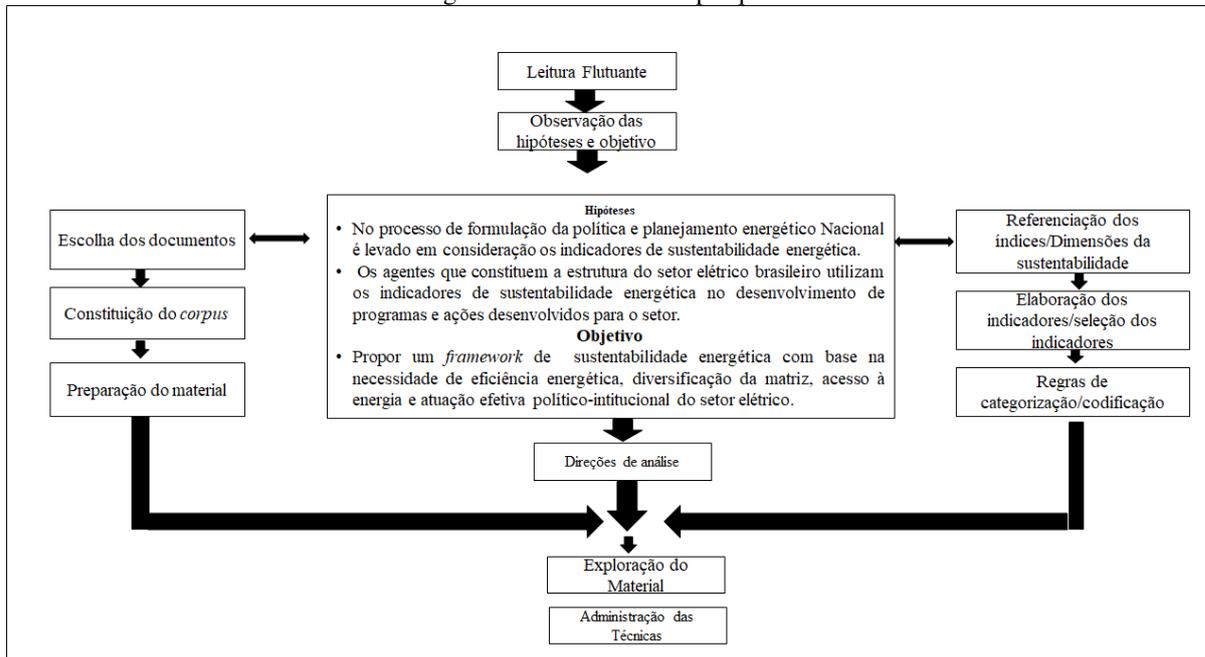
Em seguida, essa pré-análise tomou como base as premissas e objetivo da investigação:

- I. No processo de formulação da política e planejamento energético nacional, são levados em consideração os indicadores de sustentabilidade energética.
- II. Os agentes que contituem a estrutura do setor elétrico brasileiro utilizam os indicadores de sustentabilidade energética no desenvolvimento de programas e ações desenvolvidos para o setor.

Isso significa que a escolha dos documentos também devem ser orientadas pelas afirmações a que o estudo se propõe verificar ou confirmar, bem como alcançar o objetivo proposto na investigação: analisar as formas de atuação em termos de política energética e planejamento energético no setor elétrico brasileiro, a partir de um conjunto de indicadores de sustentabilidade energética pré-selecionados.

Ainda nesta fase foi realizada a referenciação de índices e indicadores que consistiam em textos que manifestem o que a análise poderia expressar. Neste trabalho a organização desses índices resultou na definição das quatro dimensões da sustentabilidade e seleção dos 20 indicadores de energia, conforme mencionamento Quadro 10. Os indicadores agrupados em cada uma das dimensões representam ações/medidas para promoção do acesso à energia, eficiência energética, diversificação da matriz energética e articulação político-institucional. De um modo geral, a pré-análise pode ser resumida pela Figura 4.

Figura 2 – Pré-análise da pesquisa.



Fonte: Adaptado de Bardin (1977).

A fase de exploração do material se referiu às operações técnicas de codificação e enumeração de documentos. Quanto à técnica utilizada para o processo de categorização, codificação e organização do material a ser analisado, optou-se pelo *software Atlas TI 8*. É um *software* de análise qualitativa de dados (QDA), também chamado de *software* de análise de dados qualitativos, assistido por computador (CAQDAS) que fornece ferramentas para pesquisa acadêmica e, em especial, para a área de ciências sociais (HWANG, 2008).

É importante destacar que o *software Atlas TI 8* não realiza o trabalho do pesquisador, ele apenas apoia o processo de organização, categorização e codificação do *corpus* da pesquisa. Destarte, o esforço intelectual do pesquisador é fundamental para que o desenvolvimento da análise intercorra, dado que todo o processo hermenêutico e inferencial dependem do pesquisador. Realizada a pré-análise, partiu-se para a etapa de exploração do material.

b) Exploração do Material

As etapas de exploração do material no *Atlas TI 8* consistiram em: importação do material selecionado nos sites da ANEEL, EPE, MME, IBGE e Planalto. Ao todo foram 29 documentos identificados e enumerados no *software* como D1 a D29, conforme apresentado no Quadro 11. A segunda etapa consistiu no processo de organização do material, no *software*, a partir de critérios pré estabelecidos, como a escolha das unidades de registros, a regra de contagem para

análise dos resultados e processo de categorização das unidades de registros. Assim, foram definidos os critérios para o processo de organização da codificação :

- Escolha das unidades de registros;
- Escolha das regras de contagem; e
- Escolha das categorias.

Essas etapas serão exploradas no item de tratamento dos resultados, uma vez que o processo de codificação está relacionado com o próprio processo de tratamento dos dados, organizados na etapa de exploração do material. Vale salientar que, no processo de exploração do material, os documentos importados para análise, a criação de códigos e categorias são fundamentados em critérios e regras que subsidiam o processo de tratamento dos dados e análise dos resultados.

c) Tratamento dos Resultados, Inferência e Interpreção

De acordo com Bardin (1977), é importante saber o motivo da análise e explicitá-lo para saber como se sucederá esse processo. A orientação inicial são as premissas de estudo e o conhecimento do *corpus* da pesquisa, uma vez que existe relação entre os dados dos textos e a teoria analisada. Assim, o processo de codificação é o próprio tratamento dos dados e corresponde a uma transformação, de acordo com critérios estabelecidos, dos dados brutos do texto, o que possibilita atingir uma representação do conteúdo ou expressá-lo.

“A codificação é o processo pelo qual os dados brutos são transformados sistematicamente e agregados em unidades, as quais permitem uma descrição exata das características pertinentes do conteúdo” (BARDIN, 1977, p. 105). Todavia, se faz necessário a definição de algumas regras, como a escolha das unidades de registro, das regras de contagem e de categorização.

1. Escolha da Unidades de Registro

O recorte correspondeu à escolha da unidade de registro, ou seja, o segmento de conteúdo que foi considerado como unidade base, objetivando a categorização e a contagem frequencial. No presente estudo, a unidade de registro tomou por base os conceitos dos 20 indicadores de energia selecionados, de modo que o recorte escolhido apresentou um nível

semântico de análise, ou seja, o tema relacionado aos indicadores se constituiriam nas próprias unidades de registros.

Assim, a análise temática – AT, ou a unidade de significação, pode ser representada por ideias constituintes, enunciados ou mesmo proposições dotadas de significados isolados, com comprimento variável.

A análise temática corresponde à identificação dos núcleos de sentido que estruturam a comunicação e cuja presença, ou frequência de aparição, podem significar alguma coisa para o objetivo analítico escolhido.

2. Escolha das Regras de Contagem

A enumeração está relacionada à escolha das regras de contagem e consiste no processo de definir o que se conta e o modo de contagem. No caso do presente estudo, a definição “do que se conta” é o tema relacionado aos indicadores, que representam as unidades de registros, e o modo de contagem foi definido pela frequência de aparições das unidades de registros. De acordo com Bardin (1977), a contagem é uma medida muito usada na análise de conteúdo e se refere à importância que uma unidade de registro adquire, à medida que aumenta sua frequência de aparição.

A escolha da regra de contagem permite a análise quantitativa e qualitativa dos resultados da transformação dos dados brutos, ou seja, do processo de codificação. A análise quantitativa fundamentou-se na frequência de aparições de determinados elementos da mensagem, vinculada às unidades de registros/indicadores; a análise qualitativa baseou-se em aspectos não frequenciais que permitiram fazer inferências, a exemplo da ausência de vinculação à determinadas unidades de registro ou a presença de vinculação de textos às unidades de registro. Em outras palavras, a inferência se fundamentou na presença ou ausência do tema, que é a própria unidade de registro.

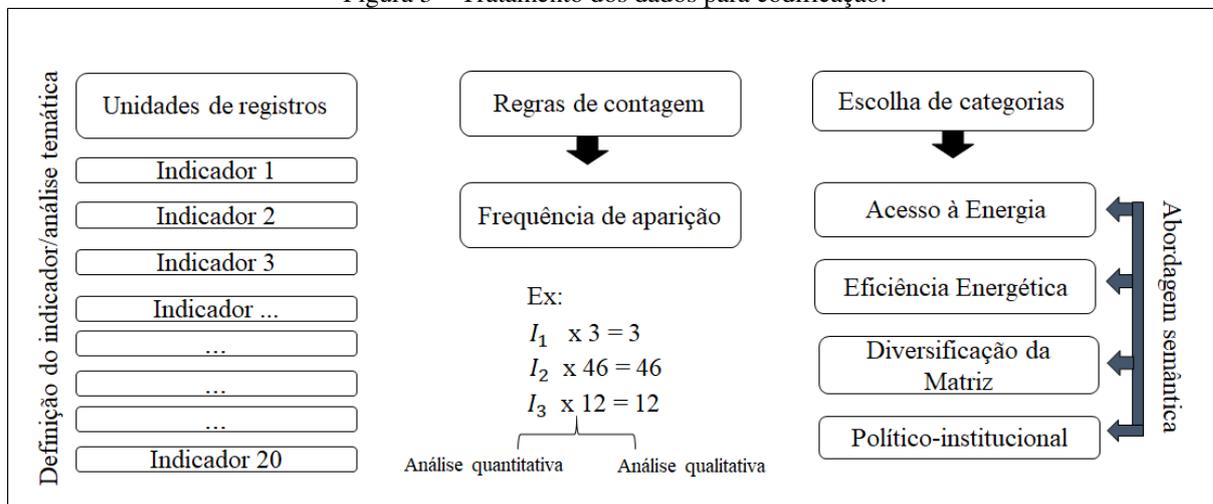
3. Escolha das Categorias

A escolha das categorias consistiu no processo de agrupamento das unidades de registros/indicadores a partir de critérios previamente definidos. De acordo com Bardin (1977), esse processo se refere à operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e por reagrupamento segundo gênero (analogia), a partir de critérios.

Nesse caso, a categorização são os grupos de unidades de registros/indicadores reunidos sob um título genérico que, no estudo em questão, são identificados como dimensões da sustentabilidade energética: acesso à energia, eficiência energética, eiversificação da matriz e político-institucional. O critério de categorização foi semântico, ou seja, os indicadores que apresentaram medidas de promoção de acesso à energia foram agrupados nessa categoria. Em outras palavras, o critério utilizado foi a definição de cada dimensão e a relação que cada indicador apresentava enquanto medidade de promoção da dimensão.

Todo o processo de tratamento dos dados para o processo de codificação pode ser observado na Figura 5, a seguir.

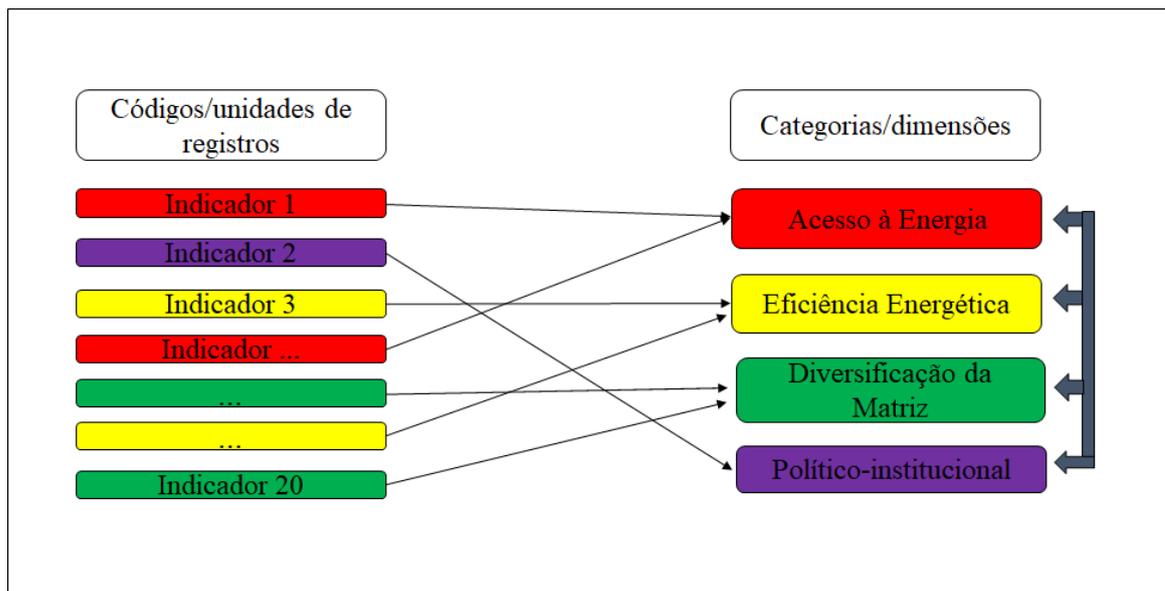
Figura 3 – Tratamento dos dados para codificação.



Fonte: Dados da pesquisa.

Realizado o processo de organização dos dados e definidos os critérios de codificação, cada categoria/dimensão foi identificada com cores diferentes, como forma de facilitar a identificação do processo de vinculação do indicador a cada categoria/dimensão. Essa distinção das categorias por cores não obedeceu nenhum critério específico, apenas permitiu a identificação de indicadores por cores, de acordo com a categoria vinculada, de modo a facilitar a visualização dos mesmos no *software*, conforme pode ser observado na Figura 6:

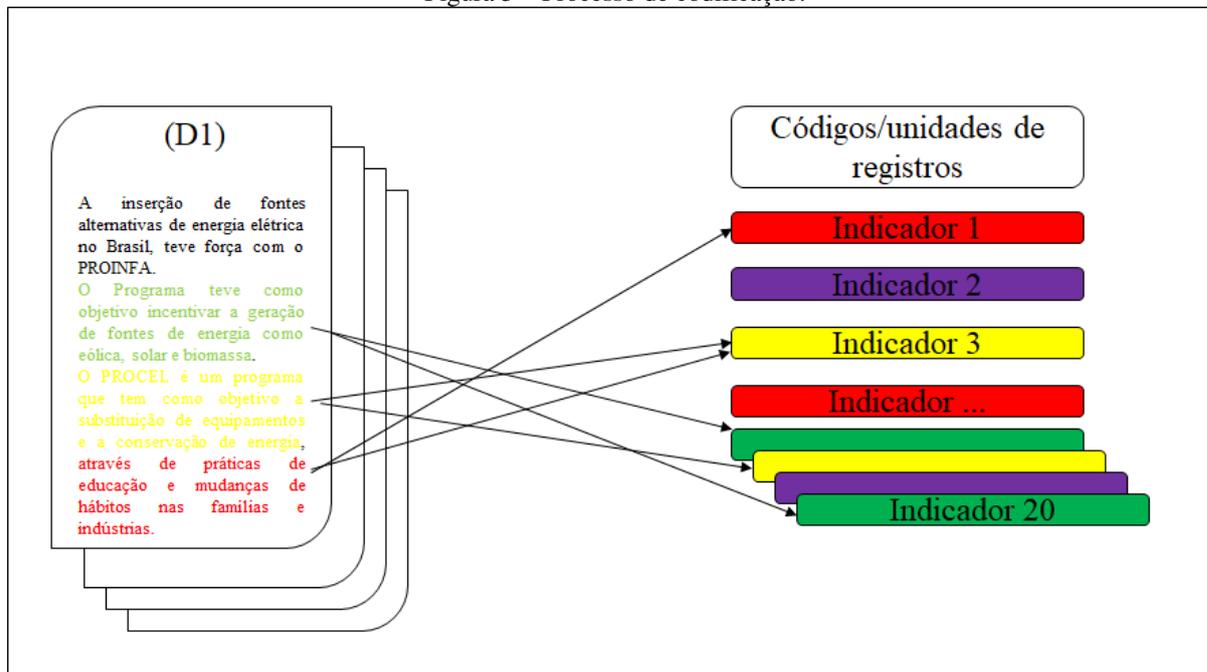
Figura 4 – Vinculação das unidades de registros à categorias.



Fonte: Dados da pesquisa.

Finalizada a etapa de vinculação das unidades de registros/indicadores às categorias/dimensões, procedeu-se o processo de codificação. A codificação apoiou-se na leitura atenta de cada documento e vinculação de citações para um ou mais de um indicador, conforme pode ser observado na Figura 7 abaixo:

Figura 5 – Processo de codificação.



Fonte: Dados da pesquisa.

Esse processo exigiu a capacidade do pesquisador para vincular trechos/citações dos documentos analisados com os indicadores. O critério utilizado para a vinculação/codificação

foi a relação com a definição de cada um dos indicadores, de modo que, se o texto apresentasse relação com o que propõe a definição do indicador, este trecho seria codificado/vinculado ao indicador ou mesmo a mais de um indicador. Todo esse processo foi realizado com os 29 documentos selecionados para análise.

Não obstante o *Atlas TI 8* seja um *software* de análise qualitativa de dados, o processo de codificação dependeu totalmente da capacidade de análise e interpretação do pesquisador e do conhecimento sobre o *corpus* da pesquisa. Assim, realizado todo o processo de codificação, definiu-se os procedimentos de análise das codificações, como método de visualização, critérios de inferência e interpretação, análise de relações e validação para confirmar os resultados apresentados pelo *software*.

3.3.2.3 Análise dos Resultados

O processo de análise dos dados tratados, organizados e codificados se deu por meio da técnica de análise por categorias a partir do critério semântico, Nuvem de palavras, análise inferencial e análise de coocorrência, proximidade e correlação.

a) Análise por Categorias

De acordo com Bardin (1977), as categorias são classes que reúnem um grupo de elementos sob um título genérico. Consiste em um processo de agrupamento em função das características comuns de determinados elementos que para o estudo em questão, os elementos, com as características comuns, são as unidades de registros/indicadores agrupados por critérios semânticos.

O critério semântico está relacionado à análise temática (AT) em que se procura agrupar os elementos a partir de padrões de significados e questões de possível relação com a categoria. Assim, as unidades de registros/indicadores foram agrupados em categorias a partir da relação temática de suas definições com a definição da categoria. Para a categoria/dimensão Acesso à energia, as unidades de registro/indicadores agrupados deveriam apresentar elementos comuns entre si e com o conceito de acesso à energia. Logo, a unidade de registro/famílias com acesso à eletricidade, por apresentar padrões de significados semelhantes à categoria/Acesso à energia, foi agrupado nesta categoria.

Esse processo de classificação dos elementos em categorias envolve a investigação do que cada um deles têm em comum com os outros, no caso, as unidades de registros/indicadores

de aparições da mesma em trechos dos textos/documentos analisados. Nesta investigação, as núvens de palavras foram criadas após o processo de codificação, para cada unidade de registro/indicador com o objetivo de identificar quais as palavras mais frequentes nos trechos codificados.

O *Atlas TI 8* realiza o processo de criação da nuvem de palavras automaticamente após o processo de codificação e, ao clicar em cima de cada palavra, é possível verificar a frequência absoluta dela e em quantas citações/trechos de texto a mesma apareceu. Desse modo, procedeu-se para a análise inferencial, tomando por base as palavras com maior frequência de aparição e análise dos trechos/citações em que surgiram vinculadas às unidades de registros/indicadores. Ou seja, a partir das palavras com o maior número de aparições, foi desenvolvida a análise inferencial por meio da análise temática das citações/trechos codificados em que essas palavras pareceram.

c) Análise Inferencial

Na análise de conteúdo, o tratamento de dados, a inferência e a interpretação objetivam tornar os dados válidos e significativos (GIL, 2008). Para isso, a utilização de diagramas e figuras que organizam as informações são importantes porque ajudam a colocar as informações obtidas em destaque e orientam os caminhos de análise. Assim, a nuvem de palavras é uma ferramenta orientadora do processo inferencial desenvolvido neste trabalho, já que, a partir das palavras mais significativas, permitiu ao pesquisador analisar os trechos/citações vinculados às unidades de registro que mais foram mencionadas e apresentaram relação temática com o indicador e a categoria de análise.

Destarte, as informações obtidas a partir da orientação da Nuvem de palavras, estas foram confrontadas com informações já existentes, no que diz respeito à política e ao planejamento energético no setor elétrico brasileiro. Assim, o processo inferencial buscou confrontar as informações expostas pelos trechos/citações com a realidade já discutida na fundamentação teórica, através de um processo de contextualização das informações.

O processo inferencial, então desenvolvido, apoiou-se nos elementos constitutivos do mecanismo clássico da comunicação da informação. Para o estudo em questão, a análise de conteúdo baseou-se no mecanismo da mensagem no nível de código e significação.

O código é um indicador que revela realidades implícitas e veladas. São as impressões, ou seja, significantes ligadas a um significado que não é formalmente explicitado na mensagem,

mas que é possível de ser percebido. Obviamente que esse processo é hermenêutico e depende da capacidade de análise e conhecimento do *corpus* da pesquisa por parte do pesquisador.

A significação envolveu o estudo formal do código, buscando entender a mensagem a partir da AT, ou seja, buscou-se compreender os temas que envolviam cada trecho/citação, os assuntos relacionados à categoria/dimensão e com a política e planejamento energético. Assim, a inferência objetivou entender e interpretar a relação entre código e significação, mediante discussão temática contida nas unidades de registros, trechos/citações selecionadas, categorias/dimensões e política e planejamento energético.

Desse modo, a relação analisada apoiou-se em técnicas também apropriadas para verificação da intensidade da relação entre as unidades de registros/indicadores e as categorias/dimensões. Isso foi realizado por meio da análise de coocorrências, de similaridade e correlação.

d) Análise de Coocorrência

A análise de coocorrências tem por base a teoria da associação e ultrapassa as técnicas de análise com base apenas na frequência de aparições de elementos do texto, apontando para as relações que os elementos dos textos matêm entre si (BARDIN, 1977). Dessa forma, é uma técnica que complementa a análise que parte da contagem/ frequência de aparições de elementos.

Essa análise busca extrair do texto as possíveis relações entre os elementos da mensagem. Em outras palavras, objetiva analisar as presenças simultâneas ou relação de associação de dois ou mais elementos em um mesmo texto. No presente estudo, isso foi analisado pela observação de unidades de registros/indicadores presentes em um mesmo fragmento de texto/documento ao mesmo tempo.

Se por um lado a frequência de aparição de unidades de registros/indicadores tem por regra que quanto maior for a frequência desses elementos, tanto maior será a sua significância para a análise, por outro lado, a análise de coocorrência (ou não coocorrência) de duas unidades de registros/indicadores indica que existe associação ou dissociação entre esses elementos. Ao considerar que uma unidade de registro/indicador apareceu muitas vezes, simultaneamente a outra unidade de registro/indicador, inferiu-se que estes indicadores estavam associados.

O *Atlas TI 8* gera uma tabela de coocorrências automática, após o processo de codificação que permite ao pesquisador analisar, a partir de uma matriz de valores, os pares de unidades de registros/indicadores que apresentam associação ou dissociação. A regra de análise

dos valores apresentados na tabela varia de zero a um. Quanto mais próximo de um, maior a intensidade da associação/relação, conforme pode ser observado na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 – Intensidade da associação entre pares de unidades de registros/indicadores.

Valores de coocorrência (c)	Intensidade da associação/relação
0,7 a 1	Alta
0,4 a 0,6	Média
0,1 a 0,3	Baixa
0	Dissociação

Fonte: Adaptado de Friese (2017).

Desse modo, após a análise da frequência de aparições de elementos constituintes das unidades de registros/indicadores nos textos/documentos analisados, foi realizada a análise das relações entre pares de indicadores em cada uma das categorias/dimensões, com base na Tabela 1 apresentada acima. Essas relações objetivaram expressar o quanto um par de indicadores podem apresentar um sentido complementar a outro ou mesmo impactar no resultado do outro ou dos dois simultaneamente.

Por fim, buscou-se uma forma de validação dessas relações, por meio do Índice de proximidade de Jaccard e da Correlação de Pearson. Esses dois índices também são usados para analisar a relação de textos/citações que são cocitados simultaneamente.

A decisão por utilizar o Índice de Jaccard e Correlação de Pearson tomou por base o trabalho de Alves e Oliveira (2016), em que esses autores fazem uma comparação desses índices para análise de cocitações de autores. Para efeitos do estudo de Alves e Oliveira (2016), o número de vezes que os autores e documentos são citados conjuntamente, determina a força da cocitação entre eles e o núcleo da literatura da área para ambos. Destarte, a aplicação desses dois índices para análise da intensidade das frequências com que duas unidades de registros/indicadores são citados juntos ou simultaneamente seguiu a mesma lógica.

e) Análise de Similaridade

A análise de similaridade também é usada para medir a relação entre dois elementos ou o quanto eles estão próximos. Também busca medir a proximidade entre as unidades de registros/indicadores a partir do número de vezes em que um indicador aparece simultaneamente ou junto a outro indicador em um mesmo texto/citação.

A partir de uma tabela/matriz, que apresenta a frequência de aparições das unidades de registros/indicadores e textos/documentos em que aparecem, gerou-se uma matriz normalizada

para o cálculo do Índice de Jaccard (IJ), que tem a função de medir a proximidade/similaridade de elementos a partir do número de coocorrências.

O IJ pode ser calculado a partir da seguinte fórmula adaptada de Grácio e Oliveira (2013):

$$IJ = \frac{\text{cocit}(X, Y)}{\text{cit}(X) + \text{cit}(Y) - \text{cit}(X \cap Y)}$$

Em que:

Cocit (X,Y) = número de citações em que as unidades de registros/indicadores X e Y foram citados conjuntamente (cocitados);

Cit (X) = número de citações em que a unidade de registro/indicador X foi citado;

Cit (Y) = número de citações em que a unidade de registro/indicador Y foi citado;

Cit (X ∩ Y) = intersecção entre o conjunto de citações em que X foi citado e o conjunto de citações em que Y foi citado, o que é equivalente a cocit (X,Y).

Para o cálculo do IJ foi utilizado o *software Past* para análise multivariada de dados. A partir da tabela de frequência de aparições das unidades de registros/indicadores e de documentos em que foram citados, os dados foram transferidos para o *Past* e gerada a matriz de similaridade pelo IJ.

Da mesma forma que na análise de coocorrências, os resultados apresentados na matriz, calculado o IJ, considerou que, quanto mais próximo um, maior a relação e proximidade entre as unidades de registros/indicadores, conforme pode ser observado na Tabela 2 abaixo. Vale salientar que os valores do IJ apresentam geralmente o dobro dos valores da matriz de coocorrências.

Tabela 2 – Índice de Jaccard entre pares de unidades de registros/indicadores.	
Índice de Jaccard (IJ)	Intensidade da proximidade/relação
0,7 a 1	Alta
0,4 a 0,6	Média
0,1 a 0,3	Baixa
0	Dissociação

Fonte: Elaboração própria com base em Alves e Oliveira (2013).

A análise da matriz de proximidade/similaridade considerou aspectos relacionados à AT das unidades de registros/indicadores e as unidades de contexto/ documentos em que foram citados simultaneamente ou juntos em um mesmo documento. Desse modo, buscou-se, a partir dessa análise, inferir se um indicador é complementar a outro e se exerce influência nos

resultados do outro, além de apontar dependência de comportamentos entre pares de indicadores.

Ainda como forma de aprofundar a análise das relações entre as unidades de registros/indicadores, optou-se por calcular o Índice de Correlação de Pearson (r). Não obstante, a correlação de Pearson indique relações diretas e inversas, neste trabalho buscou evidenciar as relações a partir da análise semântica, ou seja, AT das unidades de registros/indicadores.

f) Correlação de Pearson (r)

A correlação mede a associação de pares de unidades de registros/indicadores que foram citados conjuntamente, considerando o conjunto de valores de coocorrência de cada um deles, com os demais em análise.

De acordo com Grácio e Oliveira (2013), o Coeficiente de Correlação de Pearson (r) mede a tendência de associação linear de duas variáveis quantitativas. Na análise de citações/coocorrências de unidades de registros/indicadores mediu-se a associação de pares de unidades de registros/indicadores, dois a dois, considerando o conjunto de valores de citações de cada um deles com os demais em análise.

Tomando por base Grácio e Oliveira (2013), o cálculo do (r) de Pearson para a análise da correlação entre pares de indicadores pode ser calculado a partir da seguinte fórmula:

$$r = \frac{\sum x_i - y_i - \frac{\sum x_i \cdot \sum y_i}{n}}{\sqrt{(\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}) \cdot (\sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n})}}$$

Em que:

x_i é a frequência de cocitação de uma unidade de resgistro/indicador x com os demais;

e

xy_i é a frequência de cocitação de uma unidade de resgistro/indicador x com os demais, para i variando de 1 a n, com n igual a quantidade de citações em análise.

O valor do (r) de Pearson varia de -1 (menos um) a 1 (um), podendo ser a correlação positiva ou negativa. Independente de ser negativa ou positiva, quanto mais próximo de 1 (um) ou -1(menos um), mais intensa é a relação entre os indicadores, podendo apresentar uma

correlação forte, média ou fraca, positiva ou negativa, respectivamente, conforme pode ser observado na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3 – Coeficiente de Correlação de Pearson (r) entre pares de unidades de registros/indicadores.

Correlação de Pearson (r)	Intensidade da relação
0,7 a 1	Forte positiva
0,4 a 0,6	Média positiva
0,1 a 0,3	Fraca positiva
0	Não há relação
-0,1 a -0,3	Forte negativa
-0,4 a -0,6	Média negativa
-0,7 a -1	Fraca negativa

Fonte: Elaboração própria com base em Grácio e Oliveira (2015).

Para o cálculo do Coeficiente de Correlação de Pearson (r) também foi utilizado o *software Past* de análise multivariada de dados. A partir da tabela de frequência de aparições das unidades de registros/indicadores e de documentos em que foram citados, os dados foram transferidos para o *Past* e gerada a matriz de Correlação de Pearson (r).

Por fim, após toda a análise de associação, proximidade e correlação, propôs-se um *framework* das dimensões da Sustentabilidade Energética, a partir dos indicadores analisados, por meio da inferência e resultados discutidos a partir da análise de conteúdo e das técnicas diversas utilizadas para entender a relação entre indicadores e dimensões.

3.3.2.4 *Framework* de Sustentabilidade Energética

A proposição de um *Framework* de sustentabilidade energética é o resultado da análise e interpretação das relações que foram identificadas entre as dimensões da sustentabilidade energética e o conjunto de indicadores analisados em cada uma das dimensões. Destarte, a partir de uma rede de relações, buscou-se demonstrar graficamente como cada dimensão está relacionada com outra e como cada indicador pode estar associado aos indicadores de uma dimensão ou mesmo de outras dimensões.

A construção do *framework* envolveu, portanto, um processo hermenêutico de interpretação dos resultados da pesquisa e das análises de relacionamento entre os indicadores e dimensões. O objetivo foi demonstrar como os indicadores de sustentabilidade energética são

considerados na política e planejamento energético no setor elétrico brasileiro, de modo que é possível inferir a orientação das ações que são desenvolvidas para o setor.

A partir do *framework* também é possível direcionar as linhas de atuação da política energética, tanto em vias de implantação como de desenvolvimento, ou seja, é um instrumento de análise da política energética brasileira a partir de um conjunto de indicadores de energia que, em conjunto, apresentam uma proposta de política energética mais sustentável.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DE INDICADORES DE ENERGIA

A discussão sobre sustentabilidade energética apresentada nesta pesquisa tomou como ponto de partida o conceito de desenvolvimento sustentável proposto pelo relatório Brundtland, em 1987, bem como a relação direta que a energia tem com a sustentabilidade e seu impacto na sociedade como um todo, percebido através da relação de inserção dos recursos energéticos em praticamente todos os processos e atividades econômicas do mundo e em todos os setores (NARULA; REDDY, 2015).

Isso se deve ao fato de que a obtenção dos recursos energéticos, renováveis ou não, gera resíduos em suas diferentes etapas de produção, transporte, armazenamento e utilização, que são devolvidos ao ambiente e impactam negativamente as diferentes formas de vida no planeta (ROSEN, 2009). Esse processo quando não planejado, através de programas e políticas sustentáveis, pode comprometer e limitar a sustentabilidade do sistema de energia.

A partir dessa perspectiva e entendendo que a sustentabilidade energética depende de políticas energéticas sustentáveis, observou-se, a partir do trabalho de Vera e Langlois (2007), que os indicadores de energia são ferramentas de mensuração de variáveis importantes para o processo de formulação de políticas energéticas, capazes de indicar impactos atuais e tendências futuras do sistema de energia. Esta ferramenta é utilizada para avaliar o desempenho de um sistema de energia e ajuda a compreender as complexas interações que o sistema tem com aspectos econômicos, sociais e ambientais (NARULA; REDDY, 2015).

Foi, então, a partir da tecitura dos elementos abordados pela discussão sobre sustentabilidade energética e indicadores de energia, bem como da necessidade de se formular políticas energéticas mais sustentáveis, que se propôs a identificação e seleção de indicadores de energia, nas três dimensões da sustentabilidade energética, para as quais um conjunto de indicadores foi vinculado para atender e expressar cada uma delas, resultando ao final do processo de identificação e seleção, um conjunto de 20 indicadores de sustentabilidade energética, agrupados nas dimensões Acesso à energia, Eficiência energética, Diversificação da matriz de energia e Político-institucional.

Os indicadores relacionados à dimensão Acesso à Energia foram selecionados e agrupados considerando a definição de acesso à energia proposta pela OECD/IEA, representada pela necessidade de lares com acesso a equipamentos de cozinha, conexão à eletricidade e

aumento do consumo de energia para atingir a média nacional. Desse modo, os indicadores dessa dimensão foram selecionados a partir de critérios que considerassem acesso à eletricidade, consumo de energia, emprego e renda que, por sua vez, possibilitam o acesso a bens e conseqüentemente à eletricidade, conforme Quadro 12:

Quadro 12 – Indicadores que promovem acesso à energia.

Acesso à energia	% de família ou população com acesso à eletricidade ou dependentes de energias não comerciais.
	% da renda familiar gasta com combustível ou eletricidade.
	Consumo de energia per capita.
	Emprego.

Fonte: Dados da pesquisa.

Tais indicadores refletem aspectos que demonstram o quanto o acesso à energia está relacionado a condições sociais e econômicas que, por sua vez, fazem parte e são necessárias para o desenvolvimento sustentável e para uma condição de sustentabilidade energética.

A segunda dimensão da Sustentabilidade Energética é a Eficiência Energética. Da mesma forma que os indicadores da dimensão Acesso à energia, os indicadores desta dimensão foram selecionados com base na definição de eficiência energética proposta por Schlomann e Rohde (2015) como o consumo físico de energia como insumo, que pode ser eletricidade, calor ou qualquer outra forma física de energia, que é comparada a um certo valor de uso como saída, serviço, bem ou energia. Desse modo, os indicadores selecionados na perspectiva desta dimensão, especificamente aqueles indicadores que envolvem o uso de energia nos diferentes setores de atividades econômicas, foram agrupados a partir de critérios que considerassem possibilidade de redução do uso da energia sem comprometer o nível de serviço, ou seja, que promovessem um melhor uso da energia, conforme pode ser observado no Quadro 13.

Quadro 13 – Indicadores para a eficiência energética.

Eficiência energética	Intensidade energética (por unidade do PIB).
	Eficiência energética.
	Comprimento da estrada.
	Velocidade do vento.

Fonte: Dados da pesquisa.

Tais indicadores refletem a necessidade de se garantir energia necessária para o atendimento das necessidades da sociedade, bem como a otimização do uso dessa energia com o intuito de promover um mesmo nível de serviço, com menos energia.

A terceira dimensão da sustentabilidade energética é a Diversificação da matriz e está relacionada ao processo de fornecimento e produção de energia através de fontes e tecnologias

de menor impacto ambiental. Os critérios para a seleção e agrupamento dos indicadores desta dimensão foram fundamentados na definição de diversificação de matriz energética relacionada ao uso de energias renováveis, promovendo diversificação da matriz de forma gradual, com a participação das energias renováveis aumentando gradualmente ao longo do tempo (HADIAN; MADANI, 2015).

Além de garantir a segurança do abastecimento e fornecimento de energia de forma sustentável, a diversificação da matriz também tem o objetivo global de diminuir o aumento das temperaturas globais, associadas ao uso de combustíveis fósseis (ABBASI; ABBASI, 2011; OWUSU; ASUMADU-SARKODIE, 2016; DAVY *et al.*, 2017).

Com relação às fontes poluentes, a preocupação central está voltada para as mudanças climáticas e os impactos relacionados ao uso excessivo de combustíveis fósseis e sua relação com o aumento das temperaturas globais (DAVY, 2017). Esta preocupação alerta para a necessidade de diversificação das matrizes energéticas, através da inserção de fontes de menor impacto ambiental e uso eficiente da energia (OWUSU; ASUMADU-SARKODIE, 2016).

Desse modo, os indicadores selecionados e agrupados representam medidas para a inserção de fontes de menor impacto ambiental ou que visem diminuir a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), conforme Quadro 14:

Quadro 14 – Dimensão Diversificação da matriz energética.

Diversificação da matriz	Percentual de geração de energia elétrica proveniente de fontes não emissoras de carbono.
	Geração de energia elétrica de fontes renováveis.
	Emissões de gases de efeito estufa (GEE) na produção e no uso de energia por unidade de PIB.
	Concentração de poluentes no ambiente e em áreas urbanas.
	Poluição do ar através da geração de energia.
	Taxa de desmatamento atribuída à geração de energia.

Fonte: Dados da pesquisa.

Por fim, a última dimensão proposta foi a Político-institucional, que se refere ao conjunto de ações necessárias para o equilíbrio do sistema energético, o que envolve a atuação de um conjunto de instituições e partes interessadas/*stakeholders* para a promoção da aplicabilidade das dimensões anteriores. Isso envolve a articulação de agentes governamentais e do setor privado, através do desenvolvimento de novas tecnologias para reduzir o uso da energia sem comprometer o nível de serviço, incentivos às fontes de menor impacto ambiental, fiscalização e acompanhamento do setor energético. De acordo com a AIEA (2005), essa dimensão se refere a questões que são difíceis de medir em termos quantitativos, razão pela qual o conjunto do AIEA não aborda esses indicadores. Porém, sugere a necessidade de indicadores institucionais que geralmente envolvem respostas estruturais e políticas às necessidades de desenvolvimento

sustentável, a exemplo da eficácia de uma política, estratégia ou planejamento de energia, ou ainda a dequação e eficácia de investimentos em capacitação, educação, pesquisa e desenvolvimento.

Esses indicadores podem ainda monitorar o progresso legislativo e regulamentar em sistemas de energia. Assim, os indicadores selecionados e agrupados para esta dimensão buscam expressar ações desenvolvidas pelos agentes que têm interesse e que estão relacionados ao setor energético brasileiro, conforme pode ser observado no Quadro 15 abaixo.

Quadro 15 – Dimensão Político-institucional.

Político-institucional	Acidentes na cadeia de energia.
	Capacidade técnica local.
	Gestão de crises.
	Informação científica.
	Investimento.
	Transparência.

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao final de todo o processo de seleção dos indicadores de energia, obteve-se um conjunto de 20 indicadores de sustentabilidade energética, apresentados nas quatro dimensões da Sustentabilidade.

Os indicadores relacionados à dimensão Acesso aos serviços de energia foram aqueles que puderem avaliar o retorno das políticas energéticas em termos de benefícios para a sociedade, especificamente com questões relacionadas à garantia de acesso mínimo aos serviços de eletricidade. O acesso à energia contribui com a erradicação da pobreza e eleva os padrões de vida, refletindo diretamente no desenvolvimento de países (MENSAH *et al.* 2014). Esses indicadores devem refletir condições de acesso a preços justos aos serviços básicos de energia, tendo em vista que ainda existem muitas pessoas sem acesso mínimo a esses serviços (OWUSU; ASUMADU-SARKODIE, 2016).

A segunda dimensão da sustentabilidade energética, Eficiência energética, buscou relacionar indicadores que expressassem informações sobre uso de energia em setores preponderantes para o crescimento econômico e desenvolvimento social. Desse modo, indicadores que medissem os tipos de uso e intensidade, bem como condições de uso, foram considerados medidas importante para promover um melhor uso da energia.

Na dimensão da sustentabilidade, Diversificação da matriz, os indicadores selecionados buscaram avaliar variáveis que refletissem o quanto uma matriz energética pode ser considerada diversificada, mediante a inserção de fontes de menor impacto ambiental. Desse modo, medidas que considerem o correto aproveitamento desse tipo de fonte no sistema de energia, como

políticas que incentivem a gradual transição de fontes baseadas no carbono por fontes mais limpas que possam contribuir com a redução das emissões de GEE, foram consideradas para a composição desta dimensão (NARULA; REDDY, 2015; HADIAN; MADANI, 2015).

Por fim, a dimensão Político-institucional foi o resultado da seleção e agrupamento de indicadores relacionados às ações necessárias para a aplicabilidade das demais dimensões, o que está relacionado à atuação de agentes institucionais como o governo, bem como do setor privado responsável pelo processo de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia, de modo que as ações dos indicadores pudessem refletir condições pontuais para uma atuação mais sustentável do setor energético no país.

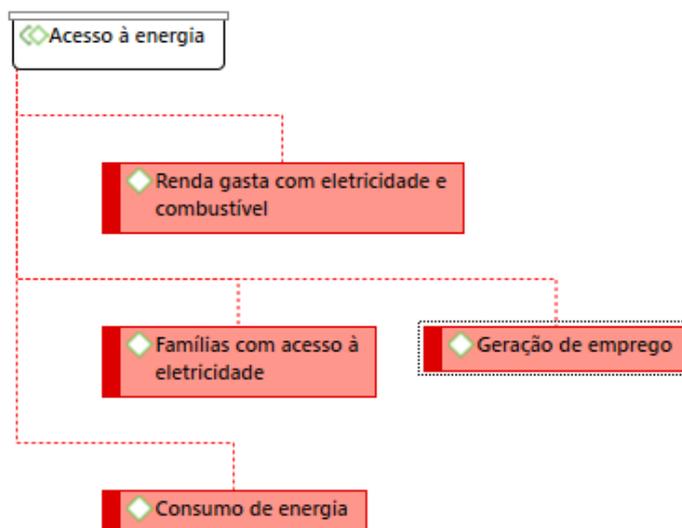
Após esse processo, os 20 indicadores de sustentabilidade energética passaram a ser a base para a segunda etapa da investigação, uma vez que foram tomados como critérios de identificação da sustentabilidade da política e planejamento energético brasileiros.

4.2 IDENTIFICAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA NA POLÍTICA E PLANEJAMENTO ENERGÉTICO BRASILEIRO

4.2.1 Acesso à Energia

A dimensão Acesso à energia é apresentada por um subconjunto de quatro indicadores de energia que buscam expressar medidas de atuação que promovam acesso aos serviços básicos de eletricidade e que possam contribuir para a melhoria da qualidade de vida das famílias e, portanto, da sociedade e promoção do desenvolvimento sustentável. Os indicadores que fazem parte desta dimensão são: Percentual de família ou população com acesso à eletricidade ou dependentes de energias não comerciais, Percentual da renda familiar gasta com combustível ou eletricidade, Consumo per capita de energia e Geração de emprego, conforme pode ser observado a partir da árvore ortogonal na Figura 9.

Figura 9 – Árvore ortogonal da dimensão Acesso à energia.

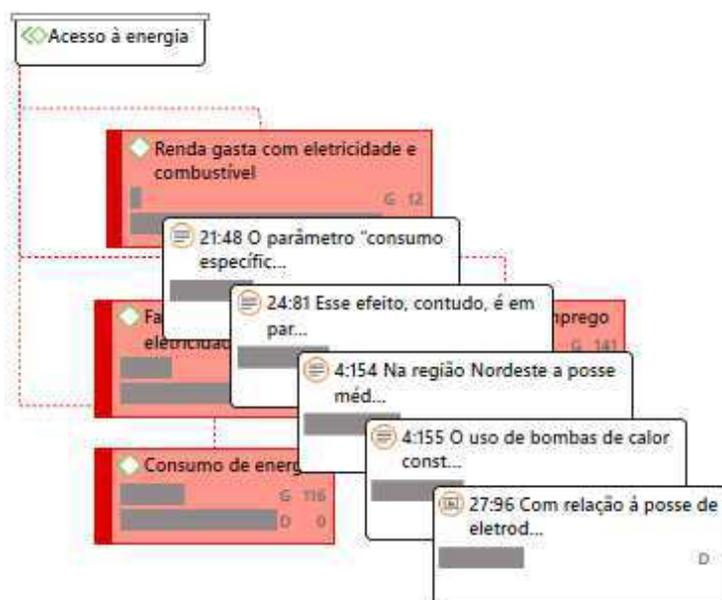


Fonte: Dados da pesquisa.

Através da Figura 9 os indicadores da dimensão Acesso à energia são apresentados em uma rede. Essa rede representa o conjunto de unidades de registro/indicadores ligados aos 29 documentos em que citações foram codificadas, a partir do contexto de ligação com os conceitos e definições de cada um desses indicadores.

Também foi possível identificar cada uma das citações relacionadas a cada um dos indicadores, bem como o documento em que foi codificada a citação e a ordem sequencial em que foram realizadas as codificações, conforme pode ser observado o exemplo da Figura 10:

Figura 10 – Citações do indicador Renda gasta com eletricidade.



Fonte: Dados da pesquisa.

De um modo geral, foram 355 citações codificadas para o conjunto de indicadores da dimensão Acesso à energia. Na Tabela 4 estão apresentadas as frequências absolutas das citações para cada indicador em relação a cada documento analisado. Nas linhas estão o número de citações para cada indicador em relação a um documento específico e o total de citações para o referido documento. Exemplo: na linha do documento D1, para código indicador Consumo de energia, foram codificadas cinco citações, e para o código/indicador Famílias com acesso à eletricidade, apenas uma citação foi codificada nesse documento. No total, foram codificadas seis citações nesse documento para os quatro códigos indicadores da dimensão Acesso à energia.

Nas colunas da Tabela 4 verifica-se o inverso. O total de citações em todos os documentos, D1...D29, para cada indicador específico. Exemplo: para o indicador Consumo de energia foram codificadas 116 citações no conjunto de 29 documentos. Em termos percentuais, é possível entender a representatividade de cada código/indicador dessa dimensão na política e planejamento energético do setor energético brasileiro, conforme coluna que expressa valores em termos percentuais.

Tabela 4 – Frequência absoluta de citações para código/indicador e documentos.

Documentos	Consumo de energia	Representação percentual	Famílias com acesso à eletricidade	Representação percentual	Geração de emprego	Representação percentual	Renda gasta com eletricidade e combustível	Representação percentual	Totais
D 1	5	83,33%	1	16,67%	0	0,00%	0	0,00%	6
D2	1	7,14%	13	92,86%	0	0,00%	0	0,00%	14
D3	14	31,11%	23	51,11%	4	8,89%	4	8,89%	45
D 4	7	70,00%	0	0,00%	3	30,00%	0	0,00%	10
D 18	3	33,33%	0	0,00%	6	66,67%	0	0,00%	9
D 19	19	79,17%	0	0,00%	5	20,83%	0	0,00%	24
D 20	10	58,82%	1	5,88%	5	29,41%	1	5,88%	17
D 21	1	4,76%	3	14,29%	17	80,95%	0	0,00%	21
D 22	6	17,14%	13	37,14%	15	42,86%	1	2,86%	35
D 23	6	18,18%	7	21,21%	18	54,55%	2	6,06%	33
D 24	2	28,57%	3	42,86%	2	28,57%	0	0,00%	7
D 25	7	21,21%	4	12,12%	20	60,61%	2	6,06%	33
D 26	8	24,24%	3	9,09%	21	63,64%	1	3,03%	33
D 27	7	19,44%	4	11,11%	25	69,44%	0	0,00%	36
D 28	8	57,14%	5	35,71%	0	0,00%	1	7,14%	14
D 29	12	66,67%	6	33,33%	0	0,00%	0	0,00%	18
Totais	116	32,68%	86	24,23%	141	39,72%	12	3,38%	355

Fonte: Dados da pesquisa.

A partir da análise da frequência relativa de citações para cada código/indicador em relação aos 29 documentos, na Tabela 4, os indicadores Geração de emprego e Consumo de energia apresentam o maior percentual de citações: 39,72% e 32,68%, respectivamente, das citações envolvendo todos os documentos analisados. O conjunto de indicadores expressa o quanto os documentos referentes à política e ao planejamento energético abordam os indicadores de sustentabilidade energética, enquanto medidas orientadoras das ações do setor energético brasileiro. Vale salientar que os documentos D5 a D17 foram retirados da Tabela 4 pelo fato de não apresentarem nenhuma citação vinculada aos mesmos. Esses documentos se referem aos leilões de energia renováveis e, portanto, traziam relação com compra de energia eólica, solar, PCH e biomassa.

A partir da análise da Tabela 4, com base nos documentos que vão de D1 a D4 e de D18 a D19, é possível perceber que o indicador Consumo de energia foi citado em todos os documentos apresentados na tabela. Tais documentos fazem referência aos planos decenais e nacional de energia, bem como ações com base em estimativas de uso e consumo de energia no país. Desse modo, o Consumo de energia se apresenta como o indicador mais representativo da política e do planejamento energético no que diz respeito à dimensão Acesso à energia, em termos de abrangência de citações nos documentos analisados.

Foram 116 citações que mencionaram, de alguma forma, o conceito de Consumo de energia, o que corresponde a 32,68% das citações codificadas para a dimensão em análise, com os documentos D1, D4, D19 e D29, os que mais apresentaram citações vinculadas. O documento D1 se refere ao anuário estatístico de energia elétrica, o D4 apresenta um conjunto de legislações para atuação do setor elétrico no Brasil, o D19 corresponde ao plano decenal de energia 2007-2015 e o D29 é um documento que trata da demanda de energia no país. Os quatro documentos mencionados, em conjunto, retratam informações referentes a estimativas, orientações legais e plano de longo prazo que expressam os caminhos e resultados do setor elétrico a partir da aplicação de programas e políticas para o setor.

O indicador Famílias com acesso à eletricidade apresentou um total de 86 citações, o que corresponde a 24,23% do total das citações vinculadas aos documentos analisados. Vale ressaltar que estas citações referentes a este indicador foram vinculadas a 80% dos documentos apresentados na Tabela 4, o que significa que alguns documentos não apresentaram qualquer vinculação com este indicador, o que foi o caso dos documentos D4, D18 e D19. Por outro lado, o documento D2 obteve mais de 90% das citações referentes ao indicador quando comparado aos demais indicadores da dimensão em análise. O documento está relacionado ao Balanço

Energético Nacional 2017 que contém informações sobre a contabilidade relativa à oferta e consumo de energia no Brasil, bem como dos processos de conversão de produtos energéticos e de comércio exterior.

O indicador Geração de emprego obteve o maior número de citações, 141, em 75% dos documentos analisados, o que corresponde a 39, 72% das citações, quando comparado aos demais indicadores. O documento D21 apresentou 80% das citações em relação aos demais indicadores. Este documento trata do Plano decenal de expansão de energia elétrica 2008-2017. As citações vinculadas a este indicador tratam das oportunidades de trabalho que a cadeia produtiva em que a energia está inserida pode ofertar, contribuindo para um aumento na medida dos demais indicadores desta dimensão. É o caso do indicador Renda gasta com eletricidade e combustível que obteve apenas 3,38% das citações da dimensão, estando vinculado a 54% dos documentos apresentados na Tabela 4. O Documento que apresentou o maior número de citações foi o D3, referente ao Plano Nacional de Energia 2030 que também trata do planejamento de longo prazo do setor.

Embora o indicador Renda gasta com eletricidade e combustível tenha uma representatividade menor em relação aos outros indicadores da dimensão Acesso à energia, é importante mencionar que os quatro conjuntos desse dimensão apresentam uma relação muito próxima. O indicador Geração de emprego foi o que maior representatividade obteve no conjunto dos indicadores analisados, seguido do indicador Consumo de energia, Famílias com acesso à eletricidade e Renda gasta com eletricidade e combustível. Através da promoção de novos postos de trabalho, as pessoas passam a ter maior acesso aos serviços básicos de energia. Em outras palavras, isso significa que mais famílias têm acesso à energia e conseqüentemente à renda gasta com energia e eletricidade aumentam, tendo em vista que o consumo de energia tende a aumentar.

De modo geral, o que foi analisado nos documentos foi essa associação entre os indicadores de sustentabilidade energética, como forma de buscar compreender o alinhamento das ações relacionadas à política e planejamento energético, com a proposta de sustentabilidade energética apresentada nas discussões de Campos (2005), Baltelo (2008), Lior (2008), Neves e Leal (2010), Rosen (2009; 2012) e Narula e Reddy (2015) e que nortearam a identificação e seleção dos indicadores de energia aqui analisados.

A associação encontrada nesses indicadores devem, portanto, resultar em um maior acesso à energia, reduzir as desigualdades sociais e disparidades regionais no país, incluir aqueles que ainda vivem à base de fontes tradicionais nos benefícios que a eletricidade pode

trazer para o bem estar de comunidades mais vulneráveis. Em outras palavras, o acesso à energia é fundamental para a promoção do desenvolvimento sustentável e o monitoramento desses indicadores pode expressar condições relativas à efetividade de programas e políticas que visam garantir e promover acesso à eletricidade.

Para melhor entendimento da significância desses indicadores na dimensão Acesso à energia, foi realizada a análise individual de cada um dos indicadores a partir da ferramenta Nuvem de palavras, com o intuito de verificar, a partir de palavras mais frequentes, citações/trechos relacionados com os indicadores dessa dimensão, a fim de identificar a abordagem dessa dimensão pela política e planejamento energético no Brasil. Vale salientar que a partir da próxima seção, os indicadores também são identificados como códigos, tendo em vista que para a análise dos documentos no *software*, estes foram transformados em códigos/unidades de registro nos quais as citações foram posteriormente vinculadas.

4.2.1.1 Código/Indicador Famílias com Acesso à Eletricidade

O indicador % de família ou população com acesso à eletricidade ou dependentes de energias não comerciais foi representado pelo código/indicador Famílias com acesso à eletricidade. Esse indicador está relacionado à percentagem de famílias ou população sem acesso a serviços energéticos comerciais, incluindo a eletricidade, ou fortemente dependentes de opções de energia "tradicionais" não comerciais, tais como lenha, resíduos de colheita e esterco de animais (IAEA, 2007). A seleção desse indicador para a sustentabilidade energética justificou-se pelo fato de que a prestação e o acesso seguro e adequado aos serviços comerciais de energia são fundamentais para uma alimentação adequada, habitação, água, saneamento, educação, saúde e comunicação, tendo em vista que contribuem positivamente para o desenvolvimento econômico e para a diminuição das desigualdades e, portanto, para a dimensão social do desenvolvimento sustentável.

A Figura 11 apresenta a Nuvem de palavras que evidencia as palavras que mais citações foram vinculadas ao indicador.

Figura 117 – Nuvem de palavras do código/indicador Famílias com acesso à eletricidade.



Fonte: Dados da pesquisa.

Nessa Nuvem de palavras destacam-se duas palavras pela frequência com que aparecem nas citações relacionadas ao indicador Famílias com acesso à eletricidade: eletricidade e residencial. As outras palavras como iluminação, energia, eletrodomésticos, econômicas, etc., aparecem com menor frequência, no entanto, apresentam complementos de passagens em citações que foram consideradas importantes para análise do código/indicador. A seguir, estão descritas as palavras que maior representatividade em termos de frequência e que trouxeram relação ao conceito do código/indicador.

a) Eletricidade

A palavra que mais se destaca na Nuvem da Figura 11 é Eletricidade, palavra-chave dentro do conceito do código/indicador Famílias com acesso à eletricidade e pode estar relacionada ao acesso aos serviços básicos de energia, à posse de eletrodomésticos ou ainda acesso a fontes de energia que não sejam provenientes de queima de lenha, resíduos ou esterco de animais. Ao todo, foram 50 citações relacionadas a este código/indicador com a palavra eletricidade. A seguir, estão descritas citações retiradas de documentos em que o indicador foi vinculado.

D4: [...] a geladeira é o equipamento que, na média anual, mais consome eletricidade nos domicílios, aproximadamente 28% da demanda residencial de energia elétrica.

D4: [...] estima-se que a iluminação responde por quase 25% do consumo de eletricidade no setor residencial [...].

D23: No setor residencial brasileiro, destacam-se os consumos de eletricidade, gás liquefeito de petróleo (GLP) e lenha.

D24: O número de domicílios é variável, fundamental para estimar a demanda de energia, especialmente a demanda residencial por eletricidade. Seu valor é obtivo pelo produto da população residente pelo inverso da relação habitante/domicílio cuja projeção é realizada a partir de dados censitários.

Nas citações relacionadas à palavra Eletricidade, os trechos das citações evidenciam que a análise do acesso à eletricidade tem relação com a posse de eletrodomésticos básicos, como a geladeira e que o consumo de eletricidade das famílias é maior para o uso de eletrodomésticos do que para iluminação. Além do mais, o uso de combustíveis não tradicionais, como a lenha, ainda é utilizada como fonte de eletricidade.

Verifica-se que o acesso à eletricidade ainda enfrenta desafios, o que fica claro pela citação em que se constata que a lenha ainda é utilizada em domicílios brasileiros para eletricidade. De fato, a universalização da eletricidade é um desafio enfrentado pelo setor energético no Brasil, e que vem sendo alvo de programas e políticas que buscam levar os serviços básicos de eletricidade aos lugares mais remotos, a exemplo do Programa Luz para Todos. Quanto mais famílias tiverem acesso aos serviços de eletricidade, mais as ações do setor de energia estão caminhando para a sustentabilidade energética, tendo em vista o alcance de populações e comunidades que podem, a partir de então, ter uma qualidade de vida mais digna e segura do ponto de vista social.

O Programa Luz para Todos, ainda em vigência, é um exemplo da política pública desenvolvida no Brasil e que visa garantir que as necessidades energéticas da população sejam atendidas. Um estudo realizado por Campelo *et al.* (2018), que buscou evidenciar as desigualdades no Brasil durante o período de 2003 a 2015, demonstra que o país universalizou o direito à luz, porém, alguns públicos específicos em territórios isolados ainda carecem que o governo atue de forma mais direcionada, para que populações mais pobres conquistem o acesso a esse bem tão importante para a melhoria das condições de vida.

Tal postura é relevante por que o acesso aos serviços básicos de energia está ligado à condições de melhoria da qualidade de vida, diminuição de desigualdades e promoção de desenvolvimento. A esse respeito, Vera e Langois (2007) destacam como o acesso aos serviços básicos de energia pode impulsionar ou limitar o desenvolvimento sustentável. Desse modo, a sustentabilidade energética está diretamente relacionada à prestação de serviços de energia de forma sustentável, de modo que todas as pessoas tenham possibilidade de, através desses serviços, atender as suas necessidades básicas (ROSEN, 2009).

A eletricidade, portanto, é um dos benefícios que a sociedade pode auferir mediante políticas de energia que priorizem o bem estar e a qualidade de vida, como condições

necessárias para a promoção do desenvolvimento sustentável, uma vez que o viés social é considerado um dos pilares do desenvolvimento. Quanto mais famílias tiverem acesso a bens que melhorem suas condições de vida, mais desenvolvimento pode ser promovido através da relação de contrapartida que isso pode trazer para o Estado, no sentido de absorção de benefícios sociais que refletem em outros campos de atuação das políticas e que ultrapassam o campo de atuação do setor elétrico, mas que estão relacionados com o mesmo. A seguir, são apresentadas as citações relacionadas a este indicador que apresentam a palavra residencial. As citações se referem ao uso e consumo de energia neste setor.

b) Residencial

A segunda palavra que mais se destacou na Nuvem de palavras do código/indicador Famílias com acesso à eletricidade foi Residencial.

O acesso à eletricidade está relacionado ao número de domicílios/residências que têm acesso aos serviços básicos de energia e, portanto, às famílias que podem usufruir da energia através do uso de eletrodomésticos, iluminação, aquecimento, resultando em uma melhor qualidade de vida, redução da pobreza e diminuição das desigualdades sociais.

D4: No setor residencial, foi considerado o uso de equipamentos eletrodomésticos mais eficientes para os usos finais: refrigeração, aquecimento de água. Iluminação, e condicionamento de ar [...].

D24: No horizonte decenal, estima-se que o número de habitantes por domicílio no Brasil caia de 3,1 em 2010 para 2,7 em 2020, o que significa, considerada as projeções da população, aumento de cerca de 15 milhões de domicílios no país no período.

O aumento de domicílios implica maior demanda por serviços de energia e, portanto, necessidade de expansão do parque de geração, distribuição e comercialização. Da mesma forma, isso implicará em um consumo maior por eletrodomésticos e energia para as residências para atender necessidades como iluminação, refrigeração e aquecimento.

No Brasil, a promoção do acesso à energia é ainda mais importante, já que um dos desafios para superar a pobreza está ligado ao número de indivíduos que não dispõem de serviços básicos como energia e saneamento nas residências. Isso é uma questão que envolve distribuição não homogênea em todo o território nacional e também uma questão econômica e social, tendo em vista que muitas pessoas não dispõem de serviços de energia por limitações financeiras. Assim, o Estado deve exercer sua função social ao buscar oferecer condições para

que a sociedade possa usufruir de um serviço básico, através de políticas que visem gerar emprego e renda.

Diante do exposto, o indicador seguinte apresenta uma análise da condição de poder aquisitivo da população para possibilitar acesso à energia.

4.2.1.2 Código/Indicador Renda Gasta com Eletricidade ou Combustível

O indicador % da renda familiar gasta com combustível ou eletricidade está relacionado ao rendimento disponível das famílias (ou consumo privado) gasto em combustível e eletricidade (IAEA, 2007). Como impulsionadora do desenvolvimento sustentável, a variável renda deve proporcionar condições mínimas de acesso à energia, sobretudo para as populações menos favorecidas. Desse modo, essa variável pode ser um indicador que contribui ou inibe o acesso aos serviços de energia.

Em termos de acesso à energia, esse indicador também é uma importante medida de efetividade de políticas, permitindo que mais pessoas possam ter em seus lares, ao menos, os serviços básicos de energia. A renda das famílias possibilita acesso a eletrodomésticos que lhes proporcionem melhor qualidade de vida, por exemplo. Isso é nítido quando se observa a avaliação do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística – IBGE, quando busca identificar, através dos censos, a posse de eletrodomésticos pelas famílias como indicador de melhoria da renda e de melhores condições.

A Nuvem de palavras abaixo evidencia aqueles vocábulos que mais citações tiveram vinculadas ao indicador Renda gasta com eletricidade e combustível.

Figura 12 – Nuvem de palavras do código/indicador Renda gasta com eletricidade e combustível.



Fonte: Dados da pesquisa.

Na nuvem de palavras da Figura 12 as palavras mais frequentes nas citações vinculadas ao indicador Renda gasta com eletricidade e combustível foram: renda e energia. Outras palavras como posse, famílias e eletrodomésticos foram menos frequentes nas citações, todavia, apresentam relação com o indicador analisado, já que a renda percebida pelas famílias permite uma posse maior de bens e serviços possibilitados pelo aumento da renda. A seguir, estão descritas as palavras de maior representatividade em termos de frequência e que trouxeram relação com o conceito do código/indicador.

a) Renda

O termo renda apresentado na Nuvem de palavras foi repetido em 11 citações vinculadas ao indicador analisado, sendo, portanto, a palavra-chave do código/indicador renda gasta com eletricidade e combustível. A renda percebida pelas famílias pode impactar a posse de bens e o acesso à energia, de modo a promover maior qualidade de vida, além de diminuir a disparidade entre indivíduos e regiões, demonstrando a relação da eletricidade e seus efeitos no âmbito social, bem como seu papel na construção de uma sociedade mais justa e igualitária.

D4: [...] a ANEEL estabeleceu o direcionamento de pelo menos 50% dos recursos desse programa para o uso eficiente de energia junto a consumidores residenciais de baixa renda (adequação de instalações elétricas internas das habitações, doações de equipamentos eficientes, entre outros).

D21: [...] crescimento da renda média familiar sobre o consumo de GLP, seja pela maior utilização do combustível, seja pela substituição à lenha, seja pelos ganhos de eficiência dos fogões provenientes da etiquetagem compulsória [...].

D23: Com relação à posse de equipamentos eletrodomésticos, admitiu-se que o aumento da renda per capita é indutor da expansão do estoque desses equipamentos nos domicílios.

Na perspectiva do código/indicador Renda gasta com eletricidade e combustível, as citações vinculadas a este indicador envolvem o papel dos programas de eficiência energética implementados pelo governo brasileiro, para buscar um desempenho mais econômico de equipamentos e eletrodomésticos, através, em alguns casos, da substituição por outros mais eficientes para famílias de baixa renda.

Ademais, a renda média das famílias apresenta relação direta com a posse de bens e equipamentos e, conseqüentemente, com o aumento no consumo de energia. De acordo com a EPE (2017), a eletricidade continua sendo a principal fonte de energia dos domicílios, o que se deve à universalização dos serviços de distribuição de energia e à posse de eletrodomésticos

resultantes da elevação média da renda das famílias. Assim, a renda gasta com eletricidade depende da renda média percebida pelas famílias, que poderão ter acesso a “bens” que melhorem a qualidade de vida das mesmas.

A partir das discussões sobre desenvolvimento sustentável, a relação do consumo energético com a renda tem sido objeto de estudo, apontando para o fato de que o acesso a uma determinada quantidade de energia pode promover soluções relacionadas à disparidade de renda, uma vez que promove equidade e condições de acesso mais justas. Associa-se a isso a necessidade de suprimento de energia segura e confiável para que uma economia ou região possa se desenvolver, bem como para que seus indivíduos possam ter acesso adequado a serviços que são fundamentais como educação, saúde e saneamento (ROMÉRO; REIS, 2012).

Destarte, percebe-se que a renda é um indicador que contribui não apenas para a melhoria da vida dos indivíduos de forma particular, mas para o desenvolvimento econômico e social de regiões. Este indicador está relacionado ao indicador Geração de emprego que será apresentado mais adiante. A seguir, são apresentadas as citações que apresentaram a palavra energia de forma mais frequente no processo de codificação.

b) Energia

No caso da palavra energia, as citações vinculadas ao indicador Renda gasta com eletricidade e combustível, apresentam a importância da melhoria na renda das famílias para que o acesso aos serviços e equipamentos que necessitam de energia sejam possíveis.

D4: O que se nota, portanto, é que a posse e, conseqüentemente, o uso deste tipo de equipamento estão ligados não só à temperatura média da região, como também ao seu nível econômico, que reflete as diferentes condições de acesso à energia entre as classes de renda.

D29: Espera-se que o consumo total de energia no setor residencial cresça 1,8% ao ano entre 2016 e 2026, resultado conjunto do aumento da renda média das famílias, do número de novos domicílios, das políticas de eficiência energética e da expansão da malha de distribuição de combustíveis.

As duas citações selecionadas reforçam a relação da renda com o acesso à energia, sobretudo o aumento da renda média e o impacto no aumento do consumo de eletricidade e combustível pelas famílias. Desse modo, a renda gasta com eletricidade depende da renda média percebida pelas famílias, que poderão ter acesso a “bens” que melhorem a qualidade de vida das mesmas.

As outras palavras que aparecem na Nuvem com menor frequência estão inseridas, na maioria dos casos, nas mesmas citações em que as palavras, renda e energia aparecem, como também as palavras como equipamentos, posse e famílias. Todas essas palavras estão presentes em citações correlacionadas, ou seja, em uma citação é possível encontrar até quatro das palavras-chave apresentadas na Nuvem de palavras.

A seguir, o indicador Geração de emprego é apresentado como condição que permite o aumento da renda e do poder aquisitivo da população, influenciando, portanto, as condições de acesso à energia.

4.2.1.3 Código/Indicador Geração de Emprego

O indicador Emprego está relacionado ao nível de emprego da população ou região. Este indicador tem relação direta com o indicador Renda, tendo em vista que pode promover as condições de renda mínima para que a população tenha acesso aos serviços de energia. A escolha desse indicador deve-se ao fato de que o nível de emprego de um país reflete diretamente na melhoria das condições de vida da população, através da geração de emprego e aumento do poder aquisitivo das famílias.

Além do mais, a cadeia de geração, transmissão e comercialização de energia é uma possibilidade de ampliação da oferta de empregos, fazendo com que mais pessoas tenham acesso a empregos formalizados e, conseqüentemente, mais condições de acesso aos serviços básicos de energia, já que o emprego promove a geração de renda e possibilita a posse de bens e serviços que permitem o aumento do consumo de energia.

A Figura 13 apresenta a Nuvem de palavras em que as palavras-chave, empregos, geração e diretos aparecem na maioria das citações relacionada com o código/indicador Geração de emprego.

considerando somente empregos diretos gerados pela construção de usinas hidrelétricas.

D26: Além de ambientalmente favorável, o aproveitamento energético e racional da biomassa tem promovido o desenvolvimento de regiões menos favorecidas economicamente, seja por meio da criação de empregos e da geração de receita, como pela redução dos problemas associados ao êxodo rural.

D28: [...] a construção de PCHs representa importante oportunidade de emprego e renda para as populações das regiões onde estão inseridas, especialmente por priorizarem a contratação de mão de obra local. Ao longo do horizonte decenal é esperada a geração de um total de cerca de 58.800 empregos diretos, considerando os trabalhadores no pico da obra de cada projeto.

Todas as fontes de energia disponíveis no Brasil, apresentam potencial de geração de empregos, o que pode ser percebido pela citação D4 em que é mencionada a relevância do papel do setor elétrico para o desenvolvimento sustentado do país. A geração de postos de trabalho é um dos impactos sociais proporcionados pelo desenvolvimento e expansão do setor elétrico que passam a demandar mão-de-obra em toda cadeia produtiva.

Outro destaque interessante é o crescimento da indústria de componentes que também abre novas frentes de trabalho. No Brasil, o destaque está na indústria de componentes para a geração de energia eólica, em que indústrias estrangeiras passam a se instalar no país devido à expansão dessa fonte na matriz elétrica.

Além dos benefícios de geração de emprego e renda, outros benefícios relacionados à fixação do homem no meio rural podem ser percebidos em função das oportunidades que são geradas no campo para a produção de determinadas fontes de energia, como é o caso da biomassa que, além gerar uma energia de menor impacto ambiental e gerar empregos e consequentemente renda, termina por contribuir modificando a realidade de comunidades em determinadas regiões, mais uma vez impactando social, ambiental e economicamente regiões específicas.

De acordo com Alves (2010), é de interesse dos países desenvolvidos a geração de empregos provenientes da cadeia de geração, distribuição e comercialização de energia. Do ponto de vista das energias renováveis como a eólica, por exemplo, a geração de emprego e renda apresenta um papel socioeconômico relevante em regiões carentes, uma vez que, através de arrendamentos de terras, permite a injeção de renda em regiões com economias pouco desenvolvidas, como o semiárido brasileiro (MELO, 2013).

Essa realidade já havia sido constatada por Goldemberg (2004) em estudos em que fez um levantamento sobre a geração de empregos na cadeia da energia. Tal levantamento apontou uma geração superior de empregos na cadeia de energia de fontes renováveis, exceto a

hidroeletricidade, quando comparado à cadeia de energia de fontes poluentes. Assim, diante de tais resultados, aponta-se a importância desse indicador e da atuação da política e do planejamento energético para que, de fato, se possa não apenas gerar energia de menor impacto ambiental, mas buscar atender às realidades de cada região, permitindo que as atividades relacionadas à geração de energia possam também trazer impactos econômicos e sociais positivos para as comunidades em que estão inseridas, cumprindo, assim, o seu papel sustentável em todas as suas dimensões.

b) Gerados/Geração

As citações vinculadas às palavras gerados/geração são as mesmas citações vinculadas ao termo emprego, ou seja, estão correlacionadas. Assim, para que os apontamentos não se tornem repetitivos, as citações não serão apresentadas.

Uma vez que o poder aquisitivo permite que as famílias tenham acesso aos serviços de energia, influencia também o aumento do consumo desses serviços.

4.2.1.4 Código/Indicador Consumo de Energia

O indicador Consumo per capita de energia está relacionado ao uso de energia em termos de oferta total de energia primária (OTE), o consumo final total (CFT) e a utilização final de electricidade per capita (IAEA, 2007). Esse indicador é fundamental para mensurar o progresso da qualidade de vida, tendo em vista que a energia é um fator limitador ou impulsionador do desenvolvimento econômico. Por outro lado, o aumento do consumo de energia pode trazer uma pressão maior sobre o meio ambiente, através da exploração dos recursos energéticos, sendo, portanto, importante a mensuração do consumo per capita para avaliar os impactos positivos e negativos que esse consumo pode proporcionar.

De acordo com Goldemberg (1998), o consumo per capita pode ser usado como orientador de problemas que afetam a expectativa de vida, mortalidade infantil, analfabetismo e número médio de filhos por família, sobretudo para países mais pobres. Sendo assim, ao se buscar a relação da energia com o desenvolvimento de uma sociedade, esses indicadores se apresentam como função do consumo de energia comercial per capita.

A figura abaixo apresenta a Nuvem de palavras em que as palavras-chave consumo e energia aparecem na maioria das citações relacionadas ao código/indicador Consumo de energia.

Figura 14 – Nuvem de palavras do código/indicador Consumo de energia.



Fonte: Dados da pesquisa.

As palavras-chave que aparecem com maior frequência na Nuvem de palavras são consumo e energia, seguidas de elétrica e residencial. As citações vinculadas a estas palavras remetem ao importante papel do consumo de energia de uma sociedade para o seu desenvolvimento. Contudo, esta medida de consumo depende das características demográficas, sociais e econômicas de cada região, já que o desenvolvimento tratado por este indicador remete à promoção da melhoria da qualidade de vida que, por sua vez, depende de indicadores como analfabetismo, mortalidade infantil, expectativa de vida, etc.

Por outro lado, o consumo de energia também é uma medida que visa avaliar a eficiência do uso da energia. O sentido do uso eficiente e a redução do consumo se dá através da utilização de tecnologias e equipamentos que consigam ofertar o mesmo nível de atendimento com menos consumo de energia.

a) Consumo

D5: O Programa Emergencial de Redução do Consumo de Energia Elétrica tem por objetivo compatibilizar a demanda de energia com a oferta, de forma a evitar interrupções intempestivas ou imprevistas do suprimento de energia.

[...] II - otimizar o consumo de energia, priorizando setores estratégicos;

III - deflagrar campanhas educativas com vistas a conscientizar a população para a necessidade da redução do consumo de energia;

IV - estimular a imediata substituição de aparatos, equipamentos e instalações tecnologicamente superadas em seus níveis de consumo energético;

D 20: O consumo de energia elétrica de um país é função de uma série de variáveis, tais como o seu nível de desenvolvimento, o número de habitantes, a estrutura da sua matriz energética, a sua estrutura econômica, os hábitos de consumo de sua população, entre outras.

D 20: [...] a expansão do consumo de energia elétrica representada nas três trajetórias certamente virá acompanhada de crescimento econômico e desenvolvimento regional. Notadamente, esse processo será mais intenso na região Norte, reduzindo as disparidades regionais existentes hoje no país.

D23: [...] o consumo de energia no setor residencial depende de variáveis demográficas, como a população, o número de domicílios e o número de habitantes por domicílio, e de variáveis relativas à expansão da renda e do PIB. Essas mesmas variáveis influenciam, também, outros setores de consumo, como é o caso de comércio e serviços.

D28: A evolução do consumo residencial de energia resulta, basicamente, da combinação dos seguintes efeitos: o crescimento do número de domicílios, a evolução da posse e do uso dos equipamentos eletrodomésticos, a potência de consumo de cada equipamento e a evolução dos índices de eficiência energética dos mesmos.

As relações que as citações indicam são entre o consumo de energia e o nível de desenvolvimento. De um modo geral o aumento no consumo de energia significa que as pessoas estão tendo a possibilidade de acesso a uma melhor qualidade de vida, o que implica aumento da renda para usufruir de bens e serviços. A medida que expressa desenvolvimento, também apresenta uma relação com a redução do analfabetismo e da mortalidade infantil e aumento da expectativa de vida. Contudo, o aumento do consumo também pode indicar aumento da população que passa a demandar mais energia para atender suas necessidades, o que implica também em uso mais intenso de recursos energéticos para atender a demanda.

A partir dessa realidade, também se justificam o desenvolvimento de programas para promover a redução do consumo de energia, como forma de preservação dos recursos energéticos e uso mais adequado da mesma.

Tal afirmativa fica explícita na citação D5, em que é mencionado o Programa Emergencial de Redução do Consumo de Energia Elétrica, que teve o objetivo de estimular o uso mais eficiente da energia através da conscientização e da substituição de aparelhos por outros que apresentassem menor consumo. Esse programa foi lançado durante a crise energética de 2001, mas ainda hoje suas medidas são objeto de ações no setor elétrico brasileiro, tendo em vista que o país não apresenta estabilidade em termos de segurança do abastecimento e oferta de energia, o que é confirmado a cada crise anunciada, como a ocorrida em 2012.

Isso revela o caráter emergencial da política e do planejamento energético do país em muitos momentos, especialmente na evolução do setor elétrico. Dentro dessa perspectiva, é importante destacar que o indicador Consumo de energia é uma medida de avaliação de

efetividade de políticas que fomentam a democratização do acesso à energia e, ao mesmo tempo, que promovem um melhor uso dos recursos energéticos e equipamentos elétricos. O Programa Luz para Todos, o Programa Emergencial de Termelétricas e o Programa Nacional do Álcool – PROÁLCOOL foram e são programas que tiveram o intuito de permitir, em caráter emergencial, que a sociedade brasileira continuasse com acesso aos serviços de energia elétrica, bem como ao combustível para atender às suas necessidades, em situações de crise relacionada à oferta de energia.

Para complementar a efetividade desses programas, outros foram lançados para promover o uso eficiente da energia e manter um nível de consumo que não impactasse de forma negativa nas condições de vida da população e no desenvolvimento do país. Esses programas serão melhor apresentados na seção sobre eficiência energética.

A seguir, são apresentadas as citações vinculadas ao indicador Consumo de energia, em que a palavra energia aparece mais frequentemente.

b) Energia

As citações relacionadas à palavra energia estão correlacionadas com as citações referentes à palavra Consumo, na maioria das vezes, e fazem referência ao papel que o consumo de energia tem no desenvolvimento. Outras citações demonstram a necessidade de reduzir o consumo por meio da conservação.

D4: Em 2000, a crise de abastecimento de energia elétrica experimentada no País, levou à necessidade de implantação de ações que promovessem a racionalização do consumo de energia elétrica de maneira rápida e emergencial, procurando assim, evitar seu racionamento.

D20: Na elaboração das projeções do consumo de energia elétrica também é importante analisar o potencial de conservação e as perspectivas de aumento de eficiência energética da economia, bem como as respectivas metas de conservação e eficiência e as políticas propostas para alcançá-las.

D21: Como consequência das premissas adotadas, a lenha apresenta uma perda continuada de participação no consumo de energia, não só no setor residencial, como também no setor industrial e demais setores, devido, principalmente, ao efeito de substituição por GLP e gás natural.

D21: existem outros fatores que contribuem para a expansão do consumo de energia elétrica, a exemplo do crescimento da população, que é motor do crescimento vegetativo do consumo.

D23: As premissas demográficas, macroeconômicas e setoriais, assim como aquelas relativas à eficiência energética e à autoprodução, têm papel fundamental na

determinação da dinâmica do consumo de energia, com implicação direta no comportamento de vários indicadores setoriais.

Nas citações relacionadas à palavra energia, e que também dizem respeito ao consumo, são apresentados fatores que resultam no aumento do consumo, como o crescimento da população. Outro fator que também foi apresentado como impulsionador do aumento do consumo de energia foi o crescimento da renda e de empregos que permitem que a população tenha mais acesso aos serviços de energia. Contudo, o outro lado dessa questão deve fazer referência ao fato de que o maior consumo de energia implica na necessidade de maior oferta e expansão do parque gerador que, por sua vez, também precisa explorar de forma mais intensa os recursos energéticos.

Desse modo, as citações selecionadas e apresentadas que fazem referência à palavra energia, demonstram uma perspectiva de conservação, no sentido não de menor acesso à energia, mas de melhor uso, de substituição de fontes mais poluentes, como a lenha, por exemplo. São medidas e ao mesmo tempo resultados de uma tentativa de manter os padrões de consumo do setor elétrico e energético sem, no entanto, usar mais energia do que seria suficiente para atender as necessidades da sociedade. Isso fica claro a partir dos programas lançados pelo governo que promovem a eficiência energética e a redução do consumo, através de ações de conscientização e política de substituição de equipamentos e eletrodomésticos, que serão apresentados em seção apropriada.

A seguir são apresentadas as citações em que a palavra elétrica aparece com maior frequência vinculada ao indicador Consumo de energia.

c) Elétrica

As citações que fazem referência a palavra elétrica estão correlacionadas com as citações que apresentam as palavras consumo e energia.

D20: O consumo de energia elétrica de um país é função de uma série de variáveis, tais como o seu nível de desenvolvimento, o número de habitantes, a estrutura da sua matriz energética, a sua estrutura econômica, os hábitos de consumo de sua população, entre outras.

D20: [...] a expansão do consumo de energia elétrica representada nas três trajetórias certamente virá acompanhada de crescimento econômico e desenvolvimento regional.

D29: No setor residencial, o condicionador de ar será o principal responsável pelo consumo de energia elétrica nos domicílios.

Como é possível perceber, as citações apresentadas para a palavra elétrica estão correlacionadas com as palavras consumo e energia e fazem referência as mesmas discussões voltadas para promoção do desenvolvimento e conservação de energia, tendo em vista o sentido de complementação para o termo Consumo de energia elétrica.

Da mesma forma que a palavra elétrica, a palavra residencial apresenta citações que estão correlacionadas com as citações apresentadas para consumo e energia. De um modo geral, as citações se referem ao consumo de eletricidade no setor residencial.

d) Residencial

D27: No setor residencial brasileiro, destacam-se os consumos de eletricidade, do gás liquefeito de petróleo (GLP) e da lenha, sendo os dois últimos destinados principalmente aos serviços de cocção de alimentos e aquecimento de água para banho.

D29: O setor residencial brasileiro é responsável por cerca de 10% da demanda total de energia no Brasil e quase $\frac{1}{4}$ da demanda de eletricidade no Brasil.

Para não se tornar redundante, optou-se por expor as citações que ainda não haviam sido apresentadas no estudo das palavras analisadas anteriormente. Desse modo, as citações apresentadas para a palavra residencial se referem ao consumo de eletricidade neste setor, as fontes mais comuns de energia e a representatividade desse consumo para o panorama de demanda de eletricidade no país.

Para facilitar o entendimento dessas associações entre as palavras apresentadas e os indicadores da dimensão Acesso à energia, o próximo item faz referência ao processo de associação entre os indicadores analisados nessa dimensão. O objetivo dessa análise, chamada de coocorrência entre os indicadores, avalia a intensidade com que estes indicadores estão associados, a partir da identificação de citações coocorrentes em que mais de um indicador é codificado ou que apresente um sentido de complementação ou continuidade de sentidos relacionados aos conceitos de cada um.

4.2.1.5 Relação entre os Indicadores da Dimensão Acesso à Energia utilizando o Coeficiente “c”, Índice de Jaccard “IJ” e Correlação de Pearson “r”

Diante da análise das Nuvens de palavras para os códigos/indicadores da dimensão Acesso à energia, Consumo de energia, Famílias com acesso à eletricidade, Geração de

emprego e Renda gasta com eletricidade, foi possível identificar muitas citações que faziam referência a mais de uma palavra analisada, como também a mais de um indicador. Isso mostra como o conjunto de indicadores para esta dimensão está associado, no sentido de que um indicador pode, muitas vezes, complementar, está inserido, encerrar, sobrepor, seguir ou proceder outro indicador.

A análise de coocorrência está relacionada à frequência com que dois códigos/indicadores são citados em um documento. O número de vezes com que os indicadores são citados de forma conjunta determina a força da relação entre eles, bem como a relevância dos mesmos nos documentos em que foram citados. No caso do estudo em questão, a frequência com que os indicadores são citados de forma conjunta, podem determinar o conjunto de métrica mais importantes para a execução da política energética nacional. A Tabela 5 apresenta a associação entre indicadores a partir da matriz de coocorrências.

Tabela 5 – Coocorrências da dimensão Acesso à energia.

	Consumo de energia		Famílias com acesso à Eletricidade		Geração de emprego		Renda gasta com eletricidade	
	Citações	(c)	Citações	(c)	Citações	(c)	Citações	(c)
Consumo de energia	0	0,0	8	0,04	0	0,0	0	0,0
Famílias com acesso à Eletricidade	8	0,04	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Geração de emprego	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Renda gasta com eletricidade	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

(c): Coeficiente de associação.

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise de coocorrência para essa dimensão da sustentabilidade energética está relacionada ao número de citações que foram codificadas e que apresentam relação com mais de um indicador. A Tabela 5 demonstra que os códigos/indicadores Consumo de energia e Famílias com acesso à eletricidade apresentaram a coocorrência de oito citações, ou seja, do total de citações codificadas para cada um desses códigos/indicadores, oito citações apresentam associação com o conceito dos dois indicadores, conforme pode ser observado nas citações abaixo:

D23: A projeção do consumo de energia elétrica é feita por subsistema elétrico e por classe de consumo (residencial, comercial, industrial e outras classes), a partir de parâmetros e indicadores típicos do mercado de eletricidade e de premissas demográficas, macroeconômicas, setoriais, de autoprodução e de eficiência energética.

D27: Com relação ao uso de combustíveis, o aquecimento direto (energia térmica) é o mais importante uso final da energia nas residências (MME, 2005), sendo a finalidade principal o processamento de alimentos (cozção).

As citações apresentam relação entre o onsumo de energia elétrica e o acesso à eletricidade por parte das famílias. Essa relação é apresentada pela codificação que menciona o uso de combustível para aquecimento no setor residencial como um dos tipos de consumo de energia apresentado pelo setor, e que são analisados nos documentos referentes à política energética brasileira.

A citação do documento D23 se refere a medidas que permitem analisar a projeção do consumo de energia, a exemplo do residencial. Em termos de associação entre essas duas citações, o uso de combustíveis apresentado na citação D27 pode ser interpretado pelo operador “Dentro”, o que significa que o uso de combustível para o processamento de alimentos é uma medida que está inserida na projeção do consumo residencial de energia.

O coeficiente C apresentado na tabela acima é o resultado da normalização dos valores absolutos de citações. Esse coeficiente é analisado a partir dos valores que variam entre 0 a 1. Quanto mais próximos de 1 mais forte é a associação entre os códigos, nos documentos apresentados. No caso do valor apresentado na Tabela 5, o Coeficiente C foi 0,04, o que significa que, nos documentos analisados, a associação apresentada entre os indicadores Consumo de energia e Famílias com acesso à eletricidade é fraca.

Além da análise, a partir do coeficiente C, é possível avaliar também a intensidade da relação entre dois códigos/indicadores através da frequência de citações em que um código/indicador A e B aparecem conjuntamente. Essa intensidade é medida através do índice de Jaccard- IJ que, assim como o Coeficiente C, avalia a intensidade da relação entre os códigos/indicadores, através de uma medida que varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1 mais intensa é essa relação e quanto mais próxima de 0, menos intensa. O valor 0 indica ausência de citações em que os dois códigos/indicadores foram citados conjuntamente.

A Tabela 6 apresenta a matriz de similaridade com o IJ normalizado para a dimensão Acesso à energia.

Tabela 6 – Índice de Jaccard para a dimensão Acesso à energia.

(Continua)

	Consumo de energia	Famílias com acesso à eletricidade	Geração de emprego	Renda gasta com eletricidade e combustível
Consumo de energia	1			
Famílias com acesso à eletricidade	0,8125	1		
Geração de emprego	0,75	0,5625	1	

Tabela 7 – Índice de Jaccard para a dimensão Acesso à energia.

(Conclusão)

Renda gasta com eletricidade e combustível	0,4375	0,53846154	0,46153846	1
---	--------	------------	------------	---

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme dados apresentados na tabela acima, de um modo geral, a intensidade das relações entre os códigos indicadores apresenta valores que permitem indicar associações entre pares de indicadores nas citações que foram codificadas. O indicador Consumo de energia apresenta uma relação de intensidade forte com o indicador Famílias com acesso à eletricidade e com o indicador geração de emprego, com um IJ 0,8125 e 0,75 respectivamente. Já o IJ para a relação com o indicador Renda gasta com eletricidade e combustível, a relação de associação apresentada foi média, 0,4375.

O indicador Famílias com acesso à eletricidade apresenta um grau de associação com os indicadores Geração de emprego e renda gasta com eletricidade e combustível médio, com o IJ de 0,5625 e 0,53846, respectivamente. O indicador Geração de emprego apresenta um grau de associação também médio, com IJ 0,4615. A intensidade da associação entre esses indicadores é importante para o entendimento de que o resultado da métrica de um indicador tem influência sobre outro ou outros, bem como permite identificar, por exemplo, um grupo de indicadores que apresentam associações mais intensas, apesar de fazerem parte de um mesmo conjunto. Isso é importante, especialmente para a análise da política energética, à medida que se entende que alguns indicadores apresentam maior relevância que outros, uma vez que influenciam no resultado de outros indicadores.

Um exemplo que expressa tais resultados são as duas citações apresentadas abaixo. A citação D23 foi codificada tanto para o indicador Consumo de energia como para o indicador Famílias com acesso à eletricidade. Isso significa que existe associação entre esses dois indicadores. Essa associação pode ser percebida pelo fato de que quanto mais famílias têm acesso aos serviços básicos de energia, mais impacta o aumento no consumo de energia. O indicador Emprego também apresenta associação com o acesso aos serviços de energia, com o consumo de energia e com a geração de renda que permitirá elevação nos resultados desses dois últimos indicadores.

A citação D28 apresenta associação com todos os demais indicadores, uma vez que o acesso ao emprego pode elevar a renda gasta com eletricidade e combustível, ou seja, possibilita um maior acesso à serviços básicos de eletricidade e, conseqüentemente, impacta no consumo de energia.

D23 - A projeção do consumo de energia elétrica é feita por subsistema elétrico e por classe de consumo (residencial, comercial, industrial e outras classes), a partir de parâmetros e indicadores típicos do mercado de eletricidade e de premissas demográficas, macroeconômicas, setoriais, de autoprodução e de eficiência energética.

D28 - [...]geração de emprego e renda com crescimento da economia local, especialmente quando instalado em regiões pouco desenvolvidas.

Essas influências mostram a correlação entre os indicadores, considerando o conjunto de citações de cada um deles com os demais que fazem parte da dimensão Acesso à energia. A correlação entre indicadores também pode ser representada a partir do Coeficiente de Correlação de Pearson – (r), que pode variar de sentido negativo para positivo e força fraca, moderada ou forte. Como o Coeficiente C e o Índice de Jaccard, a avaliação do Coeficiente (r) é uma medida que avalia as relações entre pares de indicadores e variam de -1 a 1. Quanto mais próximo de 1, mais forte é essa correlação.

A Tabela 7 abaixo apresenta as correlações “r” entre os pares de indicadores para o conjunto de indicadores da dimensão Acesso à energia.

Tabela 8 – Correlação de Pearson para a dimensão Acesso à energia.

	Consumo de energia	Famílias com acesso à eletricidade	Geração de emprego	Renda gasta com eletricidade e combustível
Consumo de energia	1	0.106270	-	0.33252341
Famílias com acesso à eletricidade	3	1	0.1256018	0.68361608
Geração de emprego			1	0.18226584
Renda gasta com eletricidade e combustível				1

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com a Tabela 7, os indicadores Renda gasta com eletricidade e combustível e Famílias com acesso à eletricidade apresentam uma correlação moderada positiva, o que significa que quanto maior o acesso à energia, maior será a renda gasta com eletricidade e combustível. Os demais resultados, apesar de apresentarem correlações pouco significativas, ou seja, fracas, demonstram que o aumento no consumo de energia também implica em maior renda gasta com eletricidade e combustível. Já os pares de indicadores Geração de emprego e Consumo de energia e Geração de emprego e Famílias com acesso à eletricidade apresentam correlação fraca negativa, o que significa dizer que existe pouca relação entre esses indicadores

nos documentos analisados. Em termos estatísticos, esse resultado implicaria em uma relação inversa de modo que, o aumento de um desses implicaria na diminuição do outro. Contudo, na prática, o que acontece é uma relação direta entre esses pares de indicadores, ou seja, o aumento do acesso à energia resulta em mais renda destinada a gastos com eletricidade e combustível e, conseqüentemente, maior consumo de energia.

O resultado apresentado na Tabela 7 está relacionado aos documentos que foram analisados, portanto, expressam a correlação e associação entre os indicadores da dimensão Acesso à energia, a partir da abordagem dos documentos que representam a política e o planejamento energético nacional.

É importante ressaltar que a promoção do acesso aos serviços de energia não depende apenas das medidas apresentadas pelos indicadores que compõem essa dimensão. Programas de eficiência energética podem possibilitar o uso de tecnologias que tornem a oferta de energia mais competitiva e, portanto, uma oferta mais justa em termos de acessibilidade para todas as classes sociais.

A seguir, a dimensão Eficiência energética apresenta medidas que envolvem o uso e o consumo de energia. Os indicadores dessa dimensão, apesar de apresentarem um caráter mais técnico e operacional, podem, indiretamente, refletir na promoção de um maior acesso aos serviços de energia à populações mais vulneráveis e em localidades remotas.

4.2.2 Eficiência Energética

A definição de Eficiência energética abrange a consideração de diferentes abordagens e uma gama de indicadores de consumo de energia. Em outras palavras, a eficiência energética envolve todas as mudanças que resultam na redução de energia usada para um determinado serviço ou nível de atividade, o que não está obrigatoriamente vinculada à mudanças técnicas, tendo em vista que também pode ser o resultado de um melhor gerenciamento e organização, ou melhoria da eficiência econômica do setor (WEC).

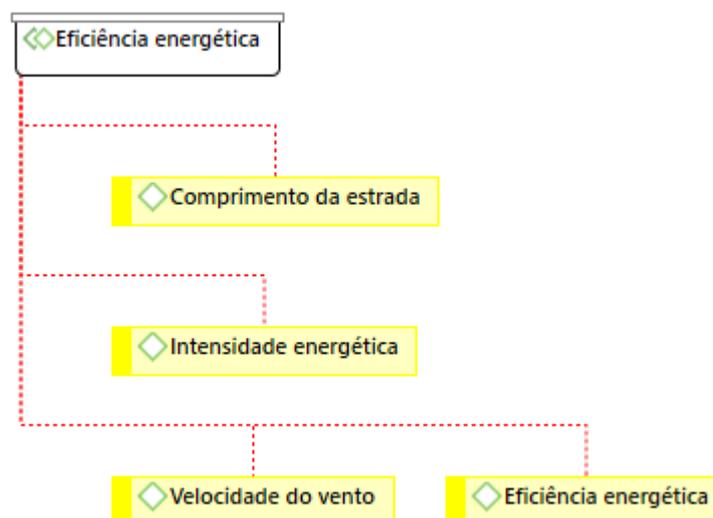
Para os economistas, a eficiência energética tem um significado mais amplo: abrange todas as mudanças que resultam na diminuição da quantidade de energia usada para produzir uma unidade de atividade econômica (por exemplo, a energia usada por unidade de PIB ou valor agregado). Estas mudanças estão associadas à eficiência econômica e inclui mudanças tecnológicas, comportamentais e econômicas. A eficiência energética é primeiro uma questão de comportamento individual e reflete a lógica dos consumidores de energia. Evitar o consumo

desnecessário de energia ou escolher o equipamento mais adequado para reduzir o custo de energia ajuda a diminuir o consumo individual sem diminuir a qualidade de vida (GOLUSIN *et al.* 2013).

A Eficiência energética é um recurso disponível para todos. Ela se refere ao fato de que iniciativas podem ser tomadas por todos os governos no sentido de desenvolver ações para otimizar o uso de energia sem, no entanto, ferir a disponibilidade de recursos energéticos para atendimento das demandas da sociedade. Tais ações podem ser desenvolvidas no setor industrial, no setor de transporte, na agricultura, nas residências e nos mais variados serviços que utilizam energia. São, na maioria das vezes, iniciativas relacionadas a simples trocas de equipamentos por outros mais eficientes ou mudanças nos métodos de utilização da energia que podem contribuir para diminuir a pressão sobre os recursos energéticos.

A dimensão Eficiência energética é apresentada por um subconjunto de quatro indicadores de energia, que buscam expressar medidas que avaliam o uso econômico da energia, no sentido de oferecer à sociedade o mesmo nível de atividade com menos energia. Os indicadores que fazem parte desta dimensão são: Comprimento da estrada, Intensidade energética, Velocidade do vento e Eficiência energética, conforme pode ser observado a partir da árvore ortogonal gerada pelo *software Atlas TI 8*, na Figura 15.

Figura 15 – Árvore ortogonal da dimensão Eficiência energética.



Fonte: Elaboração própria.

Na figura acima, os indicadores da dimensão Eficiência energética são apresentados em uma rede. A rede está em um formato de árvore ortogonal, na qual os códigos/indicadores ligados aos 29 documentos aparecem a partir da dimensão Eficiência energética. A partir do conceito de cada código/indicador, citações foram codificadas partindo da associação com o indicador analisado.

Ao todo, foram codificadas 339 citações para o conjunto de códigos/indicadores da dimensão Eficiência energética. Na Tabela 8 estão apresentadas as frequências absolutas das citações para cada indicador em relação a cada documento analisado.

Tabela 9 – Frequência absoluta e relativa de citações para código/indicador e documentos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Documentos	Comprimento da estrada	Representação percentual	Eficiência energética	Representação percentual	Intensidade energética	Representação percentual	Velocidade do vento	Representação percentual	Totais
D3	0	0,00%	76	95,00%	3	3,75%	1	1,25%	80
D 18	0	0,00%	9	34,62%	7	26,92%	10	38,46%	26
D 20	0	0,00%	1	14,29%	6	85,71%	0	0,00%	7
D 21	0	0,00%	0	0,00%	1	100,00%	0	0,00%	1
D 22	0	0,00%	16	80,00%	4	20,00%	0	0,00%	20
D 23	0	0,00%	28	77,78%	8	22,22%	0	0,00%	36
D 24	0	0,00%	13	81,25%	3	18,75%	0	0,00%	16
D 25	1	4,17%	16	66,67%	7	29,17%	0	0,00%	24
D 26	1	4,17%	19	79,17%	4	16,67%	0	0,00%	24
D 27	1	3,57%	19	67,86%	8	28,57%	0	0,00%	28
D 28	0	0,00%	14	82,35%	3	17,65%	0	0,00%	17
D 29	0	0,00%	41	68,33%	19	31,67%	0	0,00%	60
Totais	3	0,88%	252	74,34%	73	21,53%	11	3,24%	339

A partir da análise da frequência relativa de citações para cada código/indicador em relação aos 29 documentos, na Tabela 8, os códigos/indicadores Eficiência energética e Intensidade energética apresentaram o maior percentual de citações: 74,34% e 21,53%, respectivamente, das citações envolvendo todos os documentos analisados. Os indicadores Comprimento da estrada e Velocidade do vento foram indicadores de menor representatividade no conjunto de citações vinculadas a esta dimensão. Tais indicadores, de um modo geral, visam promover um melhor uso da energia, no sentido de facilitar e permitir a multiplicidade de formas de geração, proveniente de fontes de menor impacto ambiental, distribuição e transmissão de energia.

Das 339 citações vinculadas aos 29 documentos, a partir dos quatro indicadores dessa dimensão, 252 foram vinculadas ao indicador Eficiência energética, com abrangência em 92% dos documentos apresentados na tabela acima. Quase todos os documentos em que este indicador foi citado apresentaram um percentual de citações acima de 60%, sendo apenas o documento D18 e D20 com citações de 32% e 14%. Tais documentos se referem ao Plano nacional 2030 e ao Plano decenal de expansão de energia elétrica de 2016, e estão relacionados ao planejamento de longo prazo do setor energético do país. O Plano nacional de 2030 tem como objetivo balizar as alternativas de expansão do setor na próxima década.

Já com relação aos documentos que obtiveram o maior número de citações vinculadas ao indicador Eficiência energética, destacam-se os documentos D3, D23 e D29 com 95%, 77% e 65% de citações, quando comparado aos demais indicadores dessa dimensão. Tanto o documento D3 quanto o D23 se referem aos planos de longo prazo para o setor para os anos de 2020 e 2030, enquanto o documento D29 faz referência a um planejamento com base nas estimativas de demanda de energia.

O indicador Intensidade energética obteve um total de 73 citações vinculadas a este indicador, com citações em 100% dos documentos apresentados na tabela. Tais citações fazem referência à quantidade de energia utilizada por unidade de PIB, o que pode se referir também à quantidade de energia necessária para movimentar o setor agrícola, industrial, residencial e de transportes. Desse modo, as citações vinculadas a este indicador expressam a intensidade energética nos diferentes setores econômicos no país.

Os documentos que obtiveram o maior número de citações desse indicador foi o D18, D22 e o D29. Os mesmos se referem ao Plano nacional de energia 2030, ao Plano decenal de energia 2019 e à demanda de energia para 2050. A representatividade das citações para estes documentos em relação aos demais indicadores desta dimensão foi de 26%, 20% e 31%,

respectivamente, quando analisado o total absoluto de citações. É importante mencionar que este indicador tem uma forte associação com o indicador eficiência energética, já que os múltiplos usos da energia impactam na intensidade de seu uso.

Os outros indicadores desta dimensão, Comprimento da estrada e Velocidade do vento, apresentam um sentido de complementação para o indicador eficiência energética. A sua representatividade foi pouco significativa em termos de citações, apenas três, em relação ao conjunto de citações vinculadas aos documentos expostos na Tabela 8, o que representa menos de 1% de todo o conjunto de citações da dimensão. Esse resultado aponta para o fato de que este indicador pode não ser uma medida de referência para avaliar ou promover a eficiência energética do setor. As três únicas citações vinculadas ao indicador estão presentes nos documentos D25, D26 e D27, que tratam dos planos decenais para os anos de 2022, 2023 e 2024, respectivamente.

O último indicador que faz parte da dimensão eficiência energética é Velocidade do vento e se refere a uma medida de usos múltiplos do recurso energético, no sentido de que, através do vento, pode-se gerar energia de menor impacto ambiental. Está relacionado a um uso mais específico da energia, como forma de promover o melhor uso de recursos disponíveis.

No total, foram 11 citações vinculadas a este indicador no conjuntos dos documentos analisados, o que representa 3,24% das citações da dimensão. Com relação aos demais indicadores, o documento D18 apresenta 38% das citações vinculadas a este indicador e se refere ao uso do vento como fonte de geração de energia. Tal indicador foi inserido nesta dimensão como forma de apontar para a geração de energia por fontes de menor impacto ambiental como uma das medidas de eficiência energética, apresentadas por programas e políticas no setor brasileiro como foi o caso do PROEÓLICA e PROINFA.

O intuito é demonstrar possíveis associações entre esses indicadores, que vão além de programas de troca de equipamentos e mudanças de comportamento relacionados ao uso e consumo da energia. A eficiência energética pode ser promovida a partir de análises de medidas que considerem os impactos econômicos e ambientais para promover a geração de energia por fontes diversas.

Para melhor entendimento da significância desses códigos/indicadores na dimensão Eficiência energética, foi realizada a análise individual de cada um dos códigos/indicadores a partir da ferramenta Nuvem de palavras, com o intuito verificar, a partir da frequência de palavras, citações/trechos relacionados aos indicadores dessa dimensão, a fim de identificar

como essa dimensão está inserida na política e planejamento energético brasileiro e as possíveis associações entre os mesmos.

4.2.2.1 Código/Indicador Comprimento da Estrada

O Comprimento da estrada está relacionado a uma medida de eficiência energética, no sentido de acesso para a construção de usinas ou instalação de parques de energia. É uma medida que avalia se existe a necessidade de abrir estradas ou espaços para possibilitar o processo de construção e instalação. Sempre que for necessário abrir estradas, retirar vegetação e deslocar comunidades, esse indicador pode apontar para impactos negativos envolvendo o processo de geração e instalação de usinas e parques de energia. Assim, esse indicador apresenta uma avaliação técnica e ao mesmo tempo pode estar indicando uma medida de avaliação de impactos sociais e ambientais. Em termos de eficiência energética, a avaliação técnica se volta para os requisitos que possibilitam o projeto e a engenharia de instalação de usinas e parques, permitindo maior agilidade e uso eficiente de recursos.

A Figura 16 apresenta a Nuvem de palavras que evidencia aqueles vocábulos que mais citações tiveram vinculadas ao indicador Comprimento da estrada

Figura 16 – Nuvem de palavras do código/indicador Comprimento da estrada.



Fonte: Dados da pesquisa.

As palavras-chave que aparecem com maior frequência na Nuvem de palavras do indicador Comprimento da estrada são projetos, empreendimentos e vegetação. As citações codificadas e vinculadas a estas palavras para esse indicador estão relacionadas ao processo de desmatamento e alargamento de estradas para o desenvolvimento de empreendimentos de

grande porte, como usinas hidrelétricas e parques eólicos. Isso envolve tanto o processo de instalação de usinas para geração de energia como gasodutos ou linhas de transmissão, podendo ocasionar a abertura de clareiras e estradas em áreas de proteção. Desse modo, a seguir estão expostas as palavras que maior frequência obtiveram nas citações vinculadas a este indicador.

a) Projetos

Os projetos se referem às obras que envolvem a instalação de empreendimentos de vários tipos para a geração, transmissão e distribuição de energia. Podem ser de grande, médio ou pequeno porte e todos eles apresentam riscos de impactos em maior ou menor grau, para o meio ambiente, sociedade e viabilização da obra.

D26: A vegetação pode ser afetada diretamente por projetos energéticos de diversos tipos, seja por alagamento ou supressão, o que implica em perda de habitat e eventualmente de biodiversidade.

D28: [...] alguns projetos podem funcionar como vetores de desmatamento, induzindo a abertura de clareiras e estradas em áreas preservadas.

Muito comum a abertura de clareiras quando da execução de projetos como a instalação de gasodutos, por exemplo. Em lugares onde a vegetação é muito fechada há ainda a necessidade de utilização de equipamentos pesados e de grandes dimensões para realização desse processo. Assim, não somente abrem-se clareiras, mas alargam-se estradas. Às vezes, dependendo da região, também há a possibilidade de desmanche de rochas e interferência em cursos de água.

Toda essa movimentação e interferência no ambiente natural é necessária para possibilitar a execução do projeto, atendendo as especificações definidas na engenharia do mesmo. Contudo, os riscos de degradação ambiental precisam ser avaliados, sendo este um dos requisitos para a inviabilização do projeto. Os empreendimentos estão relacionados aos projetos de instalação de usinas de energia e serão apresentados a seguir.

b) Empreendimento

Os empreendimentos, especialmente os de grande porte, precisam passar por uma avaliação de impactos, bem como avaliação da eficiência energética que pode ser alcançada

pelo empreendimento, no que diz respeito às condições físicas e estruturais da região em que o empreendimento será instalado.

D26: Merecem destaque os empreendimentos de grande porte, como as UHE, os projetos lineares, como as linhas de transmissão e gasodutos [...].

D27: Esse tema se destaca na Região Norte, em função da integridade e diversidade da vegetação sensível à degradação por vetores de ocupação associados a novos empreendimentos.

Considerando que empreendimentos são projetos, planejar empreendimentos, em termos de eficiência energética, significa pensar um empreendimento sustentável, considerando a utilização racional dos recursos naturais e o mínimo de danos ao meio ambiente. Tanto os projetos e/ou empreendimentos apresentam riscos para a flora da região, muitas vezes através da supressão da vegetação.

c) Vegetação

Entre os impactos possíveis decorrentes da instalação de projetos e empreendimentos, existe a possibilidade de desmatamento e modificação e perda da biodiversidade, bem como afugentamento de espécies animais da região, causando um desequilíbrio naquele ecossistema.

D26: A vegetação pode ser afetada diretamente por projetos energéticos de diversos tipos, seja por alagamento ou supressão, o que implica em perda de habitat e eventualmente de biodiversidade.

De acordo com as citações apresentadas, verifica-se uma preocupação com os danos que podem ser causados pela instalação de empreendimentos. Por vezes a vegetação nativa é afetada e o ecossistema da região é totalmente modificado, exigindo, assim, estudos prévios acerca do riscos ambientais. Outros impactos também podem ser associados ao deslocamento de atividades econômicas de comunidades. Isso acontece quando trabalhadores perdem ou se sentem prejudicados por empreendimentos que, ao modificar o ambiente natural, pode comprometer a biodiversidade, muitas vezes utilizada como fonte de renda para pequenas populações.

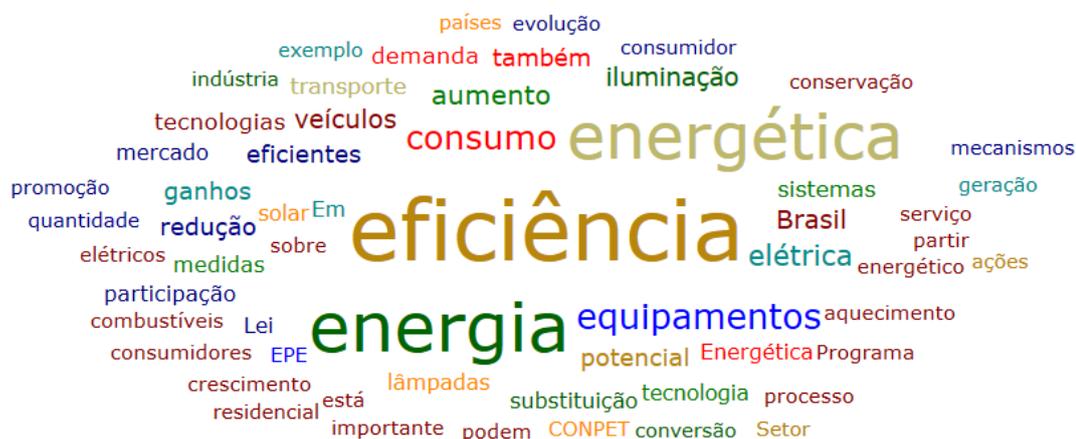
Um exemplo desse tipo de situação pode ser associado à instalação de usinas hidrelétricas de grande porte, que alteram a paisagem, provocam desmatamentos e prejudicam a fauna e a flora local. Para esse código/indicador, as três palavras que mais aparecem nas

citações estão presentes em documentos e trechos correlatos, estando presentes em documentos diferentes, porém tratam da mesma discussão. A seguir, é apresentado o indicador Eficiência energética como medida que avalia o uso da energia, inclusive quando se fala em promoção de uso racional por parte de empreendimentos e projetos que podem causar danos ao meio ambiente.

4.2.2.2 Código/Indicador Eficiência Energética

Embora este código/indicador se refira ao tema da presente dimensão, é importante destacar que a Eficiência energética é uma medida importante relacionada ao uso de energia. Desse modo, medidas que possam sugerir redução do uso de energia podem estar relacionadas a mudanças técnicas de desempenho de equipamentos ou mesmo a mudanças de comportamento que visem uma maior conservação da energia utilizada. A Figura 17 apresenta a Nuvem de palavras referente a este código indicador. Vale destacar que, dentro desta dimensão, esse foi o indicador com o maior número de citações codificadas, 252 codificações vinculadas.

Figura 17 – Nuvem de palavras do código/indicador Eficiência energética.



Fonte: Elaboração própria.

Para este código/indicador, as palavras que mais aparecem nas citações codificadas são: eficiência, energética, energia e equipamentos. Vale destacar que a palavra energética se refere a um adjetivo para o substantivo eficiência. A palavra energia é frequente em praticamente todas as citações que envolvem todos os códigos/indicadores e, por já ter sido discutida na

dimensão Acesso à energia, nesta dimensão não será mais apresentada. Desse modo, as duas palavras que serão discutidas, para efeitos desse indicador serão eficiência e equipamentos.

a) Eficiência

No contexto dos documentos analisados, a Eficiência é tratada como política de redução e conservação do uso da energia, bem como medida de uso racional de recursos, substituição de equipamentos e mudanças de comportamento de consumo de energia.

D4: “Mecanismos de promoção para eficiência energética” descreve e analisa a experiência nacional e internacional das estratégias adotadas pelos governos para o fomento a eficiência, visto que a decisão final da maioria dessas medidas cabe ao consumidor final”.

D4: “Estratégia de promoção para eficiência energética no Brasil” tem como objetivo apresentar as estratégias que o Brasil deve trabalhar para garantir a meta de conservação [...]”.

D19: Com o avanço de programas de eficiência energética, com o propósito de tornar a geração convencional de energia mais eficiente, as emissões de CO₂ e de gases de efeito estufa têm sido reduzidas ao longo dos anos, porém permanecem, ainda, em uma faixa muito alta.

D19: [...] as emissões específicas em centrais de queima de combustíveis fósseis têm registrado um declínio em função da melhor eficiência e uso de equipamentos menos poluentes.

D24: [...] é certo que a busca de padrões ambientais mais aceitáveis levará ao progressivo aproveitamento do potencial de eficiência energética, tanto no uso quanto na produção de energia e também induzirá a um uso mais parcimonioso de insumos básicos industriais energointensivos, como o aço, o alumínio ou o cimento, entre outros.

D27: A energia conservada deve-se, exclusivamente, ao aumento da eficiência dos novos equipamentos consumidores.

Os programas de eficiência energética têm como objetivo promover um melhor uso da energia por meio da conservação, sem, no entanto, interferir no nível de serviço. A ideia é ofertar o mesmo nível de serviço utilizando menos energia. Isso pode acontecer mediante mudanças técnicas em equipamentos, processos, pela substituição de equipamentos ou mesmo campanhas de mudanças de hábitos que ajudem a reduzir o consumo.

No Brasil, as ações em termos de políticas de eficiência energética surgem a partir da década de 1970, quando do lançamento do Programa Nacional do Álcool – PROÁLCOOL para atender às necessidades de combustível e superar as limitações impostas pela crise do petróleo, na época. Além desse programa, foi implementado o Programa Nacional de Conservação de

Energia Elétrica – PROCEL, que objetivava promover o uso eficiente da energia e combater o desperdício, o Programa Nacional da Racionalização do uso dos Derivados do Petróleo e Gás Natural – CONPET, que objetivou desenvolver uma cultura de anti desperdício quanto ao uso dos recursos naturais não renováveis no país, e o Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO, que a partir da instituição da Lei de Eficiência Energética nº 10.295, em 2001, iniciou programas de avaliação da conformidade compulsória na área de eficiência energética. Este último objetivou fornecer informações sobre o desempenho de produtos, no âmbito da eficiência energética, estimulando a competitividade da indústria para o desenvolvimento de produtos mais eficientes (INMETRO, 2017).

Além de medidas que promovem o uso eficiente da energia, a eficiência energética contribui para reduzir as emissões de gases de efeito estufa – GEE, resultado possibilitado pelo uso de equipamentos com melhor desempenho técnico. Além do mais, políticas de substituição de equipamentos, como eletrodomésticos que apresentam melhor desempenho, também foi uma das ações implementadas pelo governo, na atuação da política de eficiência energética.

b) Equipamentos

O estímulo ao uso e substituição para equipamento mais eficientes fazem parte das estratégias de política e eficiência energética. As ações desenvolvidas se voltaram para indústrias, através do incentivo à produção de equipamento com melhor desempenho, bem como a conscientização da população acerca de hábitos que podem contribuir para o melhor uso da energia.

D4: Equipamentos e hábitos de uso passaram a ser analisados também sob o ponto de vista de sua eficiência energética, verificando-se que muitos deles eram “economicamente viáveis”, ou seja, o custo de sua implantação era menor que o custo da energia cujo uso evitava.

D4: Estas medidas – uso de equipamentos e hábitos que provocam menor uso da energia para auferir o mesmo serviço prestado – receberam o nome de “medidas de eficiência energética – MEE”.

D27: A energia conservada deve-se, exclusivamente, ao aumento da eficiência dos novos equipamentos [...].

D28: A evolução do consumo residencial de energia resulta, basicamente, da combinação dos seguintes efeitos: o crescimento do número de domicílios, a evolução da posse e do uso dos equipamentos eletrodomésticos, a potência de consumo de cada equipamento e a evolução dos índices de eficiência energética dos mesmos.

D30: Sob o ponto de vista da eficiência energética, o impacto de ações neste campo resulta do uso de equipamentos mais eficientes, como também a partir dos hábitos de uso das tecnologias disponíveis.

A citação D28 indica que a posse de eletrodomésticos está relacionada ao indicador consumo de energia das residências. Isso significa que outro indicador, o Acesso à energia, também está correlacionado com o consumo de energia e as medidas de eficiência energética. O maior acesso à energia implica em um aumento no consumo que, por sua vez, impacta na posse de eletrodomésticos. A ação das medidas de eficiência energética relacionada à posse de equipamentos se volta para a substituição por equipamentos que consomem menos energia e hábitos de uso mais racionais. De acordo com Tolmasquim *et al.* (2007), o aumento da eficiência energética decorre de melhores práticas no uso, mas especialmente pela evolução da crescente substituição de equipamentos elétricos por outros de maior desempenho nos diferentes segmentos da economia e da sociedade.

Desse modo, esse indicador está relacionado à intensidade do uso da energia, ou seja, o quanto de energia é utilizada para garantir o funcionamento da sociedade. A seguir é apresentado o indicador Intensidade energética, como complementar as medidas de eficiência energética.

4.2.2.3 Código/Indicador Intensidade Energética

A Intensidade energética (por unidade de PIB) corresponde à taxa da oferta total de energia primária (OIE), ao consumo final total (CFT) e ao uso de eletricidade para o produto interno bruto (PIB) (IAEA, 2007). Em outras palavras, este indicador mede o quanto de energia necessária para movimentar a economia de uma região, por exemplo. A Intensidade energética industrial corresponde ao uso de energia por unidade de valor agregado no setor industrial e por setores selecionados de energia intensiva; a Intensidade energética agrícola se refere ao uso final de energia por unidade de valor agregado agrícola; a Intensidade energética no comércio corresponde ao uso final de energia por unidade de serviço e valor agregado comercial e a Intensidade energética nas famílias corresponde à quantidade de uso de energia por uso final residencial por pessoa ou casa ou unidade de área de chão, ou por eletrodoméstico (IAEA, 2007). De maneira análoga ao indicador Intensidade energética (por unidade de PIB), cada um desses indicadores buscam medir o quanto de energia é necessário para movimentar o setor industrial, o setor agrícola, comércio e transporte, bem como para atender ao setor residencial.

transformação de energia e com as perdas na transmissão, distribuição e armazenagem de energia (IBGE, 2019).

D21: Alguns aspectos que contribuíram para a queda da intensidade energética [...] foram a progressiva substituição de fontes energéticas pouco eficientes, como é o caso da lenha, por energéticos mais eficientes, como a eletricidade, que registrou expressivo aumento de participação na matriz energética nacional [...].

D29: A intensidade energética reduz no período, graças à eficiência energética e a uma mudança na participação dos setores no consumo de energia.

D30: Adicionalmente, o uso de edificações mais eficientes no uso de materiais fará com que se consiga gerar mais valor com uma economia de materiais e, conseqüentemente, de energia. Desta forma, o cenário adotado aponta uma redução da intensidade energética [...].

As citações vinculadas a esse código/indicador apresentam uma relação com a eficiência energética. Isso porque esses dois indicadores apresentam uma relação inversa. A medida que as ações de eficiência energética promovem melhor uso e conservação de energia, menor será a quantidade de energia necessária para se produzir uma unidade de produção econômica.

No caso do Brasil, ações envolvendo a substituição de fontes por outras de melhor desempenho contribuíram para a redução da intensidade energética. Contudo, não somente a substituição de fontes menos eficientes, mas de equipamentos e materiais que possam elevar a variação de uso de energia para a produção de saídas econômicas.

b) Segmentos

Para efeitos de apresentação de resultados relacionados a este indicador, a palavra segmento se refere ao setor da economia que utiliza energia para a produção de unidades econômicas. Pode ser o setor industrial, agrícola, de transporte ou residencial.

D4: Segmentos industriais cuja intensidade energética se mostrasse superior a duas vezes a média da indústria, seriam classificados no grupo de grandes consumidores de energia.

D30: Uma análise interessante inclui avaliar o impacto que a alteração de estrutura industrial desempenha na evolução da intensidade energética. Basicamente, essa análise compara a trajetória de intensidade energética obtida com outra alternativa, onde se assumem as participações dos segmentos industriais no valor adicionado industrial como constantes e igual ao ano base, e mantendo-se inalteradas as intensidades energéticas de cada um desses segmentos.

As palavras que aparecem com maior frequência na Nuvem de palavras da Figura 19 são: velocidade, vento e energia. A palavra energia por já ter sido apresentada em item anterior, não será discutida no presente item. Importante destacar que as citações referentes a este indicador estão relacionadas à medida de desempenho para o processo de instalação de parques eólicos, sendo uma das condições determinantes, em sentido técnico, a velocidade do vento, para um melhor aproveitamento e uso dessa fonte de energia, motivo pela qual o indicador foi inserido na dimensão eficiência energética.

a) Velocidade

As palavras velocidade e vento aparecem em um único documento, do conjunto de documentos analisados. O documento D19 se refere ao documento Plano Nacional de Energia 2030 e as citações aqui apresentadas encontram-se no capítulo “Outras fontes de energia”.

D19: Conversão e aproveitamento da energia não são feitos uniformemente ao longo de toda a faixa de velocidade do vento: ventos de baixa velocidade não transportam energia suficiente para acionar sistemas eólicos.

D19: As turbinas eólicas produzem energia em uma função cúbica da velocidade do vento. Assim, o custo da energia produzida pelos ventos é função dessa velocidade, e qualquer variação da velocidade do vento acarreta significativas variações na potência entregue pela turbina. Dessa forma, vários índices de custos da energia elétrica produzida pela energia eólica são mostrados em função da velocidade do vento na altura do rotor ou em alturas típicas de medições anemométricas: 10, 30 ou 50m.

b) Vento

D19: Dessa maneira, a avaliação técnica do potencial eólico exige um conhecimento bem detalhado do comportamento do vento.

Outra característica importante das citações em que estas duas palavras aparecem são a coocorrência, ou seja, estão relacionadas ou são as mesmas citações. Todas se referem à velocidade do vento como uma medida de desempenho para a geração de energia eólica.

Todos esses códigos/indicadores da dimensão Eficiência energética buscam retratar relações entre utilização, conservação e desempenho, no sentido de alcance de um melhor aproveitamento da energia e redução, ou mesmo eliminação de desperdício. As ações e estratégias são as mais variadas, envolvendo mudanças de natureza técnica, como o desenvolvimento de produtos com um melhor desempenho, substituição de materiais e

equipamentos mais eficientes, até mudanças comportamentais relacionadas aos hábitos de consumo da população.

O intuito será sempre a oferta de níveis de serviços adequados à sociedade por meio da produção e utilização de recursos de forma mais racional e eficiente. Uso eficiente de energia não implica em reduzir intensidade da atividade econômica e serviços à população, mas sim a promoção da oferta de serviços produzidos dentro de uma perspectiva sustentável, que leva em consideração as limitações do sistema energético em que a sociedade está inserida, os recursos disponíveis para permitir o funcionamento dos setores energo-intensivos, promovendo redução de consumo, baixando custos e poupando recursos naturais limitados e não renováveis.

Desse modo, a seguir é apresentada a relação que existe, em termos de associação, entre os indicadores da dimensão Eficiência energética. O grau de associação busca entender a intensidade com que um indicador pode influenciar outro ou outros, a partir da associação semântica de seus conceitos.

4.2.2.5 Relação entre os Indicadores da Dimensão Eficiência Energética utilizando o Coeficiente “c”, Índice de Jaccard “IJ” e Correlação de Pearson “r”

A análise das citações, realizada a partir da Nuvem de palavras apontou para o fato de que uma mesma citação estava relacionada a mais de um indicador, ou seja, houve coocorrência de citações entre os indicadores. Isso significa que existe associações entre os indicadores da dimensão Eficiência energética, no sentido de que pares de indicadores podem aparecer nos documentos analisados como complementares ou com sentidos aproximados.

Desse modo, a análise de coocorrência apresentada a seguir visa demonstrar as possíveis associações entre os indicadores Comprimento da estrada, eficiência energética, Intensidade energética e velocidade do vento. Quanto mais estes indicadores forem citados de forma conjunta, mais forte será a associação entre eles, o que poderá indicar a orientação da política e planejamento energético enquanto medidas de eficiência energética. A Tabela 9 apresenta a associação entre indicadores a partir da tabela de coocorrência.

Tabela 10 – Coocorrências da dimensão Eficiência energética

	Comprimento da estrada		Eficiência energética		Intensidade energética		Velocidade do vento	
	Citações (c)		Citações (c)		Citações (c)		Citações (c)	
Comprimento da estrada	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Eficiência energética	0	0,0	0	0,0	10	0,03	0	0,0
Intensidade energética	0	0,0	10	0,03	0	0,0	0	0,0
Velocidade do vento	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

(c) Coeficiente C.

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise de coocorrência para a dimensão Eficiência energética se refere a citações codificadas para mais de um indicador. Na tabela acima, os códigos/indicadores Eficiência energética e Intensidade energética apresentaram coocorrência em 10 citações, ou seja, do total de citações codificadas para cada um desses códigos/indicadores. E 10 citações apresentam associação com o conceito dos dois indicadores, conforme pode ser observado nas citações abaixo:

D23: As análises realizadas no PDE 2019 consideram a existência de dois movimentos relacionados ao aumento da eficiência energética. O primeiro, denominado tendencial, corresponde ao aumento da eficiência em uma trajetória do tipo business as usual e inclui a reposição tecnológica pelo término da vida útil de equipamentos e os efeitos de programas e ações de conservação já em prática no país. O segundo, denominado induzido, refere-se à instituição de programas e ações adicionais orientados para determinados setores, refletindo políticas públicas.

D29: O consumo final de energia cresce à taxa média de 1,9% anuais entre 2016 e 2026. A intensidade energética reduz no período, graças à eficiência energética e a uma mudança na participação dos setores no consumo de energia.

As citações apresentam a associação entre a eficiência energética e a intensidade energética. Tal associação se expressa ao fazer referência às ações de eficiência energética e o impacto destas na intensidade do uso de energia, apontando para programas que refletem a política energética e atuação do setor, no sentido de promover um melhor uso da energia.

Na citação do documento D23 são apresentadas medidas como a substituição de equipamentos para aumentar a eficiência energética. Tais medidas, no Brasil, são fruto de programas de conservação de energia como o CONPET e PROCEL, por exemplo, que estimulavam a troca de equipamentos de desempenho inferior por equipamentos mais eficientes. Em termos de associação entre essas duas citações, o impacto na intensidade de uso de energia necessária para movimentar os diferentes setores econômicos é proveniente do aumento da eficiência energética. Isso pode ser percebido na citação do documento D29, ao mencionar que houve uma diminuição na intensidade de uso de energia em função da eficiência energética.

No caso dos valores apresentados na Tabela 9, o Coeficiente C foi 0,03, o que significa que, nos documentos analisados, a associação apresentada entre os indicadores eficiência energética e intensidade energética é fraca.

É importante considerar que essa associação identificada foi a partir da análise dos documentos que representam a política e planejamento energético para este estudo. Em outras palavras, isso significa dizer que, nos documentos, essa associação não é expressa de forma intensa, como ocorre na prática. Para melhor entendimento dessa associação, do ponto de vista do impacto que um indicador pode ter sobre outro, é apresentado, a seguir, o grau de associação a partir do Índice de Jaccard – IJ – que também avalia o grau de associação entre duas variáveis/indicadores a partir da análise das citações. Essa associação também é expressa na medida em que uma mesma citação faz referência a um par de indicadores. A seguir, a Tabela 10 apresenta os valores normalizados para o IJ da dimensão Eficiência energética:

Tabela 11 – Índice de Jaccard para a dimensão Eficiência energética.

	Comprimento da estrada	Eficiência energética	Intensidade energética	Velocidade do vento
Comprimento da estrada	1			
Eficiência energética	0,333333	1		
Intensidade energética	0,307692	0,923076	9	
Velocidade do vento	0,166667	0,25	0,230769	1

Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados da tabela acima expõem a intensidade das relações entre os códigos/indicadores a partir de valores que fazem referência à existência de associações entre pares de indicadores nas citações que foram codificadas. O indicador Eficiência energética apresenta uma relação de intensidade forte com o indicador Intensidade energética, com um IJ 0,9230. Os pares de indicadores Comprimento da estrada e Eficiência energética, e Comprimento da estrada e Intensidade energética apresentaram uma associação fraca, com valores de 0,3333 e 0,3076, respectivamente, e os pares de indicadores Comprimento da estrada e Velocidade do vento, Eficiência energética e Velocidade do vento, e Intensidade energética e Velocidade do vento também apresentaram associações fracas, com valores mais próximos de 0, como 0,1666, 0,025 e 0,2307, respectivamente.

A associação que chama atenção e que é exposta nos documentos analisados está no par de indicadores Eficiência energética e Intensidade energética, com um valor bem próximo de 1, indicando uma associação forte. Isso pode ser observado a partir das seguintes citações:

D23: É importante destacar que o potencial de ganhos em eficiência energética em aeronaves por inovações em tecnologia de turbinas, aperfeiçoamentos aerodinâmicos e reduções de peso é estimado em 1,0-2,2% ao ano na literatura especializada. [...]Assim, o indicador médio de intensidade energética considera um incremento de 1% ao ano na eficiência energética de 2010 a 2020.

D29: O agrupamento industrial denominado “outras indústrias” compõe-se por um mix de segmentos industriais, bastante pulverizadas e diversos quanto aos processos produtivos utilizados. As outras indústrias são, em média, menos energointensivas que a indústria brasileira como um todo, atualmente com intensidades energéticas em torno de 0,02 e 0,12 tep/(10³ R\$ [2010]), respectivamente. A eficiência é um aspecto importante nas outras indústrias, fazendo com que a intensidade energética se reduza em torno de 20% ao longo do período em análise.

D29: Apesar de ações estruturais que contribuem para reduzir a intensidade energética da economia (por exemplo, mudança da estrutura modal de transporte de cargas), bem como aquelas focadas na eficiência energética de equipamentos de uso final, o cenário de crescimento econômico do país para o período até 2050 ainda resulta em relevante aumento da demanda de energia.

O que está exposto na citação D23 é a relação que pode indicar como aumentos de eficiência impactam na intensidade do uso de energia. Na prática, os resultados de ganhos em eficiência é a diminuição do uso intenso de energia. Medidas de substituição de máquinas e incrementos tecnológicos podem contribuir para o melhor uso da energia e redução da intensidade, sobretudo no setor industrial que, no caso do Brasil, apresenta uma maior intensidade no uso de energia.

Além de incrementos tecnológicos na indústria e substituição de equipamentos, ações estruturais também são medidas que contribuem para elevar a eficiência energética e reduzir a

intensidade do uso de energia. A citação D29 se refere a uma mudança no modal de transporte de cargas como uma ação estrutural que contribui para a promoção da eficiência energética. A mudança estrutural do transporte rodoviário de cargas para o ferroviário e aquaviário, por exemplo, resulta em uma redução proporcional de consumo de diesel, uma vez que o modal rodoviário utiliza mais energia que outros modais.

À medida que a energia é melhor utilizada, o seu consumo se torna menos intenso. As medidas estruturais apresentam um caráter tanto de uso como de intensidade. Ao considerar que, no Brasil, o setor de transportes é o que consome mais energia e também o que mais emite GEE, ações estruturais são fundamentais para alcançar os objetivos da política e planejamento energético. Ao mesmo tempo, essas mudanças evidenciam relações entre indicadores de energia que medem o desempenho do setor de transportes quanto ao uso da energia. Tais relações são demonstradas a partir das variações de consumo, eficiência e intensidade no uso da energia resultantes da implementação de políticas energéticas mais sustentáveis para os diferentes setores econômicos.

Destarte, para melhor enfatizar essas relações entre os indicadores da dimensão Eficiência energética, a correlação de Pearson é apresentada na Tabela 11. Enquanto o IJ apresenta o aparecimento simultâneo de pares de indicadores em citações, a correlação de Pearson, mede a associação de pares de indicadores, considerando o conjunto das citações de cada um deles com os demais indicadores da dimensão.

Tabela 12 – Correlação de Pearson para a Eficiência energética.

	Comprimento da estrada	Eficiência energética	Intensidade energética	Velocidade do vento
Comprimento da estrada	1	0,81866655	0,8492663	0,55319637
Eficiência energética		1	0,9460035	0,66079697
Intensidade energética			1	0,69972493
Velocidade do vento				1

Fonte: Dados da pesquisa.

A partir dos dados apresentados na Tabela 11, é possível perceber uma correlação forte entre três pares de indicadores: Eficiência energética e Comprimento da estrada, Intensidade energética e Comprimento da estrada, e Intensidade energética e Eficiência energética, com valores para o coeficiente de correlação de Pearson (r) de 0,8186, 0,8492 e 0,9460, respectivamente. Essas correlações podem ser explicadas a partir das citações codificadas para cada um desses indicadores que apresentam algum grau de associação.

Esses pares de indicadores estão correlacionados no sentido de que estradas maiores e mais largas podem facilitar o desenvolvimento de projetos de grande porte, como de usinas hidrelétricas, por exemplo, ou parques eólicos que requerem o transporte de equipamentos pesados e de grandes dimensões. Tais projetos podem contribuir para o aumento da eficiência energética e melhor uso da energia.

O indicador velocidade do vento apresentou correlação moderada com os demais indicadores. Isso significa que poucas associações foram encontradas entre as citações codificadas para estes pares de indicadores.

D18: Atualmente, as emissões específicas em centrais de queima de combustíveis fósseis têm registrado um declínio, em função da melhor eficiência e uso de equipamentos menos poluentes. A produção de eletricidade a partir da energia eólica representa uma das opções “mais baratas”, em termos da redução das emissões de CO₂.

D18: Entretanto, o forte crescimento da demanda por energia vai exigir que o país lance mão de todas as fontes disponíveis, para garantir o suprimento da população, assim como de investimentos consistentes em eficiência energética.

D28: a expansão de fontes renováveis para a geração de energia elétrica, o crescimento do uso de biocombustíveis, o aumento das medidas de eficiência energética, entre outras, permitirão ao Brasil manter os indicadores de desempenho de sua matriz energética entre os países que menos emitem gases de efeito estufa na produção e consumo de energia.

Ao analisar a Tabela 11 a partir das citações apresentadas, é possível apontar para o fato de que a introdução de fontes de menor impacto ambiental na matriz energética contribui para o aumento da eficiência energética, ao mesmo tempo em que reduz as emissões de GEE. A abertura de estradas é prática muito comum para o desenvolvimento de projetos de energia de grande porte e podem impactar negativamente.

Desse modo, a correlação de Pearson aqui apresentada deve ser compreendida a partir da análise das citações codificadas para estes indicadores da dimensão eficiência energética. Em outras palavras, a correlação aqui apresentada parte da interpretação dada às ações que os indicadores propõem enquanto medidas que podem contribuir ou limitar a promoção da eficiência energética.

A promoção da eficiência energética pode se manifestar através de diferentes políticas e programas. Tanto as medidas que visam a substituição gradual das fontes baseadas em carbono por fontes de menor impacto ambiental, como aquelas que buscam promover o uso racional da energia, seja mediante ações envolvendo a mudança de hábitos, sejam aquelas que

envolvem aspectos tecnológicos. Desse modo, a seguir é apresentada a dimensão Diversificação da matriz, que pode ser entendida como resultado também das políticas de eficiência energética.

4.2.3 Diversificação da Matriz Energética

A Diversificação da matriz energética está relacionada à introdução de outras fontes de energia para atender as necessidades de eletricidade e combustível. Esse processo de diversificação diminui as chances de crise energética, já que a participação de outras fontes pode exercer um papel de complementaridade entre os diferentes tipos de fontes disponíveis. No caso do Brasil, a necessidade de complementação é uma realidade enfrentada pelo setor elétrico, principalmente em períodos de estiagem, quando a fonte predominante da matriz energética, hidráulica, se torna escassa, diminuindo o nível dos reservatórios.

Considerando a abundância de recursos renováveis e o potencial gerador de energia das fontes de energia existentes no país, utilizar de forma integrada as fontes disponíveis é uma forma de gerenciar e bem aproveitar os recursos. Nessa dinâmica, evita-se a exploração de fontes além do limite de disponibilidade e previne-se as crises no setor que ocorrem, na maioria das vezes, em função de desequilíbrios entre a oferta e a demanda de energia.

Repensar a matriz energética é, portanto, uma das pautas mais importantes e necessárias da política energética brasileira, considerando a abundância de recursos disponíveis que poderiam ser utilizados de forma mais integrada para a geração de energia. A significativa disponibilidade de fontes de menor impacto ambiental como solar, eólica e biomassa, por exemplo, seriam suficientes para o setor energético lidar com os períodos de escassez hídrica e não buscar complementação em fontes caras e poluentes, como é o caso das termelétricas que continuam sendo a base da complementação elétrica brasileira.

De acordo com o Banco de Informações de Geração – BIG, da ANEEL (2020), atualmente a configuração da matriz energética brasileira apresenta uma distribuição de fontes, em termos de diversificação, interessante. São oito tipos de fontes diferentes exploradas para a geração de energia, sendo a fonte hídrica a que representa a maior potência outorgada e fiscalizada, seguida da fonte fóssil, eólica, biomassa, solar, nuclear e undi-elétrica, respectivamente, conforme pode ser observado na Tabela 12.

Tabela 13 - Fontes na Matriz Energética Brasileira.

Fontes utilizadas no Brasil – Fase: operação				
Origem	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
Fóssil	2477	27.718.812	26.233.690	16,13
Biomassa	571	15.087.162	14.992.305	8,78
Nuclear	2	1.990.000	1.990.000	1,16
Hídrica	1368	109.115.400	109.102.564	63,5
Eólica	632	15.447.934	15.415.178	8,99
Solar	3878	2.484.648	2.476.648	1,45
Undi-elétrica	1	50	50	0
Total	8929	171.844.007	170.210.436	100

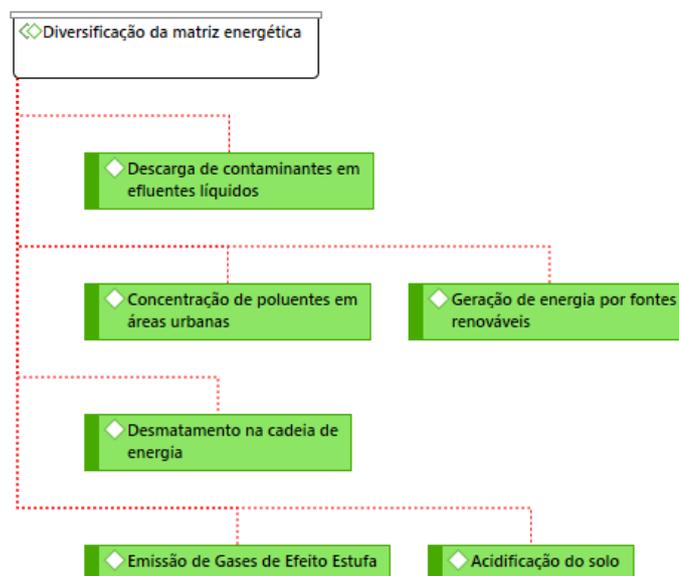
Fonte: Banco de informações de geração ANEEL (2020).

Em termos percentuais, a fonte hídrica representa 63,5% da composição da matriz energética brasileira e a fonte fóssil 16,13%, ocupando a segunda posição na matriz. Embora esteja claro o crescimento, ao longo do tempo, principalmente da fonte eólica, ela ainda representa pouco mais da metade, 8,99% do que é gerado por fontes de origem fóssil, o que demonstra que ainda é preciso intensificar políticas de incentivo a fontes mais limpas. Em terceiro lugar, encontra-se a biomassa com 8,78%, equiparando-se a fonte eólica, solar com 1,45% e nuclear com 1,16%.

Como forma de abordar a dimensão Diversificação da matriz energética, o presente estudo identificou e selecionou um conjunto de indicadores que se aproximassem de uma possibilidade de análise, que retratasse a evolução da introdução de fontes de menor impacto ambiental e o próprio processo de diversificação da matriz dentro de uma abordagem mais sustentável. Desse modo, os indicadores abordados nesta dimensão foram Emissões de gases de efeito estufa (GEE) na produção e no uso de energia por unidade de PIB, Geração de energia elétrica por fontes renováveis, Concentração de poluentes no ambiente e em áreas urbanas, Poluição do ar através da geração de energia, Taxa de desmatamento atribuída à geração de energia e Acidificação do solo.

A escolha desses indicadores buscou representar a atuação do governo em termos de preocupação com os impactos que o uso de diferentes fontes de energia podem causar. Assim, os indicadores que fazem parte dessa dimensão podem ser observados a partir da árvore ortogonal na Figura 20:

Figura 20 – Árvore ortogonal da dimensão Diversificação da matriz energética.



Fonte: Dados da pesquisa.

Na da Figura 20, os indicadores da dimensão Diversificação da matriz energética são apresentados em rede. Essa rede representa o conjunto de códigos/indicadores codificados aos 29 documentos, a partir do contexto de conceitos e definições de cada um desses indicadores.

Além das citações vinculadas a cada um dos indicadores, é possível identificar a ordem de codificação e o documento. Esse processo facilita a análise das citações para possíveis relações com o propósito da dimensão Diversificação da matriz energética, que é identificar se a política e o planejamento energético brasileiro consideram a perspectiva de inserção de fontes de menor impacto ambiental, bem como os impactos sobre o meio ambiente, decorrentes do conjunto de atividades envolvendo a cadeia de geração, transmissão e distribuição da energia. A análise, a partir dos indicadores presentes nessa dimensão, expressa as ações do setor energético, no sentido de promoção e preservação da sustentabilidade ambiental, refletida nos programas e políticas desenvolvidas e implementadas no país. Ao todo, foram 462 citações codificadas para o conjunto de códigos/indicadores da dimensão Diversificação da matriz energética. Na Tabela 13 estão apresentadas as frequências absolutas e relativas das citações para cada indicador em relação a cada documento analisado. Nas linhas estão o número de citações para cada código/indicador em relação a um documento específico e o total de citações para o referido documento. Nas colunas da Tabela 14 verifica-se o inverso. O total de citações em todos os documentos, D1...D29, para cada indicador específico. Em termos percentuais, é possível entender a representatividade de cada código/indicador dessa dimensão na política e

planejamento energético do setor elétrico brasileiro, conforme coluna que expressa a frequência relativa, na Tabela 13 abaixo.

Tabela 14 – Frequência absoluta da dimensão Diversificação da matriz energética.

(Continua)

Documentos	Indicadores						Totais
	Acidificação do solo	Concentração de poluentes em áreas urbanas	Descarga de contaminantes em efluentes líquidos	Desmatamento na cadeia de energia	Emissão de Gases de Efeito Estufa	Geração de energia por fontes renováveis	
D 1	0	0	0	0	6	4	10
D 2	0	0	0	0	0	41	41
D 3	0	8	0	0	4	16	28
D 4	0	1	0	0	2	2	5
D 8	0	0	0	0	0	2	2
D 13	0	0	0	0	0	1	1
D 14	0	0	0	0	0	1	1
D 15	0	0	0	0	0	1	1
D 16	0	0	0	0	0	0	0
D 17	0	0	0	0	0	1	1
D 18	11	15	1	2	12	32	73
D 19	1	0	0	2	1	2	6
D 20	1	0	0	2	11	16	30
D 21	0	0	0	0	6	7	13
D 22	1	0	0	2	6	14	23
D 23	0	1	0	1	8	11	21
D 24	0	0	0	0	1	4	5
D 25	2	2	0	2	8	25	39
D 26	4	3	0	1	6	30	44
D 27	2	9	1	2	6	36	56
D 28	2	5	0	1	9	34	51

Tabela 15 – Frequência Absoluta da Dimensão Diversificação da Matriz Energética.

D 29	0	5	0	0	3	3	11
Totais	24	49	2	15	89	283	462

(conclusão)

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 16 - Frequência relativa dimensão Diversificação da matriz energética

Documentos	Indicadores					
	Acidificação do solo	Concentração de poluentes em áreas urbanas	Descarga de contaminantes em efluentes líquidos	Desmatamento na cadeia de energia	Emissão de Gases de Efeito Estufa	Geração de energia por fontes renováveis
D 1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,74%	1,41%
D 2	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	14,49%
D 3	0,00%	16,33%	0,00%	0,00%	4,49%	5,65%
D 4	0,00%	2,04%	0,00%	0,00%	2,25%	0,71%
D 8	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,71%
D 13	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,35%
D 14	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,35%
D 15	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,35%
D 16	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
D 17	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,35%
D 18	45,83%	30,61%	50,00%	13,33%	13,48%	11,31%
D 19	4,17%	0,00%	0,00%	13,33%	1,12%	0,71%
D 20	4,17%	0,00%	0,00%	13,33%	12,36%	5,65%
D 21	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,74%	2,47%
D 22	4,17%	0,00%	0,00%	13,33%	6,74%	4,95%
D 23	0,00%	2,04%	0,00%	6,67%	8,99%	3,89%
D 24	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,12%	1,41%
D 25	8,33%	4,08%	0,00%	13,33%	8,99%	8,83%
D 26	16,67%	6,12%	0,00%	6,67%	6,74%	10,60%

(Continua)

Tabela 17 - Frequência relativa da dimensão Diversificação da matriz energética.

						(conclusão)
D 27	8,33%	18,37%	50,00%	13,33%	6,74%	12,72%
D 28	8,33%	10,20%	0,00%	6,67%	10,11%	12,01%
D 29	0,00%	10,20%	0,00%	0,00%	3,37%	1,06%
Totais	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme dados da Tabela 14, em termos de representação percentual, o indicador Acidificação do solo apresentou 45,83% das citações codificadas no documento D18, que trata do Plano nacional 2030 e se refere às orientações de longo prazo para tendências, para a próxima década, a partir do uso de outras fontes de energia. Desse modo, trata os possíveis impactos que os diferentes tipos de fontes podem causar, como no caso da acidificação do solo, que se dá por processos de terraplanagem, aberturas de clareiras, empreendimentos de grande porte para geração de energia e assim por diante.

Da mesma forma, o indicador Concentração de poluentes em áreas urbanas apresentou um percentual de citações significativo, dentro do conjunto total de citações nos documentos D3 e D18, com percentuais de 16,33% e 30,61%, respectivamente. Os dois documentos se referem ao planejamento de longo prazo para 2030 e o D18, especificamente, se refere às informações de tendências de uso de outras fontes, conforme mencionado. O indicador Descarga de contaminantes em efluentes líquidos apresentou 50% das citações vinculadas ao documento D18 e os outros 50% vinculadas ao documento D27. Enquanto o D18 trata do planejamento nacional para 2030, o D27 se refere ao plano decenal de expansão da energia para 2024, que incorpora uma visão integrada da expansão da demanda e da oferta de diversos energéticos no período de 2015 a 2024.

O indicador Desmatamento na cadeia de energia se refere ao processo de abertura de estradas e retiradas de vegetação para dar espaço a projetos de grande porte voltados para a geração de energia. As citações vinculadas a este indicador se distribuíram em quatro documentos, D18, D19, D20 e D22, com percentuais de 13,66%, de citações para cada um dos documentos. Os documentos D19, D20 e D22 são planos decenais de expansão de energia para os anos de 2015, 2016 e 2019 e se referem a importantes sinalizações para orientar as ações e decisões relacionadas ao equacionamento do equilíbrio entre as projeções de crescimento econômico do país, seus reflexos nos requisitos de energia elétrica e no tocante à necessidade de expansão da oferta, em bases técnica, econômica e ambientalmente sustentável. Desse modo, ao tratar da oferta de energia sob uma perspectiva sustentável, este indicador é relativamente abordado enquanto medida orientadora das ações do setor elétrico.

O indicador Emissão de gases de efeito estufa aparece em 60% dos documentos, com maior representatividade nos documentos D18, D20 e D28, com 13%, 12% e 10% das citações, quando comparado ao conjunto dos 29 documentos. Os documentos D20 e D28 são planos decenais, enquanto o D18 se refere a um plano nacional. Especificamente, o documento D28, assim como os demais planos decenais apresentados neste estudo, são instrumento orientadores dos investimentos de empresas estatais a partir da abertura de participação do setor privado. Esse documento apresenta uma visão integrada da expansão da oferta e demanda de diversos energéticos, sobretudo após a Política Nacional de Mudanças do Clima, em que o Brasil assume contribuição no âmbito do Acordo de Paris, impondo novos condicionantes às ações de planejamento do setor.

Por fim, o indicador Geração de energia por fontes renováveis apresentou citações em 94% dos documentos analisados, com maior representatividade nos documentos D2, D18, D26, D27 e D28 com representações percentuais de 14,49%, 11,31%, 10,60%, 12,72% e 12,01%, respectivamente. O documento D2 trata do Balanço Energético Nacional para o ano de 2017, com informações relativas à contabilidade relativa à oferta e ao consumo de energia no Brasil, bem como dos processos de conversão de produtos energéticos e de comércio exterior. O BEN reúne em um único documento as séries históricas dessas operações, além das informações sobre reservas, capacidades instaladas e importantes dados estaduais.

Todos os documentos que vinculam citações para o indicador geração de energia por fontes renováveis apresentam o balanço acerca da oferta de energia proveniente de fontes renováveis, bem como as projeções para as décadas que se seguem. Os 29 documentos apontam ações de caráter determinativo para o estado, enquanto que para o setor privado as ações têm

caráter indicativo. O objetivo é promover equilíbrio entre os diferentes atores político-institucionais que atuam no setor elétrico brasileiro, no sentido de garantir a oferta de energia, o acesso e um melhor uso da mesma.

Para melhor entendimento dos indicadores dessa dimensão, serão apresentadas as citações mais representativas que estão relacionadas às definições dos mesmos a partir da ferramenta Nuvem de palavras.

4.2.3.1 Código/Indicador Acidificação do Solo

Este indicador corresponde à área do solo onde pode ocorrer danos devido a níveis de acidificação que excedem as cargas críticas (IAEA, 2007). A justificativa para a análise desse indicador leva em consideração que os compostos de enxofre e nitrogênio se estabelecem fora da atmosfera, sob a forma de deposição húmida (chuva ácida) ou deposição seca. A acidificação resultante dos solos e águas superficiais pode ter sérias conseqüências tanto para a vida vegetal quanto para a fauna aquática. Quando o solo se acidifica, seus nutrientes essenciais são lixiviados, o que reduz a fertilidade do solo (IAEA, 2007).

O indicador Acidificação do solo está relacionado com o processo químico de redução do potencial Hidrogeniônico – PH do solo. A acidificação está associada à perda da alcalinidade ou capacidade de neutralização de ácidos e perda de nutrientes. Para o contexto da geração de energia, a implantação de usinas hidrelétricas e termelétricas são exemplos de atividades que podem impactar de forma mais direta na qualidade do solo.

No Brasil, especialmente, a energia hidráulica e a termelétrica ocupam posições de maior significância na matriz de energia elétrica, com 64% e 16 % de participação na oferta interna de energia, respectivamente (ANEEL, 2020). Como fontes de maior representatividade, apontam também para o fato de que podem causar potenciais impactos ambientais, mediante seus processos de geração e implantação.

Da mesma forma, porém, com intensidades reduzidas, em função da representatividade que têm na matriz de energia elétrica, as fontes eólica, solar, biomassa e nuclear também apresentam riscos em termos de impactos ao meio ambiente. Contudo, esses impactos estão mais presentes durante o processo de implantação das usinas e parques geradores, sobretudo quando requerem a abertura de estradas e clareiras que geram desmatamento e expõem o solo a um desgaste maior. Além do mais, durante o processo de implantação de projetos de grande porte, é recorrente a necessidade de limpeza do solo, terraplanagem, supressão de vegetação

diferentes processos de geração e transmissão, por fontes diversas, podem ocasionar ao solo e ao ecossistema como um todo.

D18: O solo deve ser considerado como um importante recurso, junto com os recursos hídricos, essencial para a agricultura e como habitat para as diversas espécies de plantas e animais. As atividades de produção de energia podem resultar na degradação e acidificação dos solos.

D19: Os impactos da chegada de linhas de transmissão em áreas urbanas vão desde o deslocamento de pessoas, até as questões relacionadas ao impacto visual, alteração e restrição do uso do solo, riscos de descargas elétricas, níveis de campos eletromagnéticos, dentre outros.

D22: Nota-se que, no Brasil, o maior volume de emissões de GEE provém da mudança de uso do solo.

D26: A prática da queima da palha da cana para a facilitação da colheita é danosa por comprometer as características biofísicas do solo e, sobretudo, pelas emissões de poluentes atmosféricos que prejudicam a qualidade do ar. Tal prática tem sido inibida por meio de legislação e de acordos firmados entre a iniciativa privada e o poder público.

A citação D18 apresenta o solo como recurso vulnerável diante das atividades de geração de energia, enquanto a citação D19 faz referência aos impactos ocasionados pela chegada das linhas de transmissão. Um dos pontos mais importantes das citações apresentadas é a mudança de uso do solo decorrente das diferentes atividades relacionadas à energia e que podem causar impactos ambientais, sociais e econômicos.

No caso do Brasil, a citação D22 destaca que as emissões de GEE são resultantes dessas mudanças de uso do solo, alegação confirmada pela citação D26 ao fazer referência às emissões decorrentes da queima da palha da cana de açúcar. O mesmo acontece com a queima de carvão para geração por termelétricas, estas que são responsáveis por parte da emissão proveniente das atividades de geração de energia.

A outra palavra que está relacionada com o processo de acidificação do solo é contaminação e também relaciona as atividades de geração de energia com o desgaste do solo.

b) Contaminação

A contaminação do solo pode ser ocasionada em diferentes etapas do processo de geração de energia. A produção de soja para biogás, de cana de açúcar para etanol são exemplos de atividades que podem impactar de forma negativa a qualidade do solo. O uso de defensivos

agrícolas e a monocultura podem resultar em contaminação do lençol freático, compactação e erosão do solo, conforme se pode observar nas citações D27 e D28.

D27: Os principais impactos ambientais da cadeia produtiva estão na fase agrícola, especialmente quando se considera a monocultura de soja, e são associados a fatores como desmatamento extensivo, contaminação de águas e de solos por defensivos agrícolas e herbicidas, erosão e compactação de solos.

D27: Na etapa industrial os impactos e riscos estão relacionados ao manuseio de compostos perigosos (como ácidos, bases e metanol – altamente tóxico), possibilidade de contaminação de recursos hídricos e solo por efluentes líquidos ou vazamentos de produtos e insumos, destinação inadequada de resíduos, efluentes e co-produtos, principalmente a glicerina que é gerada em quantidades expressivas.

D28: [...] quanto às restrições técnicas, o solo tem limitada capacidade de absorção de nutrientes e grandes volumes podem resultar em contaminação do solo e da água.

Na produção do biodiesel, por exemplo, são gerados resíduos como a glicerina, que é um co-produto do biodiesel, que precisa ser destinado de forma adequada. Este co-produto pode ser utilizado pela indústria farmacêutica, de cosméticos ou alimentícia, a depender de sua qualidade em termos de pureza (MOTA *et al.*, 2009). Contudo, quando a cadeia produtiva da glicerina não consegue absorver a quantidade de glicerol que é gerado pela indústria do biodiesel, o resultado é uma preocupação quanto à destinação desse co-produto, altamente poluente, uma vez que pode contaminar corpos de água e solo.

Assim, a política e o planejamento energético deve considerar mais esse desafio relacionado com a necessidade de reaproveitamento do glicerol, como condição para promoção da sustentabilidade ambiental e minimização dos impactos negativos sobre os recursos naturais água e solo.

Ao pensar nesse processo de destinação adequada do glicerol, se promove uma melhor sustentabilidade ambiental e preservação desses recursos. A terceira palavra com maior frequência de citações apresentada na Nuvem de palavras, para o indicador Acidificação do solo, foi erosão, processo de desgaste natural do solo ou resultante de ações antrópicas.

c) Erosão

A citação D25 trata do cultivo de canaviais e de alternativas que podem minimizar os impactos ambientais, relacionados à erosão do solo, decorrentes do cultivo da cana. São medidas já implementadas e incentivadas pela política e planejamento do setor elétrico, no intuito de

garantir a sustentabilidade ambiental dos processos de geração, transmissão e distribuição de energia.

D25: Outra importante iniciativa que vem sendo implantada com bons resultados é a integração lavoura-pecuária, que consiste no consórcio de diferentes sistemas produtivos de grãos, fibras, madeira, carne, leite e agroenergia, implantados numa mesma área, em rotação ou em sucessão. Essa técnica apresenta vantagens ambientais e econômicas, entre as quais podem ser citadas: a redução da compactação do solo; o aumento na produtividade da pastagem; o aumento da matéria orgânica do solo; o maior controle da erosão do solo; e a diminuição no assoreamento de rios.

Todas as citações até então apresentadas para este indicador estão relacionadas, uma vez que se referem aos diferentes impactos que os processos que envolvem a oferta de energia podem ocasionar, sobretudo, quando impactam o solo, comprometendo suas características químicas. A seguir, o indicador Concentração de poluentes em áreas urbanas também apresenta relação dos impactos do setor elétrico na qualidade do ar das cidades.

4.2.3.2 Código/Indicador Concentração de Poluentes em Áreas Urbanas

Este indicador considera as emissões de poluentes atmosféricos de todas as atividades relacionadas à energia, incluindo produção e transporte de eletricidade (IAEA, 2007). Sua análise se justifica devido à crescente preocupação com as maiores concentrações de vários poluentes no ar, principalmente decorrentes do uso de energia. A concentração de poluentes é amplamente influenciada pelos padrões de produção e consumo de energia que, por sua vez, são afetados pela intensidade e eficiência energética (IAEA, 2007).

A poluição do ar proveniente do uso de combustíveis pode se dar em diferentes níveis. A concentração de poluentes em áreas urbanas, ou seja, em âmbito local, é uma das grandes preocupações relacionadas ao uso de combustível fóssil, sobretudo no setor de transportes, bem como o uso de combustíveis como biomassa e carvão para aquecimento e cocção em ambientes fechados é ainda muito comum no Brasil.

Essa poluição do ar local pode se tornar em uma poluição em âmbito regional, ao ocasionar a chuva ácida, devido ao nível de emissão de enxofre e nitrogênio, material particulado e ozônio na queima de combustíveis fósseis, emitidos pelo setor de transporte. Em último caso, em função dos níveis de emissões, os danos podem se tornar globais, contribuindo para o aumento do efeito estufa.

A concentração de poluentes em áreas urbanas está relacionada a uma medida de exposição da população à poluição atmosférica nas áreas urbanas (IBGE, 2020). No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA – define parâmetros de avaliação da qualidade do ar, com base na Resolução nº 03/1990 e estabelece padrões de qualidade do ar para concentrações de poluentes atmosféricos. Tais padrões, quando ultrapassam os limites, podem afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, além de ocasionar danos à fauna e à flora e ao meio ambiente em geral (CONAMA, 1990).

Poluente atmosférico é qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e a flora, prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade (CONAMA, 1990).

De acordo com a Aneel (2019), o Brasil, quando comparado aos países da OECD e o resto mundo, é o que menos poluentes emite na atmosfera provenientes do setor energético. Contudo, embora tais informações sejam positivas, é preciso analisar o nível de emissões provenientes dos diferentes energéticos, de modo a buscar diminuir o máximo possível o nível de emissões. Em 2018, a geração de energia elétrica correspondia a um total de 11,5% das emissões, enquanto o setor de transportes correspondia a 46,5% e a indústria a 32,7% desse total de emissões. Tais informações são importantes para a orientação das políticas de eficiência energética e de diversificação da matriz por fontes de menor impacto ambiental, para que se busquem resultados cada vez mais significativos quanto ao impacto que o setor de transportes têm no nível de emissões.

Na Nuvem de palavras abaixo, a análise do indicador Concentração de poluentes em áreas urbanas evidenciou a frequência de palavras vinculadas às citações que apresentavam relação com este indicador, como: emissões, poluentes e energia, conforme pode ser observado na Figura 22. É importante indicar que as citações, de um modo geral, para este indicador, se referem às emissões de poluentes gerados pelo setor energético e em especial, às emissões resultantes do setor de transporte.

de Kyoto.

D19: Desse conjunto das renováveis, a participação da fonte hidráulica caiu de 2,1% para 2%, contrastando com as outras formas renováveis de energia, que quase dobraram a participação na matriz energética, passando de 2,5% em 1973 para 4% em 2003. Isso parece refletir a preocupação em atenuar as emissões de poluentes atmosféricos (MME, 2006).

D27: A prática da queima da palha da cana para a facilitação da colheita é danosa por comprometer as características biofísicas do solo e, sobretudo, pelas emissões de poluentes atmosféricos que prejudicam a qualidade do ar.

D28: Entretanto, de uma forma geral, é importante mencionar que existem medidas para minimizar os impactos associados ao tema, dada a disponibilidade de tecnologias para abatimento de emissões de poluentes.

D28: [...]deve-se reforçar a atenção para a qualidade do ar, devido ao aumento de emissões de gases poluentes pelas termelétricas.

D29: A predominância do modal rodoviário, por sua vez, tem implicações tais como menor eficiência energética por tonelada transportada e maior nível de emissões de poluentes atmosféricos (CO₂ e NO_x), além de custos de frete superiores às alternativas de transporte por meio hidroviário e ferroviário.

Dessa forma, a necessidade de complementação tem levado o setor elétrico a optar por fontes poluentes, como é o caso das termelétricas à base de carvão ou de diesel. Uma possível alternativa seria o planejamento da instalação desses empreendimentos em áreas em que a qualidade do ar já não esteja saturada ou a substituição do tipo de fonte por gás natural que emite menos GEE que o carvão e o diesel, ou ainda o uso de urânio para o funcionamento das termelétricas.

São, portanto, ações de eficiência energética que podem contribuir para a diminuição das emissões de poluentes na indústria, no setor de transportes e na geração de energia. De acordo com a Aneel (2019), o melhoramento da eficiência das tecnologias de geração a partir de combustíveis fósseis vem reduzindo as emissões GEE na fonte, pela substituição por combustíveis menos poluentes e o aumento das fontes renováveis na matriz energética brasileira, corroborando com as informações das citações D19, D27 e D28.

b) Poluentes

As citações vinculadas às palavras poluentes apresentam a relação de ações de eficiência energética na redução de poluentes na atmosfera. Conforme a citação D3 e D18, os Protocolos de Montreal e de Kyoto representam um marco importante para o direcionamento de ações desse tipo no setor energético, incentivando a substituição de substâncias que destroem a

camada de ozônio, como é o caso dos CFCs, além do incentivo ao uso de fontes de energia renovável.

A citação D3 também faz referência à possibilidade de reaproveitamento de rejeitos de processos energointensivos como alternativa para a promoção da eficiência energética e diminuição das emissões de gases poluentes na atmosfera, sendo as termelétricas aquelas que apresentam o maior potencial de cogeração nesse sentido.

D3: Com o estabelecimento dos Protocolos de Montreal e Kyoto, que alçaram a eficiência energética à condição de instrumento privilegiado e, algumas vezes, preferencial de mitigação de efeitos decorrentes das emissões de gases de efeito estufa e destruidores da Camada de Ozônio, e de poluentes ambientais, ressaltou-se a percepção de que o aumento de eficiência pode constituir uma das formas mais econômica e ambientalmente favoráveis de atendimento de parte dos requisitos de energia.

D3: O uso desses resíduos para geração de energia elétrica é algo que deve ser incentivado, tanto pela emissão de poluentes, quanto pelo potencial de geração e exportação de energia elétrica.

D18: De fato, o interesse despertado para as fontes renováveis e não poluentes a partir do Protocolo de Kyoto tem proporcionado aportes de importantes recursos governamentais para pesquisas relacionadas à geração a partir do mar.

D26: Desde meados da década de 2000, as refinarias da Petrobras vêm passando por processos de adequação, para produzir combustíveis menos poluentes, elevar sua capacidade de processar petróleo pesado e melhorar seu desempenho operacional.

D27: Em virtude da baixa qualidade do carvão nacional, que apresenta alto teor de inertes e enxofre, é essencial que novas UTEs utilizem tecnologias focadas em reduzir a emissão de poluentes atmosféricos e em reaproveitar os resíduos gerados (clean coal technologies).

Por fim, as citações D26 e D27 fazem referência a processos de eficiência energética nas refinarias de petróleo e nas termelétricas para promover a redução de emissões, bem como melhorar a qualidade ambiental dos combustíveis. No Brasil, além de ações nesse sentido, foram desenvolvidos programas que contribuíram com a substituição de combustíveis menos poluentes e que pudessem elevar a eficiência energética do setor elétrico e de transportes.

Um exemplo foi o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) que foi lançado pelo governo brasileiro em 2004 e teve como objetivo introduzir o biodiesel na matriz energética brasileira (MME, 2020). A partir da criação desse programa, o governo brasileiro organizou a cadeia produtiva, estabeleceu as linhas de financiamento, estruturou a base tecnológica e editou o marco regulatório desse novo combustível (CASTRO, 2011). Essas ações foram importantes para permitir a introdução desse tipo de combustível e estimular o seu uso.

O programa levou em consideração a diversidade de oleaginosas disponíveis no país, a garantia do suprimento e qualidade, a competitividade frente aos demais combustíveis e uma política de inclusão social. A produção foi permitida a partir de diferentes oleaginosas e rotas tecnológicas, permitindo a participação do agronegócio e da agricultura familiar (CASTRO, 2011).

Além do aspecto da eficiência energética, as práticas de inclusão social e desenvolvimento regional do PNPB se deram mediante redução da alíquota do Programa de Integração Social (PIS)/Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PASEP) e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins) para os produtores de Biodiesel que possuíam o Selo de Combustível Social. Tal selo é concedido aos produtores que adquirem matéria-prima de agricultores familiares que se enquadram no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) (IPEA, 2011; MME, 2020).

De um modo geral, muitas têm sido as ações e formas de atuação do setor energético e elétrico no Brasil, com o intuito de promover um melhor uso da energia e reduzir os impactos gerados por suas atividades. As expressivas participações da energia hidráulica e da bioenergia na matriz energética brasileira proporcionam indicadores de emissões bem menores do que a média mundial (2,33 tCO₂/tep) e dos países desenvolvidos (2,2 tCO₂/tep) (ANEEL, 2019). Em 2016, a China e os Estados Unidos, com emissões acima de 14 bilhões de tCO₂, responderam por 44% das emissões mundiais, que totalizaram um pouco mais de 32 bilhões tCO₂. Em 2010, a participação foi menor, de 42 (ANEEL, 2019).

A energia e os diferentes indicadores que monitoram seus diferentes processos e impactos sociais, ambientais e econômicos são, portanto, importantes e necessários para a orientação das ações do setor energético, uma vez que fornecem informações sobre o desempenho e impacto do mesmo no meio ambiente, na sociedade e na economia.

Repensar a geração de energia através do desenvolvimento de tecnologias que promovam menos impacto tem sido umas das políticas implementadas e que têm demonstrado resultados, a exemplo da redução das emissões de poluentes, além de promover acesso via redução de custos e, conseqüentemente, preços mais justos para populações mais vulneráveis.

A terceira palavra que aparece na Nuvem de palavras para o indicador Concentração de poluentes em áreas urbanas foi “energia”, e não será apresentada em função de que as citações para esta palavra tratam de pontos relacionados à emissão de poluentes no setor energético, sendo, portanto, as mesmas citações já apresentadas. A seguir, será apresentada a análise do indicador Descarga de contaminantes em efluentes líquidos.

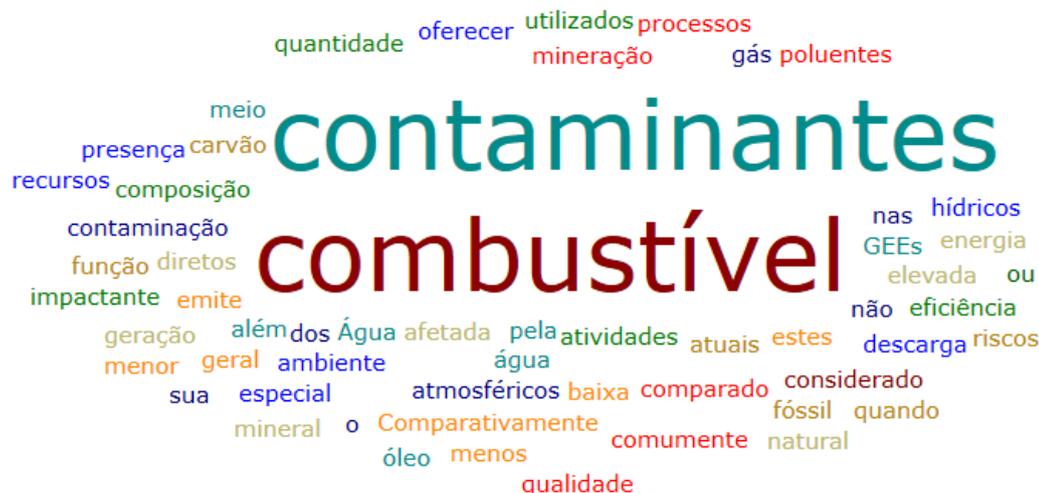
4.2.3.3 Código/Indicador Descarga de Contaminantes em Efluentes Líquidos

Este indicador pode ser definido como as descargas de contaminantes em efluentes líquidos de todas as atividades relacionadas à energia, incluindo a descarga de águas de refrigeração, que podem aumentar a temperatura do curso de água (IAEA, 2007). A análise desse indicador deve partir da justificativa de que a água doce é um recurso escasso em muitas partes do mundo e precisa ser usada sabiamente para garantir e manter quantidades sustentáveis de suprimentos. Qualquer forma de poluição compromete a disponibilidade desse recurso para fins múltiplos, incluindo o humano (IAEA, 2007).

Uma das formas de contaminação de águas decorrente da geração de energia é a percolação da chuva nas áreas de estocagem de combustível fóssil de termelétricas à base de carvão mineral, provocando, através de metais lixiviados, sólidos suspensos e dissolvidos, a alteração do pH dos cursos de água de lençóis freáticos (EPE, 2007). Também é possível impactos relacionados a vazamentos involuntários desse sistema de manuseio de estocagem, produção de efluentes líquidos da drenagem pluvial e do sistema de remoção de cinzas, nos cursos de água, fauna e flora e lençol freático (EPE, 2007).

A Nuvem de palavras da Figura 23 para este indicador evidenciou duas palavras mais frequentes nas citações vinculadas ao mesmo: contaminantes e combustível. As citações se referem à contaminação de cursos de água em função das atividades de geração de energia

Figura 23 – Nuvem de palavras para o indicador Descarga de contaminantes em efluentes líquidos.



Fonte: Dados da pesquisa.

a) Contaminantes

A citação D27 abaixo apresenta uma alternativa para combustíveis como o diesel e carvão mineral, uma vez que é menos poluente e não oferece riscos diretos para a contaminação de corpos de água. Essa alternativa pode ser aplicada para a geração termelétrica, em substituição ao uso do carvão mineral. É importante porque, em usinas movidas a carvão, o processo de operação gera uma série de efluentes líquidos, a exemplo daqueles decorrentes da chuva sobre os estoques de carvão ao ar livre, que gera uma drenagem altamente poluidora, com elevados teores de sólidos em suspensão e baixo pH, o que favorece à lixiviação de elementos do carvão.

D27: O gás natural, em função da baixa presença de contaminantes em sua composição e da elevada eficiência dos processos atuais de geração de energia, é considerado o combustível fóssil menos impactante ao meio ambiente, quando comparado ao carvão mineral ou ao óleo combustível, comumente utilizados. Comparativamente a estes, emite menor quantidade de GEEs e poluentes atmosféricos, além de não oferecer riscos diretos de contaminação de recursos hídricos.

A segunda palavra mais frequente nas citações vinculadas a este indicador foi combustível, que apresentou as mesmas citações relacionadas à palavra contaminates. De um modo geral, tais citações se referem aos impactos da geração termelétrica a carvão mineral nos corpos de água e aponta para uma solução que pode minimizar esses impactos.

O gás natural é menos poluente que o carvão mineral e o diesel e, devido a isso, apresenta-se como uma alternativa mais eficiente para geração de energia termelétrica. É uma forma de reduzir, também, o nível de emissão de poluentes atmosféricos em áreas saturadas, com elevado nível de poluição. Apresenta vantagem ambiental significativa em relação a outros combustíveis fósseis, em virtude da menor emissão de GEE. Quantitativa e qualitativamente, o maior ou menor impacto ambiental da atividade está relacionado à composição do gás natural, ao processo utilizado na geração de energia elétrica e remoção pós-combustão e às condições de dispersão dos poluentes, como altura da chaminé, relevo e meteorologia (ANNEEL, 2008).

De acordo com relatórios da Aneel (2008), os principais poluentes atmosféricos emitidos pelas usinas termelétricas a gás natural são dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrogênio (NO_x) e, em menor escala, monóxido de carbono e alguns hidrocarbonetos de baixo peso molecular, inclusive metano. Quando comparados aos poluentes gerados pelo carvão

mineral, estes são bem menos agressivos que aqueles, tanto em aspectos quantitativos quanto qualitativos ao meio ambiente.

Destarte, no que se refere à descarga de contaminantes, essa alternativa pode ser viável quando analisado do ponto de vista da sustentabilidade ambiental. Além de processos de contaminação, a geração de energia também pode impactar no nível de desmatamento, tanto para uso da madeira como para a abertura de estradas e clareiras para a instalação de usinas.

4.2.3.4 Código/Indicador Desmatamento na Cadeia de Energia

A análise deste indicador considera a mudança anual na quantidade de área de floresta natural e de plantação rastreada ao longo do tempo que poderia ser atribuída ao uso de madeira como combustível para fins energéticos (IAEA, 2007). Considera-se, ainda, os processos de abertura de clareiras e estradas para viabilizar empreendimentos do setor de energia e se justifica pelo fato de que as florestas são ecossistemas fundamentais para o desenvolvimento sustentável, uma vez que desenvolvem papéis na proteção do solo e da água e filtragem de poluentes (IAEA, 2007).

Desse modo, o indicador “desmatamento” também é um parâmetro importante para avaliar a sustentabilidade energética, considerando que para a construção de usinas e parques de geração de eletricidade, grandes áreas e estradas precisam ser abertas e, portanto, desmatadas.

No caso das energias renováveis, apesar de não emitirem GEE para a geração de energia, os processos de construção de usinas sejam eólicas, solares ou de biomassa, podem gerar impactos negativos sobre o meio ambiente. Essa afirmação corrobora com Vera e Langois (2007) ao mencionar que não existe energia totalmente livre de impactos negativos, já que durante o processo de instalação de um parque eólico, muitas vezes, é preciso terraplanar o solo, abrir estradas para passar equipamentos, utilizar de grandes áreas de terra que podem ocasionar modificação do trajeto migratório de aves, entre outros.

O desmatamento ocorre pela derrubada de florestas e abertura de áreas para lavouras e pastagens, mas também pode acontecer para o desenvolvimento de atividades do extrativismo animal, vegetal e mineral, ou ainda para a expansão de áreas urbanas. Esse processo traz impactos negativos para o equilíbrio do meio ambiente, podendo ocasionar perda da biodiversidade, da produtividade do solo, aumento da emissão de gases de efeito estufa e desertificação (GELLAIN et al. 2012). A taxa de desmatamento deve ser, portanto, uma

preocupação de políticas e programas, bem como de legislação que oriente e discipline o uso de terras no país, uma vez que, no Brasil, o maior percentual de emissão de GEE é proveniente da elevada taxa de desmatamento, conforme exposto no tópico sobre o indicador “emissão de gases de efeito estufa”.

No Brasil, o ordenamento jurídico que disciplina o uso de terra é o Código Florestal Brasileiro, instituído pela Lei nº 4.771 de 1965. De acordo com dados do INPE, no ano de 2019, a área desmatada no país foi de 9.762 km² para o período de agosto de 2018 a julho de 2019. Esse valor representa um aumento de 29,54% em relação a taxa de desmatamento apurada pelo PRODES 2018, que foi de 7.536 km² (INPE, 2019).

A seguir, a Figura 24 apresenta a Nuvem de palavras que reflete o conjunto de citações vinculadas a esse indicador. Conforme pode ser observado, as palavras mais frequentes são: desmatamento, emissões e empreendimentos/projetos. Como a palavra emissões já foi exposta na análise do indicador “emissão de poluentes em áreas urbanas”, nesta sessão será brevemente mencionada.

O nível de emissões de GEE relacionado a este indicador se refere ao resultado do processo de desmatamento. Mesmo considerando que pouco mais de 80% da energia consumida no Brasil é originada de fontes renováveis, o desmatamento é um dos gargalos relacionados à mudança climática. A floresta amazônica é o principal alvo do desmatamento e elevação dos níveis de CO₂ na atmosfera.

No caso da energia, a questão está no entorno das mudanças no uso do solo para cultivo de soja, de canaviais, abertura de clareiras para implantação de projetos de geração de energia, ocasionando danos à biodiversidade, comprometendo recursos como água, solo e ar, a depender do projeto esses impactos podem ser maiores ou menores.

Figura 24 – Nuvem de palavras código/indicador Desmatamento na cadeia de energia.



Fonte: Dados da pesquisa.

Para a análise do indicador “desmatamento na cadeia de energia”, a palavra desmatamento foi vinculada a um conjunto de citações que fazem referência ao desmatamento enquanto processo resultante do cultivo de culturas para geração de biodiesel, etanol, instalação de projetos para a geração de energia e linhas de transmissão.

a) Desmatamento

A citação D23 faz referências às ações do setor energético no combate às mudanças do clima. Esses esforços estão relacionados ao fato de que o Brasil possui um diferenciado perfil de emissões, quando comparado a países industrializados. A geração de energia não é a principal responsável pelas emissões de GEE, mas sim o desmatamento resultante de mudanças do uso da terra e florestas.

Nesse caso, embora a matriz energética, especificamente a matriz elétrica, tenha uma predominância de fontes consideradas limpas, o aumento das emissões no setor energético, especialmente relacionado à produção de biodiesel, justifica a necessidade de ações que minimizem processos de desmatamento.

D23: Esforços do governo brasileiro no sentido de controlar e reduzir o desmatamento na Amazônia e no Cerrado, principalmente, devem mudar esse quadro nos próximos anos. Nesse contexto, crescem de importância as medidas de mitigação de emissões na produção e uso da energia, que aumentará sua participação no total de emissões do país, ainda que fique em uma proporção muito aquém da verificada em outros países.

D25: Adicionalmente, alguns projetos podem funcionar como vetores de desmatamento, induzindo a abertura de clareiras e estradas em áreas preservadas. Merecem destaque os empreendimentos de grande porte, como as UHE, os projetos lineares, como as linhas de transmissão e gasodutos.

D27: Os principais impactos ambientais da cadeia produtiva estão na fase agrícola, especialmente quando se considera a monocultura de soja, e são associados a fatores como desmatamento extensivo, contaminação de águas e de solos por defensivos agrícolas e herbicidas, erosão e compactação de solos.

D28: Atualmente, os empreendimentos de linhas de transmissão vêm sendo implantados de forma a minimizar interferências com a vegetação nativa, não havendo mais o desmatamento de toda a faixa de servidão, o que resultava em uma grande área desmatada e uma elevada fragmentação da vegetação nativa.

No caso de instalação de projetos de grande porte, a citação D25 apresenta impactos relacionados com UHE, linhas de transmissão e gasodutos como vetores de desmatamento, na medida em que exigem a necessidade de abertura de clareiras e estradas em áreas preservadas. Acrescenta-se, também, o plantio de cana-de-açúcar para a produção de etanol, quando não são

direcionadas para áreas já ocupadas por atividades agropecuárias. Os impactos advindos dessas atividades vão desde o comprometimento da diversidade da vegetação, à desgastes do solo e contaminação de corpos de água.

A citação D27 se refere aos impactos da cadeia produtiva da soja para produção do biodiesel, por muitas vezes resultar em desmatamento extensivo e contaminação de águas e solo, em função do uso de defensivos agrícolas e herbicidas, além da erosão e compactação do solo. E a citação D28 faz referência aos casos das linhas de transmissão sobre a magnitude da expansão planejada, já que a interferência na vegetação acontece de forma espacialmente dispersa.

No Brasil, no Sudeste, esse processo de instalação de linhas de transmissão é ainda mais relevante, devido à situação do bioma Mata Atlântica que já apresenta paisagem degradada com poucas áreas cobertas por vegetação. Já nas regiões Norte e Centro-Oeste, a preocupação se dá pela expansão hidrelétrica e impactos na vegetação sensível à degradação por instalação de projetos e novos empreendimentos (EPE, 2017).

b) Empreendimentos

As citações relacionadas à palavra empreendimentos fazem referências às citações vinculadas à palavra desmatamento. Tratam de empreendimentos de grande porte, como UHE ou linhas de transmissão como causadores ou impulsionadores do processo de desmatamento.

A citação D19, é uma continuidade do assunto tratado na citação D28 e expõe a preocupação com o bioma da Mata Atlântica em função da instalação de projetos e empreendimentos para a geração de energia. No caso das linhas de transmissão, os impactos envolvem abertura de estradas e restrições quanto ao uso do solo.

D19: os biomas com maior concentração de linhas de transmissão são a Mata Atlântica e o Cerrado, áreas bastante degradadas, com ocupação humana intensa e concentrada no litoral do país, no caso da Mata Atlântica, e pela expansão das áreas de exploração agrícola ou agropecuária, no caso da região do Cerrado. A implantação desses empreendimentos vem contribuindo para uma maior pressão sobre esses biomas em virtude da necessidade de desmatamento para realização das obras, da manutenção das faixas de servidão e da abertura de novos eixos de ocupação do território.

Com relação às faixas de servidão, estas se referem à área de restrição do uso do solo em virtude da implantação das linhas de transmissão, que podem impor medidas restritivas à utilização de práticas agrícolas. Assim, percebe-se que os impactos da implantação de grandes

empreendimentos ultrapassam as questões ambientais e chegam a comprometer as atividades econômicas de comunidades, portanto, apresenta impactos também econômicos e sociais.

A partir do exposto, os impactos que projetos de geração e transmissão de energia podem causar foca de análise deste indicador, como o desmatamento. Acerca disso, percebe-se que o Brasil tem avançado quanto às intenções e medidas para combatê-lo, principalmente de florestas. Isso se tornou mais efetivo com o acordo de Paris, quando o governo brasileiro se mostrou sensível ao processo de desmatamento. Entre as propostas para a redução das emissões de GEE está o compromisso de fortalecer o cumprimento do Código Florestal, em âmbito federal, estadual e municipal. Está também o fortalecimento de políticas e medidas, com vistas a alcançar, na Amazônia brasileira, o desmatamento ilegal zero até 2030 e a compensação das emissões de gases de efeito de estufa provenientes da supressão legal da vegetação, restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas para múltiplos usos e ampliar a escala de sistemas de manejo sustentável de florestas nativas, por meio de sistemas de georeferenciamento e rastreabilidade, aplicáveis ao manejo de florestas nativas, com vistas a desestimular práticas ilegais e insustentáveis (BRASIL, 2016). Isso permite o controle sobre os níveis de desmatamento e, conseqüentemente, influencia a redução das emissões de GEE. A seguir, é apresentado o indicador Emissão de GEE, como um dos impactos do processo de geração e instalação de usinas.

4.2.3.5 Código/Indicador Emissão de Gases de Efeito Estufa

Este indicador pode ser definido como Emissões de gases de efeito estufa (GEE) a partir da produção e uso de energia per capita e por unidade de produto interno bruto (PIB), incluindo dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) (IAEA, 2007).

No caso do Brasil, as emissões de gases de efeito estufa permaneceram estáveis em 2018, mesmo o país vivenciando uma política de governo avessa à proteção ambiental. Dados do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima – SEEG (2019), apontam que no ano de 2018, o país emitiu 1,939 bilhão de toneladas brutas de GEE, um valor 0,3% maior que o verificado no ano de 2017.

Do total de emissões geradas no Brasil, 44% corresponderam, em 2018, a mudanças de uso da terra, principalmente do desmatamento da Amazônia e do Cerrado. Em segundo lugar ficou o setor agropecuário com 25% das emissões e, em terceiro lugar ficou o setor de energia com 24%, incluindo todas as atividades que usam combustíveis fósseis (SEEG, 2019).

Dentre esses valores, a maior variação aconteceu no setor de energia, cujas emissões caíram 5% entre 2017 e 2018. De acordo com a SEEG (2019), esse valor foi o resultado da recuperação do etanol, que se tornou mais competitivo em relação à gasolina em alguns Estados, bem como a regularização do regime de chuvas, permitindo a operação efetiva das hidrelétricas e o avanço do uso de energias como a eólica, que ultrapassou o gás natural em 2018 e se tornou a segunda principal fonte de energia renovável no Brasil.

Além da emissão de poluentes decorrentes do uso de combustíveis fósseis como fonte de energia, o setor elétrico também impacta ao desmatar para promover a produção de lenha e carvão vegetal, ou para a expansão da fronteira agrícola para geração de energia. Soma-se, ainda, a degradação de áreas costeiras e marinhas para a geração de energia eólica *off shore* ou a energia resultante das forças das marés. Isso significa que, mesmo sendo uma fonte de energia considerada limpa, ela também apresenta impactos para o meio ambiente através do processo de instalação de projetos, já que os impactos não são avaliados apenas durante o processo de geração de energia, mas também durante as etapas que antecedem a operação.

Desse modo, o indicador Emissão de Gases de Efeito Estufa, para análise do setor elétrico, é uma avaliação do quanto o setor de geração de energia tem contribuído para a emissão de gases poluentes como o dióxido de carbono. Sendo assim, a preocupação relacionada à sustentabilidade energética em torno desse indicador se dá pela necessidade de diminuir as temperaturas globais resultantes do efeito estufa, associado ao uso de combustíveis fósseis (ABBASI; ABBASI, 2011; OWUSU; ASUMADU-SARKODIE, 2016; DAVY *et al.* 2017).

Essa situação remete a uma preocupação do governo brasileiro em atender aos anseios da comunidade internacional com relação a questões envolvendo as discussões sobre as mudanças climáticas. Tais discussões trazem em seu bojo o papel do setor energético como um dos responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa – GEE, apontando para a necessidade de se buscar caminhos alternativos, como o uso de fontes de energia de menor impacto ambiental.

O intuito dos diferentes governos em todo o mundo, relacionado com essa preocupação, tem sido orientado para a formulação de políticas que considerem a necessidade de garantia de segurança energética e adaptação às mudanças do clima, através da inserção gradual de energias renováveis (HADIAN; MADANI, 2015).

Apesar dos resultados significativos para o ano de 2018, é importante salientar que, de acordo com dados levantados pelo Observatório do Clima, desde 2009, quando da aprovação da Política Nacional sobre Mudança do Clima, que definiu metas para a redução de GEE para o Brasil, as emissões do setor de energia cresceram 19%, em função do aumento no consumo

de gasolina e diesel, bem como da ativação de termelétricas que precisaram operar para complementar a geração hidrelétrica, tendo em vista o período de estiagem vivenciado nessa época (VITAL, 2018).

Contudo, a inserção gradativa de fontes renováveis, como a eólica, biomassa e solar, no últimos anos, tem contribuído para que o país permaneça em níveis estáveis de emissões. Além de ser o resultados de políticas energéticas de incentivo ao uso dessas fontes, é também resultado das metas as quais o Brasil se comprometeu a partir do Encontro sobre Mudanças Climáticas, ocorrido em Paris, em 2015.

Dos compromissos firmados pelo governo brasileiro, para atender o acordo de Paris, está o aumento da participação de bioenergia sustentável na matriz energética brasileira para aproximadamente 18% até 2030, expandindo o consumo de biocombustíveis, aumentando a oferta de etanol, inclusive por meio do aumento da parcela de biocombustíveis avançados (segunda geração), e aumentando a parcela de biodiesel na mistura do diesel (BRASIL, 2016).

Bem antes do acordo de Paris, o Brasil já vinha demonstrando ações voltadas para a busca da Sustentabilidade energética. Foram muitas políticas e programas implementados que trouxeram essa abordagem, desde os programas de eficiência energética, bem como os programas voltadas para o uso de fontes de energia de menor impacto ambiental até a Política de Mudança do Clima. Todos apresentam a atuação do governo no sentido de promover uma matriz energética e de energia mais equilibrada no sentido operacional, de forma a bem utilizar os diferentes recursos energético disponíveis no território nacional de forma integrada.

A questão das emissões é mais um ponto de destaque dentre as tantas ações já mencionadas, a qual as políticas e programas desenvolvidas têm buscado tornar possível reduzir. Contudo, conforme apresentado por Vital (2018) e SEEG (2019), uma das principais causas das emissões de GEE, no Brasil, está relacionado ao uso do solo, especialmente o desmatamento de áreas como a Amazônia e o Cerrado brasileiro.

A Nuvem de palavras abaixo apresenta, de acordo com as citações vinculadas a este indicador, as palavras que aparecem com maior frequência nos trechos codificados.

de reconhecimento das mudanças climáticas antropogênicas, ou seja, causadas pela ação humana, tendo como maiores responsáveis os países industrializados, apontando para o maior grau de compromisso destes.

O alerta que a COP 21 fez foi para o elevado nível de emissões de GEE, principalmente aqueles relacionados ao uso de combustíveis fósseis e apontou para o compromisso que as nações têm para desenvolver políticas energéticas mais sustentáveis, que estimulem a substituição por fontes energéticas menos poluentes e desenvolvimento de tecnologias mais eficientes, visando o melhor uso dos recursos energéticos.

No Brasil, essa preocupação se manifesta na configuração da matriz elétrica, já que a predominância é de fontes renováveis. Contudo, a segunda maior representatividade dessa matriz é a fonte energética de origem fóssil, como o carvão, o gás natural e o petróleo. A seguir, são apresentadas as citações vinculadas à palavra emissão para este indicador:

D1: Quanto à emissão de gases de efeito estufa em relação aos níveis observados [...], houve redução de 34,2% a partir do Sistema Interligado Nacional (SIN), da mesma forma, nos Sistemas Isolados, as emissões apresentaram queda de 43,6%.

D3: A orientação dos programas de eficiência energética observados em muitos países volta-se para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a introdução de fontes energéticas renováveis (bioenergia e energia solar) e de menor impacto (gás natural).

D18: Com o avanço de programas de eficiência energética, com o propósito de tornar a geração convencional de energia mais eficiente, as emissões de CO₂ e de gases de efeito estufa têm sido reduzidas ao longo dos anos, porém permanecem, ainda, em uma faixa muito alta.

D20: As emissões de gases de efeito estufa estimadas, oriundas das termelétricas, alcançam um patamar de 44 Mt de CO₂ equivalente em 2016, ou seja, um aumento de cerca de 2 vezes em relação ao valor das emissões estimadas [...].

D21: Diversas pesquisas existentes no mundo sinalizam que o uso do etanol brasileiro, oriundo da cana-de-açúcar, é o que resulta em maior redução de emissões de GEEs.

D22: A mudança global do clima causada pelas emissões antrópicas de gases de efeito estufa (GEE) tem sido incluída na pauta dos principais problemas socioambientais a serem enfrentados ao longo desse século. O Brasil, signatário da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), não dispõe de metas quantitativas para a emissão de gases de efeito estufa no âmbito do Protocolo de Kyoto, no qual os países desenvolvidos (Anexo 1) se comprometem a atingir, no período de 2008 a 2012, níveis de emissões 5% inferiores aos níveis de 1990.

D22: Apesar de não estar vinculado ao compromisso de redução, o Brasil, assim como os demais países signatários da CQNUMC, tem empreendido esforços de mitigação de emissões, a fim de estabilizar a concentração de GEE na atmosfera, que é o princípio basilar da Convenção.

As citações acima retratam a preocupação com os impactos das emissões de GEE ocasionadas pelo setor energético. A citação D1 apresenta um resultado positivo quanto ao nível de emissões gerados através do Sistema Interligado Nacional – SIN e as citações D3 e D18 fazem referência às políticas de eficiência energética como alternativa para melhorar o uso da energia e, conseqüentemente, contribuir para a redução das emissões.

A citação D20 se refere a uma preocupação que o Brasil têm buscado, ao longo, dos anos, lidar. A geração de energia complementar no país tem nas termelétricas o seu ponto central e estas, em sua maioria, funcionam à base de combustível fóssil e são umas das responsáveis pelo nível de emissões no setor elétrico brasileiro. As ações têm como foco a substituição por um combustível menos poluente, como o gás natural no lugar do carvão mineral, além do incentivo ao uso de fontes renováveis, conforme apresentado na citação D21.

Por fim, é possível perceber que o setor elétrico têm buscado contribuir com a redução de emissões, participando de conferências e desenvolvendo programas de eficiência energética e de incentivo à fontes de menor impacto ambiental, conforme pode ser inferido a partir das citações D22. Exemplos dessas ações são o PROCEL e o CONPET quanto às políticas de eficiência energética desenvolvidas para promover a conservação de energia e a racionalização do uso dos derivados do petróleo e os programas de incentivo às fontes de energias renováveis, como o PROEÓLICA e o PROINFA.

A palavras gases de efeito estufa, embora apareçam na Nuvem de palavras separadamente, serão tratadas como um termo.

b) Gases de Efeito Estufa

A citações D1 e D20 abaixo são complementares às citações que foram apresentadas na análise da palavra “emissões”. Da mesma forma, elas fazem referência aos gases originados da geração de energia e estes contribuem diretamente para o aumento do efeito estufa, como é o caso do CO₂. De acordo com o Anuário estatístico de energia de 2019, que toma como base informações de 2018, as emissões de GEE no SIN, para o ano de 2018, foi de 38,68%, o menor percentual quando comparado ao período de 2014 a 2018 (EPE, 2020).

As fontes responsáveis pela emissão de CO₂ foram o óleo diesel, o óleo combustível, o carvão mineral e o gás natural com percentuais de contribuição para as emissões de GEE de 0,56%, 2,31%, 11,91% e 18,90, respectivamente. Essas informações apontam para o gás

natural e, especificamente, o gás natural como aqueles com maior índice de emissões de CO₂, resultantes do processo de geração de energia no SIN (EPE,2020).

Essa avaliação da EPE (2020) reflete as emissões originadas pela matriz elétrica brasileira. Contudo, se faz necessário avaliar essas emissões do ponto de vista da matriz energética na qual a matriz elétrica está inserida. O Balanço Energético Nacional de 2019, aponta para o setor de transportes como o maior responsável pela emissão de GEE, com 43,3% do total de emissões. Isso se deve ao alto consumo de combustíveis fósseis no setor de transportes, superando as emissões geradas pelo setor elétrico nacional.

D1: São os gases responsáveis pelo efeito de aquecimento da atmosfera. Para efeitos de geração de eletricidade, é muito comum considerar-se apenas o CO₂.

D20: Pesquisas recentes realizadas pela COPPE/UFRJ e outras instituições internacionais sobre a produção e emissão de gases de efeito estufa (GEE) em reservatórios hidrelétricos tem demonstrado que estes sistemas apresentam emissões, particularmente de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), nitrogênio e oxigênio.

No que se refere especificamente à citação D20, há discussões desde a década de 1990 sobre a emissão de GEE originados da geração hidrelétrica, através da liberação de gases resultantes do processo de decomposição do material orgânico nas bacias de acumulação (SANTOS *et al.* 2008; CHAVES, 2019). A intensificação do efeito estufa se dá pela interação do dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄), produzidos na bacia de acumulação do reservatório, contribuindo, assim, com uma parcela das emissões de GEE e com o aumento do aquecimento global (ITO; FRANCO, 2018).

Os gases emitidos pelos reservatórios resultam da decomposição da biomassa original inundada, da biomassa originada do processo de fotossíntese nas águas do reservatório e da matéria orgânica proveniente da bacia de drenagem do reservatório (SBRISSIA, 20008). De acordo com o documento D20, a intensidade dessas emissões de GEE em um reservatório varia com o tempo e apresenta flutuações com períodos de duração irregular. Os parâmetros que influenciam esse processo são a temperatura, intensidade dos ventos, insolação, parâmetros físico-químicos da água, composição da biomassa, etc. (BRASIL, 2007; ELETROBRAS, 2000).

Para comparar o grau de impactos relacionados às emissões de GEE, em 2000, a ELETROBRAS realizou estudos para comparar as emissões equivalentes de algumas termelétricas, a partir de diferentes tecnologias, durante o período de um ano. Os resultados

demonstraram que as hidrelétricas apresentaram melhores resultados, apontando para uma solução viável para a redução dos GEE, a partir da geração de energia elétrica (BRASIL, 2007)

De um modo geral, mesmo sendo uma energia renovável presente na matriz elétrica brasileira, é preciso considerar que todas as fontes de energia geram impactos relacionados à emissão GEE, seja pelo próprio processo de operação, ou pelo processo de instalação, através da extração da matéria-prima e manufatura dos materiais e componentes que serão utilizados na construção das usinas, processos esses que geram resíduos e influenciam a emissão de gases poluentes.

No caso do Brasil, as termelétricas são as grandes responsáveis pela emissão, em termos de representatividade na matriz elétrica. Contudo, todas as outras fontes apresentam, mesmo que pequena, contribuições para a emissão de GEE. Ao se comparar com as emissões resultantes do uso de combustíveis fósseis, essas fontes são as alternativas mais sustentáveis para promover a redução do nível de emissões. A própria configuração da matriz e as políticas e programas que incentivam a geração por fontes de menor impacto ambiental são uma das respostas do setor elétrico a essas questões. A introdução de fontes de energia renováveis, portanto, tem apresentado evolução ao longo dos anos, e esse processo tem sido o resultado de medidas de combate a desperdícios, de melhor uso da energia, de geração de energias renováveis e mais sustentáveis e da necessidade de incentivar a competitividade entre as diferentes fontes, com o intuito de assegurar o provisão de energia para atender as demandas da sociedade brasileira a preços justos, como forma de promover maior acesso aos serviços básicos de energia. A seguir, é apresentado o indicador Geração de energia por fontes renováveis.

4.2.3.6 Código/Indicador Geração de Energia por Fontes Renováveis

Este indicador, Geração de energia por fontes renováveis, refere-se à participação das fontes de energia sem carbono no fornecimento total de energia primária (TPES). A participação da energia sem-carbono na geração de eletricidade é a eletricidade total gerada a partir de fontes de energia sem-carbono, divididas pela geração total de eletricidade (IAEA, 2007). No caso do Brasil, isso é representado pelo percentual de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, a exemplo da hidráulica, eólica, solar, biomassa e etanol.

De acordo com dados do Banco de Informações da ANEEL (2020), a geração de energia por fontes renováveis representa pouco mais de 83% do total da energia gerada no país. Tal

resultado confere à matriz elétrica brasileira o reconhecimento de uma das matrizes mais sustentáveis do mundo, em decorrência da representatividade das fontes renováveis no setor elétrico. A abundância de fontes consideradas limpas no país é uma das condições que permitem que a geração de energia adquira essa configuração.

Contudo, a inserção de diversificadas fontes de menor impacto ambiental na matriz elétrica só se tornou uma realidade a partir das últimas duas décadas, como resposta às repetidas crises enfrentadas pelo desequilíbrio entre a oferta e a demanda de energia. Além do mais, ao considerar que pouco mais de 60% da matriz elétrica é proveniente da fonte hidráulica, em função de sua abundância no país, foi preciso levar em consideração a sazonalidade da oferta dessa fonte no Brasil. As características do clima, resultante da localização geográfica em que o país se encontra, impõe diferenças de temperatura e regime de chuvas nas diferentes regiões, fazendo com que, em determinadas regiões, o volume de chuvas seja maior e em outros os períodos de estiagem sejam mais longos.

Isso reflete no volume dos reservatórios para a geração de energia hidrelétrica, que acaba por ser comprometido, necessitando de complementação. Essa complementação, durante muito tempo, foi realizada a partir da geração por fontes de origem fóssil, que é o caso das termelétricas, o que, para o Brasil, resulta em uma energia mais cara, além de gerar níveis elevados de GEE.

Continuar com uma base de complementação cara e poluente como a termelétrica não contribui para que os objetivos de promover o acesso seguro e justo às comunidades mais vulneráveis seja alcançado, pelo contrário, aumenta a distância entre ricos e pobres e aumenta a desigualdade social. Essa observação é importante para promover a reflexão sobre as conexões que existem entre as diferentes dimensões da sustentabilidade energética, já que a geração de energia deve ter como fim último atender as necessidades da sociedade, gerando desenvolvimento não apenas econômico, mas, sobretudo, social.

A diversificação da matriz, através da inserção de fontes de energias de menor impacto ambiental, por si só não garante sustentabilidade para o sistema de energia. É necessário, então, o correto aproveitamento e uso dessas fontes, o que está relacionado à aplicação de instrumentos de eficiência energética que resultem em conservação de energia (NARULA; REDDY, 2015). O alcance de um sistema de energia sustentável também deve considerar o acesso aos serviços de energia de forma segura e justa a toda população. Isto está relacionado ao fato de que ainda existem mais de 1,4 bilhão de pessoas no mundo sem acesso aos serviços de eletricidade (OWUSU; ASUMADU-SARKODIE, 2016). A esse respeito, Vera e Langlois (2007) alertam

que a prestação de serviços energéticos confiáveis, seguros e ambientalmente corretos para atendimento das necessidades de desenvolvimento econômico e social é fundamental para o alcance do desenvolvimento sustentável.

A atuação do governo brasileiro para diversificação da matriz e busca de complementação vem apresentando políticas e programas mais efetivos a partir de 2002, com a instituição da lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, com a criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, que tinha como objetivo introduzir as fontes eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCH). O programa foi estruturado com o Ministério de Minas e Energia – MME, que ficou responsável pelo planejamento e definição do valor econômico de cada fonte, enquanto a comercialização ficava a cargo da ELETROBRAS (DINIZ, 2018). Importante atentar para o período em que o programa foi criado, logo após um período de crise energética, quando o Brasil apresentou uma demanda superior à oferta de energia e se gerou o que a sociedade brasileira chamou de “apagão”.

Assim, a análise desse indicador busca refletir o quanto a política e o planejamento energético no Brasil têm desenvolvido ações para a inserção gradual de fontes de menor impacto ambiental, como as renováveis, como forma de contribuir com a sustentabilidade ambiental e promover uma maior competitividade entre as fontes de energia para torná-las mais acessíveis.

A Nuvem de palavras da Figura 26, para esse indicador, destacou três palavras que apresentaram uma maior frequência nas citações codificadas para a análise do processo de inserção de fontes renováveis na matriz energética: energia, fontes e renováveis. A palavra energia não fará parte da análise desse indicador, uma vez que já foi apresentada em indicador anterior e pelo fato de que as citações a ela vinculadas estão relacionadas à complementação semântica do mesmo.

térmicas à base de biomassa ou resíduos ainda representam empreendimentos de pequeno porte no país (PIRES, 2000; SAMPAIO; PERIRA, 2018).

De acordo com Lima e Souza (2015), a energia termelétrica é usada de forma estratégica no Brasil, em função de poder ser produzida de forma e quantidade constante durante o ano inteiro. Essa característica das termelétricas é importante devido à possibilidade de superar limitações da geração hidráulica, já que esta depende do nível dos reservatórios. Desse modo, as termelétricas têm como função complementar a geração hidráulica sendo colocada em operação, predominantemente, quando existe necessidade, como é o caso dos períodos de estiagem no país.

D1: O Brasil permanece como líder entre os países com maior participação de fontes renováveis em sua matriz e, conseqüentemente, baixos níveis de emissões.

D2: As fontes renováveis representam 81,7% da oferta interna de eletricidade no Brasil [...].

D13: [...] o Leilão de Reserva voltado para fontes limpas, juntamente com o leilão de concessão da usina hidrelétrica de Belo Monte, permitirá que o país continue a atender seu abastecimento energético preferencialmente por fontes renováveis de energia.

D18: A matriz energética brasileira é caracterizada pela forte presença de fontes renováveis, com destaque para os aproveitamentos hidrelétricos e a utilização da biomassa.

D18: Considerando o interesse em manter a elevada participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira e de diversificar as fontes primárias de abastecimento, concentrou-se o estudo de outras fontes entre as renováveis com maior potencial de penetração no horizonte do PNE 2030, avaliando-se nesta nota o potencial de expansão da geração elétrica a partir da energia eólica e da energia solar, com destaque para o mecanismo de incentivo atualmente existente, o PROINFA.

Mesmo desempenhando um papel importante para geração de energia enquanto as hidrelétricas não podem funcionar com capacidade total, existe a necessidade de se buscar outras alternativas para a complementação sazonal da energia no país. A partir dessa necessidade, o setor elétrico começa a introduzir fontes renováveis e diversificar sua matriz a partir do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia – PROINFA, através de fontes como a biomassa, eólica e PCH, e, posteriormente, abrindo espaço para a geração de energia solar. As citações D18 refletem a participação, em especial da biomassa e eólica após a criação do programa.

b) Renováveis

As citações vinculadas à palavra renovável apresentam relação com o PROINFA, quase sempre como resultados da implantação do programa. Esse é um mecanismo que o setor elétrico dispõe para manter a matriz de energia diversificada e aumentar a participação de fontes consideradas limpas. O PROINFA não inaugura a possibilidade de se usar energia renovável no país, uma vez que estas fontes já vinham sendo exploradas, porém com uma representatividade insignificante, apesar de outros programas como o PROEÓLICA, que incentivava o uso da energia eólica, mas que não logrou resultados e foi substituído pelo PROINFA.

Ao incentivar o uso da biomassa, o PROINFA indica uma alternativa para a geração de energia por combustíveis renováveis, como é o caso do biodiesel e do etanol, conforme se observa na citação D3 e D18. Substituir o carvão e o gás natural pelo biodiesel em termelétricas é um avanço importante em um processo de transição de fontes baseadas em carbono por fontes com menor impacto para o meio ambiente.

Complementar a geração de termelétricas por energia eólica, que já apresenta uma participação significativa na matriz elétrica, é também um dos resultados positivos proporcionados pelos programas de governo para incentivar a geração de energias renováveis. A energia eólica apresenta vantagens em termos de complementação, uma vez que os ventos são mais intensos nos períodos em que os reservatórios estão com níveis mais baixos e, a partir do gerenciamento integrado entre a oferta de fontes, é possível garantir o abastecimento seguro de energia para o país, sem riscos de crises.

D3: Por combustíveis renováveis, essencialmente entende-se a biomassa e suas diversas formas de aproveitamento.

D18: [...]o interesse em manter a elevada participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira e de diversificar as fontes primárias de abastecimento, concentrou-se o estudo de outras fontes entre as renováveis com maior potencial de penetração no horizonte do PNE 2030, avaliando-se nesta nota o potencial de expansão da geração elétrica a partir da energia eólica e da energia solar, com destaque para o mecanismo de incentivo atualmente existente, o PROINFA.

D18: A biomassa também desempenha um papel importante, não somente no setor elétrico, mas também na oferta de combustíveis como o Alcool.

D25: As usinas à biomassa, as pequenas centrais hidrelétricas (PCH) e as usinas eólicas têm importância estratégica para o país pelos benefícios para o meio ambiente pois, juntamente com as usinas hidrelétricas, são fontes renováveis de energia.

D 26: No SIN ainda vale destacar o aumento da geração elétrica a partir das novas energias renováveis, sobretudo a eólica.

Os resultados apresentados pelo PROINFA demonstram que fontes como a eólica e a biomassa têm ganhado representatividade, o que pode ser observado a partir das citações D18, D25 e D26. Para o setor eólico esse programa de incentivo foi essencial para o processo de aprendizado brasileiro e conhecimento do setor. Além do mais, o PROINFA garantia compra de energia a partir das fontes abordadas pelo programa, o que gerava um efeito positivo no preço do KW/h, já que a atração de fabricantes para o mercado estimulava a competitividade, gerando diminuição dos preços. Isso foi possível em função da introdução da comercialização de energia via leilões que, de forma competitiva, gerava vencedores a partir da oferta da menor tarifa ao consumidor (OLIVEIRA NETO; LIMA, 2017).

No caso da energia eólica, incentivos como o PROINFA criaram um contexto favorável e atrativo para investimentos, o que vem melhorando o desenvolvimento do mercado industrial para a produção em larga escala deste tipo de energia (OLIVEIRA NETO, 2016). Para a ANEEL, o que torna essa fonte favorável é sua renovabilidade, perenidade e grande disponibilidade, além de custo zero de obtenção, o que não se verifica em fontes de origem fósseis. Por outro lado, o custo elevado ainda é um entrave que precisa ser melhorado. Para clarificar tal questão, em 2008, o MW/h de energia eólica custava R\$ 230,00 ao passo que o MW/h da energia hidrelétrica custava R\$ 100,00 (ANEEL, 2008).

Tal limitação para o custo da energia eólica poderia ser superada através de incentivos também à indústria eólica no país. Os leilões de energia introduzidos no último modelo de condução do setor elétrico trouxeram essa possibilidade, pois permitem que a energia seja negociada dentro de um ambiente de competitividade em que o vencedor será sempre aquele que oferecer o menor preço do KW/h, garantindo a modicidade tarifária (ANEEL, 2008; SIMAS; PACCA, 2013; MELO, 2013). Esse modelo de comercialização de energia permitiu que a fonte eólica se tornasse a segunda mais competitiva, em 2011, chegando a um preço de R\$ 100,00 o MW/h, valor bastante diferenciado daquele de 2008 (MELO, 2013). Hoje são 632 empreendimentos em operação em todo Brasil, dos quais 84% encontram-se no Nordeste, tendo sua maior representatividade no Rio Grande do Norte (ANEEL, 2020).

Considerando o papel preponderante que o PROINFA teve no processo de implementação e crescimento da energia eólica na matriz brasileira, é possível traçar trajetória semelhante para a biomassa, aquela que tem participação equivalente à energia eólica para geração de energia no país. Por ser também uma das fontes abrangidas pelo programa, a

biomassa começa seu processo de expansão no Brasil a partir do PROINFA, com maior intensidade a partir de benefícios e estímulos do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel – PNPB, o que tem permitido maior inserção dessa fonte na matriz elétrica e energética do país.

No âmbito da geração de energia elétrica, a política que trouxe, de fato, contribuição no sentido de promover o maior crescimento e expansão desse tipo de fonte na matriz de energia elétrica foi o PROINFA. Assim, como para a geração da energia eólica, as características climáticas e físicas do território brasileiro, o potencial para geração de energia e biocombustíveis, a partir da biomassa, é muito significativo, sendo uma das alternativas de complementação da matriz de energia elétrica. Essas características possibilitam o uso da biomassa para a geração de eletricidade, especialmente em sistemas de cogeração, bem como para atendimento de demanda isoladas de eletricidade (ANEEL, 2005).

Assim, o panorama atual para a geração de energia a partir da biomassa, no Brasil, relaciona-se a aproximadamente 9% da matriz de energia elétrica, correspondendo a 571 usinas em operação no país, das quais 405 produzem energia a partir do bagaço da cana-de-açúcar e as demais são distribuídas entre biogás-AGR, capim elefante, casca de arroz, etanol, óleos vegetais, biogás-floresta, carvão vegetal, gás de alto forno, lenha, licor negro e resíduos florestais (ANEEL, 2020).

Contudo, não são apenas as fontes eólica, biomassa e solar que estão presentes na matriz de energia no Brasil. O PROINFA também incentivou a geração de energia a partir das Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH, que no país correspondem a 471 usinas ou 3,12% de potência fiscalizada de empreendimentos em operação (ANEEL, 2020).

Como é possível perceber, a matriz de energia elétrica, em termos de uso de fontes renováveis, depois da fonte principal que é hidráulica, tem na energia eólica e na biomassa as fontes de maior representatividade para a geração de energia. Esse resultado teve uma evidência maior a partir das políticas e programas desenvolvidas pelo governo, com o intuito de inserir fontes diversificadas na matriz, ao mesmo tempo em que se buscava lidar com situações de crise, como a ocorrida no país em 2001, além da necessidade de se buscar alternativas de complementaridade para o atual sistema de geração de energia presente no Brasil.

Diante do exposto, para melhor entendimento da dimensão e suas implicações na sustentabilidade energética, a seguir, é apresentada a relação entre os indicadores apresentados como medidas de diversificação da matriz.

4.2.3.7 Relação entre os Indicadores da Dimensão Diversificação da Matriz utilizando o Coeficiente “c”, Índice de Jaccard “IJ” e Correlação de Pearson “r”

Os indicadores da dimensão Diversificação da matriz energética buscam representar a política energética brasileira do ponto de vista ambiental, no sentido de que os processos de geração, transmissão e distribuição de energia têm impacto sobre o meio ambiente e sobre as comunidades. Contudo, é importante verificar o quanto esses indicadores podem estar relacionados, ou seja, até que ponto se pode considerar que os resultados de um indicador pode impactar no resultado de outros indicadores.

Assim, a análise de coocorrências permite que se identifique, no contexto dos documentos analisados, através das citações, as vinculações que podem existir entre os indicadores a partir da ocorrência de uma mesma citação vinculada a mais de um indicador ao mesmo tempo. A tabela abaixo apresenta a coocorrência entre os indicadores da dimensão Diversificação da matriz energética.

Tabela 18 – Coocorrências da dimensão Diversificação da matrix energética

	Acidificação do solo		Concentração de Poluentes em áreas Urbanas		Descarga de contaminantes em efluentes líquidos		Desmatamento na cadeia de energia		Emissão de Gases de Efeito Estufa		Geração de energia por fontes renováveis	
	Citações	(c)	Citações	(c)	Citações	(c)	Citações	(c)	Citações	(c)	Citações	(c)
Acidificação do solo	0	0,0	1	0,01	0	0,0	2	0,05	1	0,01	0	0,0
Concentração de Poluentes em áreas Urbanas	1	0,01	0	0,0	1	0,02	0	0,0	3	0,02	3	0,01
Descarga de contaminantes em efluentes líquidos	0	0,0	1	0,02	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Desmatamento na cadeia de energia	2	0,05	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,01	0	0,0
Emissão de Gases de Efeito Estufa	1	0,01	3	0,02	0	0,0	1	0,01	0	0,0	6	0,02
Geração de energia por fontes renováveis	0	0,0	3	0,01	0	0,0	0	0,0	6	0,02	0	0,0

(c) Coeficiente C

Fonte: Dados da pesquisa

As coocorrências de citações vinculadas a mais de um indicador expressam o grau de relacionamento entre os mesmos. Embora os resultados da Tabela 15 representem um relacionamento fraco, é possível fazer algumas inferências acerca desse resultado. Os indicadores Desmatamento na cadeia de energia e Acidificação do solo apresentaram em comum o fato de que os impactos ambientais resultantes da cadeia agrícola da monocultura de soja estão relacionados ao processo de desmatamento e de contaminação do solo. Isso fica claro na citação D26 e indica que o nível de desmatamento resultante de algum processo de geração de energia também vai refletir no resultado do indicador Acidificação do solo, ou seja, as atividades que resultam em desmatamento também impactam na qualidade do solo. Da mesma forma, os indicadores Descarga de contaminantes em efluentes líquidos e concentração de poluentes em áreas urbanas apresentam coocorrência de citações. Ao comparar o uso de

gás natural ao uso do carvão mineral para a geração de energia por meio de termelétricas, este primeiro gera menos impactos no quesito contaminação de efluentes, além de gerar menos GEE do que o carvão mineral. Desse modo, tanto no que diz respeito à contaminação de efluentes quanto à geração de gases de efeito estufa, o gás natural é a alternativa menos poluente, conforme pode ser observado na citação D27.

Outra relação que pode ser observada é entre os indicadores Concentração de poluentes em áreas urbanas e Emissão de gases de efeito estufa. A citação D28 se refere ao fato de que o Brasil é um dos países que menos emite GEE na atmosfera provenientes da geração de energia, uma vez que a predominância de fontes renováveis na matriz é bastante significativa.

D18: Tal crescimento pode ser atribuído a programas de incentivo à expansão das energias renováveis que visam reduzir a emissão de gases de efeito estufa.

D26: Os principais impactos ambientais da cadeia produtiva estão na fase agrícola, especialmente quando se considera a monocultura de soja, e são associados a fatores como desmatamento extensivo, contaminação de águas e de solos por defensivos agrícolas e herbicidas, erosão e compactação de solos. Apesar disso, é preciso considerar que a soja não é plantada exclusivamente para produção de biodiesel.

D27: O gás natural, em função da baixa presença de contaminantes em sua composição e da elevada eficiência dos processos atuais de geração de energia, é considerado o combustível fóssil menos impactante ao meio ambiente, quando comparado ao carvão mineral ou ao óleo combustível, comumente utilizados. Comparativamente a estes, emite menor quantidade de GEEs e poluentes atmosféricos, além de não oferecer riscos diretos de contaminação de recursos hídricos.

D28: No setor elétrico, a geração a partir de fontes não emissoras de GEE somará 93% do total da geração de energia elétrica em 2026. Dessa forma, diferentemente do que ocorre na maioria dos países, no Brasil o setor elétrico contribui pouco para o total de emissões de gases de efeito estufa.

D28: [...] a grande participação de fontes renováveis na sua matriz energética, as emissões de GEE por unidade de energia consumida no Brasil são pequenas comparativamente a outros países.

Por fim, a última citação, D28, apresenta a relação entre os indicadores Geração de energias renováveis e Emissão de gases de efeito estufa ao se referir que a maior participação das fontes renováveis contribui para a redução das emissões de GEE, provenientes do uso e produção de energia. Isso se deve ao fato de que as emissões geradas pelo setor energético estão associadas ao uso de combustível fóssil e a substituição desse suprimento por um combustível

renovável reflete na redução desses níveis. Todas as citações e relações apresentadas a partir da Tabela 15 de coocorrências demonstram a interdependência que existe entre esses indicadores analisados na dimensão Diversificação da matriz. Ações que visam reduzir impactos em uma determinada área, como é o caso da emissão de GEE na atmosfera, podem contribuir para reduzir os impactos em outras áreas importantes da sustentabilidade energética, como na qualidade do ar em áreas urbanas, na redução do desmatamento que, por sua vez, contribuem para a redução da contaminação de efluentes líquidos e do solo.

A Tabela 16 apresenta o grau de intensidade da relação entre esses indicadores e o grau de associação a partir do Índice de Jaccard – IJ.

Tabela 19 – Associação entre os indicadores da dimensão Diversificação da matriz energética.

	Acidificação do solo	Concentração de poluentes em áreas urbanas	Descarga de contaminantes em efluentes líquidos	Desmatamento na cadeia de energia	Emissão de Gases de Efeito Estufa	Geração de energia por fontes renováveis
Acidificação do solo	1	0,41667	0,25	0,88889	0,53333	0,38095
Concentração de poluentes em áreas urbanas		1	0,222222	0,5	0,6	0,42857
Descarga de contaminantes em efluentes líquidos			1	0,22222	0,13333	0,09524
Desmatamento na cadeia de energia				1	0,6	0,42857
Emissão de Gases de Efeito Estufa					1	0,71429
Geração de energia por fontes renováveis						1

Fonte: Dados da pesquisa.

Com base na Tabela 16 é possível perceber que existe relação entre todos os indicadores, alguns com maior intensidade do que outros. O par de indicadores que apresentou a maior intensidade de relação foi Desmatamento na cadeia de energia e Acidificação do solo, com um índice de 0,8888. Todo processo que gere desmatamento apresenta impactos negativos para a qualidade do solo. A citação D3 apresenta os impactos da energia eólica que, apesar de ser uma energia de menor impacto ambiental, gera impactos durante o processo de construção e operação, como o desmatamento e, conseqüentemente, o desgaste do solo, proveniente do próprio desmatamento, mas também das atividades como terraplanagem que modificam o uso do solo e suas características químicas. Outro par de indicadores que apresentou uma relação intensa foi Geração de energia por fontes renováveis e Emissão de gases de efeito estufa, com um índice de 0,7142. Isso se deve à inserção de fontes renováveis na matriz elétrica, principalmente a partir do PROINFA, pois este estimulou a geração de energia pela fonte eólica, biomassa e PCH, e estas, quando comparadas às emissões por geração proveniente de combustíveis fósseis, são bem menores. A citação D27 expressa a relação entre esses dois indicadores ao se referir à contribuição das fontes renováveis para a redução das emissões de GEE e atendimento das metas estipuladas pela Política Nacional sobre Mudanças Climáticas (PNMC).

Os pares de indicadores Emissão de gases de efeito estufa e Acidificação do solo, Emissão de gases de efeito estufa e Concentração de poluentes em áreas urbanas, e Emissão de gases de efeito estufa e Desmatamento na cadeia de energia apresentaram um IJ bem próximos, com 0,5333, 0,6 e 0,6, respectivamente. A segunda citação, D3, expressa bem essa relação ao mencionar as ações de eficiência energética como instrumento de mitigação das emissões de GEE e poluentes. O desmatamento é atualmente uma das causas principais das emissões de GEE, isso porque alteram o uso do solo, causando mudanças na qualidade do mesmo, conforme pode ser observado na primeira citação (D3).

D3: Impactos ambientais da construção e operação de parques eólicos resultam da ocupação do solo pelo parque eólico e subestações (preparação, terraplanagem, desmatamento, etc.)

D3: Com o estabelecimento dos Protocolos de Montreal e Kyoto, que alçaram a eficiência energética à condição de instrumento privilegiado e, algumas vezes, preferencial de mitigação de efeitos decorrentes das emissões de gases de efeito estufa e destruidores da Camada de Ozônio, e de poluentes ambientais, ressaltou-se a percepção de que o aumento de eficiência pode constituir uma das formas mais econômica e ambientalmente favoráveis de atendimento de parte dos requisitos de energia.

Essas correlações podem ser explicadas a partir das citações codificadas para cada um desses indicadores que apresentam algum grau de associação. A citação D26 expressa as relações entre o indicador Acidificação do solo e concentração de poluentes em áreas urbanas e emissão de gases de efeito estufa.

D26: A prática da queima da palha da cana para a facilitação da colheita é danosa por comprometer as características biofísicas do solo e, sobretudo, pelas emissões de poluentes atmosféricos que prejudicam a qualidade do ar.

Por fim, o indicador Geração de energia por fontes renováveis apresentou relação com os indicadores Acidificação do solo, Concentração de poluentes em áreas urbanas e Desmatamento na cadeia de energia. Os IJ foram 0,3808, 0,4285 e 0,4285, respectivamente. Essa relação pode ser observada pelas vantagens que a geração por fontes renováveis pode proporcionar quando comparada aos impactos que fontes baseadas em carbono podem gerar. A citação D27 explicita que as PCH geram uma quantidade de gases quase insignificante e que a geração por biomassa possui um balanço de emissões neutro. A citação D3, apresenta impactos da geração de energia eólica, como as mudanças no uso do solo resultantes de processos de desmatamento para abertura de estradas e áreas para a instalação do parque eólico. Além do mais, esse processo de instalação pode causar emissões de GEE durante o transporte de máquinas e equipamentos.

Essa intensidade de relacionamento entre esses indicadores pode ainda ser confirmada através do Coeficiente de Correlação de Pearson (r), conforme Tabela 17. É importante ressaltar que a correlação de Pearson que é medida que faz referência ao conjunto de citações relacionadas, ou seja, ao contexto “linguístico semântico” que as citações são analisadas.

Tabela 20 – Índice de correlação de Pearson para a dimensão Diversificação da matriz energética.

	Acidificação do solo	Concentração de poluentes em áreas urbanas	Descarga de contaminantes em efluentes líquidos	Desmatamento na cadeia de energia	Emissão de Gases de Efeito Estufa	Geração de energia por fontes renováveis
Acidificação do solo	1					
Concentração de poluentes em áreas urbanas	0,7681883	1				
Descarga de contaminantes em efluentes líquidos	0,71526	0,8029882	1			
Desmatamento na cadeia de energia	0,5580626	0,3732039	0,4774026	1		
Emissão de Gases de Efeito Estufa	0,6078564	0,527867	0,407665	0,6815721	1	
Geração de energia por fontes renováveis	0,5446796	0,561940	0,497148	0,5112887	0,561366	1

Fonte: Dados da pesquisa.

A partir dos dados apresentados na Tabela 17, é possível perceber uma correlação forte entre três pares de indicadores: Acidificação do solo e Concentração de poluentes em áreas urbanas, Acidificação do solo e Descarga de contaminantes em efluentes líquidos, e Acidificação do solo e Desmatamento na cadeia de energia, Acidificação do solo e Emissão de gases de efeito estufa, e Acidificação do solo e Geração de energia por fontes renováveis, com valores para o coeficiente de correlação de Pearson (r) de 0,7681, 0,7152, 0,5580, 0,6078 e 0,5446, respectivamente.

Essas correlações podem ser explicadas a partir das citações codificadas para cada um desses indicadores, apresentando algum grau de associação. A citação D26 expressa as relações entre o indicador Acidificação do solo e Concentração de poluentes em áreas urbanas e emissão de gases de efeito estufa.

D26: A prática da queima da palha da cana para a facilitação da colheita é danosa por comprometer as características biofísicas do solo e, sobretudo, pelas emissões de poluentes atmosféricos que prejudicam a qualidade do ar.

Essas correlações podem ser explicadas a partir das citações codificadas para cada um desses indicadores, apresentando algum grau de associação. A citação D26 expressa as relações entre o indicador Acidificação do solo e Concentração de poluentes em áreas urbanas e emissão de gases de efeito estufa.

D26: A prática da queima da palha da cana para a facilitação da colheita é danosa por comprometer as características biofísicas do solo e, sobretudo, pelas emissões de poluentes atmosféricos que prejudicam a qualidade do ar.

O indicador Concentração de poluentes em áreas urbanas também apresentou uma correlação forte com os indicadores Descarga de contaminantes em efluentes líquidos, Emissão de gases de efeito estufa e Geração de energia por fontes renováveis, com coeficientes de correlação 0,8029, 0,5278 e 0,5619, respectivamente. A correlação entre esses indicadores pode ser observada a partir das citações D3 e D28, abaixo.

D3: As ações de eficiência energética podem gerar possibilidade de viabilizar, de forma sustentável, energias primárias regionais renováveis (bioeletricidade e alternativas), com baixa emissão de poluentes;

D28: Comparativamente a estes, emite menor quantidade de GEEs e poluentes atmosféricos, além de não oferecer riscos diretos de contaminação de recursos hídricos.

No Brasil, as políticas de eficiência energética têm sido um mecanismo importante para promover o melhor uso da energia. No caso das renováveis, a eficiência energética pode contribuir minimizando os impactos decorrentes da poluição de corpos de água, do solo e geração de gases. A citação D28 se refere à substituição do carvão mineral pelo gás natural para a geração de energia, como uma medida mais eficiente que contribui para reduzir as emissões de GEE.

Em seguida também é possível observar uma correlação média entre o indicador Descarga de contaminantes em efluentes líquidos e os indicadores Desmatamento na cadeia de energia, Emissão de gases de efeito estufa e Geração de energia por fontes renováveis, com correlação de Pearson 0,4774, 0,4076 e 0,4971, respectivamente. Essa correlação também é representada pela citação D28, que expressa a necessidade de substituição de fontes mais poluentes por fontes de menor impacto ambiental, ainda que sejam baseadas no carbono. O gás natural para a geração de energia reduz os riscos de contaminação do solo e da água pelo processo de lixiviação, além de emitir quantidades de CO₂ menores que o carvão mineral.

Por fim, o indicador Desmatamento na cadeia de energia apresentou correlação com os indicadores Emissão de gases de efeito estufa e Geração de energia por fontes renováveis, com coeficientes de Pearson 0,6815 e 0,5112, nessa ordem. A correlação desses indicadores pode ser observada pela implantação de empreendimentos de geração de energia que causam mudanças no uso do solo, mediante desmatamento, o que representa a maior parte das emissões de GEE, conforme pode ser observado nas citações D19 e D22 abaixo.

D19: A implantação desses empreendimentos vem contribuindo para uma maior pressão sobre esses biomas em virtude da necessidade de desmatamento para realização das obras, da manutenção das faixas de servidão e da abertura de novos eixos de ocupação do território.

D22: Mesmo com essa redução recente, atualmente o desmatamento continua como o maior responsável pelas emissões do país. Porém, o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) estipula metas para redução progressiva do desmatamento. Isto significa que, embora a mudança de uso do solo continue a representar a maior parte das emissões de CO₂, sua participação tende a reduzir significativamente no futuro, o que denota uma maior importância na aplicação de medidas de mitigação de emissões de GEE em processos que demandam energia.

A inserção de fontes renováveis podem contribuir com a redução dos níveis de emissões, mas mesmo assim, os empreendimentos de energia, mesmo renováveis, podem apresentar impactos e o desmatamento é um deles. Toda vez que é necessária a supressão de vegetação e abertura de estradas para a implantação de novos projetos, é ocasionado um processo de desmatamento que, por sua vez, eleva o nível das emissões de GEE, o que corrobora com a correlação entre o indicador Emissão de gases de efeito estufa e Geração de energia por fontes renováveis.

Diante dos resultados apresentados, é possível inferir que todos os indicadores apresentam algum grau de correlação e isso significa que um tem impacto sobre o resultado do outro. Os impactos ambientais decorrentes da geração de energia funcionam como uma cadeia, em que o efeito de um pode fazer o efeito do outro ser mais expressivo. Um exemplo é o aumento das áreas desmatadas que elevam as emissões de gases de efeito estufa, ou o aumento da geração de energia por combustíveis fósseis, que também aumentam a emissão de gases e poluentes atmosféricos, além de contribuir para o aumento da contaminação do solo e dos recursos hídricos.

As ações para minimizar tais resultados são as políticas e programas desenvolvidos pelo governo, com o intuito de promover o uso e a geração eficiente da energia mediante tecnologia e aproveitamento de fontes de menor impacto ambiental. Isso envolve a atuação de agentes públicos e privados que fazem parte do setor energético e da gestão integrada dos processos de

geração de energia, através da utilização das diferentes fontes disponíveis no país. Esses agentes são os responsáveis pelas decisões tomadas e executadas no setor energético e que se constituem na política e planejamento do setor. Assim, a próxima dimensão da sustentabilidade energética analisa indicadores que retratam a atuação político-institucional.

4.2.4 Dimensão Político-Institucional

A capacidade de desenvolvimento de planejamentos que orientem a atuação do setor elétrico brasileiro dentro de um cenário mais sustentável é um desafio enfrentado pelas instituições públicas e privadas que geram, transmitem e distribuem energia no país. O gerenciamento integrado das diferentes fontes, de modo a promover o acesso seguro e justo dos serviços básicos de energia e preservação do meio ambiente, tem sido uma questão a ser equacionada pelo governo e pelas instituições que estruturam esse setor.

De acordo com Borges (2013), as instituições que têm o papel de regular e supervisionar o setor elétrico são responsáveis pela formação das diferentes formas de geração de eletricidade que constituem os processos produtivos do país, o que as coloca em posição de uso estratégico da energia através do desenvolvimento de políticas para o setor. A oferta de energia em quantidade e qualidade na prestação do serviço perpassa a atuação das instituições que têm o papel de gerar, transmitir, distribuir e se coadunam com aquelas instituições que buscam normatizar a atuação do setor. O objetivo é o desenvolvimento de políticas que integrem a atuação desse conjunto de instituições.

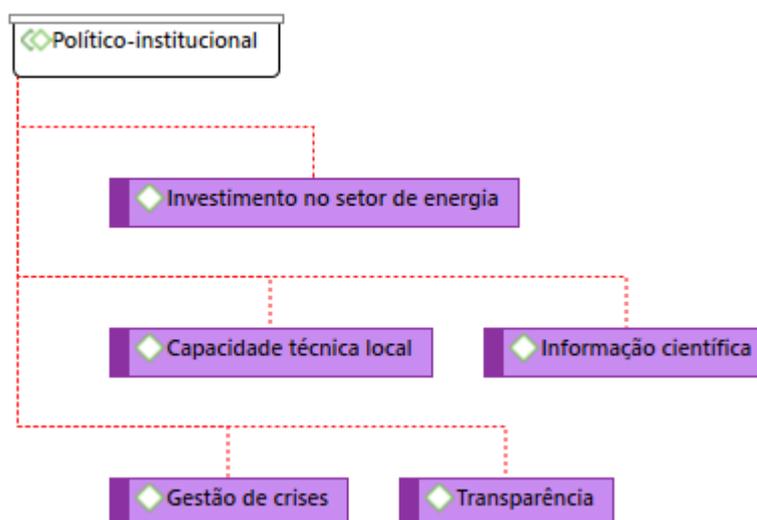
A dimensão Político-institucional visa analisar a atuação das instituições públicas e privadas que fazem parte do setor elétrico brasileiro, através da identificação de indicadores de sustentabilidade energética, expressando ações de promoção de oferta segura, acesso justo, uso eficiente e ambientalmente sustentável da energia.

No caso do Brasil, as instituições que formam o cenário político-institucional são as empresas que geram, transmitem e distribuem juntamente com os órgãos do governo, responsáveis pela normatização e operação do SIN, como o Conselho Nacional de Política Energética – CNPE, o Ministério de Minas e Energia – MME, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, A Empresa de Pesquisa Energética – EPE, o Operador Nacional do Sistema – ONS e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE. Desse modo, o processo de identificação dos indicadores político-institucionais teve como objetivo avaliar a política e

planejamento energético no Brasil, através da atuação dessas instituições para o funcionamento integrado e harmônico do setor.

A dimensão Político-institucional é apresentada por um subconjunto de cinco indicadores de energia que buscam expressar medidas que avaliam a atuação das instituições públicas e privadas que formam o setor elétrico brasileiro. Os indicadores que fazem parte desta dimensão são: Investimento no setor de energia, Capacidade técnica local, Informação científica, Gestão de crises e Transparência, conforme pode ser observado a partir da árvore ortogonal gerada pelo na Figura 27.

Figura 27 – Árvore ortogonal da dimensão Político-institucional.



Fonte: Dados da pesquisa.

Na figura acima, os indicadores da dimensão Político-institucional são apresentados vinculados à referida dimensão a que foram codificados, a partir dos 29 documentos analisados.

O total de citações vinculadas a estes indicadores foram 269. Na Tabela 18 estão apresentadas as frequências absolutas e relativas das citações para cada indicador em relação a cada documento analisado. Nas linhas estão o número de citações para cada código/indicador em relação a um documento específico e o total de citações, bem como a sua representação percentual para o referido documento.

Nos dados da tabela abaixo é possível observar que o indicador Investimento apresentou 86, 25% das citações vinculadas aos documentos analisados, o que sugere que este indicador é o mais representativo da dimensão Político-institucional. Os indicadores Gestão de crises e Informação científica apresentaram um percentual de 5,2% e 4,85% das citações, respectivamente e os indicadores Capacidade técnica local e Transparência obtiveram um

percentual de citações de 1,49% e 2,23%, nesta ordem. Tais indicadores buscam refletir sobre o papel das instituições no setor elétrico brasileiro, no sentido de promover medidas que garantam a prestação e o acesso seguro e sustentável dos serviços de energia, a partir da articulação da atuação dessas instituições, conforme pode ser observado na Tabela 18.

Tabela 18 – Frequência absoluta/relativa de citações para código/indicador e documentos da dimensão Político-institucional

Documentos	Indicadores										Totais
	Capacidade técnica local	(%)	Gestão de crises	(%)	Informação científica	(%)	Investimento	(%)	Transparência	(%)	
D 3	0	0,00%	2	4,76%	7	16,67%	32	76,19%	1	2,38%	42
D 4	4	14,29%	8	28,57%	2	7,14%	12	42,86%	2	7,14%	28
D 12	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1	100,00%	0	0,00%	1
D 18	0	0,00%	1	12,50%	0	0,00%	7	87,50%	0	0,00%	8
D 19	0	0,00%	1	9,09%	0	0,00%	10	90,91%	0	0,00%	11
D 20	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	14	100,00%	0	0,00%	14
D 21	0	0,00%	1	3,70%	0	0,00%	26	96,30%	0	0,00%	27
D 22	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	14	100,00%	0	0,00%	14
D 23	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	17	100,00%	0	0,00%	17
D 24	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	12	100,00%	0	0,00%	12
D 25	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	22	100,00%	0	0,00%	22
D 26	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	17	100,00%	0	0,00%	17
D 27	0	0,00%	1	5,00%	0	0,00%	19	95,00%	0	0,00%	20
D 28	0	0,00%	0	0,00%	3	9,09%	28	84,85%	2	6,06%	33
D 29	0	0,00%	0	0,00%	1	33,33%	1	33,33%	1	33,33%	3
Totais	4	1,49%	14	5,20%	13	4,83%	232	86,25%	6	2,23%	269

Fonte: Dados da Pesquisa

O indicador Investimento apresentou o maior número de citações vinculadas aos documentos analisados. Das 269 citações vinculadas aos 29 documentos, 232 foram vinculadas ao indicador Investimento, com abrangência em todos os documentos apresentados na tabela acima. Vale salientar que os documentos em que não tiveram vinculação de qualquer dos indicadores desta dimensão a citações, foram excluídos da tabela

apresentada como forma de facilitar a análise da mesma. Quase todos os documentos em que este indicador foi citado apresentaram um percentual de citações de 100%, como os documentos D20, D22, D23, D24, D25 e D26. Tais documentos se referem a planos decenais para um período que vai de 2019 a 2026, ou seja, estão relacionados ao planejamento de longo prazo do setor energético do país para as décadas seguintes.

O documento que obteve citações vinculadas a todos os indicadores dessa dimensão foi o D4, sendo os indicadores Investimento e Gestão de crises os que apresentaram o maior percentual de citações vinculadas, 42,86% e 28,57%, respectivamente. O documento D4 se refere às normas que compõem o marco regulatório básico do setor elétrico brasileiro, representando o conjunto de decretos e leis que vão desde a criação do código de águas a regulamentação da tarifa social de energia elétrica.

Os indicadores Capacidade técnica local e Transparência foram os que menos citações obtiveram vinculadas aos mesmos. No caso do indicador Capacidade técnica local apenas quatro citações foram vinculadas a ele e somente ao documento D4; o indicador Transparência apresentou um total de seis citações vinculadas aos documentos D3, D4, D28 e D29. O documento D3 se refere ao planejamento nacional para 2030 e os documentos D28 e D29 tratam do plano decenal de expansão de energia para 2026 e da demanda de energia para 2030, nessa ordem.

Os documentos que apresentaram o maior número de citações foram o D3, D4, D22, D25, D27 e D28, todos referentes ao planejamento de longo prazo do setor elétrico brasileiro. Com relação aos indicadores dessa dimensão, o primeiro indicador, Capacidade Técnica local, foi citado em 6,66% da documentação analisada, o que corresponde apenas ao documento D4 e a 1,49% das citações quando comparado ao conjunto de citações. Referente aos demais indicadores, sugere-se que as ações relacionadas à existência ou à formação de capacidade técnica local para o setor, com o intuito de gerar benefícios locais, foram pouco mencionadas nos documentos analisados, ou a atuação institucional ainda não desenvolve medidas nesse sentido.

O indicador Gestão de crises apresentou citações em 40% dos documentos apresentados na Tabela 18 e 14 citações distribuídas entre os documentos D3, D4, D18, D19, D21 e D27, o que representa 5,2% das citações totais vinculadas a todos os documentos analisados. Isso pode indicar que em 40% dos documentos que obtiveram citações referentes a esta dimensão, são mencionadas ações para o gerenciamento de situações que possam comprometer a capacidade do sistema de atender às demandas da sociedade por energia. Como exemplo, pode-se citar o

Programa Emergencial das Termelétricas e a criação de Câmara de Gestão de Crises, em 2001, para lidar com a crise que gerou o apagão.

Já o indicador “Informação científica foi citado em 26,6% dos documentos apresentados na Tabela 18, com 13 citações distribuídas entre os documentos D3, D4, D28 e D29, o que equivale a 4,83% do total de citações codificadas nessa dimensão. Esse conjunto de citações indica que a política e planejamento energético disponibiliza ou promove informações relacionadas ao setor, para orientação da ação de empreendimentos no setor de energia, a exemplo de informações sobre áreas de risco, processos de contaminação através da geração de energia ou poluição e emissão de GEE.

O indicador Investimento apresentou citações em todos os documentos analisados e apresentados na tabela acima, representando 232 citações que correspondem a 86,25%, quando comparado aos demais indicadores, conforme mencionado inicialmente. O investimento no setor de energia é fundamental para a manutenção e desenvolvimento do mesmo e isso significa que as ações da política e do planejamento energético, através das diferentes instituições que fazem parte deste setor, têm promovido investimentos para a melhoria dos processos de geração e prestação de serviços energéticos mais sustentáveis.

Por fim, o indicador Transparência apresentou citações vinculadas a 26,6% dos documentos, com seis citações distribuídas entre os documentos D3, D4, D29 e D29, o que representa, em termos percentuais, 2,23% das citações vinculadas à dimensão Político-institucional. Assim, como o indicador Capacidade técnica local, sua representatividade foi relativamente pequena e pode significar deficiências nos processos de divulgação e participação da sociedade e instituições nas ações envolvendo o setor energético. Contudo, é importante fazer essa análise a partir das citações vinculadas a cada indicador.

Embora os indicadores Capacidade técnica local e Transparência tenham apresentado menor frequência de aparições nos documentos analisados em relação aos outros indicadores da dimensão Político-institucional, é importante mencionar que os cinco indicadores dessa dimensão formam o *corpus* da atuação integrada entre as diversas instituições que fazem parte do setor elétrico. O indicador Investimento foi o que maior representatividade obteve no conjunto dos indicadores analisados, seguido do indicador Gestão de crises, Informação científica, Transparência e Capacidade técnica local. Todos esses indicadores representam ações importantes e necessárias para que o setor energético possa atingir o objetivo de atendimento seguro e justo dos serviços básicos de energia à sociedade.

Desse modo, a seguir será apresentada uma análise individual dos códigos/indicadores da dimensão Político-institucional a partir da ferramenta Nuvem de palavras, com o intuito de

verificar, a partir da frequência de palavras, citações/trechos relacionados aos indicadores dessa dimensão.

4.2.4.1 Código/Indicador Capacidade Técnica Local

O indicador Capacidade técnica local se refere ao número de indivíduos com formação na área de energia ou afins em relação à população total (HELIO INTERNATIONAL, 2011). A seleção desse indicador para esta dimensão é justificada pelo fato de que os processos de geração, transmissão e distribuição de energia exercem um papel social e econômico importante, no que diz respeito à geração de emprego e renda locais.

A experiência local está relacionada à expertise para trabalhar, propor e desenvolver tecnologias, processos, instruções e principalmente educação quanto ao uso da energia. Essa expertise é um dos fatores preponderantes para alcançar o desenvolvimento sustentável no campo da energia, que necessariamente deve passar pela ciência e por mudanças estruturais no pensamento da sociedade no que diz respeito ao meio ambiente.

A capacidade técnica local pode ser expressa pelos pesquisadores que se debruçam sobre o desenvolvimento de inovações para o melhor uso da energia, sobre novos empreendimentos que visam gerar energia utilizando métodos menos agressivos ao meio ambiente, seja atendendo aos anseios da sociedade por serviços energéticos mais justos ou por políticas energéticas mais sustentáveis. Além do mais, a experiência local permite que as melhorias e as inovações possam ser desenvolvidas em nível local, que os empregos e a geração de renda contribua com o desenvolvimento da região, visto que a mão-de-obra é local, o que contribui para o geração de tecnologia local.

No Brasil, um estudo realizado por Simas (2012) apresentou os tipos e quantidades de empregos diretos e indiretos gerados para a geração de energia eólica. Esses tipos de empregos requerem especialistas diversos, desde o desenvolvimento de equipamentos, fabricação, construção de parques e usinas, operação e manutenção.

A política energética precisa considerar a necessidade de desenvolver a capacidade técnica local através de incentivos à pesquisa e à formação de especialistas que possam contribuir para o desenvolvimento do setor energético. No caso específico deste indicador, não foi possível gerar uma Nuvem de palavras a partir das citações, visto que tais citações foram poucas, apenas quatro, com informações muito semelhantes, conforme pode ser observado abaixo.

D4: [...] a ANEEL levará em conta, dentre outros fatores, a taxa de atendimento da concessionária ou permissionária, considerada no global e desagregada por Município e a capacidade técnica, econômica e financeira necessárias ao atendimento das metas de universalização.

Todas as quatro citações se referem a mesma informação, ou seja, apresentam as ações da ANEEL na promoção da universalização dos serviços de energia, uma vez que a capacidade técnica é um dos fatores que devem ser considerados para o alcance desse objetivo. Essa citação apresentada faz parte do texto da Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, que dispõe sobre o processo e comercialização de energia no Brasil.

Em outras palavras, a citação se refere ao papel de instituições, como a ANEEL, que devem contribuir para o alcance de objetivos do setor elétrico. Contudo, o alcance desses objetivos depende de alguns requisitos e a capacidade técnica é um deles, enquanto fator que pode contribuir para a universalização da energia, sobretudo em regiões e locais vulneráveis, através de tecnologia, inovação, conscientização e mudanças de hábitos para um melhor uso da energia.

Nessa perspectiva, a ANEEL, através Resolução Normativa nº 316, de 13 de maio de 2008, desenvolve atividades complementares dirigidas à capacitação de recursos humanos, dedicadas aos projetos de Pesquisa e desenvolvimento – P&D – das empresas de energia elétrica e das entidades executoras por meio de treinamento e pós-graduação. O resultado dessa resolução é o Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica, que tem como um dos objetivos desenvolver projetos que deverão estar pautados pela busca de inovações para fazer frente aos desafios tecnológicos e de mercado das empresas de energia elétrica (ANEEL, 2008).

Contudo, nos documentos analisados, as informações a respeito desse indicador é insignificante, o que expõe a necessidade de inserir ou melhorar as ações para o desenvolvimento da capacidade técnica nas diferentes regiões do país, de modo a promover o melhor gerenciamento dos recursos energéticos. A própria política energética deve ser desenvolvida por especialistas com expertises diversas junto às diferentes instituições que estruturam o setor energético.

Desse modo, para o melhor entendimento desse indicador, a partir da dimensão Político-institucional, é importante analisar individualmente cada um dos demais indicadores e verificar possíveis relações de proximidade ou dependência com este. Isso é importante em função da limitação que o pouco número de citações relacionadas ao indicador Capacidade técnica local

apresentou, o que pode sugerir análises mais limitadas e com poucas relações com a política energética a partir dos documentos analisados.

4.2.4.2 Código/Indicador Gestão de Crises

O indicador Gestão de crises está relacionado à existência de planos de emergência contra riscos decorrentes de fenômenos climáticos extremos que possam prejudicar as instalações de energia e comprometer o fornecimento de energia (HELIO INTERNATIONAL, 2012). Ao considerar que a matriz elétrica do Brasil é predominantemente de base hidráulica, deve-se considerar que situações extremas podem impactar a oferta contínua dos serviços de energia. Fenômenos climáticos podem levar a períodos de chuva ou períodos de seca muito longos e as duas situações impactam a operação do sistema energético, que precisará de planos emergenciais para contornar a situação.

Portanto, este indicador tem um caráter qualitativo, uma vez que leva em consideração não somente os riscos associados ao sistema meteorológico do sistema de energia, mas também a qualidade da comunicação entre os atores que compõem as intuições do setor elétrico. Os planos de emergência devem ser elaborados com a participação de todos, já que não apenas as empresas que geram, transmitem e distribuem energia são responsáveis pelo seu fornecimento, mas também o poder público e os órgãos que normatizam e disciplinam a atuação do setor.

No Brasil, a questão de gerenciamento de crises aparece na história do setor elétrico como medidas emergenciais. A crise energética ocorrida em 2001 levou o governo brasileiro a criar programas para lidar com a situação. Um exemplo foi o Programa Emergencial de Energia Eólica – PROEÓLICA, criado em 2001, como também o Programa Prioritário de Termelétricas – PPT. Não tendo logrado os resultados esperados, o PROEÓLICA foi, logo em seguida, substituído pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia – PROINFA e criada a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE).

O objetivo da Câmara de Gestão de crises foi o de propor e implementar medidas emergenciais para tentar atuar no problema prioritário da crise, ou seja, os desequilíbrios entre demanda e oferta de energia no país (PIRES, 2002; GOLDEMBERG; PRADO, 2003). As duas tarefas realizadas pelo comitê para conter a crise foi o acordo geral do setor elétrico e a proposição de medidas para a correção das disfuncionalidades e aperfeiçoamento do modelo do setor elétrico, através da criação de um Comitê de Revitalização do Modelo de Condução vigente no setor (PIRES, 2002).

a) Crise

A palavra crise está relacionada a desequilíbrio, desordem, aflição, perigo e anormalidade. Ela remete a situações extremas que não são comuns de acontecer, mas que quando acontecem, precisam ser superadas. No caso da crise energética, ela está relacionada a dois fatores: padrão de fornecimento de energia e padrão de consumo (QINGCHUN, 2018). A falta de equilíbrio entre esses dois fatores resulta em não atendimento da demanda e necessidade de soluções, na maioria das vezes, em caráter de urgência.

Na política energética brasileira, algumas crises vivenciadas pelo setor energético foram causadas pela demanda superior à oferta e pela limitação da disponibilidade do recurso energético prioritário para a geração de energia no país. As citações abaixo explicitam tais situações vivenciadas pelo setor elétrico brasileiro.

D3: Em 2000, a crise de abastecimento de energia elétrica experimentada no País, levou à necessidade de implantação de ações que promovessem a racionalização do consumo de energia elétrica de maneira rápida e emergencial, procurando assim, evitar seu racionamento.

D18: [...] com a crise mundial do petróleo, houve novamente um grande interesse de países europeus e dos Estados Unidos em desenvolver equipamentos para produção de eletricidade que ajudassem a diminuir a dependência do petróleo e carvão.

A citação D3 se refere à crise energética vivenciada pelo Brasil em 2001, que resultou na interrupção dos serviços de energia elétrica em todo o território e que evidenciaram a necessidade de desenvolver ações para superar os efeitos da crise. O Programa Emergencial de Termelétricas foi uma das primeiras ações desenvolvidas pelo governo para conter o avanço dessa crise, porém, tais medidas foram alternativas mais caras para a sociedade, que mesmo desenvolvendo hábitos de conservação e uso mais racional da energia, pagou por um serviço mais oneroso.

A citação D18 faz referência à crise do petróleo ocorrida na década de 1970. No Brasil, essa crise resultou no Programa Nacional do Álcool, conhecido como PROÁLCOOL, que teve o intuito de incentivar a produção de álcool para o atendimento da demanda interna e externa, bem como atender a política de combustíveis automotivos. Tal programa teve reflexos também na política da indústria automotiva que passou a produzir carros à álcool. Com a segunda crise do petróleo, a produção de álcool aumentou ainda mais para garantir atendimento da demanda interna e reduzir a necessidade de importação do petróleo, que teve o preço do barril triplicado. Contudo, a partir de 1988 o preço do barril foi reduzido e passou a se tornar um combustível

competitivo, o que dificultou a efetividade do PROÁLCOOL e dificultou a produção interna do combustível, que não foi capaz de acompanhar o aumento da demanda (ANEEL, 2008).

Tanto o Programa Emergencial das termelétricas como o PROÁLCOOL foram medidas importantes e necessárias, dada a situação de desequilíbrio, sendo cada uma gerada pela escassez de um recurso energético diferente. Na década de 1970, a escassez de petróleo se deu em função do aumento explosivo dos preços do barril dessa substância, e na segunda situação, pela escassez do recursos hídrico, ocasionada por um período de estiagem que comprometeu o nível dos reservatórios para a geração de energia elétrica. Os programas foram, na verdade, medidas em resposta às crises.

b) Medidas

Uma das primeira medidas a ser tomada pelo governo foi o reconhecimento que era necessário o desenvolvimento de programas de eficiência energética para promover a racionalização, conservação e melhor uso da energia. Boa parte dos programas, como o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL, foram criados para superar as limitações ocasionadas pela crise do petróleo ainda na década de 1970. Posteriormente, o Programa Nacional de Racionalização do uso dos derivados do Petróleo e do Gás Natural – CONPET, foi criado para promover uma cultura de antidesperdício no uso dos recursos energéticos não renováveis no Brasil.

Em 2001, foi instituída a Lei de Eficiência Energética com intuito de orientar a alocação eficiente de recursos energéticos e a preservação do meio ambiente. Foi também em 2001 que a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica foi criada para conter os impactos da crise e buscar soluções mais sustentáveis para garantir a oferta dos serviços de eletricidade no país. Assim, a citação D3 abaixo reflete a atuação do setor elétrico no sentido de desenvolver medidas e/ou programas de eficiência energética, enquanto que as citações D4 se referem ao papel da câmara de gestão da crise e suas atribuições quanto a essas medidas.

D3: As ações governamentais para promover a eficiência energética passaram a ter maior evidência partir dos anos setenta, concomitantemente às crises energéticas desse período.

D4: Fica criada e instalada a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica – GCE com o objetivo de propor e implementar medidas de natureza emergencial decorrentes da atual situação hidrológica crítica para compatibilizar a demanda e a oferta de energia elétrica, de forma a evitar interrupções intempestivas ou imprevistas do suprimento de energia elétrica.

D4: acompanhar e avaliar as conseqüências macro e microeconômicas da crise de energia elétrica e das medidas adotadas para o seu enfrentamento; propor medidas para atenuar os impactos negativos da crise de energia elétrica sobre os níveis de crescimento, emprego e renda;

Diante de tais considerações a respeito das citações acima, vale ressaltar que a atuação das instituições que formam o setor elétrico brasileiro foram fundamentais para a implementação dos programas/medidas implementadas. A ANEEL, além de criar e disciplinar a atuação das instituições, também orienta as ações que esses atores desenvolvem, como os programas de eficiência energética e as medidas da Câmara de Gestão de Crises de Energia Elétrica – GCEE.

Contudo, é preciso considerar que as medidas emergenciais como as que já foram propostas pelo governo brasileiro em situações de crise deveriam ter um caráter preventivo e não emergencial, o que não é coerente com o sentido de gerir crise. Foram ações rápidas e necessárias para conter ou minimizar os impactos negativos da situação, como foi o caso do PROEÓLICA, do PET e da Câmara de Gestão de Crises. O que se percebe é que pouca importância vem sendo dispensada para indicadores desse tipo, que são tão importantes como os demais e poderiam ter evitado muitas situações pelas quais o setor energético brasileiro já passou.

Assim, para o indicador Gestão de crises o papel das instituições é representado por meio de medidas e ações preventivas para impedir que crises energéticas venham a ocorrer. Pouco resultado terá a política de eficiência energética se não existirem ações que contribuam para que o desenvolvimento e atuação das políticas e programas sejam constantes. A gestão de crises deve atuar como um indicador que contribui como fonte de monitoramento e prevenção de desequilíbrios no setor energético, apontando medidas para sua correção.

Para o monitoramento e prevenção de desequilíbrios no setor, é fundamental o acesso e uso de informações científicas que justifiquem as medidas adotadas. Assim, o indicador Informação científica é fundamental para o gerenciamento de crises no setor.

4.2.4.3 Código/Indicador Informação Científica

O indicador Informação científica está relacionado à disponibilidade de informações para lidar com situações extremas (HELIO INTERNATIONAL, 2014). Para a implementação de planos e estratégias para lidar com situações de crise, esse indicador é fundamental para o

a) Informação

A palavra informação se refere a dados já tratados, processados de tal forma que resultem em conhecimento que pode transformar situações. Especificamente, dentro da política energética, essas informações são orientações para a atuação dos diferentes agentes institucionais que formam o setor elétrico.

A citação D3 se refere a um mecanismo de fomento ao desenvolvimento de ações de eficiência energética no Reino Unido. O centro atua através da coleta de dados e tratamento de informações que possam impactar negativamente ou positivamente o setor, fornecendo informações para os atores sociais que passam tomar decisões com base nessas informações.

D3: Centros de informação (Energy Efficiency Advice Centres - EEAC), para fornecer orientações na área energética para consumidores domésticos e pequenos empresários.

D27: fornecer ao mercado, através deste plano, informação útil para empreendedores, que tomam decisões de investimento sob incertezas, notadamente sobre fatores relevantes para a evolução da composição da matriz de geração elétrica no tempo; e (ii) permitir a análise das condições de adequabilidade de suprimento sob diferentes cenários futuros possíveis.

D27: subsidiar a tomada de decisão executiva sobre execução de leilões, sobre planejamento de setores com interfaces com o sistema de geração, e sobre políticas públicas orientadas ao setor elétrico.

As citações D27 se referem às informações que contém todos os planos decenais e nacionais do Brasil, como fonte de informação para os diferentes empreendedores do setor energético. Os planos decenais são importante instrumentos de apoio à tomada de decisão, uma vez que as informações contidas neles são processadas a partir de métodos de coleta e análise de especialistas na área de energia. São informações importantes para a política energética do governo e para o planejamento das empresas envolvidas nos processos de geração, transmissão e distribuição de energia, já que é possível identificar o potencial de geração de cada fonte energética disponível no território nacional, a evolução da demanda e o processo de expansão da oferta de energia.

b) Consumidores

De acordo com a Resolução Normativa ANEEL 414/2010, os consumidores de energia elétrica são classificados em dois grupos: A e B. O grupo A (alta tensão) é composto por

unidades consumidoras que recebem energia em tensão igual ou superior a 2,3 kilovolts (kV) ou são atendidos a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária. No grupo A, subdividido em seis subgrupos, geralmente se enquadram indústrias e estabelecimentos comerciais de médio ou grande porte. Já o grupo B (baixa tensão) é caracterizado por unidades consumidoras atendidas em tensão inferior a 2,3 kV. O consumidor do tipo B1 é o residencial. O consumidor rural é chamado de B2, enquanto os estabelecimentos comerciais ou industriais de pequeno porte, como por exemplo uma padaria ou mercearia, são classificados como B3. A iluminação pública é enquadrada no subgrupo B4.

Os diversos consumidores são agentes importantes para o desempenho e efetividade da política energética. A citação D3 evidencia a importância da informação aos consumidores para incentivar ações de eficiência energética, como a escolha de produtos/equipamentos mais eficientes. A segunda citação D3 se refere às diferentes formas de como essa informação pode chegar aos diferentes agentes consumidores, especificamente informações envolvendo medidas de eficiência energética. Existem diferentes meios para se alcançar os diferentes consumidores de energia residenciais ou industriais. Cursos, palestras, medidas de caráter educacional e informativas são algumas das atividades que podem contribuir para a implantação da política de eficiência energética.

D3: Uma família de medidas de caráter voluntário que tem sido amplamente adotada para a promoção da eficiência energética refere-se à informação aos consumidores, especificamente sobre o desempenho dos sistemas energéticos, mediante etiquetas comparativas dos índices de eficiência e selos indicativos dos melhores ou mais recomendados produtos.

D3: No caso particular da informação aos consumidores, são certamente muito diferentes, no tocante aos tópicos acima, a realização de um programa de motivação para alunos e professores do ensino fundamental, um programa de capacitação para estudantes de cursos técnicos e de engenharia ou ainda um ciclo de palestras para gerentes de indústrias.

D4: informação e educação institucionais dos agentes e consumidores.

Por fim, a disponibilidade de informações também apresenta um caráter educacional junto aos agentes e consumidores do setor elétrico. Estes utilizam a informação para fazer escolhas e tomar decisões. O consumidor de posse de informações é influenciado a optar por equipamentos de melhor desempenho e a utilizar a energia de forma mais racional. Da mesma forma os agentes como indústrias, por exemplo, também optarão pelo uso da energia que lhe implique em menos custos, o que significa dizer que escolherá máquinas mais eficientes e aproveitamento racional da energia para o desenvolvimento de sua atividade fim.

Assim, a política e o planejamento energético, representados aqui pelos documentos analisados, são a fonte de informação, devidamente fundamentada, para orientar a atuação dos diferentes agentes que formam a estrutura do setor energético brasileiro, uma vez que apresentam orientações, previsões e análises sobre o desempenho do setor, conforme pode ser observado na citação D28.

D28: Para agentes e investidores, o PDE facilita o acesso à informação relevante para a tomada de decisões.

As decisões sobre empreendimentos, uso de diferentes energéticos e fontes devem, portanto, ser tomadas a partir de informações acerca do setor, inclusive decisões que podem prevenir situações adversas ou enfrentar tais situações quando estas ocorrem. Para tanto, é fundamental o estímulo à transparência e as diversas formas de investimento para o desenvolvimento e equilíbrio do setor energético.

4.2.4.4 Código/Indicador Investimento

O indicador Investimento se refere a taxa de poupança interna/PIB. A transformação da economia em geral, e especialmente do setor energético em uma entidade menos dependente de combustíveis fósseis e ecologicamente superior, exigirá um investimento substancial. Nesse contexto, a capacidade de investimento pode indicar a ação política para a transição de uma economia baseada em energias não renováveis para uma economia independente dessas formas de energia (HELIO INTERNATIONAL, 2014).

O setor energético, no mundo todo, passa por uma discussão sobre a necessidade de transição de sistemas baseados em carbono para sistemas menos poluentes e mais sustentáveis. O nível de investimento para possibilitar essa transição pode ser observado a partir dos esforços em subsidiar projetos de energia mais sustentáveis, incentivar e criar condições para que os países optem por fontes renováveis, em detrimento de fontes baseadas em carbono.

No Brasil, embora a matriz elétrica seja predominantemente renovável, a complementação prioritária é por termelétricas à base de carvão mineral ou gás natural. O setor de transportes, no contexto energético, é o que mais emite GEE, evidenciando que as políticas e programas desenvolvidos pelo setor precisam rever alternativas para melhorar, especialmente a matriz energética e, no caso da matriz elétrica, buscar alternativas de complementação menos poluentes. Contudo, tais medidas requerem investimentos, que em outras palavras significam a

destinação de recursos para a implementação de projetos de energia mais sustentáveis, programas de eficiência energética para o setor de transportes e energia elétrica.

É importante mencionar que a ação regulatória do setor pode exercer um papel importante no que diz respeito à regulamentação do padrão de investimento que determinados agentes do setor devem destinar a programas de implementação de projetos de energia de menor impacto ambiental. Um exemplo, no Brasil, foi a promulgação da Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, que dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica (BRASIL, 2000).

Tais agentes, em especial as concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, 75 centésimos por cento de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento no setor elétrico e, no mínimo, 25 centésimos por cento em programas de eficiência energética no uso final. As concessionárias de geração e empresas autorizadas à produção independente de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, 1%.

A ANEEL é a agência responsável pela regulamentação dos investimentos compulsórios em P&D e eficiência energética pelos agentes do setor. É por meio de editais e da governança desses investimentos que a agência estimula o desenvolvimento e implementação de projetos que devem ter o objetivo de melhorar a eficiência energética e a qualidade dos serviços, contribuindo para a modicidade tarifária, para a redução dos impactos ambientais decorrentes do setor de energia, bem como para a dependência tecnológica do setor.

Desse modo, a análise deste indicador reside em verificar as ações que o setor energético vem desenvolvendo e efetivamente colocando em prática para garantir o equilíbrio do sistema energético, mediante a atuação dos diferentes agentes do setor. A figura abaixo apresenta a Nuvem de palavras referente ao indicador Investimento, o qual teve as palavras investimentos, projetos, energia e produção mais vinculadas a este indicador através das citações codificadas, conforme pode ser observado.

com 28% do investimento total e por fim, projetos residenciais, principalmente doação de lâmpadas eficientes, com 16% do total de aplicação de recursos.

D12: No geral, foram contratadas 70 centrais eólicas, 12 termelétricas à biomassa e sete pequenas centrais hidrelétricas (PCHs). Os 89 projetos receberão investimentos de aproximadamente R\$ 9,7 bilhões.

D18: Com a implantação do PROINFA, estima-se que serão gerados 150 mil empregos diretos e indiretos durante a construção e a operação dos empreendimentos. Os investimentos previstos do setor privado são da ordem de R\$ 8,6 bilhões.

D22: A expansão em geração, no período 2010 a 2019, requer investimentos da ordem de R\$ 175 bilhões. Cabe ressaltar que grande parte destes investimentos refere-se às usinas já concedidas e autorizadas, entre elas, as usinas com contratos assinados nos leilões de energia nova. O montante a investir em novas usinas, ainda não concedidas ou autorizadas (indicativas), é da ordem de R\$ 108 bilhões, sendo cerca de 70% em hidrelétricas e 30% no conjunto de outras fontes renováveis (PCH + biomassa + eólica).

As citações D12 e D18 tratam dos investimentos e ações relativas ao Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA. Com medidas que fazem parte da política energética e que consistem tanto em reduzir os impactos ambientais negativos como promover o desenvolvimento sustentável e diminuir os riscos hidrológicos no suprimento de energia elétrica, o PROINFA é uma política que justifica os investimentos para a inserção de fontes de menor impacto ambiental na matriz de energia elétrica. O programa apresenta mecanismos de subsídios para investimentos em linhas especiais do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, para projetos que se adequem às exigências do mesmo.

O papel do BNDES, através do apoio financeiro, é fundamental e faz parte da política de investimentos do setor. No âmbito do PROINFA, além do apoio financeiro, o BNDES estruturou o processo de Contratos de Compra e Venda de Energia (CCVE) como garantia aos financiamentos em determinada modalidade. São linhas de crédito para projetos específicos, visando a expansão e participação do setor privado em projetos de infra-estrutura, que atendam a demanda de investimentos, como os projetos de energia elétrica (BNDES, 2017).

Por fim, a citação D22 se refere ao montante de investimento para a expansão da geração de energia, no Brasil, no período de 2010 a 2019. Os leilões de energia nova são um dos mecanismos de incentivo à inserção de energia por fontes diversas e, no caso do PROINFA, é um mecanismo de incentivo à comercialização de energias por fontes renováveis. De acordo com Martins (2010), os sistema de leilões pode ser classificado como um tipo de subsídio indireto de promoção da competição entre os agentes geradores.

A forma de fomentar investimentos, desse modo, pode ser direta ou indireta, seja mediante destinação de recursos direto do Estado, seja mediante ações indiretas, como os

subsídios ou isenções fiscais. O fato é que os diferentes mecanismos utilizados para fomentar a geração de energia são essenciais para o desempenho do setor e para a prestação de serviços de melhor qualidade.

Os mecanismos, especialmente os que têm caráter regulatório como os subsídios e isenções fiscais, podem orientar a destinação de recursos e o desenvolvimento de projetos no setor energético. É o caso da indústria de componentes e equipamentos para a instalação de empreendimentos elétricos. Tanto a isenção como os subsídios podem estimular e atrair investimentos para um setor, região e tipo específico de energia. Assim, os projetos na área de energia são, muitas vezes, resultados de investimentos para linhas específicas de atuação, como é o caso dos projetos desenvolvidos e implementados no setor.

b) Projetos

No âmbito do setor energético e no contexto de discussão do indicador Investimento, os projetos se referem a ações efetivas das políticas de investimento do setor, com projetos específicos e importantes para o equilíbrio de sistema de geração, transmissão e distribuição. A citação D3 se refere aos recursos do Programa de Eficiência Energética – PEE – e a maneira como os recursos para projetos de eficiência energética são distribuídos entre as diferentes áreas prioritárias do setor.

Além dos projetos voltados para setores prioritários, existem também a destinação de recursos para projetos educacionais que visam incentivar uma mudança de hábitos e uma cultura de eficiência energética com foco na conservação e no melhor uso da energia, conforme pode ser observado na segunda citação D3, abaixo.

D3: A aplicação de recursos foi concentrada em três tipos de projetos: efficientização de prédios e indústrias com 30% dos investimentos; projetos de iluminação pública com 28% do investimento total; e, por fim, projetos residenciais, principalmente doação de lâmpadas eficientes, com 16% do total de aplicação de recursos.

D3: Os investimentos realizados em projetos educacionais, seminários visando difundir a prática da eficiência energética, entre outras ações, podem apresentar resultados a curto, médio e longo prazo, pois procuram desenvolver na sociedade brasileira e nos vários setores produtivos, além dos kWh economizados e kW evitados, a cultura do não desperdício de energia.

Os investimentos no setor são destinados a projetos de fontes de energia diversas, contudo, há claramente um esforço maior por projetos que promovam uso mais eficiente da energia e por geração proveniente de fontes de menor impacto ambiental. Assim, a política de

investimento do setor elétrico brasileiro se volta para a produção não somente de fontes de energia renováveis, mas também para fontes que são prioritárias para o funcionamento de determinados setores, como é o caso do setor de transporte que é fortemente dependente de combustível fóssil.

O investimento na produção de energia por fontes diversas objetiva atender a demanda da sociedade brasileira e de desenvolvimento do país. Desse modo, os investimentos também se configuram em mecanismos que estimulem o parque industrial que envolve toda a cadeia de geração de energia. A palavra produção foi a terceira mais frequente nas citações vinculadas ao indicador Investimento e se refere à produção de energia, componentes e equipamentos que são fundamentais para a implementação de projetos, como é o caso da indústria de componentes para a geração de energia eólica no Brasil.

c) Produção

No caso das energia renováveis, um dos grandes desafios é o custo elevado que envolve as tecnologias, componentes e equipamentos. Contudo, a energia eólica tem apresentado um avanço quanto ao enfrentamento dos entraves tecnológicos e isso se deve aos investimentos e estímulos em toda a cadeia produtiva para geração desse tipo de energia. A citação D18 expressa essa evolução ao mencionar a maturidade tecnológica para a geração de energia eólica, o que é o resultado de uma política de investimentos em P&D para este setor específico.

Para exemplificar temos o caso das linhas de crédito oferecidas pelo BNDES, que destinam recursos para projetos específicos na área de energia, a partir de determinados critérios e objetivos do PROINFA.

D18: A energia eólica no Brasil apresenta um panorama de desenvolvimento bem diferente dos outros tipos de energias alternativas, já possuindo maturidade tecnológica e escala de produção industrial. Esta maturidade foi resultado de significativos investimentos em P&D e uma política de criação de mercado através de políticas de incentivos em vários países.

Contudo, se faz necessário ressaltar o papel que as instituições, a exemplo da ANELL, que é o agente regulador do setor, têm para orientar a política de investimentos e o direcionamentos de recursos para as áreas prioritárias de uma política energética mais sustentável e justa para todos, principalmente para os consumidores e, em especial, para aqueles em que os serviços de energia ainda não são uma realidade.

a) Transparência

Na citação D3 abaixo, a transparência é evidenciada na discussão sobre a escolha dos indicadores mais adequados para comunicar os resultados do PROCEL. Essa publicidade dos resultados permite que os agentes que fazem parte do setor possam acompanhar a efetividade do mesmo no sentido de dar continuidade a suas ações ou rever possíveis medidas de melhoria.

No ano de 2019, o PROCEL gerou resultados que eliminaram desperdícios, como a redução da demanda na ponta de 7,25 milhões de KW, 42 milhões de KW economizados em quatro indústrias energo-intensivas, além de reduzir emissões de CO₂ correspondente ao uso de 584 mil veículos em um ano (ELETROBRÁS, 2020). Tais informações orientam, principalmente, a atuação do Estado e desenvolvimento da política energética, no sentido de continuar com as medidas requeridas pelo programa de conservação e combate ao desperdício de energia.

D3: Encontra-se em curso uma ampla discussão dos melhores indicadores de resultados e desempenho do PROCEL, onde se procura introduzir essa abordagem no sentido de maior transparência dos resultados e da efetividade dos mecanismos adotados.

D28: [...] com destaque para a implementação de medidas de estímulo à concorrência, que limitem a concentração de mercado e promovam efetivamente a competição na oferta de gás natural, a harmonização entre as regulações estaduais e federal, a regulação do mercado livre e a redução da assimetria de informações, aumentando a transparência e previsibilidade do mercado, entre tantas outras medidas e iniciativas.

D29: [...] utilizam as forças de mercado, em geral, via preço de produtos ou serviços energéticos e aumento da transparência ao consumidor final para influenciar as escolhas dos mesmos na direção do consumo racional de energia;

A citação D28 se refere a questões que representam entraves para o setor de gás natural no Brasil e refletem medidas, como a correção de assimetrias de informações e transparência para a tomada de decisões de agentes de mercado no setor, que são importantes para estimular os investimentos na área de gás natural e para a formulação de políticas energéticas adequadas.

Por fim, a citação D29 se refere a um dos mecanismos para a promoção da eficiência energética. No caso da disponibilização de informações aos consumidores, o mecanismo é o de mercado que consiste na publicidade de informações referentes a preços, tarifas, serviços energéticos aos consumidores que os orientem nas ações de uso racional e conservação da energia.

Esse tipo de informação influencia o comportamento do consumidor que pode se tornar mais consciente de suas ações relacionadas ao uso de energia. Nesse caso, as mudanças de hábito são representadas pelo gerenciamento do uso de equipamentos mais eficientes que resultam em eficiência energética e redução da conta do consumidor.

A palavra mercado, informação e publicidade não serão discutidas, tendo em vista que, em função do pequeno número de citações vinculadas a este indicador, elas se referem as mesmas citações em que a palavra transparência é evidenciada, a exemplo da citação D28 em que as palavras mercado, informação e transparência aparecem no mesmo contexto de análise e discussão.

Já a palavra publicidade é mencionada em duas citações que tratam do processo de comercialização de energia elétrica, processo de outorga de concessões e autorizações de geração de energia elétrica, conforme pode ser observado na citação a seguir:

D4: A contratação de energia elétrica proveniente de empreendimentos de geração distribuída será precedida de chamada pública promovida diretamente pelo agente de distribuição, de forma a garantir publicidade, transparência e igualdade de acesso aos interessados.

A citação apresenta a obrigatoriedade, mediante orientação do Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004, de publicidade das informações referentes ao processo de contratação de energia elétrica. Nesse caso em específico, o próprio Decreto é que determina a publicidade das informações, contudo, a transparência do setor energético deve ir além do cumprimento da legislação e tornar disponíveis todas as informações possíveis, para orientar a atuação dos diferentes agentes que têm interesse direto ou indireto na geração, transmissão, distribuição e consumo de energia.

As ações institucionais devem ser transparentes, de modo a permitir a articulação dos diferentes agentes do setor, no sentido de permitir que a formulação e execução da política energética nacional seja resultado do conjunto de ações desses agentes. O mercado consumidor de energia, o setor de transportes, o setor industrial, sobretudo as indústrias energo-intensivas, o setor residencial, por exemplo, são agentes indiretos que tomam decisões a partir das informações sobre resultados, preços de tarifas e políticas de eficiência energética. O setor privado toma decisões de investimento também a partir de informações sobre o desempenho do setor de energéticos, disponibilidade de fontes, custos, etc. O Estado, e em especial o setor público energético, precisa dessas informações de forma clara e de fácil acesso para formular uma política energética mais sustentável.

O indicador Transparência e os demais indicadores dessa dimensão tratam do papel e ação das instituições, no setor energético, com o objetivo de buscar equilíbrio do mesmo. As instituições são os agentes que possibilitam ou limitam as demais dimensões, como a dimensão Acesso à energia, Eficiência energética e Diversificação da matriz. A efetividade da política energética, deve portanto, ser medida sob a perspectiva das ações do setor para promover o acesso à energia, o melhor uso da energia através das ações de eficiência energética e a promoção da transição de energias baseadas em carbono para uma energia baseada em fontes de menor impacto ambiental.

Toda vez que as instituições desenvolvem e executam programas ou medidas que tornam os serviços de energia mais acessíveis, a preços mais justos, a política energética contribui para a sustentabilidade do setor. Quando a política de eficiência energética promove redução do desperdício, uso racional e inovações tecnológicas que contribuam para o desenvolvimento de equipamentos mais eficientes e menos poluentes, a política energética é mais sustentável e, por fim, quando se promove a inserção de fontes de menor impacto ambiental, gerenciamento integrado das fontes diversas disponíveis para serem exploradas, observando os limites de impactos negativos ao meio ambiente, a política energética está contribuindo para a sustentabilidade.

Contudo, é importante observar que todas essas ações e medidas só podem ser promovidas pelo conjunto de instituições que fazem parte da estrutura do setor energético. O papel político-institucional é, portanto, o propulsor das demais dimensões, embora, a análise dos indicadores não tenha apresentado um conjunto de citações significativas para alguns indicadores. Isso reforça a necessidade de articulação desses agentes em torno das questões que promovem as demais dimensões e resultam em equilíbrio do setor. Sem esse processo de articulação, o país continuará a enfrentar crises energéticas, ter sobrecarga de consumo não compatível com a oferta e não atingirá suas metas de oferta interna, a partir de fontes de menor impacto ambiental. As tarifas de energia vão apresentar picos em determinadas ocasiões e o consumidor final pagará, muitas outras vezes, por serviços de energia mais caros e poluentes.

Para o melhor entendimento da importância dessa dimensão, a seguir, foi demonstrado, a partir dos dados analisados através dos documentos, a relação entre esses indicadores.

Na análise de coocorrências não houve qualquer aparição conjunta de indicadores, no sentido de vinculação de citações, complementaridade ou continuidade semântica entre os trechos de textos codificados em mais de um indicador. Assim, foram apresentadas apenas a análise de grau de associação e correlação entre os indicadores da dimensão Político-institucional.

4.2.4.6 Relação entre os Indicadores da Dimensão Político-Institucional utilizando o Índice de Jaccard “IJ” e Correlação de Pearson “r”

O grau de associação entre os indicadores da dimensão Político-institucional se refere à similaridade ou aproximação entre os indicadores. Em outras palavras, avalia se uma mesma citação possui vinculação com os conceito de mais de um indicador. A Tabela 19 apresenta o grau de associação a partir do Índice de Jaccard, de modo a identificar a intensidade de relacionamentos entre os indicadores dessa dimensão.

Tabela 19 – Associação entre os indicadores da dimensão Político-institucional.

	Capacidade técnica	Gestão de crises	Informação científica	Investimento	Transparência
Capacidade Técnica	1	0,16666667	0,25	0,06666667	0,25
Gestão de crises		1	0,25	0,4	0,25
Informação científica			1	0,26666667	1
Investimento				1	0,2666667
Transparência					1

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme pode ser observado na tabela acima, o grau de associação entre indicadores foi muito pouco significativo. Todas as associações ficaram em uma classificação fraca, entre 0,1 e 0,4. Isso significa que os conceitos desses indicadores não apresentaram relação entre os mesmos, e que, em outras palavras, não estão relacionados, pelo menos em termos semânticos de análise, no documentos.

Contudo, é possível inferir, a partir das discussões sobre cada indicador, que o resultado de uns depende do resultados de outros. O indicador Transparência envolve a divulgação de informações para os diferentes agentes do setor e isso pode influenciar o indicador Investimento. Este pode impactar nos indicadores Capacidade técnica local, a partir de investimentos em formação técnica e profissional para o setor energético. Pode impactar também no indicador Gestão de crises mediante a disponibilização de Informações científicas, tão importantes para o monitoramento de situações adversas.

Para melhor entendimento dessa associação, a Tabela 20 apresenta o Índice de Correlação de Pearson entre esses indicadores. Essa correlação se refere ao impacto direto ou inverso que pares de indicadores podem apresentar.

Tabela 20 – Correlação de Pearson da dimensão Político-institucional.

	Capacidade técnica	Gestão de crises	Informação científica	Investimento	Transparência
Capacidade Técnica	1	0,95283064	0,16310003	-0,10582667	0,6007514
Gestão de crises		1	0,32357712	0,021001172	0,5859147
Informação científica			1	0,54096696	0,6455323
Investimento				1	0,2160956
Transparência					1

Fonte: Dados da pesquisa.

Diferentemente da tabela de associação, a tabela de correlação apresenta valores que variam de fraca correlação a forte correlação. Os pares de indicadores Gestão de crises e Capacidade técnica local apresentaram uma correlação de 0,9528, resultado considerado forte. Essa correlação poderia ser explicada pelo grau de formação técnico-profissional para lidar com situações adversas.

Os pares de indicadores Informação científica e Gestão de crises e Transparência e Investimento apresentaram correlação fraca, com valores 0,3235 e 0,2160, respectivamente. Já os pares de indicadores Investimento e Informação científica, Transparência e Capacidade técnica, Transparência e Gestão de crises, e Transparência e Informação científica apresentam correlação média, com valores de 0,5409, 0,6007, 0,5859 e 0,6455, nessa ordem. A inferência que pode ser feita a partir desses resultados é que o processo de transparência permite informações importantes para o resultado de outros indicadores, estimulando medidas e ações que podem influenciar a capacidade técnica local, o monitoramento de situações adversas, de modo a preveni-las.

Em termos de correlação entre situações que confirmem esses resultados, não é possível observar isso nos documentos analisados, porém as discussões sobre cada um desses indicadores permite apontar tais relações, como as apresentadas no parágrafo anterior. Contudo, o objetivo dessa dimensão é apresentar o papel político-institucional do setor energético na promoção das demais dimensões, através de indicadores que expressam o grau de articulação entre os agentes do setor. Quanto mais relações fossem identificadas nos documentos entre esses indicadores, maior seria a correlação entre as ações e medidas desenvolvidas e executadas para buscar o equilíbrio do sistema energético brasileiro. Porém, em termos semânticos, a análise dos documentos que fizeram parte dessa investigação não apresentaram qualquer relacionamento entre os indicadores, sendo possível apenas fazer inferências acerca disso.

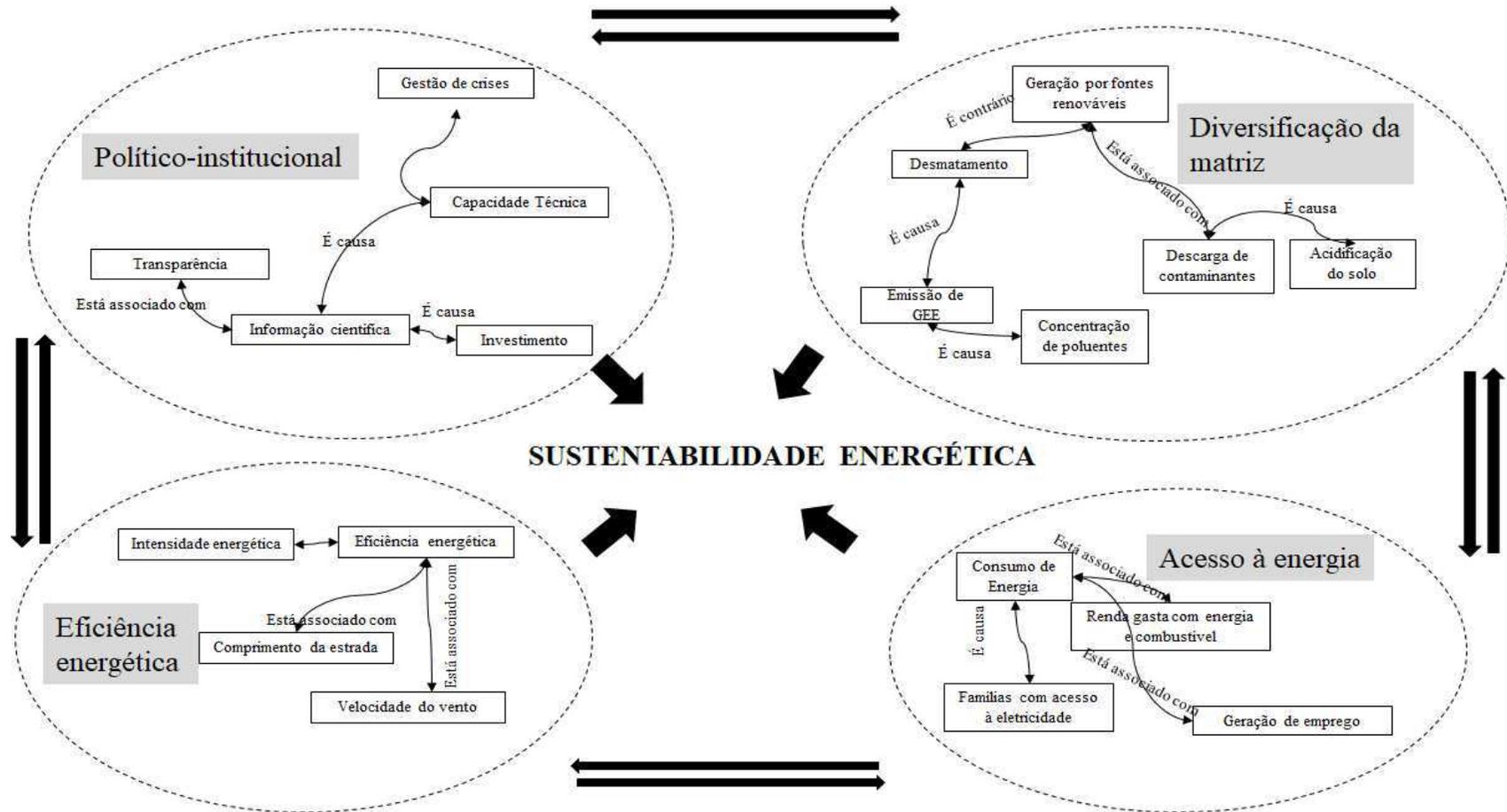
Desse modo, as políticas energéticas precisam ser desenvolvidas dentro de uma perspectiva de sustentabilidade energética, pressupondo políticas orientadas para promover acesso aos serviços de energia, diversificação da matriz energética e eficiência energética, o

que só é possível mediante a articulação dos diferentes agentes institucionais do setor energético. A seguir, partindo das discussões apresentadas em cada uma das dimensões, são expostas as relações entre as dimensões e os indicadores, como resultado do processo inferencial e conhecimento do *corpus* da pesquisa.

4.3 RELACIONAMENTO ENTRE AS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA

A análise e discussão das quatro dimensões da sustentabilidade permitiram pesquisar a inferência de relações entre os mesmos em cada dimensão e as contribuições para cada uma das demais dimensões. A dimensão Político-institucional, ao relacionar o papel das instituições na articulação das ações de planejamento e execução da política energética, a partir da atuação dos diferentes agentes do setor, pode resultar em uma contribuição para as demais dimensões, uma vez que avalia a eficácia e adequação de planos, estratégias e políticas (IAEA, 2005), conforme pode ser observado na Figura 32.

Figura 9 – Relações entre os indicadores das diferentes dimensões.



Fonte: Dados da pesquisa.

As relações entre os indicadores da dimensão Político-institucional se estabelecem através de um processo de concatenação entre os mesmos. O investimento no setor energético pressupõe o desenvolvimento de políticas e programas para o desempenho e equilíbrio da atuação dos diferentes agentes. Esse investimento pode se refletir em formação e capacitação de indivíduos para a atuação nos diferentes setores de energia, a exemplo de engenheiros especializados em trabalhar com energias renováveis, ou mesmo pesquisas para melhorar a eficiência energética relacionada a determinados usos de energia ou melhoramento e introdução de tecnologias no setor.

O investimento gera informações mais assertivas para a tomada de decisão pelos diferentes atores e influencia diretamente no processo de transparência do setor, a medida que tais informações são mais respaldadas em estudos e pesquisas. Por fim, a transparência dessas informações permite aos decisores políticos do setor um aporte de informações que subsidiam a formulação de planos para evitar crises energéticas ou ainda planos contingenciais para lidar com elas.

Isso implica dizer que os indicadores são mutuamente dependentes uns dos outros. A medida que os resultados de um pode influenciar nos resultados de outro, constrói-se uma teia de relações e influências que impactam nos resultados da dimensão e nos objetivos que se espera desse conjunto de indicadores. No caso da dimensão Político-institucional, esta forma a base para que os resultados das demais dimensões sejam positivos, uma vez que se refere ao nível de articulação das diferentes instituições para o desenvolvimento e execução da política energética do setor.

O papel que as instituições, públicas e privadas, exercem no desempenho e equilíbrio entre a oferta e demanda de energia, no contexto brasileiro, pode ser refletido através de políticas de eficiência energética que podem influenciar diretamente no consumo de energia e, portanto, em um acesso maior e mais justo aos serviços, ao menos os básicos. Da mesma forma, a atuação articulada desses atores pode implicar na geração de energias menos poluentes, ou seja, na diversificação da matriz, o que apresenta uma relação direta com o nível de investimento em programas que priorizem energias renováveis e de menor impacto ambiental em detrimento de energias baseadas no carbono. No caso do Brasil, isso pode ser observado a partir do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia – PROINFA, em que tanto o setor público como o privado se articularam para a inserção gradual das fontes abordadas pelo programa.

Igualmente, os programas de eficiência energética também são um bom exemplo de articulação entre os atores do setor energético, bem como a execução do Programa Luz para Todos. Todas as ações voltadas para o setor exigem a participação dos diferentes agentes e a efetividade da execução da política energética depende do Estado, dos órgãos de regulação e das empresas públicas e privadas que constituem o sistema energético brasileiro.

No que concerne ao relacionamento da dimensão Político-institucional com a dimensão Eficiência energética, o indicador Investimento apresenta uma vinculação mais direta. O aumento do investimento em pesquisas e programas de eficiência energética refletem diretamente no melhor uso da energia e no desenvolvimento de tecnologias que possibilitem esse uso mais racional, bem como contribuam para a conservação da energia.

Já entre os indicadores dessa dimensão, o aumento da eficiência energética contribui diretamente para os resultados do indicador Intensidade energética, ou seja, ao melhorar o uso da energia é possível garantir o mesmo nível de serviço e de produção usando menos energia. Isso é importante, sobretudo, em setores energointensivos e naqueles responsáveis por elevado nível de emissão de poluentes. O programa PROCEL foi um exemplo e tem atuação até os dias atuais, objetivando a racionalização e a conservação de energia que ultrapassa a substituição de equipamentos de uso residencial e se estende às edificações, especificamente no setor de construção civil, através de orientações e recomendações para um melhor uso da energia. O programa também se estende à iluminação pública ao apoiar prefeituras no planejamento e implantação de projetos de substituição de equipamentos e melhoras na iluminação e sinalização semafórica.

O PROCEL ainda apresenta ações voltadas para o poder público, indústria e comércio e disseminação de conhecimento, mediante elaboração e compartilhamento de informações sobre eficiência energética, através de ações educacionais. É um dos programas que apresentam resultados até hoje e reflete no aumento da eficiência energética no país. Muitos outros programas mencionados neste trabalho também foram e são importantes para melhorar os níveis de eficiência e conservação da energia no Brasil e são exemplos de políticas que têm se mostrado efetivas ao longo do tempo.

Como parte dessa dimensão, os indicadores Comprimento da estrada e Velocidade do vento são indicadores que apresentam associação com a eficiência energética no sentido estrutural. Se referem às condições físicas que podem favorecer um melhor uso da energia e menor intensidade de uso da mesma. Desse modo, na dimensão Eficiência energética também é possível apontar para uma interdependência de indicadores, mas de forma mais significativa,

com uma relação mais direta entre os indicadores Eficiência energética e Intensidade energética.

Os avanços em eficiência energética, por sua vez, influenciam nas políticas e programas que têm como objetivo a inserção de fontes diversas na matriz e contribuem para a transição de uma matriz baseada em carbono para uma matriz mais sustentável. O desenvolvimento de tecnologias possibilita a geração de fontes de menor impacto ambiental, sobretudo aquelas que apresentam limitações quanto ao custo elevado de implantação. No Brasil, essa realidade é sentida pelo setor de energia solar que, apesar de promissora, ainda se constitui em uma energia cara, em termos de tecnologia disponível a preços acessíveis.

Todavia, é possível observar que essas limitações vêm sendo diminuídas, o que pode ser observado a partir da expansão do setor eólico brasileiro, que inicialmente encontrou entraves na indústria de componentes e equipamentos, mas que vêm sendo superados através de políticas de incentivos à instalação de empreendimentos que deem suporte à cadeia produtiva de geração desse tipo de energia.

Todas as medidas que visam contribuir para a promoção de um melhor uso da energia, e de energias de menor impacto ambiental, são significativas para a diversificação da matriz. Assim, a dimensão Diversificação da matriz é influenciada pelas políticas e programas de eficiência energética, bem como pelo nível de investimento do setor na inserção de fontes de menor impacto ambiental e em medidas que visem reduzir os impactos que fontes de origem fóssil acarretam para o meio ambiente. Desse modo, os indicadores dessa dimensão refletem ações que minimizam os impactos negativos resultantes do uso de energias poluentes e medidas que impulsionem a inserção de fontes renováveis e de menor impacto ambiental.

A inserção de fontes renováveis na matriz energética é impulsionada pelas medidas de eficiência energética e pelo grau de articulação dos diferentes agentes do setor, influenciando o nível de investimento em programas que promovam as fontes renováveis na configuração da matriz. A maior participação de tais fontes contribui significativamente para os resultados de outros indicadores dessa dimensão, como é o caso do Desmatamento e do Uso de combustíveis fósseis, relacionados com o nível de Emissão de gases de efeito estufa e a Concentração de poluentes em áreas urbanas. Essa relação é apresentada em cadeia, uma vez que, ao reduzir o índice de desmatamento, o nível de emissões reduz consideravelmente, já que uma das maiores causas de emissões, no Brasil está associada ao desmatamento de florestas.

Da mesma forma, ao inserir fontes de menor impacto ambiental na matriz, também existe uma redução de descarga de contaminantes em efluentes líquidos, como os causados pela

lixiviação do carvão mineral para a geração de energia em termelétricas. Por sua vez, essa redução no nível de descarga de contaminantes contribui para reduzir os índices de poluição do solo causada pela acidificação tanto pelos contaminantes líquidos como pela modificação no uso desse solo para a implantação de empreendimentos energéticos de grande porte, ou ainda pelo desmatamento.

Diante de tais considerações, o que se pode inferir acerca da dimensão Diversificação da matriz é que o indicador Inserção de fontes renováveis apresenta uma relação inversa com os demais indicadores da dimensão. Embora pareça óbvio, é importante atentar para o que significa essa evidência. As políticas e medidas voltadas para a introdução de fontes de menor impacto ambiental estarão também contribuindo para os resultados dos demais indicadores da dimensão, ou seja, o direcionamento das políticas pode focar em ações pontuais relacionadas às fontes renováveis.

Outro ponto importante ao investir e incentivar fontes renováveis na matriz é a possibilidade de oferecer preços mais competitivos para a comercialização de energia. O sistema de leilões para essa comercialização, introduzido a partir do novo modelo do setor elétrico, permite a comercialização de contratos com base no menor preço por MW, o que pode refletir no valor da tarifa de energia na ponta do consumo e contribuir para a modicidade tarifária e impulsionar um maior acesso aos serviços de energia

Ademais, um dos maiores gargalos atualmente enfrentados pelo setor está relacionado à complementação de energia, que no país ainda tem uma predominância de fontes de origem fóssil. Desse modo, é possível inferir que a inserção de fontes renováveis na matriz é um indicador chave para a sustentabilidade do setor energético e a busca de equilíbrio entre a oferta e demanda de energia. Pode se constituir, inclusive, como uma medida de prevenção de crises energéticas, desde que o gerenciamento do uso das diversas fontes renováveis disponíveis no país seja realizado de forma integrada entre as diferentes regiões, considerando as diferentes épocas do ano, que influenciam o potencial de geração de determinadas fontes de energia.

Por fim, é possível inferir que essa dimensão também apresenta relação com a dimensão Acesso à energia de forma mais indireta do que a dimensão Eficiência energética, que pode contribuir diretamente para o aumento do acesso aos serviços de energia, sobretudo em regiões onde se utilizam lenha para cocção, iluminação e aquecimento.

O Acesso à energia resultante da diversificação da matriz se dá pela possibilidade de preços mais justos, resultante do sistema de competição entre as diversas fontes comercializadas através dos leilões. Já as políticas e programas de eficiência energética contribuem através do

desenvolvimento de tecnologias e equipamentos mais eficientes que também influenciam no preço da tarifa de energia ao possibilitar baratear, por exemplo, componentes e equipamentos para a geração de eletricidade, antes considerados de custo superior.

Os indicadores que compõem a dimensão Acesso à energia também apresentam uma relação direta. A geração de emprego no setor energético pode ser o resultado de investimentos e incentivos à inserção de fontes de menor impacto ambiental, que se materializa em novos empreendimentos e novos postos de trabalho. A medida que surgem novas vagas de emprego, maior é o impacto no poder aquisitivo e desenvolvimento de determinadas regiões, ou seja, o indicador Geração de emprego tem relação direta com a Geração de renda. Essa cadeia de relações resulta, ao final, em um maior acesso aos serviços de energia, já que o aumento do poder aquisitivo eleva o consumo de eletrodomésticos e equipamentos, aumentando, assim, o consumo de energia.

O indicador Famílias com acesso à eletricidade também tem influência desses indicadores, sobretudo, o aumento da renda da população, pois permite que um número maior de pessoas possam usufruir da eletricidade que, por sua vez, influencia o consumo de energia. No Brasil, no que diz respeito ao acesso à energia, o Programa Luz para Todos tem uma importância fundamental, já que tem como objetivo a universalização da eletricidade no país, embora ainda não tenha alcançado esse objetivo.

O acesso à energia e os indicadores que fazem parte dessa dimensão têm uma relação com o bem-estar social e econômico de uma nação. Eles refletem em medidas que contribuem para melhorar a qualidade de vida da sociedade e também para o desenvolvimento de localidades. As relações entre os indicadores mostram o direcionamento da Política energética no Brasil e expõem as fragilidades de medidas que precisam de atenção mais pontual, no sentido de orientação dos esforços do governo e dos agentes do setor em buscar uma oferta de energia mais justa, menos poluente e inclusiva.

Desse modo, a discussão se volta mais uma vez para o papel da dimensão Político-institucional em desenvolver políticas orientadas para a geração sustentável de energia. Contudo, essa sustentabilidade não deve se limitar à dimensão ambiental, mas refletir no bem-estar social e econômico do país. Em outras palavras, o desempenho das dimensões Eficiência energética, Diversificação da matriz energética e Acesso à energia são dependentes da dimensão Político-institucional, embora na análise dos documentos e vinculação das citações essa dimensão não tenha apresentado um resultado significativo.

As dimensões da sustentabilidade energética expõem a orientação pontual da abordagem da política energética no Brasil, ou mesmo a continuidade de políticas e programas já em execução. Essa orientação é importante para o planejamento do setor, tendo em vista a necessidade de aproveitamento dos recursos energéticos de forma racional e otimizada e o não desperdício de esforços e de investimentos que não surtem os efeitos esperados.

Outra observação importante é que a atuação da política energética brasileira acima exposta apresenta orientações no sentido de ações em anadamento que trazem resultados positivos para o setor energético. Em caráter de exemplificação temos os programas de Eficiência energética e de Incentivo às fontes alternativas, que são programas que têm demonstrado mudanças significativas no desempenho do setor e têm contribuído para a melhoria do uso da energia e conservação do meio ambiente. Além do mais, abrem possibilidades para que a oferta de energia apresente um caráter mais inclusivo e justo ao possibilitar que o setor se torne mais competitivo e eficiente a partir da diversificação da matriz.

Uma forma de melhor direcionar esses esforços até então vigentes, seria um planejamento regional e o processo da gestão integrada dos recursos energéticos disponíveis em cada região, o que permitiria o melhor aproveitamento dos investimentos que são direcionados para incentivar a implantação de empreendimentos de energia, evitando que recursos sejam desperdiçados, tanto financeiros como energéticos. Outro ponto importante dos programas regionais é a possibilidade de promover desenvolvimento a partir das potencialidades de cada região do país que, por ser de dimensões continentais, apresenta características físicas e climáticas muito diversas de região para região, o que exige a análise de peculiaridades para direcionamento de esforços em investimentos energéticos.

Isso significa que programas como o PROINFA podem não se adaptar à todas as regiões do país, o que pode ser observado pela distribuição de tipos de geração de energia em cada região brasileira. É possível observar que o Nordeste é o grande centro de aproveitamento do programa e que regiões como o centro-oeste, por exemplo, não se beneficiam na mesma proporção em função da não disponibilidade de recursos energéticos abrangidos pelo programa.

Destarte, ao considerar o tamanho do território do Brasil, é complexa a elaboração de uma política que tenha alcance “universal”, justamente porque as necessidades de região para região são diferentes em termos de serviços energéticos. Outro exemplo para ser analisado é o Programa Luz para Todos, que tem como objetivo a universalização do acesso à energia e que ainda está em vigência no país. O seu objetivo de fornecimento abrangente não garantiu que todos os brasileiros pudessem ter acesso aos serviços de energia e isso acontece porque o

programa trata as diferentes necessidades de cada região como se fossem as mesmas, o que dificulta a efetividade dos resultados, embora tenha demonstrado um aumento de pessoas com acesso à energia desde que foi implementado.

Da mesma forma, as políticas de investimento também precisam ser direcionadas para atender as necessidades específicas de cada região, ou seja, devem incentivar os programas de caráter regional. Os programas de eficiência energética não obterão resultados efetivos se também não forem direcionados às especificidades e necessidades de cada localidade do país.

Todavia, a política energética brasileira tem avançado para a busca da sustentabilidade do setor e tem contribuído para o desenvolvimento da sociedade brasileira. Porém, a falta de direcionamento de algumas ações pode fazer com que os resultados que são esperados não sejam efetivamente alcançados, pois as diversas crises energéticas que o país enfrentou, e que com certeza ainda irá enfrentar, são o reflexo de um planejamento com foco muito amplo e pouco específico.

A análise aqui realizada, a partir de indicadores de sustentabilidade energética, é um bom ponto de partida para o direcionamento do planejamento do setor, uma vez que aponta para condições específicas que devem ser consideradas no diagnóstico da sustentabilidade energética e no desenvolvimento de políticas energéticas mais sustentáveis. Esses indicadores são ferramentas que podem ajudar os decisores políticos a definirem melhor as ações a serem implementadas no setor, focando nas necessidades específicas que precisam ser atendidas de forma mais urgente.

5 CONCLUSÕES

O desenvolvimento deste trabalho de tese foi motivado pela necessidade de compreender a política energética brasileira em termos de atuação no setor elétrico e, principalmente, entender as características do sistema energético no país, tendo em vista que, mesmo que os recursos energéticos distribuídos ao longo do território nacional sejam abundantes, as crises energéticas são recorrentes e as políticas até então desenvolvidas e implementadas não conseguiram impedir a repetição de situações de desequilíbrio entre oferta e demanda de energia.

Acrescenta-se a isso o fato de que os serviços básicos de energia ainda não são acessíveis a todos os brasileiros, mesmo com os esforços do governo, através de suas políticas e programas, que visam promover acesso à energia às regiões mais vulneráveis. Além do mais, o uso eficiente da energia no país, apesar de apresentar avanços, ainda não é suficiente para garantir o não desperdício e conservação da energia, principalmente quando os setores energointensivos são observados.

Destarte, a energia apresenta relações com questões ambientais, sociais e econômicas, ao ser capaz de melhorar a qualidade de vida das pessoas através do acesso aos serviços básicos, promover desenvolvimento econômico em setores que dependem de energia e que são importantes para o país e, a depender dos tipos de fontes de energia predominante para atender a sociedade, é também capaz de promover um ambiente mais saudável e menos poluente.

Entendo, desse modo, que a energia assume um papel central na estrutura econômica, social e ambiental da sociedade e que as políticas desenvolvidas e implementadas no setor energético precisam apresentar uma perspectiva de sustentabilidade, de modo a garantir o equilíbrio entre essas três dimensões. Assim, a análise da sustentabilidade da política e planejamento desenvolvido no setor elétrico brasileiro foi fundamental para entender a atuação dos diferentes agentes que formam o setor, como também o direcionamento de suas ações em termos de efetividade, no que diz respeito ao alcance de seus resultados, como também para quem são esses resultados.

A utilização de indicadores de sustentabilidade energética foi o caminho escolhido para analisar a atuação do setor elétrico brasileiro, tendo em vista que representam medidas que expressam condições presentes e futuras do sistema energético e podem apresentar vieses sociais, econômicos e ambientais, a depender da escolha dos indicadores mais apropriados para tal situação.

Diante das considerações expostas, este trabalho de tese partiu das seguintes afirmações:

I. No processo de formulação da Política e Planejamento Energético Nacional são levados em consideração os indicadores de sustentabilidade energética.

II. Os agentes que constituem a estrutura do setor elétrico brasileiro utilizam os indicadores de sustentabilidade energética no desenvolvimento de programas e ações desenvolvidos para o setor.

Ao considerar essas premissas como verdadeiras, a pesquisa pressupõe que a formulação e implementação da Política e Planejamento Energético Nacional contribuem positivamente para a sustentabilidade energética do setor elétrico, das diferentes regiões e, conseqüentemente, do país. Assim, o processo de confirmação ou negação das premissas da pesquisa foi desenvolvido ao longo de todo o processo de análise e busca de relações entre os indicadores de energia selecionados e os documentos referentes à política e planejamento energético no país.

Contudo, para afirmar que as premissas seriam verdadeiras, a investigação buscou responder a seguinte inquietação: de que forma o setor elétrico brasileiro considera os aspectos relacionados à sustentabilidade energética no processo de formulação e implementação da política e planejamento energético? O objetivo geral consistiu, portanto, em diferenciar a utilização dos indicadores de energia nos documentos selecionados para analisar a sustentabilidade da política e planejamento energético no setor elétrico brasileiro.

Após identificação e seleção dos indicadores de energia, foi possível verificar que os 20 indicadores selecionados e agrupados nas dimensões da sustentabilidade energética estão presentes no processo de formulação e implementação da política e planejamento energético nacional. Tais indicadores são apresentados enquanto medidas importantes para avaliar o sistema energético brasileiro, isso em relação à efetividade e andamento da política e planejamento, pois são programas e ações que visam garantir a sustentabilidade do setor elétrico em termos sociais, econômicos e ambientais.

A partir do processo de identificação dos indicadores na política e planejamento energético nacional, foi possível verificar que a promoção do acesso à energia é um dos objetivos da política energética não só no Brasil, mas em muitas partes do mundo existem pessoas que ainda não dispõem de acesso aos serviços básicos de energia, o que inibe o desenvolvimento sustentável, diminui padrões de qualidade de vida e, torna a energia um fator

excludente dentro da sociedade. No Brasil, apesar dos esforços desenvolvidos pelos agentes do setor, muitos ainda não têm sequer iluminação, limitando e colocando à margem uma parcela vulnerável da população que, em geral, são pessoas em regiões de difícil acesso, de baixa renda e de grupos de risco são as mais afetadas.

Quanto à eficiência energética, está relacionada às medidas de promoção de um melhor uso e conservação da energia e é fundamental para o desenvolvimento sustentável. Ao considerar que o uso da energia no mundo é um dos problemas relacionados às emissões de GEE, é necessário repensar o uso dessa energia e seus processos tecnológicos de transformação, bem como hábitos de consumo da população, já que a distribuição dos recursos energéticos no território mundial é variável e isso afeta a disponibilidade de energia, seu preço e seu consumo. No país a política de eficiência energética visa garantir o uso racional da energia, sua conservação por meio de um melhor uso, substituição de equipamentos por outros com melhor desempenho, educação relacionada à mudança de hábitos e desenvolvimento de tecnologias que possam gerar energias mais baratas e menos poluentes.

A diversificação da matriz envolve o processo de transição de fontes baseadas no carbono por energias de menor impacto ambiental. Em outras palavras, envolve o processo de substituição de energia de origem fóssil por fontes renováveis que possam minimizar os efeitos causados pelas emissões da queima do carbono. Ademais, uma matriz energética mais diversificada promove a competitividade entre as fontes de energia disponível, o que pode influenciar os preços da energia e torná-la mais acessível.

A última questão analisada foi o processo de articulação entre os agentes que fazem parte da estrutura do setor energético. Todas as ações que são capazes de promover acesso, eficiência e diversificação da energia passam por decisões de agentes políticos envolvidos com os processo de formulação da política e planejamento energético. Essas quatro questões foram definidas e analisadas na Política e Planejamento Energético Nacional como dimensões da sustentabilidade energética a partir dos indicadores selecionados.

O resultado foi a identificação de todos os indicadores nos documentos analisados e, algumas dimensões de indicadores, como Acesso à energia e Diversificação da matriz, apresentaram resultados mais significativos em termos quantitativos, envolvendo o processo de aparição dos indicadores em textos, em relação a dimensão eficiência energética e articulação político-institucional. A este resultado, foi inferido que o desenvolvimento de programas para incentivo à inserção de fontes renováveis, bem como de universalização da energia, ao serem enfatizados nos documentos em muitas passagens dos textos, permitiu que essas duas

dimensões fossem destacadas. Contudo, vale mencionar que o indicador Eficiência energética e Intensidade energética, que fazem parte da dimensão Eficiência energética, foram citados 252 e 73 vezes, respectivamente, nos documentos, sendo os indicadores de maior destaque e também os que melhor representam a dimensão.

Já os resultados da dimensão Articulação político-institucional apresentaram pouca representatividade quando comparados com as demais dimensões. Foram 269 citações vinculadas ao conjunto de indicadores, sendo que a maioria das citações, 232, foi vinculada ao indicador Investimento. Em outras palavras, essa dimensão não se mostrou presente nos processos de formulação da política e do planejamento energético, o que pode indicar ações ainda insuficientes implementadas no setor elétrico, como é o caso do Programa Luz para Todos. O programa, apesar de promover acesso à energia às comunidades vulneráveis, ainda não alcançou o objetivo de universalização, visto que ainda é elevado número de pessoas sem acesso aos serviços básicos de energia.

A partir das análises realizadas, foi proposta a construção de um *framework* das quatro dimensões da sustentabilidade energética, a partir da relação entre as dimensões e os indicadores. A construção desse *framework* foi o resultado da análise de coocorrências, similaridade e correlação, o qual permitiu identificar quais indicadores apresentavam relação direta, inversa ou concorrente com outros indicadores. Assim, foi possível concluir que as dimensões se influenciam mutuamente e que a dimensão Político-institucional tem um papel importante, já que as ações que são capazes de promover acesso, diversificação e eficiência do uso da energia dependem de uma articulação efetiva dos agentes que fazem parte do setor elétrico, que são os responsáveis pelo processo de formulação da política e planejamento energético.

O *framework*, portanto, resultou em uma base conceitual da sustentabilidade energética brasileira, a partir da análise da política e planejamento do setor elétrico. Também foi possível apontar avanços significativos no que diz respeito ao processo de diversificação da matriz, com a inserção de fontes renováveis que vêm ganhando cada vez mais espaço no sistema energético nacional. Isso foi possível mediante mudanças institucionais e regulamentares que permitiram uma maior competitividade entre as fontes disponíveis de energia, no país, que por sua vez promovem acesso mais justo aos serviços de energia.

As ações de eficiência energética também são influenciadas pela articulação político-institucional e dependem de investimentos e desenvolvimento de programas que busquem promover o melhor uso da energia nos diferentes setores econômicos e residencial. Da mesma

forma, as ações de eficiência energética podem contribuir para a introdução de tecnologias que tornem mais compensatória a inserção de determinadas fontes renováveis que podem ser mais competitivas que as fontes de origem fóssil, ao baratear componentes ou incentivar a instalação de indústrias para dar suporte a inserção de fontes de menor impacto ambiental.

É possível apontar, também, que um dos pontos mais importantes da análise de relações entre dimensões e indicadores foi o processo de complementação da matriz energética em situações de escassez. A inserção de fontes renováveis na matriz permite que o país disponha de alternativas à termelétrica para complementar a geração de energia em tempos de desequilíbrios entre oferta e demanda. Por serem consideradas energias limpas, as fontes renováveis ajudam a reduzir os níveis de emissões de GEE provenientes da geração de energia e contribuem para a sustentabilidade ambiental.

Outro ponto que merece atenção é que as políticas e programas desenvolvidos e implementados no setor elétrico são de escopo geral, ou seja, são direcionados a todo o território nacional. Apontou-se que um dos fatos de alguns programas ainda não terem alcançado os objetivos aos quais se propunha foi a falta de especificidade da política e planejamento para se adequar às características regionais do país. Esse processo de adequação está relacionado à gestão integrada dos recursos energéticos disponíveis no diverso território nacional, que apresenta disponibilidade e potencial para geração de energias diferentes, o que pode explicar o motivo pelo qual alguns programas têm atuação mais efetiva em determinadas regiões em detrimento de outras.

Assim, a partir de tais resultados é possível concluir que as premissas da presente investigação foram confirmadas, e que o processo de formulação da Política e Planejamento Energético Nacional leva em consideração os indicadores de sustentabilidade energética. Trazem ainda que os agentes que formam o setor elétrico também utilizam os indicadores no desenvolvimento de ações e programas direcionados ao funcionamento do setor.

Contudo, a pressuposição que esse processo de formulação da política e planejamento energético contribui para a sustentabilidade energética do setor, das diferentes regiões e consequentemente do país, foi confirmada parcialmente, porque afirmar que o setor elétrico brasileiro é sustentável seria o mesmo que dizer que o setor funciona em pleno equilíbrio entre oferta e demanda e que não apresenta impactos, sociais, ambientais e econômicos, o que não é verdade, já que o setor energético tem sido palco de crises que afetam a economia e a sociedade como um todo. Outra situação que torna tal premissa negativa é o fato de que ainda existem pessoas sem acesso aos serviços mínimos de energia, como iluminação, e a sustentabilidade

está relacionada ao acesso justo e seguro, capaz de transformar a realidade social de comunidades e promover qualidade de vida.

Quanto à diversificação da matriz, é possível afirmar que o país caminha para a sustentabilidade, devido à diversificação apresentada pela configuração da matriz elétrica. Porém, ao comparar essa matriz, vê-se que ainda existe a necessidade de maiores esforços em relação à transição de fontes energéticas baseadas em carbono por fontes de menor impacto ambiental. É o caso do setor de transportes que atualmente é um dos maiores responsáveis pela emissão de GEE na atmosfera no Brasil.

Portanto, conclui-se que as duas primeiras afirmações apresentadas são verdadeiras, mas que a premissa delas resultante não pode ser confirmada, o que não significa que os resultados apresentados, a partir da análise, sejam ruins, mas sim que ainda é necessário um melhor direcionamento dos esforços empregados no setor. Não é a falta de políticas e programas, mas talvez a forma como foram implementados e direcionados.

O *framework*, ao retratar a fundamentação conceitual em termos de sustentabilidade energética no setor elétrico, pode ser uma importante ferramenta de direcionamento das políticas e programas, uma vez que apresenta, a partir dos indicadores de energia, as relações que as diferentes políticas e programas têm ao promover cada uma das dimensões da sustentabilidade no setor de energia.

Desse modo, espera-se que os resultados dessa pesquisa possam servir de guia a pesquisadores e, quem sabe, aos tomadores de decisão que formam a estrutura do setor elétrico brasileiro para o desenvolvimento de estudos mais aprofundados e mais específicos, bem como para orientação de uma política energética que objetive promover as dimensões da sustentabilidade energética.

Recomenda-se que uma análise da efetividade dessas políticas e programas apresentadas, com base nas quatro dimensões da sustentabilidade energética, possa ser feita em caráter regional, ou seja, a análise precisa ser mais específica. Isso permitirá apontar que, para o caso do Brasil, as políticas e programas de energia desenvolvidos em caráter amplo não são capazes de atender as peculiaridades regionais do território e isso impede sua efetividade e mascara o que se sugere como sustentável para o setor energético.

Tanto os programas de acesso à energia como de eficiência e diversificação da matriz precisam ser desenvolvidos de acordo com a necessidade de cada região e características de disponibilidade e potencial de geração de energia. Assim, acredita-se que a sustentabilidade energética brasileira deve partir da atuação local, para que possa promover sustentabilidade em

nível nacional. Claro que essa análise se refere ao Brasil, o que pode não ser a realidade de outros países, porém, ao considerar que o país possui dimensões continentais, ficou claro ao verificar que as políticas e programas até então desenvolvidas não atendiam a todas as necessidades, que são diferentes, em cada parte do Brasil.

Quanto às limitações para a realização da pesquisa, cabe considerar que a temática, além de instigante, também foi desafiadora por ser algo novo diante da pesquisadora que precisou acessar algumas vezes a literatura existente, durante várias etapas da construção deste trabalho. Ademais, as pesquisas pouco atualizadas e escassas acerca do tema dificultou a discussão das temáticas, o que a levou a considerar alguns critérios para a escolha dos materiais pesquisados e as relações com a sustentabilidade energética.

O tempo pareceu longo, quatro anos, mas se tornaram pequenos diante de fatos que não se limitaram à pesquisa em si, mas também à vida pessoal e profissional que, por vezes, necessitou ser prioridade em detrimento do andamento desse estudo.

Por fim, gostaria de expressar que a construção de uma tese é um trabalho árduo e que não se deve minimizar os desafios, que são diferentes para cada pesquisador que, por sinal, são todos humanos e limitados. Ao final, chego à conclusão de que a sanidade mental de qualquer pessoa que tem o compromisso de pesquisar e contribuir com um trabalho em nível de tese não será a mesma de quando começou.

REFERÊNCIAS

ABBASI, T; ABBASI, S. A. **Renewable energy sources: Their impact on global warming and pollution**. PHI Learning Pvt. New Delhi, 2011.

ALVES, Jose Jakson Amancio. Análise regional da energia eólica no Brasil. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 6, n. 1, Taubaté: SP, 2010.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. **ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ACIDENTES DO TRABALHO: AEAT 2015/Ministério da Fazenda ... [et al.]**. – vol. 1 (2009), Brasília: MF, 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Indicadores de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA)**. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 10 jan. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Potencial eólico do Brasil é de 500 GW, segundo DEWI**. Disponível em: <http://www.abeeolica.org.br/noticias/potencial-eolico-do-brasil-e-de-500-gw-segundo-dewi/>. Acesso em: 12 dez. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Info vento 2018. Postos de Trabalho**. Disponível em: http://www.abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2018/01/05_Infovento-online.pdf. Acesso em: 12 fev. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. (2015). **O que é Eficiência Energética?** Disponível em: <http://www.abesco.com.br/pt/o-que-e-eficiencia-energetica-ee/>. Acesso em: 23 mai. 2017.

ASSOCIAÇÃO PARA A ENERGIA (2015). **Projeto ODYSSEE-MURE**. Disponível em: <http://www.adene.pt/en/node/2451>. Acesso em: 29 mai. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Evolução da Energia Eólica no Brasil**. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/aneel-essencial/-/asset_publisher/c4M6OIOMkLad/content/evolucao-da-energia-eolica-no-brasil?inheritRedirect=false. Acesso em: 24 jul. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Manual do programa de pesquisa e desenvolvimento do setor de energia elétrica/Agência Nacional de Energia Elétrica**. Brasília: ANEEL, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **A Aneel**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/a-aneel>. Acesso em: 22 mar. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016. **Programas Setoriais**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/programas-setoriais>. Acesso em: 22 mar. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2017. **Capacidade de geração do Brasil**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 24 jul. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2017. **Capacidade Instalada por Estado**. Disponível em:

<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/ResumoEstadual/resumoestadual.cfm>. Acesso em: 24 jul. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2017. **Fontes de energia**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/Combustivel.cfm>. Acesso em: 12 ago. 2017.

ALVES, Jose Jakson Amancio. Análise regional da energia eólica no Brasil. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 6, n. 1, Taubaté: SP, 2010.

AMARANTE, Odilon A. *et al.* Atlas do potencial eólico brasileiro. In: **Atlas do potencial eólico brasileiro**. Ministério de Minas e Energia, Eletrobras, 2001.

BALTELO, Ricardo. **A caminho da sustentabilidade energética**: como desenvolver um mercado de renováveis no Brasil. São Paulo: Greenpeace.2008.

BANDEIRA, Fausto de Paula Menezes. **Análise das alterações propostas para o modelo do setor elétrico brasileiro**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2003.

BAJAY, Sergio Valdir. Planejamento energético: Necessidade, objetivo e metodologia. **Revista Brasileira de Energia**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 45-53, 1989.

BAJAY, Sergio Valdir. Evolução do planejamento energético no Brasil na última década e desafios pendentes. **Revista Brasileira de Energia**, Itajubá, v. 19, n. 1, p. 255-266, 2013.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições Setenta, 226 p, 1994.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 229 p, 2011.

BAZELEY, P. **Qualitative data analysis with NVivo**. London: Sage Publications Ltd. p. 6-15, 2007.

BELLEN, Hans Michael Van. Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa. In: **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: FGV, 2005.

BNDES. **Livro verde**: a nossa história tal como ela é. Rio de Janeiro: BNDES, 2017. 333p

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>. Acesso em 15 fev. 2018.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Lei 9.478, de 6 de agosto de 1997** (Política Energética Nacional). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9478.htm. Acesso em: 20 dez. 2016.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012.** (Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 10 fev. 2018.

BRASIL . Presidência da República – Casa Civil. **Lei 3.783, de 22 de Julho de 1960** (Cria os Ministérios da Indústria e do Comércio e das Minas e Energia, e dá outras providências). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L3782.htm. Acesso em: 20 dez. 2016.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Decreto nº 8.871, de 6 de outubro de 2016** (Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério de Minas e Energia). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/d8871.htm. Acesso em: 15 fev. 2017.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Lei nº 9.427, de 1996** (Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9427cons.htm. Acesso em: 22 mar. 2017.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Decreto nº 2.335, de 6 de outubro de 1997** (Constitui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, autarquia sob regime especial, aprova sua Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e Funções de Confiança e dá outras providências). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2335.HTM. Acesso em: 20 abr. 2017.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Lei Nº 10.438, de 26 de abril de 2002** (Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10438.htm. Acesso em: 22 mar. 2017.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Lei 3. 890A, de 25 de Abril de 1961**(Autoriza a União a constituir a empresa Centrais Elétricas Brasileiras S. A. - ELETROBRÁS, e dá outras providências). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L3890Acons.htm> Acesso em: 13 abri. 2017.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Lei nº 9.491, de 9 de setembro de 1997** (Altera procedimentos relativos ao Programa Nacional de Desestatização, revoga a Lei nº 8.031, de 12 de abril de 1990, e dá outras providências). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9491.htm. Acesso em: 10 abr. 2017.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Lei nº 10.847, de 15 de Março de 2004** (Autoriza a criação da Empresa de Pesquisa Energética – EPE e dá outras providências). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.847.htm. Acesso em: 11 de mar. 2017.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Resolução nº 24, de 5 de Julho de 2001** (Fica criado o Programa Emergencial de Energia Eólica - PROEÓLICA no território nacional). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/resolu%C3%A7%C3%A3o/RES24-01.htm. Acesso em: 12 mar. 2017.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Decreto 5.025, de 30 de Março de 2004** (Regulamenta o inciso I e os §§ 1º, 2º, 3º, 4º e 5º do art. 3º da Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, no que dispõem sobre o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, primeira etapa, e dá outras providências). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5025.htm. Acesso em: 02 abr. 2017.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Lei nº 8.631, de 4 de Março de 1993** (Dispõe sobre a fixação dos níveis das tarifas para o serviço público de energia elétrica, extingue o regime de remuneração garantida e dá outras providências). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8631.htm. Acesso em: 10 fev 2017.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Lei nº 8.987, de 13 de Fevereiro de 1995** (Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8987compilada.htm. Acesso em: 02 fev. 2017.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Decreto 9.074, de 7 de Julho de 1995** (Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9074cons.htm. Acesso em: 12 mar. 2017.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Lei nº 9.427, de 26 de Dezembro de 1996** (Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9427cons.htm. Acesso em: 02 mar. 2017.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Lei nº 9.649, de 27 de Maio de 1998** (Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9649cons.htm. Acesso em: 25 mar. 2017.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Lei nº 10.848, de 15 de Março de 2004** (Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.848.htm. Acesso em: 15 mai. 2017.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Decreto nº 5.081, de 14 de Maio de 2004** (Regulamenta os arts. 13 e 14 da Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998, e o art. 23 da Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, que tratam do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5081.htm. Acesso em: 14 fev. 2017.

COUNCIL, W. E. **Energy efficiency policies around the world: review and evaluation**. London: WEC, 2008.

COYLE, Eugene D.; SIMMONS, Richard A. **Understanding the global energy crisis**. West Lafayette, IN: Purdue University Press, 2014.

DAVY, R.; GNATIUK, N.; PETTERSSON, L.; & BOBYLEV, L. Climate change impacts on wind energy potential in the European domain with a focus on the Black Sea. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 81, p. 1652-1659, 2017.

D'ARAÚJO, Roberto Pereira. **Setor elétrico brasileiro: uma aventura mercantil**. Brasília: Confea, v. 1, 2009.

DE ANDRADE ROMÉRO, Marcelo; DOS REIS, Lineu Belico. **Eficiência energética em edifícios**. Barueri: SP, Editora Manole, 2012.

DE CASTRO, Nivalde J. *et al.* **O processo de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro e os Impactos da MP 579**. Texto de Discussão do Setor Elétrico n.º 51. 2013.

DE LORENZO, Helena Carvalho. O setor elétrico brasileiro: passado e futuro. **Perspectivas: Revista de Ciências Sociais**, São Paulo. V. 24/25 2007.

DE OLIVEIRA, Ely Francina Tannuri; ALVES, Bruno Henrique. Cosseno de Salton, Índice de Jaccard e Correlação de Pearson: comparando índices normalizados e absolutos em análise de citação de autores. **Em Questão**, João Pessoa. v. 23, p. 235-253, 2017.

DE SANTANA, Edvaldo Alves; DE OLIVEIRA, C. A. N. V. **A economia dos custos de transação e a reforma na indústria de energia elétrica do Brasil**.

DE SOUZA, Andréa; GUERRA, Jorge Carlos Correa; KRUGER, Eduardo Leite. Os programas brasileiros em eficiência energética como agentes de reposicionamento do setor elétrico. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba. v. 7, n. 12, 2011.

DE SOUZA, Antonio Ricardo. As trajetórias do planejamento governamental no Brasil: meio século de experiências na administração pública. **Uniciências**, Brasília: DF. v. 8, n. 1, 2015.

DINIZ, Tiago Barbosa. Expansão da indústria de geração eólica no Brasil: uma análise à luz da Nova Economia das Instituições. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 50, 2018.

DUTRA, Ricardo Marques; SZKLO, Alexandre Salem. A energia eólica no Brasil: Proinfa e o novo modelo do Setor Elétrico. *In: Anais do XI Congresso Brasileiro de Energia-CBE*. Rio de Janeiro: RJ, 2006. p. 842-868.

DO VALLE COSTA, Claudia; LA ROVERE, Emilio; ASSMANN, Dirk. Technological innovation policies to promote renewable energies: lessons from the European experience for the Brazilian case. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 12, n. 1, p. 65-90, 2008.

DUTRA, Ricardo Marques; SZKLO, Alexandre Salem. Incentive policies for promoting wind power production in Brazil: Scenarios for the Alternative Energy Sources Incentive Program (PROINFA) under the New Brazilian electric power sector regulation. **Renewable Energy**, v. 33, n. 1, p. 65-76, 2008.

DU CAN, S. D. L. R., PUDLEINER, D., E PIELLI, K. Energy efficiency as a means to expand energy access: A Uganda roadmap. **Energy Policy**, v. 120, p. 354-364, 2018.

ELETROBRAS. **Sobre a Eletrobras. História**. Disponível em: <http://eletrobras.com/pt/Paginas/Historia.aspx> > Acesso em: 2 abr. 2017.

ELETROBRAS CEPEL. **Cepel**. Disponível em: <http://www.cepel.br/>. Acesso em: 2 abr. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balço Energético Nacional 2016**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/Estudos/Paginas/default.aspx?CategoriaID=346>. Acesso em: 27 mar. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Eficiência Energética para os próximos 10 anos (2012-2021)**. Disponível em: http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/201221_1.pdf. Acesso em: 18 mai. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Quem somos**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/quemsomos/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 15 jul. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Nacional 2013**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/Estudos/Paginas/default.aspx?CategoriaID=34>. Acesso em: 15 jul. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Leilão de fontes alternativas (A-3 e reserva)**. Disponível em: http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20100826_1.pdf. Acesso em: 23 jul. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), 2010. **Energia eólica terá leilões anuais**. Disponível em: http://www.epe.gov.br/imprensa/Clipping/20100924_a.pdf. Acesso em: 23 jul. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), 2011. **Leilão de Energia de Reserva/2011**. Disponível em: http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20110818_1.pdf. Acesso em: 23 jul. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), 2011. **Leilão de Energia A-3/2011**. Disponível em: http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20110817_1.pdf. Acesso em: 23 jul. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), 2012. **Leilão A-5/ 2012**. Disponível em: http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20121214_1.pdf. Acesso em: 23 jul. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), 2013. **Leilão de Energia de Reserva/2013**. Disponível em: http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20130823_1.pdf. Acesso em: 23 jul. 2017.
EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), 2013. **Leilão A-3/2013**. Disponível em: http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20131118_1.pdf. Acesso em: 23 jul. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), 2014. **Leilão de Energia A-3/2014**.

Disponível em:

<http://www.epe.gov.br/leiloes/Documents/Leil%C3%B5es%202014/INFORME%20%C3%80%20IMPrensa04A3b.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), 2014. **20º Leilão de Energia Nova A-5/2014**. Disponível em:

http://www.epe.gov.br/leiloes/Documents/Leil%C3%B5es%202014/Resumo_Vendedor_20len_a5.pdf. Acesso em: 23 jul. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), 2015. **22º Leilão de Energia Nova A-3/2015**. Disponível em:

<http://www.epe.gov.br/leiloes/Documents/Leil%C3%A3o%20de%20Energia%20A-3%202015/Leil%C3%A3o%20A-3%202015%20Resumo%20Vendedor%20CCEE.pdf> >
Acesso em: 23 jul. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), 2015. **Leilão de Fonte Alternativa/2015**.

Disponível em:

<http://www.epe.gov.br/leiloes/Paginas/Leil%C3%A3o%20de%20Energia%20de%20Fontes%20Alternativas%202015/Leil%C3%A3oFA2015negociaenergiade11usinascomdes%C3%A1giode1,96.aspx?CategoriaID=6976>. Acesso em: 23 jul. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), 2016. **Leilão de Energia A-1/2016**.

Disponível em: http://www.epe.gov.br/leiloes/Documents/Portaria_altera_diretrizes_A-1.pdf. Acesso em: 23 jul. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), 2016. **23º Leilão de Energia Nova A-5/2016**. Disponível em:

http://www.epe.gov.br/leiloes/Documents/Leil%C3%A3o%20de%20Energia%20A-5%202016/Resultado_completo_site_23_len.pdf. Acesso em: 23 jul. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), 2016. **Leilão de Energia de Reserva /2016**. Disponível em:

<http://www.epe.gov.br/leiloes/Documents/Leil%C3%B5es%20de%20Energia%20de%20Reserva%202016/1%C2%BA%20LER%202016Resultado1docx.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2017.

EUR-LEX, 2017. **T ratado que institui a Comunidade Europeia da Energia Atômica**

(**Euratom**). Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=LEGISSUM:xy0024>.

Acesso em: 10 jun. 2017.

FEHNER, Terrence R; HOLL, Jack M. **Department of Energy, 1977–1994: A Summary**

History. Washington, D.C.: United States Department of Energy, 1994. Disponível em:

https://energy.gov/sites/prod/files/Summary_History.pdf. Acesso em: 26 mai. 2017.

GALLOPIN, G. C. Environmental and sustainability indicators and the concept of

situational indicators. A system approach. **Environmental Modelling & Assessment**. 101-

117, 1996. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007/BF01874899>. Acesso em:

20 set. 2016.

GRÁCIO, Maria Cláudia Cabrini; OLIVEIRA, Ely Francina Tannuri de. Análise de cocitação de autores: um estudo teórico-metodológico dos indicadores de proximidade, aplicados ao GT7 da ANCIB. **LIINC em Revista**, Porto Alegre. p. 196-213, 2013.

GRÁCIO, Maria Cláudia Cabrini; DE OLIVEIRA, Ely Francina Tannuri. Indicadores de proximidades em Análise de Cocitação de Autores: um estudo comparativo entre Coeficiente de Correlação de Pearson e Cosseno de Salton. **Informação & Sociedade**, João Pessoa, v. 25, n. 2, 2015.

GOLDENBERG, José; PRADO, Luiz Tadeu Siqueira. Reforma e crise do setor elétrico no período FHC. **Tempo social**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 219-235, 2003.

GOLDEMBERG, Jose. The case for renewable energies. **Relatorio Tematico, Secretaria da Conferencia Internacional para Energias Renovaveis**, janeiro, 2004.

GOLDEMBERG, José. The case for renewable energies. *In: Renewable Energy*. Londres Routledge, 2012. p. 31-42.

GOLDEMBERG, José. O estado atual do setor elétrico brasileiro. **Revista USP**, São Paulo n. 104, p. 37-44, 2015.

GOMES, Antônio Claret S. *et al.* O setor elétrico. **BNDES**, Rio de Janeiro. v. 50, p. 1964-1973, 2002.

GORMLEY JR, William T. Regulatory issue networks in a federal system. **Polity**, v. 18, n. 4, p. 595-620, 1986. Disponível em: <http://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.2307/3234884>. Acesso em: 15 nov. 2016.

GUIZZO, Bianca Salazar; KRZIMINSKI, Clarissa de Oliveira; OLIVEIRA, Dora Lúcia Leidens Corrêa de. O Software QSR NVIVO 2.0 na análise qualitativa de dados: ferramenta para a pesquisa em ciências humanas e da saúde. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, Porto Alegre, RS. Vol. 24, n. 1 (jan. 2003), p. 53-60, 2003.

HADIAN, S; MADANI, K. A system of systems approach to energy sustainability assessment: Are all renewables really green? **Ecological Indicators**, v. 52, p. 194-206, 2015.

HWANG, Sungsoo. Utilizing qualitative data analysis software: A review of Atlas. ti. **Social Science Computer Review**, v. 26, n. 4, p. 519-527, 2008.

HIDRO-QUEBEC. **Sustainability Report 2011**. Disponível em: http://www.hydroquebec.com/publications/en/docs/sustainability-report/rdd_2011_en.pdf. Acesso em: 30 mai. 2017.

HELIO INTERNATIONAL (2011). **Processing Information for Energy Policies Conducive to Ecodevelopment**. Disponível em: <http://helio-international.org/wp-content/themes/wp-helio/app/download/HELIO-brochure-ENG-2015.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2016.

HERRING, Horace. Energy efficiency a critical view. **Energy**, v. 31, n. 1, p. 10-20, 2006.

HINRICHS, Rogers A. **Energia e Meio Ambiente**. Roger A. Hinrichs, Merlin Kleinbach , Lineu Belico dos Reis; tradução técnica Lineu Bérico dos Reis, Flávio Maron vichi. Leonardo Freire de Melo – São Paulo; Cengage Learning, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009**. Despesas, rendimentos e condições de vida. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/consea/publicacoes/outros-assuntos/pesquisa-de-orcamentos-familiares-2008-2009-despesas-rendimentos-e-condicoes-de-vida/6-pesquisa-de-orcamentos-familiares-2008-2009-despesas-rendimentos-e-condicoes-de-vida.pdf/view>. Acesso em: 20 dez. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Intensidade Energética**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/902>. Acesso em: 02 dez. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema de Contas Nacionais**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/contas-nacionais/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html?&t=resultados>. Acesso em: 13 dez. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). Programa Brasileiro de Etiquetagem. Disponível em: <http://www2.inmetro.gov.br/pbe/>. Acesso em: 16 mai. 2017.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Climate change**. Disponível em: <https://www.iea.org/topics/climatechange/>. Acesso em: 20 dez. 2017.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2016. **World Energy Outlook 2016** (PDF). International Energy Agency. Disponível em: <https://www.iea.org/media/publications/weo/WEO2016Chapter1.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2017.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **History**. Disponível em: <https://www.iea.org/about/history/>. Acesso 22 fev. 2017.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Climate Change**. Disponível em: <https://www.iea.org/topics/climatechange/>. Acesso em: 22 fev. 2017.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Eficiência Energética**. Disponível em: <https://www.iea.org/topics/energyefficiency/>. Acesso em 29 mai. 2017.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY . **Energy indicators for sustainable development**: guidelines and methodologies. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2005.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. United Nations Department of Economic and Social Affairs, International Energy Agency, Eurostat, European Environment Agency. **Energy indicators for sustainable development**: guidelines and methodologies. Vienna: IAEA, 2005.

INBS. COMUM, Nosso Futuro. **O Relatório Brundtland**. Disponível em: <http://www.inbs.com.br/ead/Arquivos%20Cursos/SANeMeT/RELAT%23U00d3RIO%20BRUNDTLAND%20%23U201cNOSSO%20FUTURO%20COMUM%23U201d.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2016.

KEMMLER, Andreas; SPRENG, Daniel. Energy indicators for tracking sustainability in developing countries. **Energy Policy**, v. 35, n. 4, p. 2466-2480, 2007.

KEIRSTEAD, James. Selecting sustainability indicators for urban energy systems. *In: International Conference on Whole Life Urban Sustainability and its Assessment Glasgow*. 2007.

KEY WORLD ENERGY, 2016. **Key world Energy Statistics**. Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2017.

KRUYT, Bert *et al.* Indicators for energy security. **Energy Policy**, v. 37, n. 6, p. 2166-2181, 2009.

LEITÃO, R. C., VIANA, M., PINTO, G., Freitas, A. V., & SANTAELLA, S. Produção de biogás a partir do glicerol oriundo do biodiesel. **Embrapa Agroindústria Tropical-Circular Técnica (INFOTECA-E)**. 2011.

LEME, Alessandro André. Reform of the electrical sector in Brazil, Argentina and Mexico: contrasts and perspectives in debate. **Revista de Sociologia e Política**, Curitiba, v. 17, n. 33, p. 97-121, 2009.

LEME, Alessandro Andre. O setor elétrico e a América Latina: Argentina, Brasil e México em abordagem preliminar. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre as Américas**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 101-121, 2011.

LIMA, Maria Thereza da Silva Lopes; DE SOUZA, Marina Corrêa. Considering on the Use of Thermal Power Plants in Brazil. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, p. 17-23, 2015.

LIOR, Noam. Energy resources and use: the present situation and possible paths to the future. **Energy**, v. 33, n. 6, p. 842-857, 2008.

LORENZO, Helena Carvalho. O setor elétrico brasileiro: passado e futuro. **Perspectivas: Revista de Ciências Sociais**, São Paulo, 25-24: 147-170, 2001.

MACHADO, Fernando Vieira; DA ANPPAS, I. E. Indicador de sustentabilidade energética—Um modelo de avaliação para a governança regulatória. **ENCONTRO DA ANPPAS**, Brasília v. 3, 2006.

MARTINS, J. M. C. **Estudo dos principais mecanismos de incentivo às fontes renováveis alternativas de energia no setor elétrico**. 2010 (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2010.

MELO, Elbia. Fonte eólica de energia: aspectos de inserção, tecnologia e competitividade. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 27, n. 77, p. 125-142, 2013.

MENSAH, G. S; KEMAUSUOR, F; BREW-HAMMOND, A. Energy access indicators and trends in Ghana. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 30, p. 317-323, 2014.

MENDONÇA, Mário Jorge Cardoso de; GUTIEREZ, Maria Bernadete Sarmiento. **Efeito estufa e o setor energético brasileiro**. Texto para discussão nº 719, Instituto de Pesquisa Economica Aplicada: IPEA, Rio de Janeiro, 2000.

MERCEDES, Sonia Seger Pereira; RICO, Julieta AP; DE YSASA POZZO, Liliana. Uma revisão histórica do planejamento do setor elétrico brasileiro. **Revista USP**, São Paulo, n. 104, p. 13-36, 2015.

MINISTÉRIO DA FAZENDA (2014). **Nota sobre o Programa Nacional de Desestatização**. Disponível em: <http://www.fazenda.gov.br/noticias/1998/r980304-3>. Acesso em: 15 out. 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Declaração da Conferência de ONU no Ambiente Humano**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/estocolmo.doc. Acesso em: 20 dez. 2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME), 2015. **Plano Nacional de Eficiência Energética**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1432134/Plano+Nacional+Efici%C3%Aancia+Ener%C3%A9tica+%28PDF%29/74cc9843-cda5-4427-b623-b8d094ebf863?version=1.1>. Acesso em: 16 mai. 2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Programa Nacional do Biodiesel**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/acoes-e-programas/programas/biodiesel/sobre-o-pnpb>. Acesso em: 10 fev. 2020.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Agenda 21 Global**. Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>. Acesso em: 15 out. 2016.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. MME/EPE (2013). **Plano Decenal de Expansão de Energia 2022**. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2013. Disponível em: <http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-49/topico-86/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202022.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2018.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Resenha Energética Brasileira**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/02+-+Resenha+Ener%C3%A9tica+Brasileira+2017+-+ano+ref.+2016+%28PDF%29/13d8d958-de50-4691-96e3-3ccf53f8e1e4?version=1.0>. Acesso em: 12 dez. 2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **História do Ministério de Minas e Energia**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/acesso-a-informacao/institucional/o-ministerio>. Acesso em: 11 jun. 2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Estrutura Organizacional do Ministério de Minas e Energia**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/acesso-a-informacao/institucional/estrutura-organizacional>. Acesso em: 20 mar. 2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Programa Luz para Todos**. Disponível em: <https://www.mme.gov.br/luzparatodos/asp/>. Acesso em: 21 fev. 2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **BEN 2016: Geração eólica cresce 77,1% e consumo de etanol 18,6% em 2015**. Disponível em: http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/ben-2016-geracao-eolica-cresce-77-1-e-consumo-de-etanol-18-6-em-2015. Acesso em: 28 jan. 2017.

MEMÓRIA DA ELETRICIDADE. **Linha do tempo**. Disponível em: <http://memoriadaeletricidade.com.br/default.asp?pagina=destaques/linha&menu=368&iEmpresa=Menu#368>. Acesso em: 12 jun. 2017.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOTA, Claudio JA; DA SILVA, Carolina XA; GONÇALVES, Valter LC. Gliceroquímica: novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 639-648, 2009.

NARULA, K; REDDY, B. S. Three blind men and an elephant: The case of energy indices to measure energy security and energy sustainability. **Energy**, v. 80, p. 148-158, 2015.

NEVES, Ana Rita; LEAL, Vítor. Energy sustainability indicators for local energy planning: review of current practices and derivation of a new framework. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 9, p. 2723-2735, 2010.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) **Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making**, IEA, Paris. Disponível em: <http://www.oecd.org/environment/energy-efficiency-indicators-9789264215665-en.htm>. Acesso em: 03 nov. 2016.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). OECD/AIE, 2014. **Indicadores de Eficiência Energética: essenciais para o desenvolvimento de políticas**. Disponível em: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IEA_EnergyEfficiencyIndicators_EssentialsforPolicyMaking.pdf. Acesso em: 20 Jun. 2017.

OLADE/ CEPAL. Proyecto OLADE/ CEPAL/GTZ. **Energía y desarrollo sustentable en América Latina y El Caribe**. Santiago, Chile 2001.

OLIVEIRA NETO, Calisto Rocha de. **Energia eólica e desenvolvimento no terceiro milênio**: reflexões a partir do Brasil, Nordeste e Rio Grande do Norte. 2016. (Mestrado em Economia Regional) – Faculdade de Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

DE OLIVEIRA NETO, Calisto Rocha; DE LIMA, Elaine Carvalho. Novas perspectivas de desenvolvimento: uma análise da energia eólica no Brasil. **Revista Grifos**, v. 25, n. 41, p. 304-324, 2017.

ONU BRASIL. **Conferência das Nações Unidas Sobre Mudança Climática - COP- 21**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/cop21/>. Acesso em: 15 out. 2016.

ONU BRASIL, 2016. **Adoção do Acordo de Paris**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acordodeparis/>. Acesso em : 30 jun. 2016.

ONU BRASIL, 2016. **‘O tempo está acabando’, alerta ONU diante de novo recorde nas emissões de CO2 no hemisfério norte**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/o-tempo-esta-acabando-alerta-onu-diante-de-novo-recorde-nas-emissoes-de-co2-no-hemisferio-norte/>. Acesso em: 15 out. 2016.

ONU BRASIL, 2016. **Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável.Rio + 20**. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/temas-energia/>. Acesso em: 15 out. 2016.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT— OECD. OECD core set of indicators for environmental performance reviews. **OECD Environment Monographs 83**. Paris, France; 1993. Disponível em: <http://enrin.grida.no/htmls/armenia/soe2000/eng/oecdind.pdf>. Acesso em: 03 out. 2016.

OWUSU, P; ASUMADU-SARKODIE, S. A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation. **Cogent Engineering**, v. 3, n. 1, p. 1167990, 2016.

PATLITZIANAS, Konstantinos D. *et al.* Sustainable energy policy indicators: Review and recommendations. **Renewable Energy**, v. 33, n. 5, p. 966-973, 2008.

PATTERSON, Murray G. What is energy efficiency?: Concepts, indicators and methodological issues. **Energy policy**, v. 24, n. 5, p. 377-390, 1996.

PEREIRA, Raimundo Rodrigues. **O Debate sobre um novo modelo para o setor elétrico: o plano Tolmasquim**. Rio de Janeiro. Ponto de Vista, 02 de maio de 2003.

PIRES, José Claudio Linhares. O processo de reformas do setor elétrico brasileiro. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 12, p. 137-168, 1999.

PIRES, José Claudio Linhares; GOSTKORZEWICZ, Joana; GIAMBIAGI, Fabio. O cenário macroeconômico e as condições de oferta de energia elétrica no Brasil. Rio de Janeiro: BNDES, mar. 2001 (Texto para Discussão, 85).

PIRES, José Claudio Linhares. Desafios da reestruturação do setor elétrico brasileiro. **BNDES**, Area de Planejamento, Departamento Econômico-DEPEC, Rio de Janeiro, BNDES, 2000.

PIRES, José Claudio Linhares; GIAMBIAGI, Fabio; SALES, André Franco. As perspectivas do setor elétrico após o racionamento. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 18, 2002.

PROCEL. Eficiência Energética. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp>. Acesso em: 26 mai. 2017.

PROGRAMA NACIONAL DE RACIONALIZAÇÃO DO USO DOS DERIVADOS DO PETRÓLEO E DO GÁS NATURAL (CONPET). Disponível em:

http://www.conpet.gov.br/portal/conpet/pt_br/conteudo-gerais/conpet.shtml. Acesso em: 25 mai. 2017.

QAIMMAQAMI, Linda, 2011. **Foreign Relations of the United States, 1969–1976**, Volume XXXVI, Energy Crisis, 1969–1974. Disponível em:

<https://history.state.gov/historicaldocuments/frus1969-76v36>. Acesso em: 26 mai. 2017.

QINGCHUN, Y. A Study of Management System Based on Energy Crisis. *In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2018.

ROSA, Luiz P.; TOLMASQUIM, Maurício T.; D'ARAÚJO, Roberto. **O Brasil e o Risco de Déficit de Energia**. 2003.

ROSEN, Marc A. Energy sustainability: a pragmatic approach and illustrations. **Sustainability**, v. 1, n. 1, p. 55-80, 2009.

ROSEN, Marc A. Engineering sustainability: A technical approach to sustainability. **Sustainability**, v. 4, n. 9, p. 2270-2292, 2012.

SAMPAIO, André Lawson Pedral; PEREIRA, Guilherme Armando de Almeida. **Termelétricas e seu papel na matriz energética brasileira**. Rio de Janeiro, 2018.

SAUER, Ildo *et al.* **Um novo modelo para o setor elétrico brasileiro**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.

SAUER, Ildo Luís. A gênese e a permanência da crise do setor elétrico no Brasil. **Revista USP**, São Paulo, n. 104, p. 145-174, 2015.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO OBSERVATÓRIO DO CLIMA - SEEG (2019). **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas do Brasil**. Disponível em:

http://www.observatoriodoclima.eco.br/wp-content/uploads/2019/11/OC_SEEG_Relatorio_2019pdf.pdf. Acesso em: 20 mar. 2020.

SCHUMAN DECLARATION, 1950. **A Declaração Schuman de 9 de maio de 1950**.

Disponível em: https://europa.eu/european-union/about-eu/symbols/europe-day/schuman-declaration_pt. Acesso em: 28 mai. 2017.

SCHLOMANN, B; ROHDE, C; PLÖTZ, P. Dimensions of energy efficiency in a political context. **Energy Efficiency**, Berlim, v. 8, n. 1, p. 97-115, 2015.

SIEMINKSI, Adam. “**U.S. Energy Outlook.**” **Presentation given at the IEA Bilateral Meetings**, Paris, France, March 14, 2013. Disponível em: https://www.eia.gov/pressroom/presentations/sieminski_03142013_iaea.pdf. Acesso em: 26 mai. 2017.

SIMAS, Moana Silva. **Energia eólica e desenvolvimento sustentável no Brasil**: estimativa da geração de empregos por meio de uma matriz insumo-produto ampliada. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 27, n. 77, p. 99-116, 2013.

SILVA, Gustavo Rodrigues. **Características de Vento da Região Nordeste**: análise, modelagem e aplicações para projetos de centrais eólicas. Recife: PE 2003.

SILVA, BB da *et al.* Variabilidade espacial e temporal do potencial eólico da direção predominante do vento no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 189-202, 2004.

THE NEW YORK TIMES. **Questions for: ‘Trump Will Withdraw U.S. From Paris Climate Agreement’**. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2017/06/02/learning/questions-for-trump-will-withdraw-us-from-paris-climate-agreement.html>. Acesso em: 26 dez. 2017.

TOLMASQUIM, Mauricio T.; GUERREIRO, Amilcar; GORINI, Ricardo. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. **Novos estudos CEBRAP**, São Paulo, n. 79, p. 47-69, 2007.

TOLMASQUIM, Mauricio. **Tiomno Energia Renovável**: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. Mauricio Tiomno Tolmasquim (coord.). – EPE: Rio de Janeiro, 2016

UNITED NATIONS. Indicadores de La Sustentabilidad. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Proyecto OLADE/CEPAL/GTZ. **Energía y desarrollosustentableen América Latina y el Caribe**. United Nations Publications, 2001.

UNITED NATIONS. DEPARTMENT OF ECONOMIC; UNITED NATIONS. COMMISSION ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Industrial Development for the 21st Century**: Sustainable Development Perspectives. United Nations Publications, 2007.

UNRIC. **Energia Sustentável Para Todos**: 3 metas para 15 anos. Disponível em: <http://www.unric.org/pt/actualidade/31816--energia-sustentavel-para-todos--3-metas-para>. Acesso em: 22 out. 2016.

VERA, Ivan; LANGLOIS, Lucille. Energy indicators for sustainable development. **Energy**, v. 32, n. 6, p. 875-882, 2007.

VIANA, Alexandre Guedes; PARENTE, CCEE Virginia. A Experiência Brasileira de Incentivo a Expansão das Fontes Renováveis por meio de Leilões de Energia Elétrica. **Revista Brasileira de Energia**, Itajubá, v. 16, n. 1, 2010.

VITAL. M. H. F. Aquecimento Global: acordos internacionais, emissões de co2 e o surgimento dos mercados de carbono no mundo. **BNDS**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 48, p. 167-244, set. 2018.

WALTER, Osvaldo Luiz. **História de eletricidade. Mogi Mirim, 2010**. Disponível em <http://www.univasf.edu.br/~edmar.nascimento/iee/1HistoriaEletricidade.pdf>. Acesso em: 15 out. 2016.

WACHSMANN, Ulrike; TOLMASQUIM, Maurício T. Wind power in Brazil - transition using German experience. **Renewable Energy**, v. 28, n. 7, p. 1029-1038, 2003.

WEO, 2016. **Word Energy Outlook 2016**. Disponível em: <https://www.iea.org/media/publications/weo/WEO2016Chapter1.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2017.

WILSON, James Q. **Political organizations. Princeton University Press, 1974**. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=Mtv2qHkuxDgC&oi=fnd&pg=PR7&dq=political+organizations+wilson&ots=6fR-LTpCzc&sig=mLPjrJmU64d6m3fAMUC3baDwMIw#v=onepage&q=political%20organizations%20wilson&f=false>. Acesso em: 25 out. 2016.

WORLD CONCIL ENERGY. **Energy Efficiency Policies around the World: Review and Evaluation Executive Summary**. Disponível em: https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB_Energy_Efficiency_-_Policies_Around_the_World_Review_and_Evaluation_Exec_Summary_2008_WEC.pdf. Acesso em: 20 mai. 2017.

WORLD CONCIL ENERGY. **Indicadores de Eficiência Energética**. Disponível em: <https://wec-indicators.enerdata.net/documents/glossary.pdf>. Acesso em: 20 out. 2016.

ANEXO

Quadro Resumo - Indicadores de Sustentabilidade Energética
--

Nº	Indicador	Definição e/ou parâmetro	Fonte
1	% de família ou população com acesso à eletricidade ou dependentes de energias não comerciais	Famílias (ou população) sem energia elétrica ou dependente de fontes não comerciais. Número total de famílias ou população.	AIEA, 2007
2	% da renda familiar gasta com combustível ou eletricidade	% de renada familiar gasta com combustível ou eletricidade Renda familiar dos 20% mais pobres.	AIEA, 2007
3	Uso de energia nas famílias por grupo e tipo de combustível	Consumo de energia por agregado familiar para cada grupo de renda. Mix de combustíveis para cada grupo de renda.	AIEA, 2007
4	Acidentes fatais na cadeia de produção de combustíveis	Fatalidades anuais na cadeia de produção. Energia anual produzida.	AIEA, 2007
5	Consumo de energia per capita	Uso da energia (suprimento total de energia primária, consumo final total e uso de eletricidade). Total da população.	AIEA, 2007
6	Intensidade energética (por unidade do PIB)	Uso da energia (suprimento total de energia primária, consumo final total e uso de eletricidade). PIB.	AIEA, 2007
7	Eficiência energética na conversão e distribuição	Perdas na geração, transmissão e distribuição de eletricidade.	AIEA, 2007
8	Total de reservas em relação ao total produzido	- reservas provadas que existem – recuperadas. Produção total de energia.	AIEA, 2007
9	Total de recursos em relação ao total produzido	Recursos energéticos totais estimados. Produção total de energia.	AIEA, 2007
10	Intensidade energética industrial	Consumo de energia no setor industrial e pelo ramo de fabricação. Valor adicionado correspondente.	AIEA, 2007
11	Intensidades energéticas agrícolas	Consumo de energia no setor agrícola. Valor adicionado correspondente.	AIEA, 2007
12	Intensidade energética no comércio e setor de serviços	Consumo de energia no setor de serviços/comercial. Valor adicionado correspondente.	AIEA, 2007
13	Intensidade energética nas famílias	O consumo de energia nos domicílios pela utilização final. Número de habitantes por domicílio, área total e quantidade de aparelhos eletrônicos.	AIEA, 2007
14	Intensidade energética no setor de transportes	O consumo de energia no transporte de passageiros e de mercadoria por tipo e setor. Número de passageiros por KM rodado e toneladas por KM rodado.	AIEA, 2007
15	Participação dos combustíveis no total de energia e eletricidade	Fornecimento de energia primária no consumo final, geração de eletricidade e capacidade de geração por tipo de combustível. Produção total de	AIEA, 2007

		energia primária, consumo final total, total da geração de eletricidade e capacidade de geração total.	
16	Percentual de geração de energia elétrica proveniente de fontes não emissoras de carbono	Produção primária, geração de eletricidade e capacidade de geração de fontes não carbônicas. Produção total de energia primária, total de geração de eletricidade e capacidade total de geração.	AIEA, 2007
17	Geração de energia elétrica de fontes renováveis	Produção de energia primária, geração e consumo final de eletricidade e capacidade de geração de fontes renováveis. Produção total de energia primária, consumo final total, geração total de eletricidade e capacidade total de geração.	AIEA, 2007
18	Preço final da energia por setor e tipo de combustível	Preço da energia (incluindo impostos e subsídios).	AIEA, 2007
19	Dependência líquida externa de energia	- importação de energia - produção total de energia primária.	AIEA, 2007
20	Total de estoques por tipo de combustível e consumo	Estoques de combustíveis críticos (óleo, gás, etc). Padrões de consumo de combustíveis críticos.	AIEA, 2007
21	Emissões de gases de efeito estufa (GEE) na produção e no uso de energia por unidade de PIB	Emissão de GEE na produção e uso de energia. População e PIB.	AIEA, 2007
22	Concentração de poluentes no ambiente e em áreas urbanas	Concentração de poluentes no ar.	AIEA, 2007
23	Poluição do ar através da geração de energia	Emissão de poluentes no ar.	AIEA, 2007
24	Descarga de contaminantes em efluentes líquidos provenientes de sistemas de energia, incluindo as descargas de óleo	Descarga de contaminante em efluentes líquidos.	AIEA, 2007
25	Área de solo onde a acidificação excede carga crítica	- área de solo afetada; - carga crítica;	AIEA, 2007
26	Taxa de desmatamento atribuída à geração de energia	- área de floresta em dois momentos diferentes; - a utilização da biomassa.	AIEA, 2007
27	Proporção de geração de resíduos sólidos por unidade de energia produzida	- quantidade de resíduos sólidos; - a energia produzida;	AIEA, 2007
28	Taxa de de resíduos sólidos descartados adequadamente ao total gerado	Quantidade de resíduos sólidos devidamente eliminados de forma adequada. Total de resíduos sólidos eliminados.	AIEA, 2007
29	Proporção de resíduos sólidos radioativos gerados por unidade de energia produzida	- quantidade de resíduos radioativos (acumulado por um determinado período de tempo); - energia produzida.	AIEA, 2007
30	Proporção de resíduos sólidos radioativos aguardando o armazenamento adequado no total gerado	- quantidade de resíduos radioativos aguardando descarte. - total de resíduos gerados.	AIEA, 2007

31	Autarquia energética	Porcentagem das importações na soma de importância e produção primária, 1994.	OLADE, 2001
32	Robustez contra mudanças externas	Exportações energéticas sobre o PIB, 1994 (PIB/bep).	OLADE, 2001
33	Produtividade energética	Inversa da intensidade energética do PIB, 1994 (PIB/bep).	OLADE, 2001
34	Cobertura elétrica	Porcentagem de famílias com eletricidade.	OLADE, 2001
35	Cobertura de necessidades energéticas básicas	Consumo de energia residencial útil 1994, (bep/hab).	OLADE, 2001
36	Pureza relativa da utilização de energia	CO ₂ / consumo energético, 1994.	OLADE, 2001
37	Uso de energias renováveis	Participação de energia renovável na oferta de energia	OLADE, 2001
38	Poderosos recursos fósseis e lenha	Relação entre produção de recursos fósseis (R/P) e taxa de demastamento, 1994.	OLADE, 2001
39	Dependência das importações	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
40	Dependência das importações de combustíveis sólidos	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
41	Dependência das importações de petróleo	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
42	Dependência das importações de gás natural	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
43	Diferenciação de combustível primário	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
44	Diferenciação de combustível de produção de energia elétrica	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
45	Diferenciação de combustível da energia	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
46	Fornecimento estratégico de petróleo	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
47	Intensidade energética	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
48	Eficiência da conversão de energia	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
49	Eficiência da produção de energia elétrica	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
50	Transformação do setor de energia	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
51	Regulador da energia independente	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
52	Participação privada	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
53	Divisão da empresa pública	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
54	Lei de energia para privatização de empresas de energia	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
55	Ajuste da lista de preços de energia	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
56	Consumo de energia per capita	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
57	Consumo de energia elétrica per capita	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
58	Percentual de fontes de energias renováveis na produção de energia primária	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008

59	Percentual de fontes de energias renováveis na produção de energia elétrica	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
60	Indicadores de intensidade de emissão de CO ₂	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
61	CO ₂ emitido por PIB	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
62	Emissão de CO ₂ por consumo de energia interno bruto	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
63	Emissão de CO ₂ per capita	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
64	CO ₂ emitido por eletricidade e vapor de produção	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
65	Aplicação do Protocolo de Kyoto	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	PATLITZIANAS <i>et al.</i> , 2008
66	A intensidade energética do PIB em paridade de poder aquisitivo	A intensidade de energia primária é a relação entre o consumo total de energia de um país e seu Produto Interno Bruto (PIB). Isto mede a quantidade total de energia necessária para gerar uma unidade de PIB.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
67	A intensidade energética do PIB em paridades de poder (sem biomassa)	Intensidade energética primária excluindo biomassa. É a relação entre o consumo de energia total excluindo biomassa (gás, petróleo, carvão, electricidade e calor) de um país e seu PIB. Ele mede a quantidade total de energia, excluindo biomassa, necessária para gerar uma unidade de PIB.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
68	Intensidade de energia primária ajustada à estrutura econômica da UE	Este indicador representa um valor fictício da intensidade energética primária de um país calculado, tomando para cada sector econômico a intensidade setorial do país e da estrutura econômica (ou seja, a participação de cada setor no PIB) da UE.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
69	Intensidade energética final do PIB em paridades de poder aquisitivo	A intensidade energética final é a relação entre o consumo de energia final em relação ao PIB. A intensidade energética final é a energia consumida por (usuários, indústrias, transportes, famílias, serviços e agricultura), excluindo o uso de produtos petrolíferos e gás natural como matérias-primas químicas.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
70	Intensidade energética final em 2005 estrutura PIB	A intensidade energética final, em estrutura constante, é uma intensidade teórica que resultaria de todos os setores crescendo a mesma taxa do PIB e utilizando os valores reais das intensidades setoriais. O cálculo é efetuado ao nível dos principais sectores	WORLD CONCIL ENERGY, 2016

		(indústria, agricultura, terciário, transportes e habitação). Para os setores da indústria, terciário e agrícola, as intensidades energéticas setoriais são calculadas como a relação entre o consumo final de energia e o valor acrescentado. Para estes setores, uma estrutura constante do PIB significa que o seu valor acrescentado aumenta a mesma taxa do PIB. Relativamente aos transportes, a intensidade energética setorial é calculada como a relação entre o consumo de energia dos transportes e o PIB. Para o setor residencial, finalmente, a intensidade é calculada como a razão entre o consumo de energia das famílias e o consumo privado. Para este setor, uma estrutura constante do PIB significa que o consumo privado aumenta a mesma taxa que o PIB.	
71	Eficiência global de transformação de energia	Este indicador exprime a relação entre a energia disponível para os utilizadores finais (ou seja, a indústria, os transportes, as famílias, os serviços, a agricultura) e a energia que entra no sistema. É a razão entre a intensidade de energia final / intensidade de energia primária (isto é, a proporção de consumo final em relação ao consumo de energia primária). Fornece a quantidade de energia perdida no processo de transformação, quer sob a forma de consumo próprio pelo setor energético, quer em termos de perdas térmicas, ou de perdas de materiais. Tendências divergentes entre as duas intensidades serão refletidas pela mudança dos valores na relação ao longo do tempo.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
72	Intensidade de CO ₂ para PIB (em US \$ constantes, paridades de poder de compra)	O indicador de intensidade de CO ₂ é calculado dividindo as emissões de CO ₂ da combustão de combustíveis pelo PIB.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
73	CO ₂ por habitante (CO ₂ da queima de combustíveis)	As emissões de CO ₂ per capita correspondem às emissões de CO ₂ divididas pela população.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
74	Eficiência do setor elétrico total	A eficiência da geração de energia é calculada como a produção total de eletricidade líquida dividida pelos insumos energéticos. Ele é expressa como um percentagem.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016

75	Eficiência das centrais térmicas	A eficiência das centrais termoeléctricas corresponde à relação entre a produção líquida de electricidade térmica / entradas de combustível. É expressa em percentagem.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
76	Eficiência das usinas de energia movidas a carvão	A eficiência das centrais eléctricas a carvão corresponde à relação entre a produção líquida de electricidade a partir das centrais eléctricas de carvão e os factores de produção de carvão. É expressa em percentagem.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
77	Eficiência das centrais eléctricas alimentadas a gás	A eficiência das centrais eléctricas a gás natural corresponde à relação entre a produção líquida de electricidade a partir das centrais eléctricas de gás natural / entradas de gás natural. É expressa em percentagem.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
78	Taxa de perdas de transmissão e distribuição de energia eléctrica (dividida por electricidade distribuída)	A taxa de perdas de energia eléctrica T & D é a relação entre a quantidade de energia perdida durante o transporte e distribuição e o consumo de electricidade. As perdas de transporte e distribuição incluem perdas técnicas (isto é, dissipação de energia na rede eléctrica), que corresponde a cerca de 5-10% do consumo de electricidade e perdas não técnicas (roubo de electricidade, não pagamento por parte dos clientes, etc.).	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
79	Percentagem de energias renováveis na produção de electricidade (incluindo hidrelétricas)	Este indicador corresponde à electricidade produzida a partir de energia hidrelétrica, geotérmica, solar, marítima e eólica dividida pela produção total de electricidade.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
80	Proporção de energia eólica e solar na produção de energia	Este indicador corresponde à electricidade produzida a partir da energia eólica e solar dividida pela produção total de electricidade.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
81	Participação da PCCE na capacidade de potência	Representa a parcela da capacidade total de energia eléctrica e capacidade de cogeração eléctrica. Ele é expresso como uma percentagem.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
82	Intensidade energética da indústria em paridades de poder de compra	A intensidade energética da indústria é definida como a relação entre o consumo final de energia da indústria e o valor acrescentado medido em paridades de poder de compra constantes (ppp).	WORLD CONCIL ENERGY, 2016

			WORLD CONCIL ENERGY, 2016
83	Consumo unitário de aço	O consumo unitário da indústria siderúrgica é calculado como a relação entre o consumo final de energia da indústria siderúrgica e a produção de aço medido em toneladas.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
84	Participação do processo elétrico para a produção de aço	Este indicador corresponde às toneladas de aço bruto produzidas a partir de fornos de arco elétrico dividido pela produção total de aço bruto. É expressa em percentual. Essa relação pode ajudar a entender o nível e a evolução do consumo unitário da indústria siderúrgica para um dado país, uma vez que, em média, o processo elétrico usa apenas metade da energia necessária para o processo mais difundido, ou seja, o processo oxigênio / alto-forno. Consequentemente, quanto mais o processo elétrico for utilizado, menor será o consumo unitário.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
85	Participação na cogeração industrial	Representa a parcela de eletricidade e / ou calor produzido pela cogeração industrial (CHP) no consumo de eletricidade industrial. É expressa em percentagem.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
86	Intensidade de CO ₂ da indústria para valor agregado (em US \$ constantes, paridades de poder de compra)	O indicador de intensidade de CO ₂ do setor industrial é calculado como a relação entre as emissões industriais de CO ₂ provenientes da combustão do combustível sobre o valor agregado industrial.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
87	A intensidade energética dos transportes em paridades de poder aquisitivo	A intensidade energética do setor dos transportes é calculado como a relação entre o consumo de energia de transporte para o PIB.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
88	Transporte de passageiros ferroviários per capita	Este indicador corresponde ao transporte ferroviário de passageiros em milhões de passageiros/km, dividido pela população do país. É expresso em passageiros/km per capita.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
89	Porcentagem de biocombustíveis nos transportes rodoviários	Representa a porcentagem de bioetanol e biodiesel no consumo de combustível do transporte rodoviário. Ele é expresso como uma porcentagem.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
90	Intensidade de CO ₂ do transporte para PIB (em US \$ constantes, paridades de poder de compra)	O indicador de intensidade de CO ₂ do transporte é calculado como a relação entre as emissões de CO ₂ do transporte da combustão do combustível sobre	WORLD CONCIL ENERGY, 2016

		o PIB. Não está relacionado com o valor acrescentado do setor, uma vez que este valor acrescentado reflete apenas a atividade das empresas de transporte, que apenas representam uma parte do consumo total do setor (cerca de 60%, normalmente, nos países da UE).	
91	Emissões de CO ₂ dos transportes per capita	As emissões de CO ₂ dos transportes per capita correspondem às emissões de CO ₂ provenientes do transporte de combustíveis dividido pela população.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
92	O consumo médio de eletricidade das famílias per capita	O consumo de eletricidade das famílias per capita é a razão entre o consumo de eletricidade das famílias e o número de habitantes.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
93	O consumo médio de eletricidade dos domicílios eletrificados	Este indicador refere-se ao consumo de energia do sector das famílias para o número de domicílios eletrificados.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
94	O consumo médio de eletricidade dos domicílios eletrificados com correção climática	consumo de eletricidade por agregado familiar com correção climática é um valor fictício onde o aquecimento e peças de refrigeração do consumo é corrigida de modo a corresponder a um ano normal (correções climáticas) O objetivo desta correção climática é deixar de fora a influência de inverno frio e / ou quente de verão. Isto é particularmente importante quando há grandes variações climáticas de um ano para o outro.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
95	O consumo de eletricidade de aparelhos elétricos e iluminação por agregado familiar eletrificada	Esta unidade de consumo é calculada dividindo o consumo de eletricidade para todos os aparelhos e iluminação, pelo número de habitações eletrificadas. Os aparelhos elétricos aqui considerados são todos aqueles com específico (cativo) uso de eletricidade. Sistemas de aquecimento de espaço, ar condicionado, aquecedores de água ou aparelhos de cozinha não estão incluídos.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
96	O consumo de eletricidade para usos térmicos por domicílio eletrificado	Este consumo unitário é calculado dividindo-se o consumo de energia elétrica para sistemas de aquecimento de espaços, aquecedores de água, ar condicionado, aparelhos de	WORLD CONCIL ENERGY, 2016

		cozinha pelo número de moradias eletrificadas.	
97	Capacidade instalada de aquecedores solares de água per capita	Corresponde ao total de coletores solares térmicos instalados para água quente em m ² dividido pela população. Ela é expressa por 1000 habitantes.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
98	Emissões de CO ₂ do setor residencial por agregado familiar	Este indicador refere-se às emissões de CO ₂ das famílias resultantes da combustão dos combustíveis, dividido pelo número de agregados familiares.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
99	A intensidade energética de serviços em paridades de poder aquisitivo	A intensidade energética do setor de serviços é definida como a relação entre o consumo final de energia do setor e do valor acrescentado medidos em paridades de poder aquisitivo constante (PPP).	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
100	Intensidade de energia elétrica de serviços em paridades de poder aquisitivo	A intensidade de energia elétrica do setor de serviços é definida como a relação entre o consumo de eletricidade do setor e do valor acrescentado medidos em paridades de poder aquisitivo constante (PPP).	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
101	Consumo unitário de serviços por empregado	A unidade de consumo do setor de serviços é calculado como a relação entre o consumo final de energia e o número de empregados.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
102	Consumo de energia elétrica unitária por empregado	O consumo de eletricidade da unidade do setor dos serviços é calculado como a relação entre o consumo de energia final e o número de funcionários.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
103	Intensidade de CO ₂ dos serviços ao valor adicionado (em US \$ constantes, paridades de poder de compra)	A intensidade de CO ₂ do indicador do setor dos serviços é calculada como a relação entre as emissões de CO ₂ dos serviços de combustão dos combustíveis em relação ao valor acrescentado.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
104	Emissões de CO ₂ do setor dos serviços por trabalhador	As emissões de CO ₂ do setor dos serviços por trabalhador são calculadas como a relação entre as emissões de CO ₂ do setor dos serviços e o número de trabalhadores.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
105	A intensidade energética da agricultura em paridades de poder aquisitivo	A intensidade energética da agricultura é definida como a relação entre o consumo final de energia do setor e do valor acrescentado medido em paridades de poder de compra constante.	WORLD CONCIL ENERGY, 2016
106	Intensidade de CO ₂ da agricultura para valor agregado (em US \$ constantes, paridades de poder de compra)	O indicador de intensidade de CO ₂ de agricultura é calculado como a relação entre as emissões	WORLD CONCIL ENERGY, 2016

		de CO ₂ da agricultura sobre o valor acrescentado.	
107	Consumo de energia de aquecimento por habitante	População total.	OECD / AIE, 2014
108	Consumo de energia do aquecimento por habitação	Número total de habitações.	OECD / AIE, 2014
109	Consumo de energia de aquecimento de espaço por área de chão (idem por área de chão aquecida)	Área total / Área do piso das habitações tipo A / Área do piso das habitações com sistema de aquecimento α / Área útil de habitações com fonte de energia Z.	OECD / AIE, 2014
110	Consumo de energia de refrigeração por habitação com ar condicionado (A/C)	Número total de habitações com A / C.	OECD / AIE, 2014
120	Consumo de energia de refrigeração por área de piso de habitações com A/C	Área total refrigerada / Área do piso arrefecida das habitações tipo A com A / C / Área do piso resfriada de habitações com sistema A / C α / Área de piso resfriada de moradias com fonte de energia A / C Z.	OECD / AIE, 2014
121	Consumo de energia de aquecimento de água per capita	Número total de habitações com A / C.	OECD / AIE, 2014
122	Consumo de energia do aquecimento da água por habitação	Área total refrigerada / Área do piso arrefecida das habitações tipo A com A / C / Área do piso resfriada de habitações com sistema A / C α / Área de piso resfriada de moradias com fonte de energia A / C Z.	OECD / AIE, 2014
123	Consumo de energia de aquecimento de água per capita	População Total.	OECD / AIE, 2014
124	Consumo de energia do aquecimento da água por habitação	Número total de habitações / Número total de habitações com sistema de aquecimento de água α / Número total de habitações com os sistemas com fonte de energia Z.	OECD / AIE, 2014
125	Consumo de energia de iluminação per capita	População total.	OECD / AIE, 2014
126	Consumo de energia por habitação	Número total de habitações / Número de habitações do tipo A.	OECD / AIE, 2014
127	Consumo de energia de iluminação por área de piso	Área total / Superfície total das habitações tipo A.	OECD / AIE, 2014
128	Consumo de energia de cozimento per capita	População total.	OECD / AIE, 2014
129	Consumo de energia de cozinha por habitação	Número total de habitações / Número de habitações com fonte de energia de cozimento Z.	OECD / AIE, 2014
130	Consumo de energia per capita de Eletrodomésticos	População Total.	OECD / AIE, 2014
131	Consumo de energia dos aparelhos por habitação	Número total de habitações.	OECD / AIE, 2014
132	Consumo de energia por unidade de aparelho	Número de aparelhos do tipo A.	OECD / AIE, 2014

133	Consumo de energia de aquecimento por valor acrescentado	Valor total adicionado.	OECD / AIE, 2014
134	Consumo de energia do aquecimento por área de piso	Área total / Área do piso aquecida com sistema de aquecimento α / Área do piso aquecida com fonte de energia Z.	OECD / AIE, 2014
135	Consumo de energia do aquecimento por unidade de atividade	Atividade da unidade da categoria de serviço A.	OECD / AIE, 2014
136	Consumo de energia de refrigeração por valor acrescentado	Valor total adicionado.	OECD / AIE, 2014
137	Consumo de energia de refrigeração por área refrigerada	Área total refrigerada / Área do piso com sistema de refrigeração α / Área do piso arrefecida da categoria de serviço A.	OECD / AIE, 2014
138	Consumo de energia de refrigeração espacial por unidade de atividade	Atividade da unidade da categoria de serviço A.	OECD / AIE, 2014
139	Consumo de energia de aquecimento de água por valor adicionado	Valor total acrescentado.	OECD / AIE, 2014
140	Consumo de energia do aquecimento da água por unidade de atividade	Atividade da unidade da categoria de serviço A.	OECD / AIE, 2014
141	Consumo de energia de iluminação por valor adicionado	Valor total adicionado.	OECD / AIE, 2014
142	Consumo de energia por área de piso	Área total/ Área do piso da categoria de serviço A.	OECD / AIE, 2014
143	Consumo de energia de iluminação por unidade de atividade	Atividade da unidade da categoria de serviço A.	OECD / AIE, 2014
144	Consumo de energia por valor adicionado de outros equipamentos	Valor total adicionado / Valor acrescentado da categoria de serviço A.	OECD / AIE, 2014
145	Consumo de energia de outros equipamentos por área de piso	Área total.	OECD / AIE, 2014
146	Consumo de energia por unidade de atividade de outros equipamentos	Atividade da unidade da categoria de serviço A.	OECD / AIE, 2014
147	Consumo de energia por unidade de produção física	Produção física sub-sectorial/ Saída do tipo de processo / produto.	OECD / AIE, 2014
148	Consumo de energia por unidade de valor adicionado	Valor acrescentado sub-sectorial / Valor adicionado do processo / tipo de produto.	OECD / AIE, 2014
149	Consumo de energia de transporte de passageiros por PIB / per capita	PIB; População total.	OECD / AIE, 2014
150	Consumo de energia de transporte de passageiros por veículo-quilómetro	Número total de transportes de passageiros v/km / Número de vkm do tipo de passageiro / tipo de veículo A.	OECD / AIE, 2014
151	Consumo de energia de passageiros por passageiro-quilómetro	Número total de pkm.	OECD / AIE, 2014
152	População	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
153	Número de agregados familiares	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
154	Preços da energia (por combustível)	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007

155	Emprego	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
156	Concorrência no mercado de eletricidade e gás	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
157	Receitas e despesas semanais dos agregados familiares	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
158	Horas de sol	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
159	Velocidade do vento	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
160	Área	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
161	Latitude e Longitude	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
162	Temperatura	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
163	Precipitação	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
164	Investimento no setor de energia (P&D e estoque de capital)	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
165	Propriedade de automóveis (% de famílias que possuem pelo menos um)	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
166	Comprimento da estrada	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
167	Infra-estrutura ferroviária (Comprimento dos comboios, número de estações)	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
168	% de casas que atendem a padrões habitacionais decentes	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
169	Escritório	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
170	Demanada de energia entregue (por função, aquecimento do espaço, água, aquecimento, luzes e aparelhos)	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
171	Procura de energia fornecida (por combustível)	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
172	Despesa de energia doméstica semanal (por combustível)	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
173	A demanda total de energia doméstica entregue (eletricidade e outros combustíveis)	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
174	Viagens médias diárias (por modo)	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
175	Volume de mercadorias (no aeroporto e na estrada)	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
176	Volume de passageiros no aeroporto	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
177	Procura total de energia transportada (eletricidade e outros combustíveis)	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
178	Volume de negócios total	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
179	Demanda comercial total de energia fornecida (eletricidade, combustíveis)	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
180	Demanda total de energia industrial (eletricidade, combustíveis)	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
181	Produção total de energia	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
182	Importações totais de energia	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007

183	Exportações totais de energia	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
184	Demanda primária total	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
185	Qualidade de vida	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
186	Acidentes rodoviários	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
187	Pobreza do combustível	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
188	Produção econômica	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
189	Intensidade de energia	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
190	Produtividade do trabalho	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
191	Emissão de gases de efeito estufa	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
192	Emissão de precursores de chuva ácida	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
193	Emissão de SO ₂ e NO ₂	Não apresenta definição e/ou parâmetro.	KEIRSTEAD, 2007
194	Energia e intensidade de petróleo	A relação entre consumo de energia/petróleo e PIB.	KRUYT <i>et al.</i> , 2009
195	Energia e uso de petróleo per capita	A relação consumo de energia/petróleo para a população do país.	KRUYT <i>et al.</i> , 2009
196	Parte do setor dos transportes	Porcentagem de utilização de petróleo no setor dos transportes.	KRUYT <i>et al.</i> , 2009
197	Porcentagem de utilização de petróleo no setor dos transportes	Porcentagem de utilização de petróleo no setor dos transportes por consumo total de petróleo em todos os setores.	KRUYT <i>et al.</i> , 2009
198	Estimativa de recursos	Quantidade e probabilidade de ocorrência de recursos fósseis.	KRUYT <i>et al.</i> , 2009
199	Índices de reserva para produção (RPR)	Estimativas de recursos e números de produção (em âmbito nacional ou global).	KRUYT <i>et al.</i> , 2009
200	Importação de energia	Quantidade de energia importada por fonte total de energia primária.	KRUYT <i>et al.</i> , 2009
201	Dependência líquida de importação de energia (NEID)	A quota de importação de energia ponderada com a sua diversidade de combustível.	KRUYT <i>et al.</i> , 2009
202	Despesas de óleo/energia	A despesa anual em energia/petróleo por PIB de um país.	KRUYT <i>et al.</i> , 2009
203	Varejo de produtos petrolíferos	O preço do petróleo no varejo.	KRUYT <i>et al.</i> , 2009
204	Preço mundial do petróleo	O preço do petróleo bruto mundial.	KRUYT <i>et al.</i> , 2009
205	Emissões de Gases de Efeito Estufa (CO ₂)	Emissão de gases de efeito estufa (CO ₂) da indústria de energia.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
206	Poluição de energia local	Concentração ou nível de emissão de uma energia significativa em relação a um poluente local (CO, NO _x , SO _x e partículas) per capita.	HELIO INTERNATIONAL, 2011

207	Desmatamento	Número de hectares de desmatamento ou perda de vegetação florestal (biodiversidade) utilizado para fins energéticos.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
208	Acesso à eletricidade	Número de agregados familiares que são eletrificados.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
209	Carga de energia doméstica	Proporção de ingressos familiares gastos com serviços de energia.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
210	Importações de energia não-renováveis	Dependência energética externa.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
211	Reservas de energia não-renováveis	Número de dias de estoque do abastecimento de energia não-renováveis.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
212	Energia renovável	Implantação das energias renováveis modernas, local.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
213	Eficiência energética	A intensidade energética da indústria; Emissões de GEE por unidade de produção; ou a intensidade energética da economia.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
214	Qualidade do fornecimento de electricidade	Comprimento e recorrência de cortes de energia e variações de tensão.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
215	Controle de renda	Redução da parte das receitas de energia que a fuga fiscal.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
216	Consulta informada	Audiências e consultas públicas sobre as avaliações de impacto dos projetos energéticos propostos.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
217	A participação dos cidadãos	A participação ativa da sociedade civil (principalmente as mulheres) no setor da energia.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
218	Administração equilibrada	Representação equilibrada de procura de energia e de fornecimento de partes interessadas, bem como a transparência no processo de tomada de decisão.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
219	Vulnerabilidade do fornecimento de energia térmica	Vulnerabilidade das usinas (e refinarias se aplicável) para inundações.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
220	Vulnerabilidade dos sistemas de energia renováveis	Vulnerabilidade dos sistemas de energia renováveis para as variações climáticas.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
221	Vulnerabilidade de linhas de transmissão	Comprimento de linhas de transmissão/redes de distribuição por eventos climáticos extremos ameaçado.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
222	Ativos de investimento	Taxa de poupança interna/PIB.	HELIO INTERNATIONAL, 2011

223	Mobilização do potencial de energia renovável	Proporção de investimento nacional destinados à energia renovável e eficiência energética.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
224	Capacidade técnica local	Número anual de ciências e engenharia formado por população total.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
225	Informação científica	Disponibilidade de mapas de risco (inundações, desertificação, a contaminação).	HELIO INTERNATIONAL, 2011
226	Diretrizes de colocação	Diretrizes climáticas e revisão de texto para usina, localização e edifício.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
227	Gestão de crises	Os planos de emergência para usinas.	HELIO INTERNATIONAL, 2011
228	Segurança	Disponibilidade de apólices de seguros domésticos para mudanças climáticas que representam relacionados com danos.	HELIO INTERNATIONAL, 2011