

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

EUCIANE LUIZA VALCHER COUTO

**FONTES RENOVÁVEIS NÃO CONVENCIONAIS DE ENERGIA ELÉTRICA:
POLÍTICAS DE INCENTIVO E ASPECTOS REGULATÓRIOS
NO BRASIL E NO CHILE DE 2000 A 2017**

**VITÓRIA
2018**

EUCIANE LUIZA VALCHER COUTO

**FONTES RENOVÁVEIS NÃO CONVENCIONAIS DE ENERGIA ELÉTRICA:
POLÍTICAS DE INCENTIVO E ASPECTOS REGULATÓRIOS
NO BRASIL E NO CHILE DE 2000 A 2017**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, na área de concentração Gestão Sustentável e Energia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Sc. Adriana Fiorotti Campos.

**VITÓRIA
2018**

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

C871f Couto, Euciane Luiza Valcher, 1988-
Fontes renováveis não convencionais de energia elétrica :
Políticas de incentivo e aspectos regulatórios no Brasil e no Chile
de 2000 a 2017. / Euciane Luiza Valcher Couto. - 2018.
135 f. : il.

Orientadora: Adriana Fiorotti Campos.
Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento
Sustentável) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro
Tecnológico.

1. Energia - Fontes alternativas. 2. Política pública. 3. Brasil.
4. Chile. I. Campos, Adriana Fiorotti. II. Universidade Federal
do Espírito Santo. Centro Tecnológico. III. Título.

CDU: 628

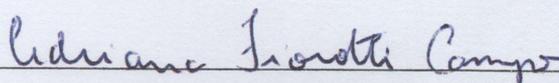
EUCIANE LUIZA VALCHER COUTO

**FONTES RENOVÁVEIS NÃO CONVENCIONAIS DE ENERGIA
ELÉTRICA: POLÍTICAS DE INCENTIVO E ASPECTOS
REGULATÓRIOS NO BRASIL E NO CHILE**

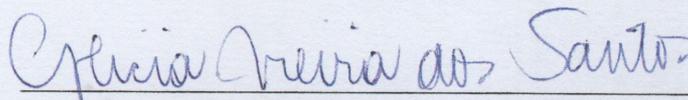
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável (Modalidade Profissional) da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável na área de concentração Sustentabilidade, Ambiente e Sociedade e linha de pesquisa Gestão Sustentável e Energia.

Aprovada em 21 de dezembro de 2018.

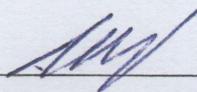
COMISSÃO EXAMINADORA



Profª. D.Sc. Adriana Fiorotti Campos
Orientadora - PPGES / CT / UFES



Prof. Drª Glicia Vieira dos Santos
Examinadora Interna – PPGES / CT / UFES



Prof. PhD. Alexandre Ottoni Teatini Salles
Examinador Externo – PPGEco / CCJE / UFES

Dedico este trabalho à minha família, aos meus amigos, aos meus colegas de Universidade, à minha orientadora e a todos aqueles que contribuíram diretamente para mais esta conquista acadêmica e profissional na minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante em minha vida, dando-me fé, saúde, força e confiança para realizar este trabalho, guiando meus passos e me abençoando.

A minha orientadora, Adriana Fiorotti Campos, pela paciência e competência com que me conduziu na elaboração deste trabalho e pelo voto de confiança que em mim depositou.

Aos amigos Victor Hugo Alves de Souza e Luan Tolentino dos Santos, pelo incentivo tão significativo na minha busca pela realização deste sonho.

A meus professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Espírito Santo, a minha professora Glícia Vieira dos Santos, ao professor Alexandre Ottoni Teatini Salles e ao professor Duarte de Souza Rosa Filho, pela generosidade em partilhar comigo o brilhantismo de seu saber.

A minha querida irmã, Renata e ao meu esposo, Kleidson pelo incentivo e apoio em todos os meus projetos.

A meus pais, Eugenio Alves do Couto (militar aposentado) e Efigenia Dorote Valcher Couto (lavradora aposentada), grande inspiração na minha trajetória, pela disciplina e responsabilidade que souberam inculcar em mim, em relação ao estudo e ao trabalho, desde meus tempos de criança.

A todos os meus familiares, parentes e amigos, pela compreensão e apoio.

EPÍGRAFE

“Alguns homens veem as coisas como são, e dizem 'Por quê?' Eu sonho com as coisas que nunca foram e digo 'Por que não?'”

George Bernard Shaw

RESUMO

A crescente preocupação mundial com a poluição ambiental tem influenciado a formulação de políticas públicas de incentivo à geração e ao uso de fontes de energia renováveis não convencionais. Porém, existem ainda alguns problemas relacionados à sua aquisição e, nesse contexto, para que se crie um ambiente favorável ao desenvolvimento e à ampliação do uso dessas fontes energéticas, é necessário ampliar o montante de investimentos direcionados à melhoria tecnológica e à redução de custos, além de promover um ambiente regulatório adequado. O estudo em tela apresenta e analisa as principais mudanças regulatórias e as políticas públicas de incentivo a fontes de energia renováveis não convencionais em dois países da América do Sul – Brasil e Chile. Para tanto, utiliza uma metodologia baseada em pesquisas bibliográfica e documental, e compara o que é apurado com o que é feito em outros países. Feitas as análises preliminares, constata que, nesses países, a geração de energia elétrica através de fontes de energia renováveis não convencionais tem papel de complementaridade (flexibilidade operativa) e de diversificação da matriz de energia elétrica. Todavia, ressalta a necessidade de que sejam levados em consideração os problemas provenientes da falta de infraestrutura do segmento de transmissão de energia elétrica, em alguns momentos, tanto no Brasil quanto no Chile, a questão da intermitência, entre outros.

Palavras-chave: Fontes de energia renováveis não convencionais. Políticas públicas. Aspectos regulatórios. Brasil. Chile.

ABSTRACT

The growing worldwide concern about environmental pollution has influenced the formulation of public policies to encourage the generation and use of non-conventional renewable energy sources. However, there are still some problems related to its acquisition and, in this context, in order to create an environment conducive to the development and expansion of the use of these energy sources, it is necessary to increase the amount of investments aimed at technological improvement and cost reduction, besides promote an adequate regulatory environment. This study has the aim to present and analyze the main regulatory changes and incentive public policies for non-conventional renewable sources in two countries of South America (Brazil and Chile). Therefore, the methodology used was based on a bibliographical and documentary research, as well as a comparative between the studied countries. The first analyzes show that in these countries, the generation of electricity through non-conventional renewable energy sources has a complementary role (operational flexibility) and diversification of the electric energy matrix. However, it must be taken into account the problems arising from the lack of infrastructure of the electric power transmission segment, in some cases, both in Brazil and Chile, the issue of intermittence, among others.

Keywords: Unconventional renewable energy sources. Public policies. Regulatory aspects. Brazil. Chile.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Esquema de estudo comparativo da pesquisa..... | 30 |
| Figura 2 – O ciclo das políticas públicas | 36 |
| Figura 3 – Processo de inovação das tecnologias energéticas..... | 44 |
| Figura 4 – Classificação dos mecanismos de incentivo para o setor energético..... | 48 |
| Figura 5 – Divisão das barreiras ao desenvolvimento das fontes de energia renováveis | 51 |
| Figura 6 – Barreiras ao desenvolvimento das fontes de energia renováveis | 52 |
| Figura 7 – Estrutura geral do balanço energético nacional | 55 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|-----|
| Gráfico 1 – Oferta de energia elétrica mundial por fonte – 2016..... | 58 |
| Gráfico 2 – Oferta de energia elétrica na América do Sul – 2016 (%)..... | 62 |
| Gráfico 3 – Evolução da geração mundial de energia elétrica por fonte – 1971-2016 | 64 |
| Gráfico 4 – Geração mundial de energia elétrica a partir de fontes renováveis – 2016 (%)..... | 67 |
| Gráfico 5 – Geração de energia elétrica renovável mundial por continentes e geração de energia elétrica renovável no continente americano – 2014 | 68 |
| Gráfico 6 – Geração de energia elétrica na América do Sul a partir de fontes renováveis – 2016 (%) | 69 |
| Gráfico 7 – Participação setorial no consumo de eletricidade em 2017 (%) | 72 |
| Gráfico 8 – Oferta interna de energia elétrica por fonte no Brasil – 2017..... | 73 |
| Gráfico 9 – Oferta interna de energia elétrica – 2017 (%)..... | 78 |
| Gráfico 10 – Participação setorial no consumo de eletricidade em 2016 (%) | 79 |
| Gráfico 11 – Geração bruta de energia elétrica renovável no Chile – acumulado até setembro de 2018 (%)..... | 83 |
| Gráfico 12 – Geração bruta de energia renovável não convencional no Chile – janeiro a outubro de 2018 (GWh)..... | 83 |
| Gráfico 13 – Capacidade instalada de energia elétrica por fonte no Brasil e no Chile (%) – 2006 e 2017..... | 103 |
| Gráfico 14 – Valor de energia nos leilões por fontes renováveis – Brasil/leilões com editais em 2018..... | 107 |
| Gráfico 15 – Volume e preço (USD/MWh) dos leilões de eletricidade – Chile/ 2006 a 2017 | 108 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 1 – Objetivos específicos e metodologia aplicada no estudo | 29 |
| Quadro 2 – Os fundadores da área de políticas públicas..... | 33 |
| Quadro 3 – Tipos de políticas públicas | 38 |
| Quadro 4 – Síntese dos principais elementos das políticas públicas | 40 |
| Quadro 5 – Principais políticas regulatórias utilizadas no mundo para energias renováveis | 45 |
| Quadro 6 – Principais incentivos fiscais e financiamento público utilizados no mundo para energias renováveis | 49 |
| Quadro 7 – Definição dos variados tipos de barreiras ao desenvolvimento de fontes de energia renováveis | 52 |
| Quadro 8 – Definições de energia..... | 54 |
| Quadro 9 – Estudos que constataam a ocorrência de complementaridade entre fontes intermitentes e outras fontes | 65 |
| Quadro 10 – Políticas de promoção das fontes não convencionais de energia no Brasil | 94 |
| Quadro 11 – Bases de comercialização de energia elétrica no Brasil..... | 95 |
| Quadro 12 – Comparação entre o Brasil e Chile: leilões para contratos de longo prazo | 109 |
| Quadro 13 – Principais políticas regulatórias no Brasil e no Chile direcionadas a fontes de energia renováveis não convencionais..... | 110 |
| Quadro 14 – Principais políticas fiscais no Brasil e no Chile direcionadas a fontes de energia renováveis não convencionais | 113 |
| Quadro 15 – Principais políticas tecnológicas e aspectos da inovação aplicada às fontes de energia renováveis não convencionais no Brasil e no Chile..... | 114 |
| Quadro 16 – Legislação e regulamentação aplicadas às fontes de energia renováveis não convencionais no Brasil | 115 |
| Quadro 17 – Projetos de lei que beneficiam a entrada das fontes de energia renováveis não convencionais a serem aprovados pelo Congresso Chileno (levantamento em 2017) | 117 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 18 – Comparativo Brasil e Chile: problemas de implementação da expansão de fontes de energia renováveis não convencionais e soluções implementadas pelos respectivos países..... | 118 |
|---|-----|

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 – Países selecionados da América do Sul: geração interna de eletricidade por fonte – 2015 | 62 |
| Tabela 2 – Geração de energia elétrica mundial por fontes renováveis – 2000 a 2017 (TWh) | 66 |
| Tabela 3 – Faixas de custo nivelado de geração elétrica obtida a partir de fontes renováveis e outras não renováveis (2017) | 87 |
| Tabela 4 – Políticas de incentivo às fontes renováveis de energia em países selecionados da América do Sul – 2017 | 89 |
| Tabela 5 – Leilões específicos para fontes de energia renováveis não convencionais realizados no Brasil entre 2007 e 2015 | 95 |
| Tabela 6 – Produção (GWh) de fontes de energias renováveis no Brasil e no Chile – 2016 e 2017 | 105 |
| Tabela 7 – Consumo por setor (GWh) no Brasil e no Chile – 2016..... | 105 |
| Tabela 8 – Tarifas Médias – energia elétrica/ Brasil (US\$/MWh)..... | 106 |
| Tabela 9 – Porcentagem de aumento de fontes de energia renováveis não convencionais exigida pelas Leis n.º 20.257/2008 e n.º 20.698/2013 no Chile | 116 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|--------|---|
| ACL | Ambiente de Contratação Livre |
| ACR | Ambiente de Contratação Regulada |
| ANEEL | Agência Nacional de Energia Elétrica |
| BNDES | Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social |
| CCEE | Câmara de Comercialização de Energia Elétrica |
| CNE | <i>Comisión Nacional de Energía</i> |
| CNPq | Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico |
| COP | Conferência das Partes |
| EIA | <i>Energy Information Administration</i> |
| FID | <i>Feed-in premium</i> |
| FINAME | Financiamento de Máquinas e Equipamentos |
| FINEM | Financiamento a Empreendimentos |
| FINEP | Financiadora de Estudos e Projetos |
| FITs | Tarifas <i>feed-in</i> |
| CDE | Conta de Desenvolvimento Energético |
| GCE | Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica |
| GW | <i>Gigawatt</i> |
| GWh | <i>Gigawatt hora</i> |
| GWp | <i>Gigawatt pico</i> |
| ICMS | Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços |
| IEA | <i>International Energy Agency</i> |
| IPI | Imposto sobre Produtos Industrializados |
| IRENA | <i>International Renewable Energy Agency</i> |
| kW | <i>Kilowatt</i> |
| kWh | <i>Kilowatt hora</i> |
| MCTIC | Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações |
| MdE | <i>Ministerio de Energía</i> |
| MDL | Mecanismo de Desenvolvimento Limpo |
| MW | <i>Megawatt</i> |
| MWh | <i>Megawatt hora</i> |
| ONS | Operador Nacional do Sistema Elétrico |

| | |
|-----------|--|
| OECD | <i>Organization for Economics Co-operation and Development</i> |
| PCHs | Pequenas Centrais Hidrelétricas |
| P&D | Pesquisa e Desenvolvimento |
| P&D&I | Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação |
| PEEs | Programa de Eficiência Energética |
| PNEF | Plano Nacional de Eficiência Energética |
| PRODEEM | Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios |
| PROEÓLICA | Programa Emergencial de Energia Eólica |
| PROINFA | Programa de Incentivos a Fontes Alternativas de Energia Elétrica |
| REN21 | <i>Renewable Energy Policy Network for the 21st Century</i> |
| SEB | Setor Elétrico Brasileiro |
| SIC | Sistema Central Interligado |
| SING | Sistema Interligado Norte Grande |
| TGC | <i>Tradable Green Certificates</i> |
| TUSD | Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição |
| TUST | Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão |
| TWh | <i>Terawatts hora</i> |

SUMÁRIO

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 1. | INTRODUÇÃO..... | 20 |
| 1.2. | OBJETIVOS | 25 |
| 1.2.1. | Objetivo geral..... | 25 |
| 1.2.2. | Objetivos específicos..... | 25 |
| 1.3. | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 26 |
| 1.3.1. | Delimitação | 26 |
| 1.3.2. | Tipos de pesquisa | 26 |
| 1.3.3. | Natureza, coleta e tratamento dos dados..... | 28 |
| 2. | REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO | 32 |
| 2.1. | POLÍTICAS PÚBLICAS E MECANISMOS DE INCENTIVOS..... | 32 |
| 2.1.1. | Políticas públicas | 32 |
| 2.1.1.1. | Políticas públicas para o setor energético..... | 41 |
| 2.1.1.2. | Políticas de incentivo às fontes renováveis de energia..... | 43 |
| 2.1.2. | Mecanismos de Incentivo | 47 |
| 2.1.2.1. | Mecanismos fiscais e regulatórios de incentivo ao desenvolvimento do setor energético..... | 47 |
| 2.1.3. | Barreiras regulatórias e administrativas | 50 |
| 2.2. | CONCEITOS DE ENERGIA: IMPLICAÇÕES PARA O SETOR ENERGÉTICO..... | 53 |
| 2.3. | ENERGIA ELÉTRICA: MUNDO, AMÉRICA DO SUL, BRASIL E CHILE ... | 57 |
| 2.3.1. | Energias renováveis no mundo e na América do Sul | 63 |
| 2.3.1.1. | Energia elétrica no Brasil e as fontes de energia renováveis não convencionais..... | 70 |
| 9 | | |
| 2.3.1.2. | Energia elétrica no Chile e as fontes de energia renováveis não convencionais..... | 76 |
| 2.4. | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 85 |
| 3. | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 86 |
| 3.1. | POLÍTICAS DE INCENTIVO E ASPECTOS REGULATÓRIOS: FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS NÃO CONVENCIONAIS NO BRASIL..... | 92 |
| 3.2. | POLÍTICAS DE INCENTIVO E ASPECTOS REGULATÓRIOS: FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS NÃO CONVENCIONAIS NO CHILE..... | 98 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 3.3. | ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE BRASIL E CHILE..... | 103 |
| 3.3.1. | Dados dos países estudados a serem considerados para análise.... | 103 |
| 3.3.2. | Principais instrumentos promotores da expansão das fontes de energia renováveis não convencionais no Brasil e no Chile | 110 |
| 3.3.3. | Problemas de implementação da expansão de fontes de energia renováveis não convencionais e soluções implementadas | 117 |
| 4. | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 120 |
| | REFERÊNCIAS..... | 123 |

1. INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais decorrentes do crescimento econômico e populacional evidenciam a necessidade de se repensar a forma de consumir e produzir. A crescente preocupação com a poluição ambiental tem influenciado a formulação de políticas públicas no mundo, com a adoção de estratégias para um novo estilo de desenvolvimento – o sustentável.

Mundialmente, no que se refere à produção e ao uso de energia, diversos países têm buscado encontrar fontes mais eficientes e menos prejudiciais ao meio ambiente, a um custo de produção e aquisição reduzido. Nesse contexto, ganham espaço as fontes renováveis convencionais (usinas hidrelétricas) e não convencionais (pequenas centrais hidrelétricas – PCHs, solar, geotérmica, ondas oceânicas, marés, entre outras) de energia.

As fontes de energia renováveis, dependendo do modo como são utilizadas, não se esgotam¹. Essas fontes já se encontram em difusão em todo o mundo e a sua importância tem aumentado ao longo dos anos, representando uma parte considerável da produção de energia mundial (CAMPOS; MORAES, 2012).

Conforme Batlle (2014), as fontes de energia renováveis não convencionais têm ganhado espaço em relação às fontes renováveis convencionais. Todavia, existem vários problemas a serem mitigados, a saber: (1) no caso das hidrelétricas, os problemas socioambientais decorrentes de sua construção em áreas cada vez mais distantes dos principais centros consumidores criam a necessidade de grandes extensões de linhas de transmissão, transferência de população local, entre outras; (2) o custo de geração de fontes de energia renováveis não convencionais é, grande parte das vezes, alto (PEREIRA JÚNIOR et al., 2013), o que exige a elaboração e execução de políticas públicas de incentivo; e (3) a intermitência de algumas fontes, como, por exemplo, a solar e a eólica. Quanto ao problema da intermitência, estudos constatam que também há complementaridade entre fontes de energia renováveis

¹ “Deve-se salientar, todavia, que, dependendo da forma e velocidade da extração, um recurso renovável pode se tornar escasso ou mesmo indisponível” (CAMPOS; MORAES, 2012, p. 9).

não convencionais e hidroeletricidade² (por exemplo, hidroeletricidade/vento). Além disso, há a possibilidade do uso de gás natural na base, em substituição ao carvão mineral, aos derivados de petróleo e à hidroeletricidade.

Na América do Sul, observa-se que há países bastante dependentes da hidroeletricidade e com problemas na integração de recursos intermitentes³. Apesar disso, alguns deles, como o Chile e o Brasil, se esforçam pela inserção de fontes de energia renováveis não convencionais na matriz elétrica, visando reduzir a dependência de fontes fósseis, de hidroeletricidade e de importação de energia, e aumentar a segurança energética.

No Brasil, desde a implantação do Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro – SEB (2003), o planejamento da expansão da oferta de energia elétrica tem se apoiado em alguns tipos de fontes de energia renováveis não convencionais. O país dispõe de um grande potencial energético, com destaque para a energia eólica, a biomassa e a solar. Atualmente a fonte hidráulica representa 65,2% da sua geração de energia elétrica (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE, 2018a). Além da sua predominância na matriz elétrica, a fonte hidráulica, por conta da sua capacidade de armazenamento e de rápida resposta operativa às flutuações entre oferta e demanda, pode ser essencial para promover o desenvolvimento de fontes renováveis intermitentes, como a eólica e a solar. Esses projetos podem, então, ser fundamentais para o desenvolvimento do sistema elétrico brasileiro como um todo (TOLMASQUIM, 2015).

Atualmente, a geração de energia a partir da biomassa, também caracterizada como fonte termelétrica renovável, é a segunda principal fonte energética no Brasil, depois do petróleo e derivados. Adicionalmente, de acordo com EPE (2018a), a biomassa representa 8,2% da energia elétrica gerada, com grande potencial prospectivo. Tolmasquim (2016a) indica que a oferta potencial da biomassa pode triplicar e, na forma de geração distribuída, pode dobrar até 2050.

² Esta complementaridade permite reduzir o impacto da intermitência das energias renováveis não convencionais, aumentando a segurança do abastecimento de eletricidade e trazendo eficiência ao uso de recursos hídricos (BATLLE, 2014).

³ Algumas fontes de energia renováveis não convencionais.

Os principais tipos de biomassa para geração de bioenergia encontrados no Brasil são bagaço da cana (que é caracterizado como energia renovável convencional), biogás, lixívia, lenha, resíduos florestais, óleos vegetais, carvão vegetal, casca de arroz, capim-elefante, entre outros (TOLMASQUIM, 2016a). Apesar da existência de vários tipos de biomassa e do potencial de expansão que esta fonte tem existem alguns entraves relacionados à participação da biomassa na geração de energia elétrica, como, por exemplo, os custos de investimento em bioeletricidade, o armazenamento da biomassa e questões relacionadas à produtividade. A importância da utilização dessa fonte renovável de energia e de todas as outras não convencionais justifica-se, também, pelo esforço para o cumprimento dos programas de redução de gases do efeito estufa, de que o Brasil se prontificou a participar.⁴

No caso da energia eólica, há parques eólicos localizados em grande parte das Regiões Nordeste e Sul, com distintas características de ventos. Além disso, os fatores de capacidade dos parques eólicos vencedores dos leilões de energia têm sido mais altos do que os valores médios globais.

Em relação à energia solar, o Brasil está situado numa região com ocorrência de elevados índices de irradiação. Contudo, as fontes solar e eólica ainda carecem de investimento em tecnologia e de políticas públicas específicas. Cabe frisar que o processo de inserção das usinas eólicas na matriz elétrica nacional serviu de modelo para a inserção da energia solar, contribuindo para que as fontes de energia renováveis não convencionais ganhem cada vez mais espaço na matriz elétrica do país pelos próximos anos.

Já quanto ao Chile, verifica-se que para a geração de energia elétrica também são utilizadas fontes de energia renováveis não convencionais, como alternativa econômica e ambiental viável para o fornecimento de energia às comunidades

⁴ Segundo a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2015c), durante a Conferência das Partes 15 – COP15, realizada em Copenhague, o Brasil definiu uma meta pela qual, conforme a Lei n.º 12.187/2009 e o Decreto n.º 7.390/2010, em 2020, a emissão de gases do efeito estufa não poderá ultrapassar 680 milhões de toneladas de CO₂eq. A Lei n.º 12.187/2009, que instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima, incentivou também a expansão de outras fontes renováveis e o estímulo à eficiência energética (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2015c). Durante a COP21, que ocorreu em Paris no ano de 2015, “[...] o Brasil comprometeu-se a reduzir, em 2025, as emissões de GEE em 37% em relação aos níveis de 2005 e, como contribuição indicativa subsequente, reduzir, em 2030, as emissões de GEE em 43% na mesma base de comparação” (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2016c, p. 11).

remotas (áreas rurais) e para a expansão da capacidade elétrica instalada, através seja de sistemas isolados seja de projetos ligados à rede.

O Chile é dotado dos recursos necessários para desenvolver sistemas de energia hidráulica, solar, geotérmica, eólica e de biomassa e, portanto, facilitar a diversificação da matriz elétrica do país e diminuir a emissão de gases do efeito estufa, resultante da utilização de combustíveis fósseis (RODRÍGUEZ-MONROY; MÁRMOL-ACITORES; NILSSON-CIFUENTES, 2018).

O Chile destaca-se dos demais países sul-americanos, pois progride no desenvolvimento das fontes de energia renováveis não convencionais, como, por exemplo, as usinas solares, que se desenvolveram por todo o país, quadruplicando a sua capacidade de geração de energia solar desde o ano de 2013. No final de 2015, a energia solar fotovoltaica tornou-se a fonte de eletricidade mais barata do país (RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK for the 21st CENTURY, 2016).

Em relação ao uso de políticas de incentivo às fontes de energia renováveis em países da América do Sul, o Brasil e o Chile possuem similaridades por exemplo no uso das mesmas políticas regulatórias e os mesmos incentivos fiscais e de financiamento público.

Diante desse contexto, investigar as fontes renováveis não convencionais de energia elétrica vem sendo cada vez mais pertinente. Considerando-se a importância desses recursos para o desenvolvimento energético da América do Sul, propõe-se estudar o que ocorre no Chile e no Brasil em relação a esse processo, uma vez que esses países têm buscado cada vez mais a utilização dessas fontes, como, por exemplo, a eólica e a solar. O Brasil é atualmente líder regional em capacidade instalada de energia eólica e dispõe de uma economia em crescimento (2018), que pode possibilitar investimentos em fontes de energia renováveis não convencionais. O Chile, por sua vez, é destaque entre os países da América do Sul na geração de energia a partir de fontes de energia renováveis não convencionais. Isso porque, além de alcançar um crescimento contínuo na geração interna de energia elétrica⁵ em pouco espaço de tempo, diminuiu a importação de energia elétrica de outros países.

⁵ No Chile, a energia elétrica era basicamente importada, e a produção do país era baseada na geração hidrelétrica.

Posto isto, questiona-se: como se deu o processo de inserção, evolução e expansão das fontes de energia renováveis não convencionais nos sistemas elétricos brasileiro e chileno de 2000 a 2017?

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo geral

Investigar as fontes renováveis não convencionais de energia elétrica no Brasil e no Chile, com o intuito de verificar como se deu o processo de inserção, evolução e expansão dessas fontes na matriz de energia elétrica nos sistemas elétricos desses países, e identificar quais fatores contribuíram para este cenário no período de 2000 a 2017.

1.1.2. Objetivos específicos

- Analisar a participação das fontes de energia renováveis não convencionais nas matrizes elétricas do Brasil e do Chile.
- Identificar quais políticas de incentivo e fatores regulatórios contribuíram para viabilizar a utilização de fontes de energia renováveis não convencionais no Brasil e no Chile.
- Identificar os entraves envolvidos na ampliação da capacidade instalada das fontes de energia renováveis não convencionais no Chile e no Brasil.
- Estabelecer um comparativo entre as principais regulamentações e políticas de incentivo voltadas para a produção e o uso de fontes de energia renováveis não convencionais no Brasil e no Chile.

1.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1.2.1. Delimitação

Esta pesquisa focalizou o processo de inserção e evolução das fontes de energia renováveis não convencionais aplicado na América do Sul, especificamente no Brasil e no Chile, realizando um estudo comparativo e identificando quais fatores contribuíram para esse processo no cenário desses dois países no período de 2000 a 2017. No mundo, a energia proveniente de fontes renováveis tem-se desenvolvido desde a década de 1980, e as políticas de incentivo têm sido implementadas desde os anos 1990. Porém, conforme Santos (2017), foi a partir dos anos 2000 que o Brasil, a exemplo de outros países do mundo, estabeleceu mecanismos visando fortalecer e diversificar a oferta interna de energia elétrica. Assim, abriu-se espaço para o desenvolvimento de fontes de energia renováveis não convencionais no país. O Chile, por sua vez, a inserção de outras fontes ocorreu principalmente depois que o país passou por processos de reforma no setor elétrico, esses processos iniciaram-se na década de 1980, porém se intensificaram a partir dos anos 2000. O país esforça-se pela inserção de fontes de energia renováveis não convencionais na matriz elétrica, visando principalmente reduzir a dependência de fontes fósseis e de importação de energia.

1.2.2. Tipos de pesquisa

O objetivo define a abordagem e o tipo de pesquisa. Como a proposta foi “investigar”, levando em consideração, ainda, os objetivos específicos “analisar”, “estabelecer” e “identificar”, verificou-se que a pesquisa se caracteriza como exploratório-descritiva e

se classifica como explicativa⁶, utilizando-se de dois procedimentos para coleta de dados: a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental.

Conforme Gil (2002), a pesquisa exploratória proporciona maior familiaridade com o problema. Esta pesquisa é realizada através de levantamento bibliográfico. Sobre a pesquisa descritiva, Gil (2002, p. 42) afirma: “[...] as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis”.

Para esta análise, optou-se por utilizar ainda a pesquisa de natureza explicativa, que, de acordo com Brasileiro (2013, p. 45), “[...] objetiva identificar os fatores que determinam a ocorrência de determinados fenômenos, buscando esclarecê-los, justificar os fatores que neles interferem e explicar suas ocorrências”.

Com a pesquisa bibliográfica⁷, pretende-se reunir, analisar e comparar conteúdos distintos sobre o tema em estudo. Dessa forma, tem-se a possibilidade de explorar o conhecimento disponível e utilizá-lo como base na discussão e/ou fundamentação da questão apontada, neste caso: como se deu o processo de inserção, evolução e expansão das fontes de energia renováveis não convencionais nos sistemas elétricos brasileiro e chileno de 2000 a 2017?

Assim, a pesquisa bibliográfica vai embasar o desenvolvimento do referencial bibliográfico e da análise dos dados, por meio de consultas a livros, teses, artigos científicos e material extraído da *Internet*.

A pesquisa documental dispõe de documentos dos mais variados tipos, de caráter público ou privado, que podem colaborar para a realização da investigação (MARTINS; THEÓFILO, 2009). Através da pesquisa documental serão reunidos estudos e informações sobre o setor elétrico no Brasil e no Chile, legislação, entre outros documentos, abrangendo estudos que regulamentam o tema nesses países. Neste caso foram utilizados balanços energéticos, legislações e demais documentos relacionados às fontes de energia renováveis não convencionais no Brasil e no Chile.

⁶ Conforme Gil (2008), a pesquisa explicativa, além de registrar, analisar e interpretar fenômenos, procura identificar e ilustrar os fatores decisivos ou que colaboram para a ocorrência de fatos ou fenômenos.

⁷ Segundo Gil (2002, p. 44), a pesquisa bibliográfica “[...] é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”.

Os principais dados pesquisados foram disponibilizados por instituições como: Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, Empresa de Pesquisa Energética – EPE, Ministério de Minas e Energia – MME , *Internacional Energy Agency* – IEA , *Comisión Nacional de Energía* – CNE, *International Renewable Energy Agency* – Irena , *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century* – REN21 , *Ministerio de Energía* – MdE, *World Bioenergy Association* – WBA, *Generadoras de Chile* e outros.

1.2.3. Natureza, coleta e tratamento dos dados

No desenvolvimento deste trabalho foram utilizados dados primários, obtidos na pesquisa documental, e dados secundários⁸, levantados através do material bibliográfico, provenientes de diferentes fontes.

O material utilizado na coleta de dados da pesquisa bibliográfica compreendeu basicamente livros, revistas, informativos, jornais, impressos em papel ou veiculados por meio eletrônico. Já o utilizado na coleta de dados da pesquisa documental envolveu a legislação, regulações, mapas e outros similares.

O procedimento de análise, que está intimamente ligado aos objetivos do estudo, desenvolveu-se juntamente com a interpretação dos dados coletados durante as pesquisas bibliográfica e documental, o que, segundo Gil (2002), é admissível.

Na pesquisa bibliográfica, os dados foram selecionados a partir de leituras analíticas e interpretativas. Assim, entre os materiais disponíveis, foram escolhidas as informações relevantes para a pesquisa, que posteriormente foram analisadas e interpretadas, com vistas à solução do problema em estudo. As que não eram relevantes foram descartadas.

⁸ De acordo com Martins e Theófilo (2009), os dados de uma pesquisa podem ser classificados como primários ou secundários, no que tange à sua natureza. Os dados primários são aqueles coletados diretamente na fonte. Incluem documentos que não foram submetidos a tratamento analítico e informações coletadas em campo pelo próprio pesquisador para responder ao problema de pesquisa. Os dados secundários são aqueles já coletados ou tratados para determinado fim, organizados em livros, jornais, relatórios, *Internet*, bancos de dados, entre outros.

Também na pesquisa documental, as informações foram levantadas, organizadas e analisadas, após leitura e interpretação das fontes. Com base nos dados coletados, estabeleceram-se comparações entre as principais regulamentações e políticas de incentivo voltadas para a produção e o uso de energia decorrente de fontes de energia renováveis não convencionais no Brasil e no Chile para verificar se ocorreu e de que forma ocorreu a inserção, evolução e expansão dessas fontes nesses países.

No Quadro 1, são destacados os objetivos específicos e a metodologia aplicada em cada etapa do processo para cada objetivo da pesquisa.

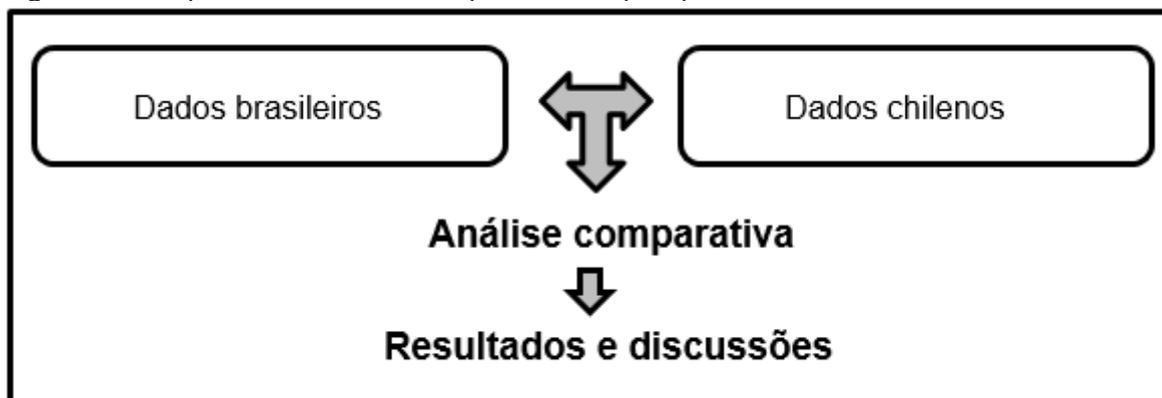
Quadro 1 – Objetivos específicos e metodologia aplicada no estudo

| Objetivos específicos | Procedimentos da coleta de dados para pesquisa qualitativa (exploratório-descritiva) | |
|--|--|--|
| | Classificação e fonte | Dados e instituições/legislação |
| Analisar a participação das fontes de energia renováveis não convencionais nas matrizes elétricas do Brasil e do Chile. | Pesquisa bibliográfica e documental | Pesquisa bibliográfica em livros, teses, artigos científicos e estudos relacionados às fontes de energia renováveis não convencionais no Brasil e no Chile. Pesquisa documental em balanços energéticos, legislações e demais documentos relacionados às fontes de energia renováveis não convencionais no Brasil e no Chile. |
| Identificar quais fatores regulatórios e políticas de incentivo contribuíram para viabilizar a utilização de fontes de energia renováveis não convencionais no Brasil e no Chile. | Pesquisa bibliográfica e documental | Pesquisa e análise documental: Aneel, BNDES, EPE, MME, IEA, CNE, Irena, REN21, Cepal, MdE, WBA, Geradoras de Chile e outros. Estudo da política regulatória do setor elétrico dos dois países estudados. |
| Identificar os entraves envolvidos na ampliação da capacidade instalada das fontes de energia renováveis não convencionais no Chile e no Brasil. | Pesquisa bibliográfica e documental | Pesquisa documental: Aneel, BNDES, EPE, MME, IEA, CNE, Irena, REN21, Cepal, MdE, WBA, Geradoras de Chile e outros. |
| Estabelecer um comparativo entre as principais regulamentações e políticas de incentivo voltadas para a produção e o uso de fontes de energia renováveis não convencionais no Brasil e no Chile. | Pesquisa bibliográfica e documental | Pesquisa bibliográfica em livros, teses, artigos científicos e estudos relacionados às fontes de energia renováveis não convencionais no Brasil e no Chile. Pesquisa e análise documental: Aneel, Brasil, BNDES, EPE, MME, IEA, CNE, Irena, REN21, Cepal e outros. |

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados de Creswell e Clark (2013).

Na Figura 1, pode-se verificar o esquema do estudo comparativo da pesquisa, onde foram analisados os dados brasileiros e os dados chilenos e feita a análise comparativa, ao final chegando aos resultados e discussões.

Figura 1 – Esquema de estudo comparativo da pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora.

A análise comparativa foi aplicada na identificação das semelhanças e diferenças entre os dois países estudados no que se refere ao desenvolvimento de fontes de energia renováveis não convencionais, com a finalidade de evidenciar as similaridades e explicar as divergências nos resultados. De acordo com Lakatos e Marconi (1991, p. 107), "o método comparativo é usado tanto para comparações de grupos no presente, no passado, ou entre os existentes e os do passado, quanto entre sociedades de iguais ou de diferentes estágios de desenvolvimento".

Este trabalho está organizado em quatro capítulos, incluindo esta introdução e as conclusões. O segundo capítulo, o referencial bibliográfico, incumbe-se de apresentar os conceitos de políticas públicas e mecanismos de incentivo direcionados, especialmente, à expansão e diversificação do setor de energia elétrica. Neste capítulo traz-se ainda os principais conceitos e definições de energia, além da apresentação de informações referentes ao setor elétrico no mundo, na América do Sul, no Brasil e no Chile, com destaque para as fontes de energia renováveis não convencionais. No terceiro capítulo, por sua vez, realiza-se um comparativo entre o Brasil e o Chile, destacando-se o cenário das fontes de energia renováveis não convencionais nas matrizes de energia elétrica desses dois países, as políticas públicas direcionadas e os mecanismos de incentivo, apontando os entraves observados e os principais problemas encontrados, esta seção apresenta os

principais resultados do estudo, levantando os aspectos mais importantes analisados. Por fim, o quarto capítulo trás as conclusões alcançadas neste estudo.

2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Neste capítulo busca-se abordar, de forma conceitual, políticas públicas⁹, seus mecanismos de incentivo e instrumentos direcionados, especialmente, à expansão e diversificação do setor de energia elétrica. Porém, deve-se frisar que mesmo com políticas públicas direcionadas, existem barreiras técnico-econômicas para que tais fontes adquiram maturidade no mercado energético (difusão tecnológica e, conseqüentemente, redução de custos).

Trata-se ainda, neste capítulo, dos principais conceitos e definições de energia, além da apresentação de informações referentes ao setor elétrico no mundo, na América do Sul, no Brasil e no Chile, com destaque para as fontes de energia renováveis não convencionais.

2.1. POLÍTICAS PÚBLICAS E MECANISMOS DE INCENTIVOS

2.1.1. Políticas públicas

O termo política pública (do inglês *public policy*) trata do conteúdo concreto e do conteúdo simbólico de decisões políticas e do processo de construção e operação dessas decisões. Uma política pública é uma instrução formada para defrontar um problema público. Por isso, a razão para a instituição de uma política pública é a solução de um problema percebido como coletivamente pertinente (SECCHI, 2010).

As políticas públicas podem então ser entendidas como um conjunto de instrumentos de planejamento, execução e monitoramento de ações. Podem aparecer sob a forma

⁹ Deve-se salientar que, as políticas públicas, em todo o campo de conhecimento, vêm ganhando notoriedade pelo seu caráter multidisciplinar, normativo e orientado à resolução de problemas públicos concretos, tais como, a diversificação das opções de suprimento (diversificação da matriz elétrica); a segurança do fornecimento e diminuição dos riscos de acréscimo excessivo dos preços de combustíveis fósseis (redução da dependência de combustíveis fósseis, de importação e de hidroeletricidade); a redução da emissão de gases do efeito estufa, entre outros.

de Planos, Programas ou Atividades, estabelecendo diretrizes, prioridades e objetivos gerais a serem alcançados.

Para melhor entendimento do conceito de políticas públicas, buscou-se conhecer a origem da área de políticas públicas e os pensadores que mais a influenciaram. No Quadro 2, observam-se os principais fundadores da área de políticas públicas e suas principais contribuições.

Quadro 2 – Os fundadores da área de políticas públicas

| Pensador | Principal contribuição |
|--------------------------|--|
| H. Laswell (1936) | Introduziu a expressão <i>policy analysis</i> (análise de política pública), ainda nos anos 1930, como forma de conciliar o conhecimento científico/acadêmico com a produção empírica dos governos e, também, de estabelecer o diálogo entre cientistas sociais, grupos de interesse e governo. |
| H. Simon (1957) | Introduziu o conceito de racionalidade limitada dos decisores públicos (<i>policy makers</i>), argumentando, todavia, que a limitação da racionalidade poderia ser minimizada pelo conhecimento racional. |
| C. Lindblom (1959, 1979) | Questionou o destaque no racionalismo de Laswell e Simon e sugeriu a inclusão de outras variáveis à formulação e à análise de políticas públicas, tais como as relações de poder e a integração entre as diferentes fases do processo decisório, o que não teria necessariamente um fim ou um princípio. |
| D. Easton (1965) | Definiu a política pública como um sistema, onde as políticas públicas recebem insumos dos partidos, da mídia e dos grupos de interesse que influenciam suas consequências e finalidades. Assim existe uma relação em meio a formulação, resultados e ambiente. |

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados de Souza (2006).

Souza (2006) informa que, de acordo com Simon, a racionalidade dos decisores públicos é sempre limitada por problemas, tais como informação incompleta, tempo para a tomada de decisão, autointeresse dos decisores e outros. Porém Simon argumenta ainda que, através da criação de estruturas que modelem o comportamento dos atores na direção de resultados desejados, a racionalidade pode ser maximizada até um ponto satisfatório.

A racionalidade limitada apresentada por Simon foi questionada por Lindblom, para quem as políticas públicas deveriam agrupar diferentes informações à sua formulação e à sua análise, fora as questões de racionalidade, bem como considerar o papel das eleições, das burocracias e dos grupos de interesse (SOUZA, 2006).

Conforme Easton, explica Souza (2006), existe uma relação em meio à formulação, aos resultados e ao ambiente. Assim, observa-se que, para que as políticas públicas

possam ocorrer de maneira eficiente, deve haver vontade política para iniciar um processo de transformação, o qual deve dispor de uma liderança competente, de recursos mínimos, de sensibilidade social e de um forte sentido comum. Nesse ínterim, um fator a ser levado em consideração é a influência política. É preciso minimizar os efeitos negativos que as disputas políticas podem provocar, entendendo-se que o apoio de uma política pública tende a ser mais amplo quanto menos ela estiver identificada com um grupo de interesse, pois disputas individuais levam a uma neutralização das forças e, conseqüentemente, paralisam os processos estratégicos de formulação, implementação, execução e acompanhamento a serem praticados.

Oliveira (2006, p. 273) complementa que “[...] o planejamento em políticas públicas deve ser visto como um processo, e não como um produto técnico somente”. O autor destaca ainda que a fase mais importante desse processo é a da decisão, que deve ser uma construção democrática, política e social. Outra fase crucial é a da implementação, em que as pessoas devem estar engajadas para o alcance das metas indicadas inicialmente pela política pública.

Para Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (2000), o planejamento estratégico abarca a análise dos ambientes externo e interno. Segundo Mintzberg (2004, p.46), “[...] o planejamento é caracterizado, acima de tudo, pelos esforços de formalizar o processo”. Desse modo, a fim de se adotar uma posição diante dos *stakeholders* e das mudanças ambientais, define-se um horizonte de planejamento, verificam-se os indicadores do ambiente e estabelecem-se os objetivos estratégicos, observando todos os envolvidos. Definidos os objetivos, traçam-se as estratégias para alcançá-los. O planejamento estratégico culmina com as fases de implementação, execução, controle e acompanhamento.

Em se tratando de políticas públicas, observa-se que planejamento e implementação são duas etapas que, caso não estejam devidamente alinhadas, não permitem que se alcance o objetivo final.

Conforme Rosa Filho e Misoczky (2006), a política pública é o resultado final de uma estratégia deliberada, em que algumas partes não são realizadas, enquanto surgem de fora estratégias emergentes, das quais vai resultar a estratégia realizada.

Pressupõe-se que a formação de políticas públicas ou de estratégias seja exclusivamente baseada na razão ou na inteligência, através de técnicas de planejamento que separam a formulação da implementação, com pouca ou nenhuma atenção a aspectos mais subjetivos e culturais. Em sua maior parte, submetem a possibilidade da agência humana às estruturas, não consideram as relações de poder existentes nem as políticas como resultantes de relações sociais entre atores, em um contexto social mais amplo, que se modifica no processo histórico. Dessa forma, a análise de políticas públicas baseia-se no conceito de relações sociais mediadas pela linguagem e traz uma visão de ruptura, uma transformação de toda a visão do mundo social.

Bourdieu (1996), citado por Rosa Filho e Misoczky (2006), afirma que o real é relacional; o que existe no mundo social são relações, não apenas interações entre influentes, mas relações objetivas que existem, independentemente da consciência e da vontade individual, no espaço social no qual os agentes estão mergulhados. A perspectiva de Bourdieu incorpora o conceito de situação, pois é ante uma dada situação que o sistema de disposições (*habitus*) manifesta a força de um agente para reforçar ou modificar as estruturas.

Oliveira (2006) expõe que, durante o processo de planejamento, ocorre uma desagregação entre elaboração e implementação. Essa é uma das causas que fazem com que as políticas públicas não alcancem seus resultados. Dessa forma observa-se que planejar é importante, sim, porém, se não se consegue implementar, o trabalho não foi bem planejado.

O planejamento de políticas públicas deve basear-se em informações verdadeiras e na disposição de articulação e abrangência do processo. Os atores envolvidos devem adotar as deliberações política e socialmente. Observa-se que, no Brasil, o planejamento de políticas públicas é baseado no controle da economia e da sociedade. Dessa forma, na maioria das vezes, não se levam em conta os temas de interesse dos atores envolvidos (OLIVEIRA, 2006).

Oliveira (2006, p. 284) afirma que o processo deve levar “[...] à geração de confiança e aprendizado entre os diversos atores envolvidos na decisão para que se aprimorem na tomada de decisão conjunta”.

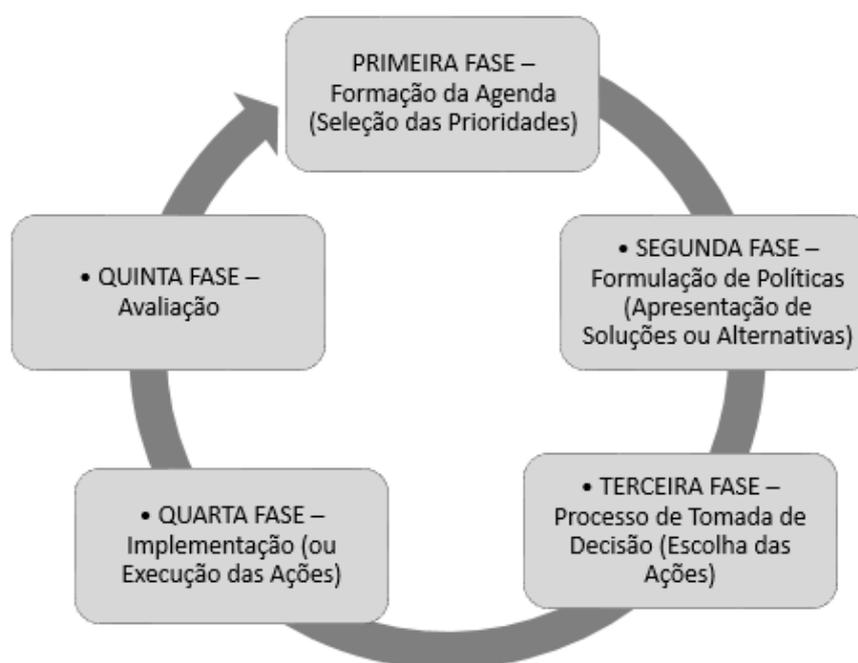
Paes de Paula (2005) argumenta acerca da importância de se criarem e estabelecerem meios de participação da população direcionados ao debate de demandas diversificadas relacionadas com o interesse público, como, por exemplo, as políticas públicas.

Oliveira (2006, p. 284) destaca que “[...] não podemos cair no participativismo populista e demagógico que vemos em algumas políticas públicas”. Dessa forma, verifica-se a importância de analisar as políticas públicas, a fim de averiguar se realmente estão atendendo às demandas do coletivo, e não apenas direcionadas para os interesses de alguns atores sociais.

De acordo com Secchi (2012), o principal método de análise para as políticas públicas é o ciclo de política pública. Esse modelo, também conhecido como processo de política pública, é derivado da teoria geral dos sistemas criada por Bertalanffy (1969), citado por Secchi (2012), e indica uma rotina de política pública baseada em fases contínuas e correlativas.

Na Figura 2, ilustra-se o processo de formulação de políticas públicas, também chamado de ciclo, que compreende cinco fases e é entendido como um contínuo de criação, implementação e avaliação constantes.

Figura 2 – O ciclo das políticas públicas



Fonte: Elaborado pela autora com base em Lopes (2008).

Na primeira fase, determinada por Lopes (2008) como de formação da agenda, ficam estabelecidas as prioridades a serem tratadas, o que nada mais é que o processo de definição da lista de principais problemas da sociedade.

Conforme Secchi (2010), nessa primeira fase é criada a lista de prioridades de algum ator político. Devido aos recursos organizacionais, financeiros e à restrição do tempo destes atores, os grupos de interesse preparam atividades de aliciamento na atuação das pautas da mídia e da opinião pública como um todo, para fazer com que um problema público, ou uma proposta de intervenção, receba mais atenção (SECCHI, 2012).

A formulação de políticas, classificada como segunda fase do ciclo, é o momento em que se definem as linhas de ação a serem adotadas para solucionar os problemas encontrados na primeira fase. Esse é o momento em que deve ser definido o objetivo da política, os programas desenvolvidos e as metas almejadas. Nesta fase, é muito importante a interação entre todos os atores não estatais envolvidos, auxiliando na escolha da melhor alternativa a ser seguida e contribuindo para a legitimidade da ação (LOPES, 2008).

Conforme Lopes (2008), durante a terceira fase, ocorre o processo de tomada de decisões. É o momento em que se escolhem alternativas de ação/intervenção em resposta aos problemas elencados na agenda. É o momento em que se definem, por exemplo, os recursos e o prazo temporal de ação da política bem como o procedimento que deve ser seguido antes de se decidir algo. As escolhas feitas nesse momento são expressas em leis, decretos, normas, resoluções, entre outros atos da administração pública.

Durante a quarta fase, segundo Lopes (2008), ocorre a implementação, que nada mais é que colocar em prática o planejamento e a escolha feita anteriormente. Nesta fase, é possível perceber alguns fatores que podem afetar o efeito das políticas, como, por exemplo, as disputas de poder entre as organizações bem como fatores internos e externos que afetam o desempenho das instituições, tais como seus arcabouços e a preparação formal.

A fase de avaliação, denominada aqui quinta fase, não deve ser realizada apenas quando a ação da política pública acaba. A avaliação pode ser feita em todos os

momentos do ciclo de políticas públicas, contribuindo para o sucesso da ação governamental e a maximização dos resultados obtidos com os recursos aplicados. O processo de avaliação de uma política leva em conta seus impactos e as funções cumpridas nessa etapa. Além disso, busca determinar sua relevância, analisar a eficiência, a eficácia e a sustentabilidade das ações desenvolvidas, bem como servir como um meio de aprendizado para os atores públicos (LOPES, 2008).

Juntamente com a análise da política pública através do ciclo (de política pública) apresentado acima, é necessário verificar em qual tipo ela está inserida. De acordo com Secchi (2010), ao longo da história vários pensadores e escritores apresentaram diversas tipologias de políticas públicas. No Quadro 3, observa-se a tipologia desenvolvida inicialmente pelo pensador Theodore J. Lowi (1964).

Quadro 3 – Tipos de políticas públicas

| |
|--|
| <p>Políticas regulatórias: estabelecem padrões de comportamento, serviço ou produto para atores públicos e privados.</p> |
| <p>Políticas distributivas: geram benefícios concentrados para alguns grupos de atores e custos difusos para toda a coletividade/contribuintes.</p> |
| <p>Políticas redistributivas: concedem benefícios concentrados a algumas categorias de atores e implicam custos concentrados sobre outras categorias de atores.</p> |
| <p>Políticas constitutivas: definem as competências, jurisdições, regras da disputa política e da elaboração de políticas públicas.</p> |

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados de Secchi (2010).

Segundo essa abordagem, existem quatro tipos principais de políticas públicas.

- **Políticas regulatórias** – São as regras para segurança alimentar, operação de mercado financeiro, códigos de trânsito, leis e códigos de ética em assuntos, como aborto, por exemplo. A aprovação ou não dessas políticas está condicionada à relação de forças dos atores e aos interesses presentes na sociedade (SECCHI, 2010).

- **Políticas distributivas** – Têm-se como exemplos os subsídios, a gratuidade de taxas para certos usuários de serviços públicos, os incentivos ou as renúncias fiscais e ainda as emendas parlamentares ao orçamento da União para a realização de obras públicas regionalizadas. Neste último caso, os congressistas e grupos políticos instruem apoio a certas emendas orçamentárias caso ganhem em troca adesão às suas emendas, como num sistema de trocas (SECCHI, 2010).
- **Políticas redistributivas** – Geralmente são as mais polêmicas. Têm-se como exemplos, conforme Secchi (2010), as cotas raciais para universidades, as políticas de benefícios sociais ao trabalhador e os programas de reforma agrária.
- **Políticas constitutivas** – Têm-se como exemplos as regras do sistema político-eleitoral, a distribuição de competências entre poderes e esferas, as regras das relações intergovernamentais e as regras de participação da sociedade civil em decisões públicas (SECCHI, 2010).

De acordo com Secchi (2010), não é fácil distinguir as fronteiras que separam os quatro tipos de políticas públicas. As políticas públicas geralmente agregam características de dois ou mais tipos de políticas.

A formulação de políticas públicas ocorre por meio de diversas forças realizadas por grupos de interesses distintos que, agindo com o governo, procuram alcançar melhorias e minimizar custos (SARAVIA; FERRAREZI, 2006). Conforme Paes de Paula (2005), as agências executivas, ou seja, as autarquias e fundações públicas, geralmente são responsáveis pela implementação de políticas públicas por meio da prestação de serviços e execução de atividades de natureza estatal, isso porque as instituições são descentralizadas da administração indireta.

Dessa forma, as políticas públicas fazem com que a ação dos governos seja mais eficiente, pois incentivam o debate e a reflexão de questões pertinentes, em que muitas vezes ocorre de forma simultânea a articulação entre o governo e a sociedade civil. É essencial que os projetos e políticas públicas incorporem mudanças qualitativas e quantitativas em relação às práticas anteriores, alcançando resultado na

qualidade de vida da coletividade, e ressaltem o desenvolvimento sustentável (PAES DE PAULA, 2005).

No Quadro 4, elabora-se uma síntese dos principais elementos e implicações das políticas públicas. Verifica-se como é importante para os países a formação de políticas públicas, o engajamento da população na sua criação e implementação e as ações governamentais de modo que esse processo seja eficaz para o coletivo.

Quadro 4 – Síntese dos principais elementos das políticas públicas

| | |
|-------------------------|--|
| Política Pública | Permite distinguir entre o que o governo pretende fazer e o que, de fato, faz. |
| | Envolve vários atores e níveis de decisão, embora seja materializada através dos governos, e não necessariamente se restringe a participantes formais, já que os informais são também importantes. |
| | É abrangente e não se limita a leis e regras. |
| | É uma ação intencional, com objetivos a serem alcançados. |
| | Embora tenha impactos no curto prazo, é uma política de longo prazo. |
| | Envolve processos subsequentes após sua decisão e proposição, ou seja, implica também implementação, execução e avaliação. |

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados de Souza (2006).

Observa-se que, no núcleo estratégico do Estado, é feita uma integração da elaboração e da verificação das políticas públicas. Dessa forma, a coordenação administrativa do dispositivo do Estado, ou seja, as secretarias de políticas públicas, realiza o planejamento e o controle das políticas governamentais vinculadas aos ministérios, que atuam em dois grupos, encarregados de produzir e avaliar as políticas e atuações governamentais (PAES DE PAULA, 2005).

Verifica-se assim que a primazia da idealização e efetiva ocorrência da política pública é uma gestão estratégica de governo. As políticas públicas são táticas e ações aplicadas com o intuito de trazer melhorias à sociedade geral ou mesmo a uma comunidade local ou grupo. O setor energético é estratégico e de fundamental importância para o crescimento e desenvolvimento de um país, além de implicar na segurança energética do país diretamente. Desse modo, verifica-se a importância do estudo de políticas públicas direcionadas para o setor energético.

2.1.1.1. Políticas públicas para o setor energético

As políticas públicas para o setor energético procedem do planejamento energético de cada país. O planejamento energético está relacionado ao atendimento das necessidades de energia e é considerado um padrão de referência no que diz respeito às tomadas de decisão (SOUZA, 2015).

Conforme Tolmasquim, Guerreiro e Gorini (2007), as economias que mundialmente melhor se posicionam quanto ao planejamento energético e ao acesso a recursos energéticos de baixo custo e de baixo impacto ambiental obtêm importantes vantagens comparativas.

O planejamento energético adequado é considerado um desafio e, ao mesmo tempo, uma oportunidade para as nações. Desafio, porque a demanda por energia aumenta à medida que se eleva o desenvolvimento econômico e social dos países; oportunidade, porque alguns países dispõem de recursos energéticos renováveis e de tecnologia para transformar suas riquezas naturais em energia. Dessa forma, é essencial o apoio das instituições e equipes responsáveis pelo planejamento energético, prevendo as situações, mapeando as alternativas, indicando estratégias, orientando as decisões, entre outras medidas (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

Desse modo, avalia-se que o planejamento do setor energético como também as políticas públicas desenvolvidas para esse setor variam de país para país, considerando-se as medidas pertinentes que cada país deve adotar para um desenvolvimento adequado.

No que se refere a políticas públicas direcionadas ao setor energético, uma preocupação mundial, conforme Souza (2015), é a diminuição da emissão de gases do efeito estufa e o estímulo ao uso responsável das fontes energéticas. Com isso, há países que vêm desenvolvendo planos, ações e programas com o intuito de projetar demanda e oferta de energia, além de estabelecer estratégias de curto, médio e longo prazos, objetivando a otimização do uso de energia elétrica.

Ruffato-Ferreira e outros (2017) sobre o planejamento estratégico do Brasil, corroboram que a energia tem papel principal na interligação com todos os setores da economia. Neste sentido, o Plano Nacional de Energia (PNE), o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), ambos subsidiados por dados do Balanço Energético Nacional (BEN), são instrumentos que baseiam o planejamento energético brasileiro. O PNE tem o objetivo de fornecer subsídios para o planejamento energético do país no longo prazo. O último PNE publicado fez projeções de demanda de energia e em cenários econômicos até 2030¹⁰.

O PDE é uma base anual, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), sob a supervisão do Ministério de Minas e Energia (MME) e apresenta a demanda esperada e fornecimento de energia para os próximos dez anos, incluindo a divulgação anual de matrizes energéticas (RUFFATO-FERREIRA et al., 2017).

A Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel (2017), responsável pela regulação do serviço de fornecimento de energia elétrica do Brasil, realiza a Análise de Impacto Regulatório¹¹, um procedimento por meio do qual são fornecidos elementos sobre a precisão e as implicações da regulação, entre outros aspectos (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2013). A Agência é responsável também pela regulamentação dos Programas de Eficiência Energética – PEEs e P&D, que são financiados pelas concessionárias do setor elétrico, de acordo com uma lei criada durante a desregulamentação do setor elétrico, a Lei n.º 9.991, de 24 de julho de 2000 (BRASIL, 2000).

As políticas públicas voltadas para o setor energético atendem a dois objetivos iniciais: maximizar os benefícios, pois com o uso dessas fontes se alcançam inúmeros benefícios nos âmbitos social, político e ambiental, e reduzir o custo de produção de

¹⁰ Vale ressaltar que existem estudos e projeções atuais, realizados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), disponibilizados em seu *site*, estes irão compor o PNE 2050. Estudo fundamental para o planejamento de longo prazo do setor energético do país, avaliando tendências na produção e no uso da energia e balizando as estratégias alternativas para expansão da oferta de energia nas próximas décadas.

¹¹ Esta análise é relevante pelo fato de ser obrigatória. Pela Resolução Normativa n.º 540/2013, a Aneel definiu um procedimento que cria a obrigatoriedade de realização de uma Análise de Impacto Regulatório, que consiste em buscar garantir que a regulação seja a mais efetiva possível para a sociedade (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2013). Desse modo, tenta minimizar as falhas ocorridas no sistema de regulação.

energia, no que se refere à produção e ao uso de fontes de energia renováveis não convencionais.

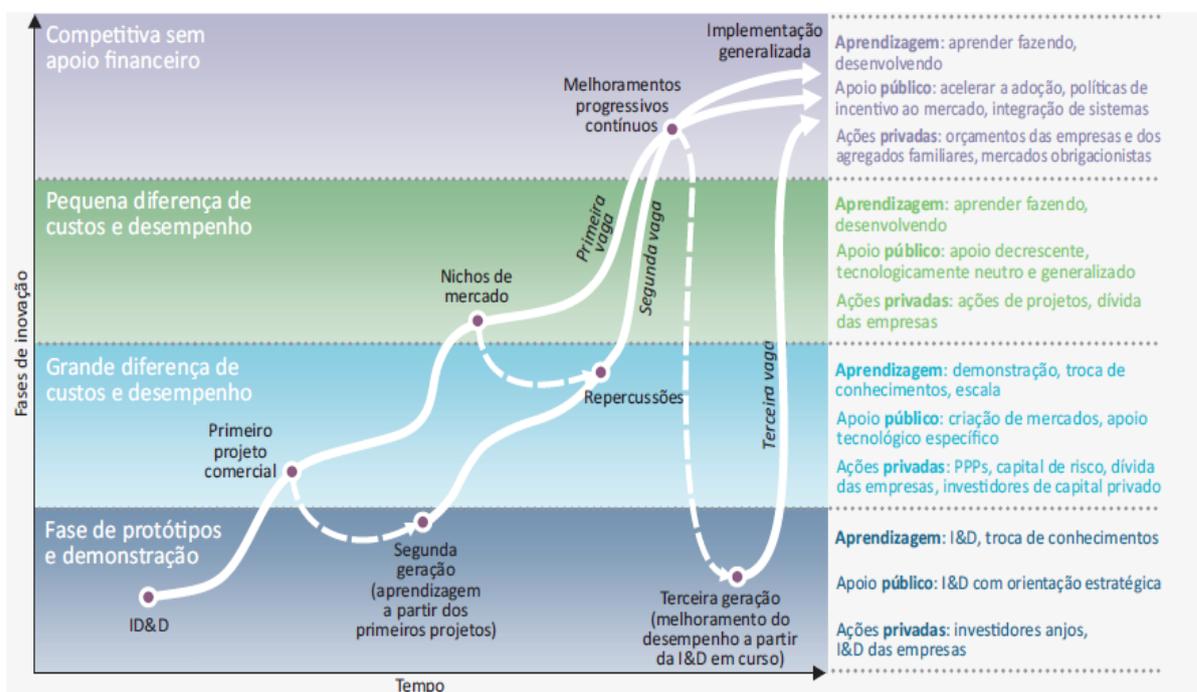
Nesse sentido, os países vêm desenvolvendo políticas públicas com o objetivo de propiciar a produção e uso de fontes de energia renováveis não convencionais para o setor elétrico. Políticas públicas de incentivo são necessárias na superação de barreiras técnico-econômicas, para que tais fontes adquiram maturidade no mercado energético (difusão tecnológica e, conseqüentemente, redução de custos).

2.1.1.2. Políticas de incentivo às fontes renováveis de energia

Para que se crie um ambiente favorável ao uso de fontes de energia renováveis não convencionais é necessário agregar investimentos em tecnologia, além de aplicar políticas públicas direcionadas ao setor e incentivos por parte dos governos. No contexto das fontes renováveis não convencionais, as políticas públicas exercem papel fundamental no incentivo à produção e ao uso da energia eólica, solar e resíduos sólidos urbanos, por exemplo.

Na Figura 3, observa-se que as tecnologias energéticas requerem medidas de apoio em todas as fases do processo de inovação, desde a investigação inicial até a demonstração e implementação integral. Nesse contexto, os governos têm um importante papel a desempenhar ao garantir um apoio previsível e em longo prazo em todas as fases dessa nova tecnologia, verificando as oportunidades e os desafios para que ela se desenvolva até a sua maturidade no mercado (ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT; INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2017).

Figura 3 – Processo de inovação das tecnologias energéticas



Fonte: *Organization for Economic Co-Operation and Development e International Energy Agency* (2017, p. 6).

Nota: PPP = Parcerias público-privadas. ID&D = Investigação, desenvolvimento e demonstração. I&D = Investigação e desenvolvimento.

Para garantir o desenvolvimento de fontes de energia renováveis não convencionais, é essencial o envolvimento do governo, principalmente na fase inicial, de modo a protegê-las da concorrência direta com as tecnologias convencionais. Sem esse apoio, as não convencionais não se tornariam competitivas em relação às demais tecnologias existentes. Assim, o apoio governamental pode ser justificado como uma maneira de corrigir externalidades negativas resultantes da utilização de combustíveis fósseis, estimulando a diversidade tecnológica na geração de energia elétrica (MENANTEAU; FINON; LAMY, 2003).

Verifica-se que a necessidade de investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I) deve ser considerada um aspecto-chave, ao se pensar em políticas de incentivo às fontes renováveis de energia. O desenvolvimento das fontes de energia renováveis não convencionais demonstra que a aplicação de políticas específicas no setor energético determina, de maneira decisiva, o sucesso ou o fracasso do emprego dessas fontes na geração de energia elétrica (DUTRA, 2007)¹².

¹² De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (2015c), as políticas nacionais estabelecidas promoveram a diversificação da geração elétrica, a adoção de um mercado concorrente

No Quadro 5, são apresentadas definições das principais políticas regulatórias, incentivos fiscais e financiamento público utilizados no mundo para energias renováveis.

Quadro 5 – Principais políticas regulatórias utilizadas no mundo para energias renováveis

| Políticas Regulatórias |
|--|
| Tarifas <i>feed-in</i>: estabelecimento de um preço mínimo que a concessionária deve pagar ao produtor pela energia elétrica renovável, com o intuito de atrair produtores. |
| Cotas: aplicação de política baseada em cotas, em que as concessionárias são obrigadas a contratar uma fração do total de energia vendida de fontes renováveis. |
| <i>Net metering</i>: sistema que possibilita abatimento de parte ou do todo do consumo de energia elétrica, através de geração de eletricidade própria a partir de sistemas de geração renováveis. |
| Certificados: concessão de certificados às empresas que produzem determinada quantidade de energia oriunda de fontes renováveis, servindo como incentivo para esse tipo de produção. |
| Leilões de energia: o regulador define uma quantidade de energia para ser comercializada e organiza um leilão para sua venda, de maneira que haja competição por parte dos contratantes. O critério de menor tarifa é utilizado para definir os vencedores. |

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados *International Energy Agency* (2011a); *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century* (2016) e Santos (2017).

As tarifas *feed-in* (FITs) garantem ao gerador de eletricidade renovável um determinado preço por *kilowatt* hora (kWh) com que a eletricidade é comprada. A tarifa é definida por um longo período de tempo, comumente vinte anos. Note-se que a tarifa é fixa em todo o período de incentivo (por vezes indexada à inflação). Ajustes tarifários são feitos apenas para novas plantas. Embora originalmente se destine a ser a única remuneração aos geradores, algumas FITs posteriores fornecem por um pouco acima dos preços de mercado. Os geradores têm então duas fontes de receita: uma de venda de energia diretamente no mercado e um adicional *de feed-in premium* (FIP). Alguns governos colocaram limites anuais na quantidade da capacidade que pode beneficiar-se com o suporte de FITs em um determinado período de tempo para restringir os custos gerais da política (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2011a; MENANTEAU; FINON; LAMY, 2003; NOGUEIRA, 2011).

Os sistemas de certificados verdes comerciáveis (*tradable green certificates* – TGCs) baseiam-se na ideia de que os geradores de energia renovável podem vender um certificado que representa uma certa quantidade de eletricidade renovável. Um

descentralizado e a obrigação de um uso de energia mais responsável, buscando diminuir os impactos ambientais das fontes energéticas nacionais.

mercado independente é estabelecido para esses certificados. A demanda por TGCs é assegurada mediante o estabelecimento de uma obrigação de cota. Os certificados são vendidos para grandes consumidores de eletricidade obrigados a comprar uma certa quantidade deles. Os esquemas de TGC geralmente incluem uma multa que as entidades sob obrigação têm que pagar caso não consigam comprar a quantidade suficiente. Originalmente, os certificados não se diferenciam pela tecnologia. Hoje, alguns países emitem mais certificados para a mesma quantidade de eletricidade produzida por tecnologias mais caras, para estimular a implantação de um portfólio de tecnologias (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2011a).

Os Leilões são utilizados quando uma autoridade reguladora anuncia que deseja instalar capacidade de uma determinada tecnologia ou conjunto de tecnologias. Os responsáveis pelo projeto nomeiam o preço pelo qual estão dispostos a desenvolvê-lo. Os leilões normalmente contêm requisitos específicos (por exemplo, ações de fabricação local, detalhes das especificações tecnológicas, preço máximo por unidade de energia). O licitante com a oferta mais baixa é selecionado e pode prosseguir com o projeto. Geralmente, as partes assinam um contrato de longo prazo (contrato de compra de energia). Os leilões são frequentemente utilizados para cumprir cotas definidas pelo governo em sistemas onde não há negociação de certificados (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2011a; NOGUEIRA, 2011).

No caso das fontes de energia renováveis não convencionais, políticas públicas de incentivo são necessárias para a superação de barreiras técnico-econômicas, com vistas a que tais fontes adquiram maturidade no mercado energético (difusão tecnológica e, conseqüentemente, redução de custos). Deve-se frisar que, entre os benefícios que justificam o incentivo às fontes de energia renováveis não convencionais, estão as externalidades positivas: redução de resíduos sólidos urbanos, de emissão de gases do efeito estufa e outros (DUTRA, 2007).

2.1.2. Mecanismos de Incentivo

Os mecanismos políticos, financeiros e de mercado devem ser adaptados para suportar os novos modelos de negócios permitidos pelo panorama tecnológico em evolução. As estruturas e regulamentações dos mercados deveriam reforçar as oportunidades decorrentes do maior acesso à informação sobre a energia, de modo a ativar novos modelos de transição energética. Devem ser estabelecidos um diálogo institucional e uma coordenação mais eficiente entre os governos nacionais, regionais e locais, bem como entre outros atores do setor energético, no intuito de acelerar a transformação do setor da energia e encontrar novas soluções (ORGANIZATION FOR ECONOMICS CO-OPERATION AND DEVELOPMENT; INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2017).

A fim de apoiar o desenvolvimento do setor energético os países têm buscado implementar diferentes tipos de instrumentos e mecanismos de incentivos fiscais e regulatórios, vê-se mais sobre este assunto no subitem a seguir.

2.1.2.1. Mecanismos fiscais e regulatórios de incentivo ao desenvolvimento do setor energético

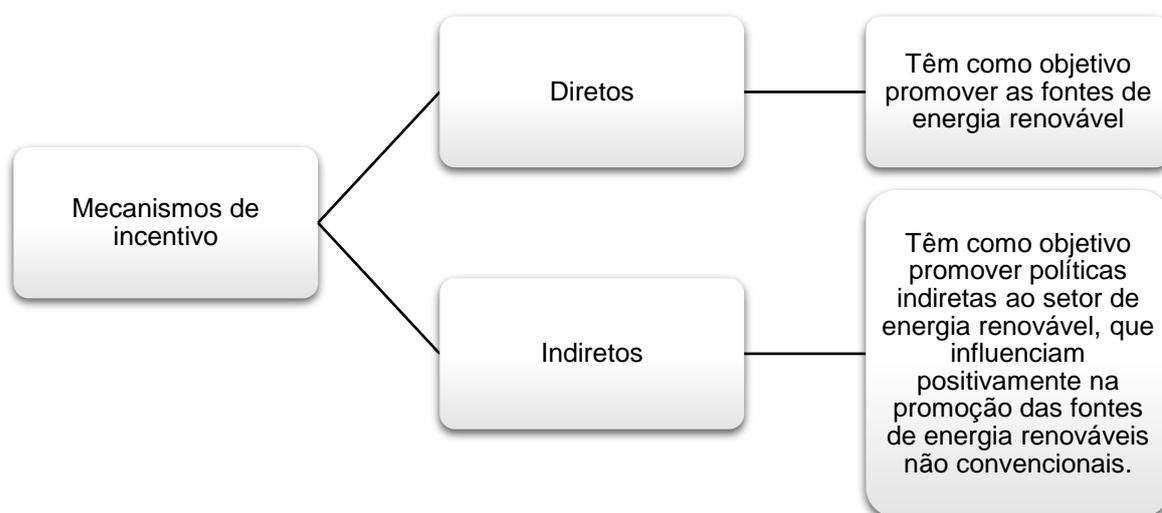
De acordo com Azuela e Barroso (2012), o setor energético é em grande parte um mercado orientado por políticas públicas e mecanismos de incentivo. Desde o fim dos anos 1970, os países desenvolvidos concebem e implementam diversos tipos de mecanismos baseados em sistemas de cotas e preços para promover o desenvolvimento de energias renováveis. Os países desenvolvidos e em desenvolvimento têm acumulado uma longa história com a implementação de diferentes tipos de instrumentos e mecanismos de incentivo para apoiar o desenvolvimento de energia renovável.

Dentro desse contexto, muitos fatores influenciam na medida em que os países adotam tecnologias de fontes de energia renováveis não convencionais. A adoção

dessas tecnologias é determinada pelos recursos disponíveis em um país e as prioridades relativas dadas às questões políticas, que, por sua vez, são influenciadas pela situação econômica geral bem como por questões culturais relevantes (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2011a).

Conforme Costa (2006), os mecanismos de incentivo podem ser classificados em diretos ou indiretos. Na Figura 4, observa-se que os mecanismos diretos têm como objetivo promover as fontes de energia renováveis, e os indiretos, promover políticas indiretas ao setor de energia renovável, que influenciam positivamente na ascensão das fontes de energia renováveis não convencionais.

Figura 4 – Classificação dos mecanismos de incentivo para o setor energético



Fonte: Elaborado pela autora com base em Costa (2006).

Dentro desse contexto, os mecanismos diretos podem ser classificados pelo estímulo ao preço ou à quantidade. Os mecanismos indiretos podem ser exemplificados pelas taxas sobre emissão das indústrias, para incentivar o uso eficiente da energia ou para reduzir a emissão de gases poluentes e de efeito estufa (COSTA, 2006).

De acordo com *International Energy Agency* (2011a), além de FITs, sistemas de certificados verdes comerciáveis e leilões (que já foram tratadas no item de políticas públicas, especialmente, no Quadro 5), foram desenvolvidos outros mecanismos de incentivo para abordar as barreiras enfrentadas pelas fontes renováveis de energia no setor elétrico, conforme segue no Quadro 6:

Quadro 6 – Principais incentivos fiscais e financiamento público utilizados no mundo para energias renováveis

| Incentivos Fiscais e Financiamento Público |
|--|
| Créditos ao investimento ou à produção: concessão de um desconto de imposto baseado na produção ou no investimento em projetos de energias renováveis. |
| Redução dos impostos: redução dos impostos aplicável à compra (ou produção) de tecnologias de energias renováveis. |
| Pagamento pela produção de energia: incentivo para que os proprietários, os agricultores, as empresas e outros se tornem produtores de energias renováveis ou aumentem a sua produção. Impõe às empresas de serviços públicos a compra de eletricidade a partir de fontes de energia renováveis, muitas vezes pequenas empresas locais, por um período de tempo fixo. |
| Investimentos, empréstimos, subsídios e descontos: apoio financeiro visando ao desenvolvimento de projetos de infraestrutura através do uso de benefícios públicos, fundos, empréstimos bem como outras opções de financiamento. Proporcionam um meio de alocar o capital necessário para a implementação de projetos de energia renovável. Subsídios concedidos a proprietários de projetos de energia renovável para compensar os custos do investimento inicial. |

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados *International Energy Agency* (2011a); *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century* (2016) e Santos (2017).

Incentivos fiscais ou créditos são usados, particularmente nos Estados Unidos, para apoiar tecnologias. Um pré-requisito importante para este esquema funcionar é a negociação dos créditos fiscais, como é o caso desse país. Se um operador de parque eólico gerar 100 USD em valores de deduções fiscais, o proprietário do projeto pode vender essa dedução para empresas. Então esse valor será abatido de seus impostos (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2011a).

Subsídios/descontos podem ser usados para reduzir os custos de investimento, melhorando o retorno para os investidores, e dessa forma tornar a tecnologia mais competitiva. Nos Estados Unidos, após a crise de 2009, criou-se o esquema de subsídios, que funciona como segue. Responsáveis pelo desenvolvimento de projetos de tecnologia de energia renovável recebem de volta 30% dos custos de investimento em dinheiro. Esse pagamento reduz o preço efetivo do projeto, tornando a tecnologia mais competitiva (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2011a).

Nogueira (2011) menciona que subsídios ao investimento e vantagens fiscais são mecanismos de incentivo que influenciam o preço de mercado para geração de fontes renováveis.

Os mecanismos fiscais e regulatórios de incentivo contribuem para a ampliação do mercado e a queda dos preços das tecnologias envolvidas nas fontes renováveis não convencionais. A redução dos custos, o amadurecimento das tecnologias e a estabilização das políticas energéticas representam chances para o incremento de fontes de energia renováveis não convencionais (SCARPATI; CAMPOS, 2017).

O uso das fontes renováveis na geração de energia elétrica é cada vez mais importante. Por isso, a maioria dos sistemas elétricos no mundo tem criado mecanismos para incentivar a utilização de fontes renováveis de energia (CHAVES, 2006).

2.1.3. Barreiras regulatórias e administrativas

Os mecanismos de incentivos e as políticas públicas apresentam ainda muitas limitações. Dowbor (2002) argumenta que, no âmbito das políticas públicas, é habitual a escassez de agregação entre as ações dos órgãos públicos, tanto entre as secretarias municipais como entre o Estado e o Município.

Conforme Oliveira (2006), em países em desenvolvimento, os maiores limitadores para a implementação e planejamento de políticas públicas são os aspectos político-institucionais, financeiros e técnicos.

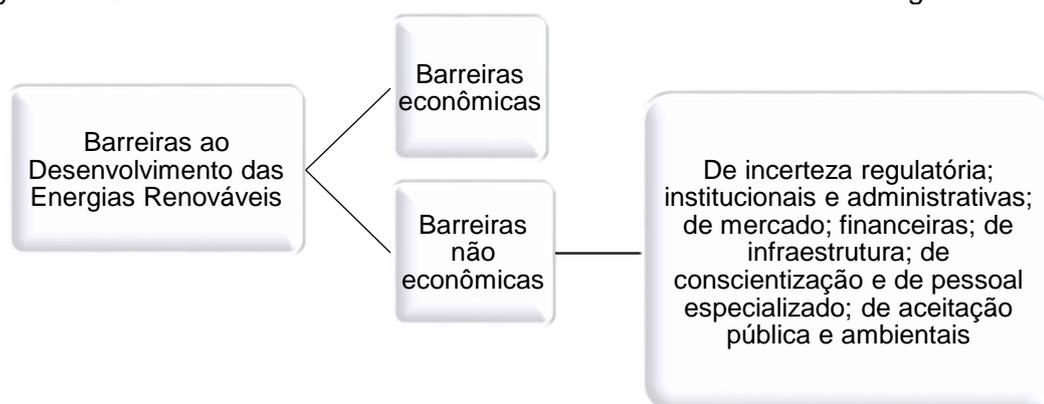
Motta (2013) informa que existem tentativas de se reconstituir o agrupamento de políticas públicas com uma atividade de uma nova fusão, que aparece como reação à necessidade de solucionar crises econômicas, produto da demasiada desintegração estabelecida, problemas de planejamento governamental que geralmente ocorrem em países em desenvolvimento, como o Brasil.

Pereira (2014) informa que, para transformar o potencial energético local em oportunidades de negócios e crescimento econômico, é necessário que o Estado ofereça um conjunto coerente de políticas de incentivo com o objetivo de minimizar os riscos nos investimentos, aumentar a segurança jurídica e garantir retornos compatíveis para investimentos de longo prazo.

Conforme Campos, Pagel e Carolino (2018) para que ocorra o desenvolvimento das energias renováveis no Brasil, existem dois tipos de barreiras: as barreiras econômicas e as barreiras não econômicas. As barreiras econômicas, como o nome já referem, são relacionadas ao mercado e aos custos envolvidos na produção de energia através de fontes de energia renováveis, por exemplo, relacionam-se aos custos diretos de uma determinada tecnologia em comparação com as tecnologias concorrentes, considerando a internalização de todos os custos externos e as circunstâncias perfeitas.

Por sua vez as barreiras não econômicas dizem respeito às condições que impossibilitam o estabelecimento ou induzem a custos mais elevados do que os valores necessários. Lembrando que isto ocorre involuntariamente de quão elevada é a disposição a pagar (CAMPOS; PAGEL; CAROLINO, 2018).

Figura 5 – Divisão das barreiras ao desenvolvimento das fontes de energia renováveis

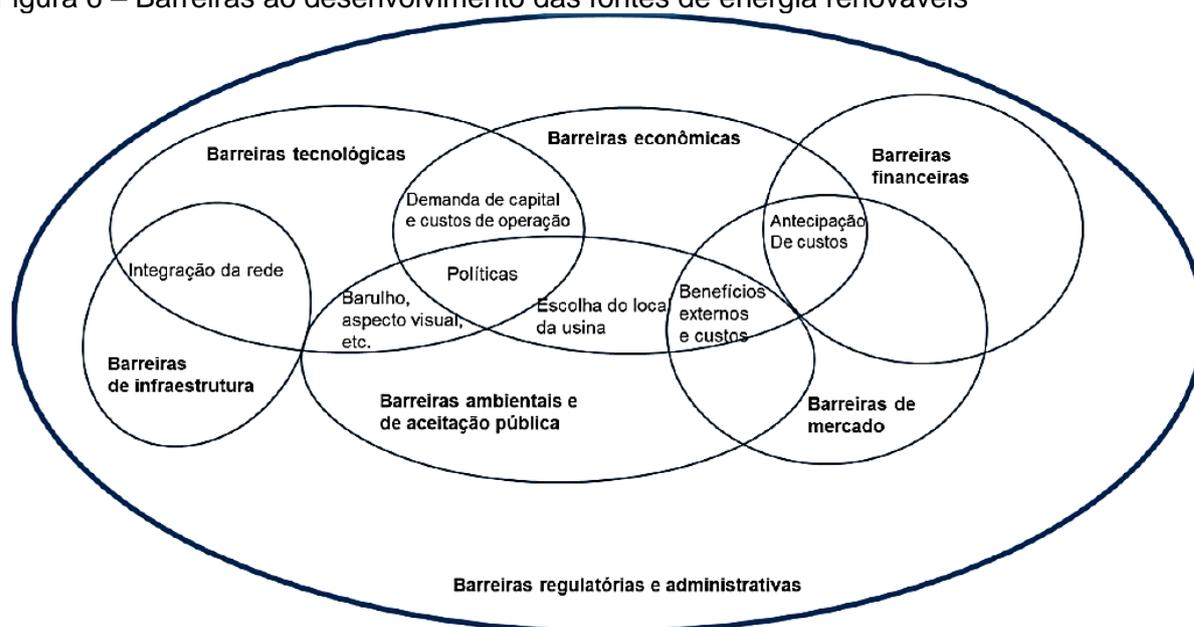


Fonte: Campos, Pagel e Carolino (2018, p. 55).

Nota: Dados adaptados pela autora.

Uma barreira econômica é considerada presente se o custo de uma determinada tecnologia está acima do custo de alternativas concorrentes, mesmo em condições ideais de mercado (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2011a).

Figura 6 – Barreiras ao desenvolvimento das fontes de energia renováveis



Fonte: *International Energy Agency* (2011a, p. 33).

Nota: Dados adaptados pela autora.

No Quadro 7, seguem as definições dos vários tipos de barreiras ao desenvolvimento de fontes de energia renováveis.

Quadro 7 – Definição dos variados tipos de barreiras ao desenvolvimento de fontes de energia renováveis

| Tipos de barreiras | Definição |
|---|--|
| Barreiras de incerteza política e regulatória | Relacionam-se com a descontinuidade e/ou com a instabilidade das políticas e marcos regulatórios. A garantia do investimento no longo prazo é um fator primordial para que os investidores tenham segurança e para que a política tenha um efeito positivo; |
| Barreiras institucionais e administrativas | Incluem procedimentos de licenciamento complicados ou lentos. Políticas institucionais claras, coerentes e de longo prazo são necessárias para que não haja inseguranças no mercado; |
| Barreiras de mercado | Tais como estruturas de preços oscilantes e não competitivos entre energias renováveis e fósseis, informações assimétricas, falhas de mercado, subsídios altos para combustíveis fósseis e o fracasso de métodos de custeio por incorporar custos sociais e ambientais ao preço final; |
| Barreiras financeiras | Associadas à ausência de oportunidades, como subsídios financeiros, incentivos fiscais e maior possibilidade de financiamento para novos empreendimentos em energias renováveis, uma vez que os geradores renováveis impõem altos custos sobre a cadeia elétrica como um todo; |
| Barreiras de infraestrutura | Que se centram na inflexibilidade do sistema para integrar/absorver energia renovável; |
| Falta de conscientização e de pessoal especializado | Relacionado ao conhecimento insuficiente sobre a disponibilidade e o desempenho das energias renováveis, bem como, o número insuficiente de trabalhadores qualificados; |
| Aceitação pública e barreiras ambientais | Ligadas aos impactos externalizados pela adoção e aceitação (ou não) das energias renováveis no mercado. Quando chegam inicialmente ao mercado, as novas tecnologias estão distantes de alcançar seu melhor desempenho e ainda não detêm a confiança do consumidor. |

Fonte: Campos, Pagel e Carolino (2018, p. 55).

Nota: Dados adaptados pela autora.

Uma das maiores barreiras ao desenvolvimento de fontes de energia renováveis são os custos de muitas das tecnologias de energia renovável. Estes têm sido um grande obstáculo à sua introdução generalizada no mercado porque não têm sido economicamente competitivos com os das fontes de energia com base em combustíveis fósseis. A fim de ativar a introdução de fontes de energia renováveis no mercado, foram necessárias medidas políticas para propor projetos rentáveis do ponto de vista de um desenvolvedor do projeto, como também do ponto de vista econômico. Embora algumas tecnologias de energia renovável tenham agora custo competitivo e os recursos e as condições de mercado sejam favoráveis, essa barreira deve ser dirigida para criar um mercado estável e rentável para os investidores e para suportar a implantação adicional (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2011a).

Conforme o Quadro 7, são muitas as barreiras ao desenvolvimento de fontes de energia renováveis não convencionais. A partir desse contexto observa-se a importância de políticas públicas e mecanismos de incentivos direcionados para as fontes de energia renováveis não convencionais. Para que se possa criar políticas públicas e mecanismos de incentivos eficazes é preciso conhecer os vários conceitos de energia e suas implicações para o setor energético, conforme veremos no subitem a seguir.

2.2. CONCEITOS DE ENERGIA: IMPLICAÇÕES PARA O SETOR ENERGÉTICO

O aumento da população mundial traz consigo vários desafios para a humanidade. Entre eles está o de satisfazer as necessidades atuais com os vigentes recursos naturais – escassos e caros. Além disso, a busca pela racionalização do uso desses recursos se faz necessária para que o futuro não seja comprometido.

Diante da importância da energia nas atividades humanas e os desafios para que seja empregada com o menor impacto possível, a adoção de uma política energética tornou-se indispensável para diversos países. O tema ganhou espaço e hoje versa sobre a importância de um sistema de gestão energética, não só pela redução dos impactos ambientais, mas também pela possível redução de custos envolvidos.

A energia é fundamental para o desenvolvimento humano, e, diante da possibilidade de esgotamento das matrizes energéticas convencionais e do grave desequilíbrio ambiental, cresce a conscientização da sociedade na busca de fontes renováveis de produção de energia.

A energia renovável, de acordo com Campos e Moraes (2012, p. 9) “... é resultante de um fluxo contínuo, estoque repostado. Dependendo da forma de utilização pode ser considerada infinita”.

No Quadro 8, temos as definições e conceitos de energia.

Quadro 8 – Definições de energia

| Definições de Energia | |
|--|--|
| Energia primária | Produtos energéticos providos pela natureza na sua forma direta, como petróleo, gás natural, carvão mineral, resíduos vegetais e animais, energia solar, eólica, entre outros. |
| Energia secundária | Produtos energéticos resultantes dos diferentes centros de transformação que têm como destino os diversos setores de consumo e eventualmente outro centro de transformação. Assim observa-se que a produção de energia secundária é toda proveniente da transformação de outras formas de energia. |
| Energia convencional ou não alternativa | Energia utilizada pela sociedade, dentro de uma estrutura técnica e econômica inserida em um determinado sistema econômico (local, regional, continental ou mundial). |
| Energia alternativa | Produto obtido através de fontes não convencionais de energia. Um entrave encontrado no uso desta energia é a tecnologia utilizada na sua produção, pois geralmente se encontra em estágio de desenvolvimento e seu custo pode ser muito superior ao das energias convencionais. |
| Energia não renovável | Energia apresentada em quantidade restrita. Verificam-se como exemplo os combustíveis fósseis que, dependendo da forma e velocidade de sua extração, se esgotarão no futuro. |
| Energia renovável | Proveniente de recursos naturais com capacidade de se renovarem, ou seja, praticamente inesgotáveis, pois estão em constante processo de regeneração. Essas fontes naturais tornam-se importantes devido à enorme quantidade energética que têm e à possibilidade de se regenerarem através de meios naturais. |

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados de Empresa de Pesquisa Energética (2017, p. 205) e Campos (2016).

A partir do Quadro 8, pode-se observar como são variados os conceitos e definições de energia. Estes iniciam com o conceito de energia primária, que de acordo com o Balanço Energético Nacional – BEN, de 2017, abrange os produtos energéticos “[...]”

providos pela natureza na sua forma direta, como petróleo, gás natural, carvão mineral, resíduos vegetais e animais, energia solar, eólica etc.” enquanto a energia secundária abarca os produtos energéticos “[...] resultantes dos diferentes centros de transformação que têm como destino os diversos setores de consumo e, eventualmente, outro centro de transformação” (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2017, p. 205). Assim, observa-se que a produção de energia secundária é toda proveniente da transformação de outras formas de energia, como se pode observar na Figura 7.

“O BEN foi elaborado segundo metodologia que propõe uma estrutura energética, suficientemente geral, de forma a permitir a obtenção de adequada configuração das variáveis físicas próprias do setor energético” (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, p. 203, 2018). A matriz balanço energético, resumo da metodologia, demonstra o balanço das diferentes fases do processo energético (Figura 7).

Figura 7 – Estrutura geral do balanço energético nacional



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2018a).

Conforme se observa na Figura 7, a estrutura geral do balanço é composta por quatro partes: energia primária, transformação, energia secundária e consumo final.

Conforme a política energética do Chile, o conceito de energia primária é a energia encontrada na natureza antes de ser submetida a processos de transformação. Isto é encontrado em carvão, petróleo, gás natural, radiação solar, represada ou em

movimento, marés, vento, urânio, calor armazenado na terra (energia geotérmica) (CHILE, 2015a). Enquanto a energia secundária refere-se aos produtos resultantes do desenvolvimento de recursos energéticos naturais (primários) ou certos casos de outra fonte de energia já desenvolvida (CHILE, 2015a).

Acerca das fontes de energia convencionais ou não alternativas, Campos (2016, p. 20) afirma: “[...] são as utilizadas pela sociedade, dentro de uma estrutura técnica e econômica inseridas em um determinado sistema econômico (local, regional, continental ou mundial).”

A energia alternativa, por sua vez, é obtida por meio de fontes não convencionais de energia. Um entrave encontrado no uso dessa energia é a tecnologia utilizada para produzi-la, pois geralmente se encontra em estágio de desenvolvimento e seu custo pode ser muito superior ao das energias convencionais (CAMPOS, 2016).

A energia não renovável é aquela que se apresenta em quantidade restrita. Como exemplo citam-se os combustíveis fósseis que, dependendo da forma e velocidade de sua extração, podem esgotar-se no futuro (CAMPOS, 2016).

Nos últimos anos, as mudanças climáticas e as ameaças do aquecimento global vêm desafiando a comunidade científica no que diz respeito ao desenvolvimento constante de fontes de energia renováveis e tecnologias para sua aplicação, com o objetivo de reduzir o consumo de energias não renováveis.

Os sistemas de energia renovável incluem o poder da radiação solar, do vento, da biomassa, dos rios (hidrelétrica), das ondas oceânicas, das marés, o calor geotérmico e outros recursos contínuos. Todos esses sistemas estão incluídos numa definição geral: energia renovável é a obtida a partir de fluxos de energia naturalmente repetitivos e persistentes que ocorrem no ambiente local. Porém deve-se observar que, dependendo da forma e velocidade da extração, um recurso renovável pode tornar-se escasso ou mesmo indisponível (TWIDELL; WEIR, 2015; CAMPOS, 2016).

Conforme a política energética do Chile, energias renováveis são aquelas energias que vêm de recursos naturais que não estão esgotados e que podem ser utilizados permanentemente. As energias renováveis são consideradas solares, eólicas, geotérmicas, hidráulica, biomassa e maré, entre outros (CHILE, 2015a).

Depois de apresentados os diferentes tipos de energia utilizados pelo homem para a produção de energia elétrica, no subitem a seguir será explanado sobre a energia elétrica mundial, a energia elétrica na América do Sul e nos dois países foco deste estudo: Brasil e Chile.

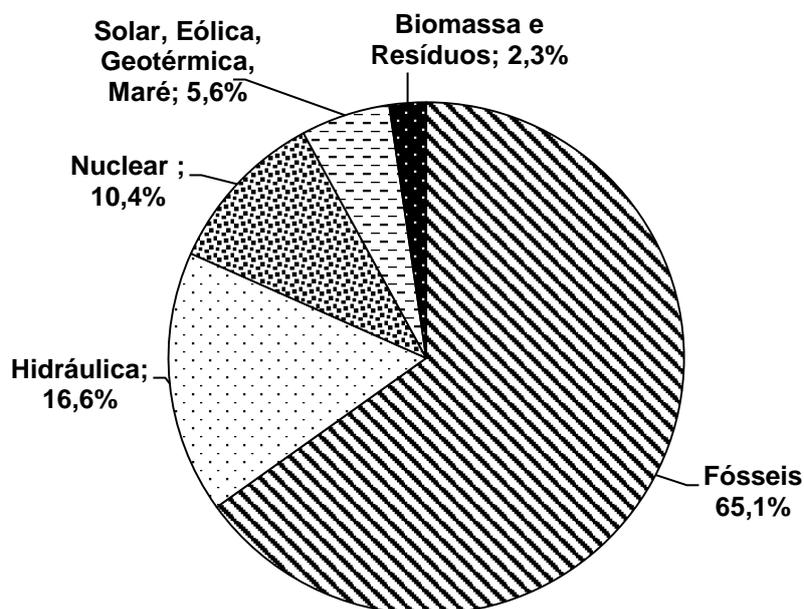
2.3. ENERGIA ELÉTRICA: MUNDO, AMÉRICA DO SUL, BRASIL E CHILE

A geração de energia elétrica mundial se transformou muito nas últimas décadas. O carvão continua a ser o insumo mais aproveitado na geração de eletricidade mundialmente. Porém, houve mudanças significativas no que diz respeito a outras fontes de energia, com a proposição de políticas de incentivo ao uso de fontes de energia renováveis para obtê-la. O uso do petróleo para a geração de energia elétrica declinou após o final da década de 1970, quando o aumento acentuado do preço desse recurso e as sucessivas crises daí decorrentes incentivaram os produtores a buscarem outras fontes. Outro ponto decisivo para a busca de outras fontes foi a queda da geração nuclear posterior ao acidente na estação de Chernobyl, em 1986 (NOGUEIRA, 2011).

Em nível mundial, a partir do início dos anos 2000, ocorreu uma preocupação maior com as consequências ambientais provocadas pela emissão de gases do efeito estufa. De acordo com Nogueira (2011), o uso de fontes de energia renováveis não convencionais tem sido motivado não somente por questões ambientais, mas também pela importância de diversificação das opções de suprimento, pela segurança do fornecimento e pela diminuição dos riscos de acréscimo excessivo dos preços de combustíveis fósseis.

No Gráfico 1, é possível verificar a oferta de energia elétrica mundial por fonte no ano de 2016, com participação de fontes renováveis não convencionais, como a eólica e a solar.

Gráfico 1 – Oferta de energia elétrica mundial por fonte – 2016



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados da *International Energy Agency* (2018a).

Percebe-se no Gráfico 1 que a geração de energia elétrica por fontes fósseis ainda é muito utilizada. A segunda fonte mais explorada no mundo é a hidráulica. Esta fonte é renovável, porém é convencional e ainda apresenta muitos problemas em seu emprego. Segundo Inatomi e Udaeta (2005), os impactos da geração de energia hidrelétrica são advindos da necessidade da construção de barragens, que podem causar impactos ambientais na hidrologia, clima, erosão e assoreamento, sismologia, flora e alteração da paisagem. Além disso, na fauna, ela provoca perda da biodiversidade e implica em resgate e realocação de animais e pessoas (LEITE, 2005; INATOMI; UDAETA, 2005).

Na geração de energia elétrica, as usinas hidrelétricas danificam o meio ambiente pelo fato de as represas afetarem o fluxo dos rios, inundarem imensas áreas de matas, destruírem inúmeras espécies vegetais, prejudicarem a fauna, interferirem na ocupação humana, na hidrologia, no clima, causarem erosão e assoreamento, impactarem a flora acarretando perda de biodiversidade, concentração de matéria orgânica com a consequente diminuição do oxigênio, produção de gás sulfídrico e metano, provocando odores e elevação do carbono na atmosfera. Na fauna, essas represas também ocasionam perda da biodiversidade, implicando o resgate e a realocação de animais (LEITE, 2005; INATOMI; UDAETA, 2005; URBANETZ JUNIOR, 2010).

Apesar desse cenário, verifica-se em alguns países que investir na expansão de fontes de energia renováveis não convencionais ainda é uma questão facultativa.

Os Estados-Membros da União Europeia planejam ajustes orçamentais significativos, com consequências importantes para a escassez de fundos públicos para a indústria de energias renováveis não convencionais. No âmbito privado, verifica-se o aumento da percepção de risco associado a mudanças nas políticas governamentais para a implantação de energia renovável, bem como o acesso mais restritivo a empréstimos privados (CORSATEA; GIACCARIA; ARÁNTGUI, 2014). Ou seja, sempre que a economia entra em crise, ocorrem cortes orçamentários nos investimentos em fontes renováveis não convencionais.

Os recursos energéticos renováveis ganham ainda mais relevância quando se avalia o dano ambiental decorrente da utilização progressiva de fontes de energia não renováveis.

Atualmente, a necessidade de energia vem aumentando diariamente com o crescimento populacional e os avanços da tecnologia. Um exemplo de uma fonte que vem conquistando avanços tecnológicos significativos é a energia eólica. A utilização de energia eólica para geração de energia elétrica deve a sua evolução às políticas voltadas para as fontes de energia renováveis não convencionais no contexto sustentável. A indústria nesse setor obteve uma evolução rápida. Atualmente, os fabricantes de partes e peças dessa tecnologia constituem um mercado competitivo em todo o mundo (LOPES, 2012).

Observa-se que a fonte eólica se tem desenvolvido rapidamente, porém estudiosos afirmam que o potencial da energia eólica permanece pouco explorado no mundo, especialmente nos países em desenvolvimento. Nesses países, a falta de conhecimentos detalhados na prospecção e análise dos locais de vento torna-se o principal obstáculo ao desenvolvimento dessa energia (ABBES; BELHADJ, 2014).

Dentre os países europeus, a Alemanha destaca-se na produção e uso de fontes renováveis não convencionais. Em 2015, o país era responsável por um terço da capacidade instalada de energia solar no mundo (WORLD WIDE FUND FOR NATURE – BRASIL, 2015). Em 2012, a energia solar já fornecia 5,3% da eletricidade do país. Desse percentual, 80% eram de sistemas instalados em edifícios residenciais

(RICHTER, 2013). Esse crescimento se deu de forma regulamentada pelo governo alemão e foi baseado em um sistema de FIT¹³, que intensificou significativamente a produção de energia solar no país (KARAKAYA; HIDALGO; NUUR, 2015).

No que se refere à energia derivada da biomassa, de acordo com dados da *World Bioenergy Association* (2015), entre 2000 e 2012, a geração elétrica cresceu 140% no mundo, chegando a 439 *terawatts* hora (TWh). Nos anos de 2014 e 2015, segundo dados do relatório *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century* (2016), a geração através da biomassa foi de 429TWh e 464TWh, respectivamente.

Tem sido objeto de estudos o uso de biomassa para a geração de eletricidade em países tanto desenvolvidos como em desenvolvimento. Entre outras razões, estão a busca de fontes mais competitivas de geração e a necessidade de redução da emissão de dióxido de carbono. Do ponto de vista técnico-econômico, um dos principais problemas decorrentes do uso da biomassa na geração de energia são os custos relativamente altos de produção e transporte. De um modo mais genérico, incluindo aspectos socioambientais, verifica-se a necessidade de maior gerenciamento do uso do solo. Esses problemas tendem a ser contornados, em médio e longo prazo, por meio do desenvolvimento e aperfeiçoamento de novas e eficientes tecnologias de conversão energética da biomassa (CORTEZ; BAJAY; BRAUNBECK, 1999) e dos incentivos estabelecidos pelas políticas do setor elétrico.

A oferta de energia elétrica mundial se diferencia de país para país. Há países em que predominam as fontes energéticas fósseis, como, por exemplo, os países da região do Golfo Pérsico. De outro lado, existem países, mesmo que subdesenvolvidos, com matrizes quase totalmente renováveis.¹⁴

Em alguns países, como o caso dos Estados Unidos e da China, salientam-se os investimentos realizados em energia eólica *offshore*, que contribuíram para gerar, até o final de 2015, o total de 1,5 *gigawatt* (GW) (RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY, 2016). Demonstrando que é uma tendência

¹³ As FITs consistem em incentivos baseados no preço de produção de eletricidade a partir de fontes renováveis. As distribuidoras de energia são obrigadas a comprar toda a energia dessas fontes a preços prefixados (WORLD WIDE FUND FOR NATURE – BRASIL, 2015).

¹⁴ Neste cenário, destaca-se Moçambique, um país com baixo grau de desenvolvimento, porém com 87,4% da sua matriz energética constituídos por fontes renováveis. Em sua matriz elétrica, as fontes renováveis correspondem a 91,2% (BRASIL, 2016a).

mundial a busca por fontes de energia renováveis não convencionais, assim como a fonte eólica a fonte solar também tem alcançado crescimento.

A energia solar desponta como uma fonte promissora para o futuro. Uma motivação para investimento em energia solar em todo o mundo é o custo total de um sistema de energia solar de utilidade totalmente instalada (inclinação fixa), que, em 2016, equivalia a \$1,5 por watt (URREJOLA et al., 2016).

A América do Sul se difere das demais regiões pela importante participação hidrelétrica, pelas altas taxas de aumento na demanda de eletricidade e pela significativa necessidade de investimentos privados no setor elétrico (NOGUEIRA, 2011).

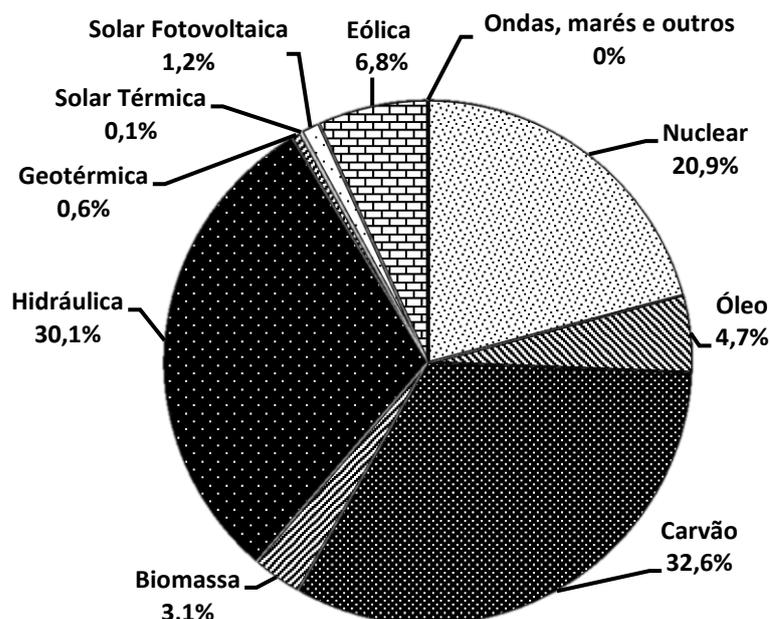
A região dispõe de uma grande variedade de recursos de fontes de energia renováveis convencionais e não convencionais, apresentando um expressivo potencial hidráulico ainda a ser explorado, além de reservas de petróleo e gás natural. Porém, alguns países também dependem de energia elétrica importada de outros¹⁵. Sabe-se que existe ainda um enorme potencial de aproveitamento de fontes não convencionais, conforme será tratado no próximo item.

Historicamente, os recursos renováveis para a geração de energia elétrica na América do Sul¹⁶ eram provenientes da energia hidrelétrica, que é renovável e convencional, mas que apresenta muitos problemas em seu emprego (Gráfico 2).

¹⁵ Porém conforme Fraga, Vianna e Araújo (2014), a integração da América do Sul do ponto de vista energético, pode ser considerada baixa.

¹⁶ De acordo com Brasil (2016b), em 2015, a geração de energia elétrica da América do Sul abrangeu 1.157TWh. As fontes renováveis da América do Sul têm participação significativa de 65,8% (em relação ao mundo) na geração de energia elétrica e superam, em muito, os 23,8% de participação de fontes renováveis na matriz mundial de eletricidade.

Gráfico 2 – Oferta de energia elétrica na América do Sul – 2016 (%)



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados da *International Energy Agency* (2018a).

Na Tabela 1, constata-se a geração interna de eletricidade em países selecionados da América do Sul, por fonte, salientando-se a importância da hidroeletricidade. Nota-se, também, a relevância da geração elétrica brasileira em relação à das demais nações sul-americanas. Nesse contexto, em 2015 o Brasil aparece como o maior gerador de energia elétrica, com 581TWh e 74% de energia renovável. O Chile, por sua vez, apresenta 43% da geração interna de energia elétrica proveniente de fontes renováveis, sendo 31% de geração hidráulica e 57% de fósseis.

Tabela 1 – Países selecionados da América do Sul: geração interna de eletricidade por fonte – 2015

| País | Carvão Mineral | Petróleo | Gás Natural | Nuclear | Hidráulica | Outras (*) | Renováveis | Fósseis |
|------------------|----------------|----------|-------------|---------|------------|------------|------------|---------|
| Argentina | 3% | 14% | 47% | 5% | 29% | 3% | 32% | 63% |
| Bolívia | 0 | 2% | 73% | 0 | 24% | 2% | 26% | 74% |
| Brasil | 3% | 4% | 14% | 3% | 62% | 14% | 74% | 23% |
| Chile | 34% | 6% | 17% | 0 | 31% | 12% | 43% | 57% |
| Colômbia | 12% | 0 | 17% | 0 | 68% | 3% | 71% | 29% |
| Equador | 0 | 35% | 12% | 0 | 51% | 2% | 53% | 47% |
| Paraguai | 0 | 0 | 0 | 0 | 100% | 0 | 100% | 0 |
| Peru | 1% | 1% | 46% | 0 | 49% | 4% | 52% | 48% |
| Uruguai | 0 | 9% | 0 | 0 | 73% | 18% | 91% | 9% |
| Total AS | 5% | 7% | 20% | 2% | 58% | 9% | 66% | 32% |

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados de Brasil (2016b).

Nota: (*). Inclui biomassa, biogás, eólica, solar e gases industriais.

Apesar do importante percentual de fontes renováveis na geração de energia elétrica na América do Sul, para que se crie um ambiente favorável ao uso de fontes de energia renováveis não convencionais é necessário agregar investimentos em tecnologia, além de políticas públicas direcionadas ao setor e incentivos por parte dos governos.

2.3.1. Energias renováveis no mundo e na América do Sul

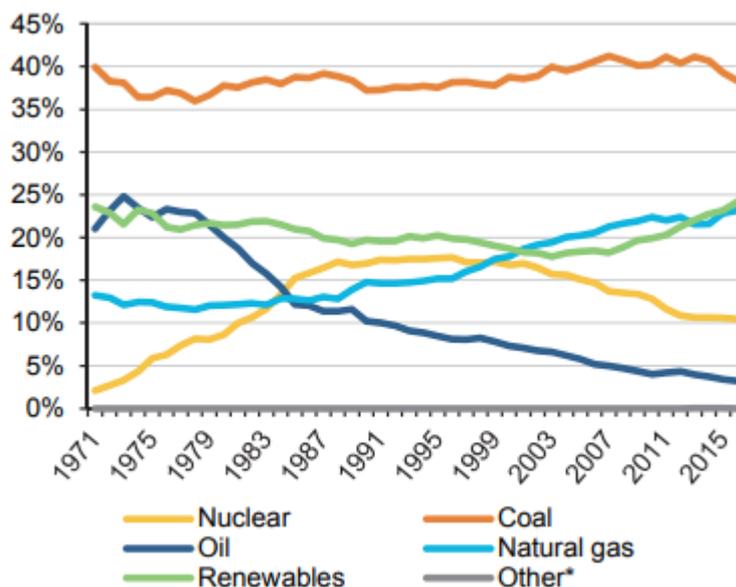
A energia elétrica é fundamental na execução de tarefas cotidianas em sua totalidade. Portanto, sua geração a partir de fontes renováveis se mostra de suma importância para suprir a necessidade da sociedade sem agredir em demasia ao meio ambiente. Entre as formas de geração de energia elétrica consideradas fontes renováveis não convencionais, está a energia solar, a energia eólica, a energia de biomassa¹⁷, a energia das ondas e das marés e as centrais hidrelétricas com uma capacidade instalada menor ou igual a 20 *megawatt* (MW), entre outras (MUNOZ; PUMARINO; SALAS, 2017).

Conforme *International Energy Agency* (2018b), embora ainda dominante, a geração a partir de carvão vem diminuindo nos últimos três anos, atingindo 38,4% da eletricidade produzida globalmente em 2016. A geração de gás natural cresceu lentamente até atingir 23,2% em 2016. As energias renováveis (24,2% em 2016) que inicialmente eram em sua maioria representadas por hidrelétricas, cresceu recentemente devido ao desenvolvimento das fontes eólica e solar.

No Gráfico 3, pode-se observar a evolução da geração mundial de energia elétrica por fonte. Destaca-se o crescimento da geração a gás natural, a diminuição da geração a partir dos derivados do petróleo e a manutenção da geração a carvão com uma leve queda em 2015.

¹⁷ Em alguns países estas fontes podem ser convencionais, como, por exemplo, a biomassa de cana-de-açúcar no Brasil.

Gráfico 3 – Evolução da geração mundial de energia elétrica por fonte – 1971-2016



Fonte: *International Energy Agency* (2018b).

Nota: *Outros incluem resíduos não renováveis e fonte de energia não renovável.

De acordo com a *International Energy Agency* (2018a) entre 1974 e 2016, a produção mundial bruta de eletricidade aumentou de 6.298TWh para 25.082TWh, um crescimento médio anual de 3,3%. Em 2016, a produção foi 2,9% maior que em 2015.

No cenário mundial, no que se refere às fontes de energia renováveis não convencionais, estudos (Quadro 9) constatam que também há complementaridade entre fontes de energia renováveis não convencionais e a hidroeletricidade, como, por exemplo, hidroeletricidade/vento, biomassa/hidroeletricidade e gás natural/hidroeletricidade.¹⁸

Assim como indicado no Quadro 9, verifica-se que em vários países do mundo que a energia hidráulica é de grande importância para a geração de energia elétrica por fontes renováveis intermitentes. A complementaridade aumenta a participação de fontes de energia renováveis não convencionais na matriz de energia elétrica.

¹⁸ Um exemplo desta complementaridade é aplicado no Brasil: a geração termelétrica a gás natural apresenta características técnicas e econômicas atuais que a favorecem como tecnologia de complementação à geração renovável intermitente. Além de oferecer flexibilidade operativa ao Sistema Interligado Nacional, tem sido apontada como uma tecnologia adequada para ser acionada nos períodos de indisponibilidade da geração da energia eólica e solar. No Brasil, as térmicas a gás natural servem ainda de complementação à geração predominantemente hidrelétrica, tendo um papel importante no planejamento da expansão energética de longo prazo. A geração de eletricidade a partir do gás natural apresenta, ainda, menor emissão de gases do efeito estufa (CAMPOS et al., 2017; INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2012; TOLMASQUIM, 2016b).

Quadro 9 – Estudos que constataam a ocorrência de complementaridade entre fontes intermitentes e outras fontes

| Estudo | Orgão/ autor publicado |
|--|---|
| <p>O estudo foi realizado na América do Sul, os autores concluíram que a região é propícia para a complementaridade pela fonte intermitente solar.</p> | <p>On the spatial decorrelation of stochastic solar resource variability at long timescales (PEREZ E FTHENAKIS, 2015).</p> |
| <p>O estudo também foi realizado na América do Sul. Concluiu-se que para se pensar em uma melhor interação entre os subsistemas, compartilhando recursos de reserva e desfrutando da complementaridade entre fontes de diferentes regiões, é importante ter em mente que o transporte de energia é essencial. No caso da transmissão deve-se dispor de regulamentações e tecnologias adequadas para um melhor controle e aumento da eficiência da transmissão.</p> | <p>Principais mecanismos de viabilização das fontes intermitentes no sistema elétrico latino-americano: medidas operacionais e geração flexível (TOMALSQUIM, 2017).</p> |
| <p>O estudo informa que existem várias oportunidades no setor elétrico com o uso de fontes intermitentes para complementaridade de outras fontes. Por exemplo, as fontes intermitentes solar e eólica possuem perfis complementares de produção. O estudo conclui que os efeitos da incerteza das previsões também são reduzidos com a complementaridade. Ambos esses fatores podem ter um impacto importante na flexibilidade do sistema elétrico.</p> | <p>Harnessing variable renewables: A guide to the balancing challenge (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2011b).</p> |
| <p>O estudo conclui que hidrelétricas e fontes renováveis intermitentes são altamente complementares. De um modo geral, os recursos intermitentes podem interagir da seguinte forma: flexibilidade operativa e complementaridade.</p> | <p>The power of transformation: Wind, sun and the economics of flexible power systems (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2014).</p> |

Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme informa a *World Bioenergy Association* (2017), em 2014 a geração de energia elétrica mundial por fontes de energia renováveis chegou a 5.469TWh. Em 2017, a geração de energia elétrica mundial por fontes de energia renováveis chegou a 6.211,4TWh (Tabela 2).

Observa-se, na Tabela 2, o crescimento na geração de energia elétrica através de fontes de energia renováveis não convencionais ao longo dos anos. Dentre as fontes renováveis, as que mais se destacam no mundo, no período de 2000 a 2017, são as fontes de energia renováveis não convencionais. Ocorreu um crescimento médio de 11,6% de 2000 a 2017 na geração de energia elétrica mundial por fontes renováveis.

Tabela 2 – Geração de energia elétrica mundial por fontes renováveis – 2000 a 2017 (TWh)

| Ano/ Fonte | Hidráulica | Biomassa | Eólica | Geotérmica | Solar Fotovoltaica | Solar Térmica | Ondas, Marés e outros | Total |
|---------------|------------|----------|--------|------------|-----------------------|------------------|-----------------------------|---------|
| 2000 | 2.700 | 164 | 31,3 | 52,0 | 1,03 | 0,53 | 0,55 | 2949,41 |
| 2005 | 3.019 | 223 | 104 | 58,3 | 4,04 | 0,60 | 0,52 | 3409,46 |
| 2010 | 3.531 | 367 | 341 | 68,1 | 32,4 | 1,65 | 0,51 | 4341,66 |
| 2014 | 3.983 | 493 | 717 | 77,4 | 190 | 8,49 | 1,00 | 5469,89 |
| 2016 | 4036.1 | | | | 1844.6 | | | 5880,70 |
| 2017 | 4059.9 | | | | 2151.5 | | | 6211,40 |

Fonte: *World Bioenergy Association* (2017); *British Petroleum Global* (2018).

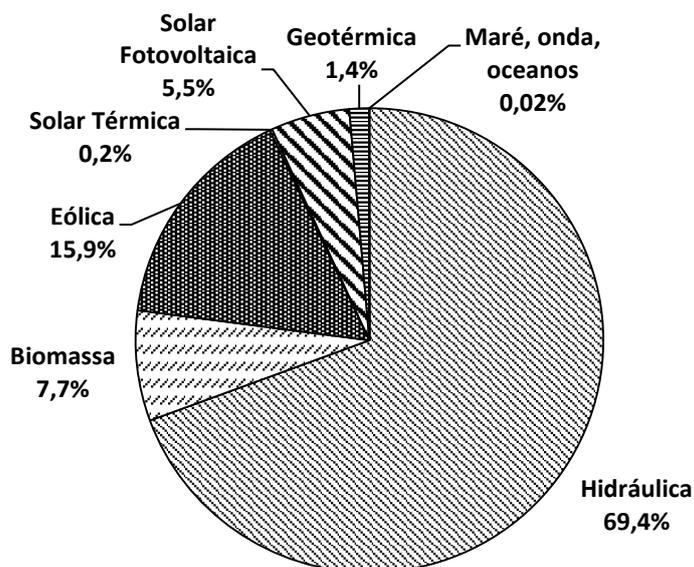
Nota: Para os anos de 2016 e 2017, os órgãos disponibilizaram apenas os valores totais de fontes de energia renovável não convencional mundial.

No que tange às formas de geração elétrica, a partir de fontes de energia renováveis não convencionais, a energia fotovoltaica tem destaque no cenário mundial.¹⁹ Com sistemas em operação por mais de 35 anos, ela se mostra como uma tecnologia robusta para atendimento elétrico. Entretanto, sua maior inserção no mercado é prejudicada pela falta de conhecimento tecnológico e a menor viabilidade econômico-financeira sobre fontes de energia renováveis (NEGRO; ALKEMADE; HEKKERT, 2012; KARAKAYA; SRIWANNAWIT, 2015).

No Gráfico 4, pode-se verificar a geração mundial de energia elétrica a partir de fontes renováveis. O gráfico traz o cenário de 2016, onde constata-se que dentre as fontes renováveis não convencionais, as que mais se destacam no mundo são a biomassa, a solar fotovoltaica e a eólica. A geração de energia elétrica a partir de hidroeletricidade (fonte renovável convencional), a nível mundial ainda possui maior representatividade.

¹⁹ Apesar de representar uma pequena parcela na matriz energética mundial, a geração de energia elétrica a partir da fonte solar fotovoltaica apresenta perspectivas positivas. Esta surge como alternativa de suprimento elétrico devido à rápida expansão da sua capacidade instalada nos últimos anos, juntamente com a redução de custos e o potencial técnico de aproveitamento (TOLMASQUIN, 2016a).

Gráfico 4 – Geração mundial de energia elétrica a partir de fontes renováveis – 2016 (%)



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados da *International Energy Agency* (2018a).

No ano de 2016, o mundo contou com 921GW de capacidade instalada de energias renováveis, cerca de 303GW provenientes da energia solar fotovoltaica. Dentre os países que se destacaram nesse cenário, a China liderou com 258GW de capacidade instalada, cerca de 80GW provenientes da energia solar fotovoltaica, seguida pelos Estados Unidos, a Alemanha, o Japão, a Índia e a Itália. Entre os anos de 2015 e 2016, houve um aumento de 75GW em capacidade instalada de energia solar fotovoltaica no mundo. A China foi responsável por 46% desse crescimento (RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK for the 21st CENTURY, 2017).²⁰

O desempenho dos países asiáticos, como China e Japão, deve-se ao fato de serem grandemente incentivados, a partir de Tarifas Prêmio, para a inserção da geração fotovoltaica no mundo. A prática era comumente utilizada pela Europa na última década. Entretanto, o peso desses incentivos passou a causar descontentamento na sociedade, uma vez que os custos eram repassados em suas tarifas a fim de cobrir gastos com o programa de energia fotovoltaica (TOLMASQUIN, 2016a). Observou-se, assim, que muitos países reduziram os incentivos, afetando a confiança dos investidores (DEL RÍO; MIR-ARTIGUES, 2014).

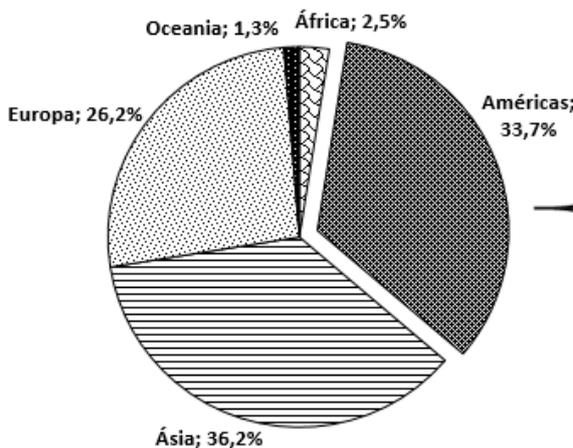
²⁰ Ressalte-se que esses valores não abarcam a energia hidráulica, cuja geração se destaca diante das demais, podendo, portanto, dissimular o desempenho de outras fontes renováveis.

Pelo fato de o uso de recursos renováveis para a geração de energia elétrica na América do Sul ser historicamente proveniente principalmente da energia hidrelétrica (Gráfico 5), a região hoje dispõe de uma das matrizes de energia mais limpas do mundo em relação à emissão de gases do efeito estufa (BATLLE, 2014).

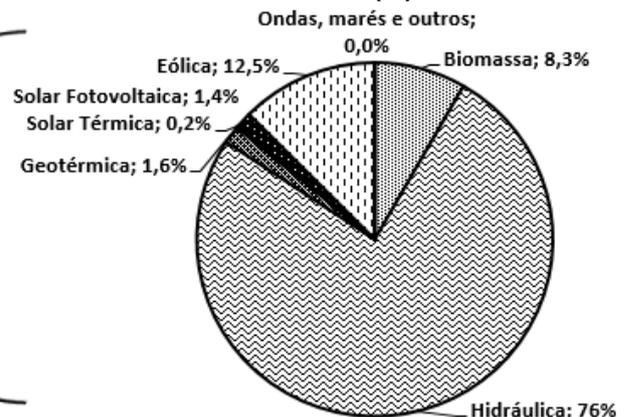
De acordo com Brasil (2016b), em 2015 a geração de energia elétrica da América do Sul abrangeu 1.157TWh. Contudo, a taxa de crescimento em relação a 2014 (Gráfico 5) foi de apenas 0,4% e essa produção representou 4,8% da oferta mundial de energia elétrica. As fontes renováveis, incluindo as convencionais e as não convencionais, alcançaram um valor de 761TWh, em 2015, na região. Em comparação com o ano de 2011, no qual a atuação da América de Sul foi de 17,2%, verifica-se que a participação de fontes renováveis na matriz energética mundial diminuiu. Isso se deu, sobretudo, devido à queda de geração hídrica no Brasil. Ainda assim, as fontes renováveis da América do Sul com presença significativa de 65,8% (72,4% em 2011) superaram, em muito, os 23,8% de participação de fontes renováveis na matriz mundial de eletricidade (BRASIL, 2016b).

Gráfico 5 – Geração de energia elétrica renovável mundial por continentes e geração de energia elétrica renovável no continente americano – 2014

Por continentes (%)



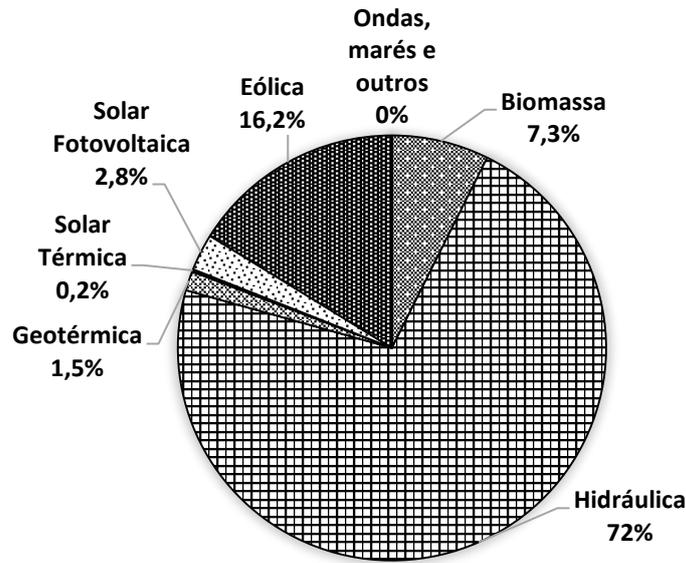
Continente americano (%)



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados da *World Bioenergy Association* (2017).

No Gráfico 6, observa-se a geração de energia elétrica na América do Sul a partir das fontes renováveis no ano de 2016. A produção de energia elétrica através da fonte hidráulica alcançou 72% em 2016. Destaca-se das demais fontes de energia renováveis não convencionais a fonte eólica com 16,2% em 2016.

Gráfico 6 – Geração de energia elétrica na América do Sul a partir de fontes renováveis – 2016 (%)



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados da *International Energy Agency* (2018a).

A América do Sul busca destacar-se na produção e capacidade de expansão de fontes renováveis não convencionais. De acordo com Batlle (2014), mecanismos e tecnologias vêm sendo desenvolvidos para que se obtenham melhorias na previsão dos recursos intermitentes, como a energia eólica e solar.

Observa-se que a inserção de outras fontes ocorreu principalmente depois que alguns países da América do Sul passaram por processos de reforma no setor elétrico (NOGUEIRA, 2011). No Chile, esses processos iniciaram-se na década de 1980, e, no Brasil, em meados da década de 1990.

De acordo com Barroso, Bezerra e Flach (2009), a reestruturação do setor elétrico dos países tinha como objetivos primordiais aumentar a eficiência do setor e assegurar os investimentos necessários para a expansão da oferta de energia, uma vez que havia uma percepção de esgotamento da capacidade do Estado de investir em infraestrutura na escala indispensável para atender ao aumento da demanda. Em muitos países, a reestruturação envolvia incentivos para a participação de agentes privados na geração, que historicamente era exercida pela administração pública.

Observa-se que houve aspectos positivos no que diz respeito às reformas, como os ganhos de eficiência nas concessionárias privadas e a transparência originada pelas

agências reguladoras, porém foram também observadas dificuldades importantes quanto à segurança de fornecimento.

Devido às dificuldades de suprimento, entre 2004 e 2008, países da região fizeram novos ajustes na estrutura regulatória do setor elétrico, buscando manter os aspectos positivos da primeira reforma (NOGUEIRA, 2011).

De forma progressiva, o Brasil vem apostando não só em estudos de políticas energéticas, como também nas suas usinas hidrelétricas. Além disso, busca o aprofundamento da geração de energia eólica, solar e biomassa e o aumento da habilidade de geração distribuída. Assim, para fazer frente ao crescimento sustentável de forma segura, econômica e com respeito à legislação ambiental, a participação das fontes renováveis não convencionais na matriz elétrica é fundamental com vistas a se obter uma energia limpa.

O Chile, por sua vez, se sobressai dos demais países sul-americanos, pois avança no incremento das fontes de energia renováveis não convencionais, como, por exemplo, as usinas solares (RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK for the 21st CENTURY, 2016). Em 2015, mais de 0,74G *gigawatts* pico (GWp) de energia solar fotovoltaica estavam em operação e cerca de 2GWp se encontravam em construção (URREJOLA et al., 2016).

2.3.1.1. Energia elétrica no Brasil e as fontes de energia renováveis não convencionais

Após a crise do abastecimento de eletricidade de 2001, iniciaram-se as discussões sobre o modelo de reestruturação adotado pelo SEB, sobretudo sobre a relevância da diversificação das fontes de energia (CAVALIERO; SILVA, 2005). Dentro dessa temática, propunha-se uma inclusão maior das fontes de energia renováveis não convencionais na matriz elétrica brasileira, que, em sua maioria, ainda é de geração por fonte hidráulica.

No sentido de diversificar a matriz elétrica brasileira, verifica-se que o Governo almejou agregar as capacidades hidrelétricas do norte do Brasil, além dos investimentos na geração de energia eólica e térmica. Porém, enquanto a geração de energia hidrelétrica pode afetar negativamente as áreas sensíveis, do ponto de vista ambiental e social, na região Amazônica, a geração de energia térmica (a gás) produz a emissão de gases do efeito estufa. Logo, avalia-se como a futura emissão de gases do efeito estufa da produção de eletricidade no Brasil pode ser minimizada através da otimização do uso das fontes de energia renováveis não convencionais (SCHMIDT; MORAIS; PEREIRA JÚNIOR, 2016).

De acordo com Prado Jr. e outros (2016), um excelente exemplo das incertezas derivadas dos projetos de grandes usinas hidrelétricas, é o projeto Belo Monte. O projeto original da usina tinha uma capacidade instalada de 14.665 MW e inundaria mais de 7000 Km². Porém, com a finalização da usina a fio d'água, observou-se uma potência instalada de 11.233 MW (fator de capacidade de apenas 43%), inundou a área de apenas 516 Km², que causa menos impactos ambientais para o rio e área circundante da barragem no curto prazo. No entanto, menos potencial de energia também significa maior necessidade de energia elétrica térmica e emissões de gases de efeito estufa, se comparados com as fontes de energias renováveis.

Em suas análises, Schmidt, Morais e Pereira Júnior (2016) observam que os reservatórios de hidroeletricidade existentes no Brasil são suficientes para equilibrar variações no fornecimento de eletricidade renovável em uma combinação ideal de cerca de 37% de energia fotovoltaica, 9% de eólica e 50% de energia hidrelétrica, lembrando que essa é uma estimativa.

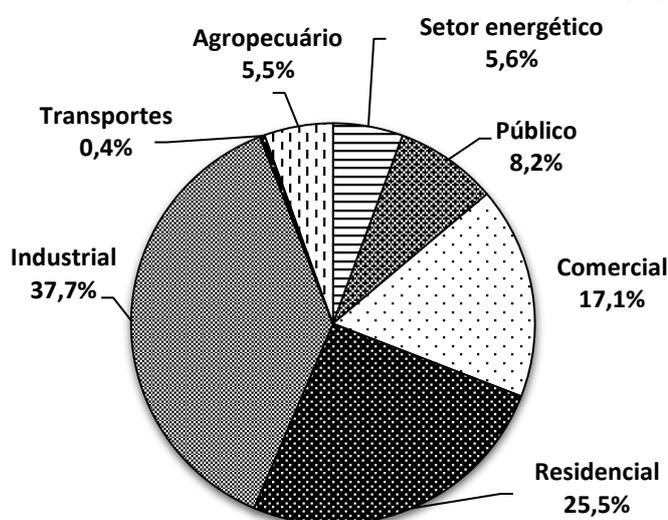
Porém, cabe salientar que, nos períodos de escassez de chuvas, as hidrelétricas a fio d'água não conseguem produzir a mesma quantidade de energia. Desse modo, o Governo acaba utilizando-se de fontes térmicas que resultam ainda em elevados custos de geração e impactos ambientais.²¹ De acordo com Andrade e Pontes (2017), tendo em vista a dependência que o Brasil tem de hidroeletricidade, nos períodos de

²¹ O principal entrave para o emprego dessa fonte diz respeito ao impacto referente à emissão de gases do efeito estufa e à inserção de tecnologia de mitigação de impactos ambientais. No Brasil, as térmicas a gás natural servem ainda de complementação à geração predominantemente hidrelétrica, tendo um papel importante no planejamento da expansão energética de longo prazo. Estas oferecem desvantagens, como o custo da energia gerada relativamente elevado, devido ao combustível muitas vezes importado e atrelado ao dólar (TOLMASQUIM, 2016b).

longas estações secas, o custo de geração de energia térmica determina o custo de geração que impulsiona o custo médio de geração de eletricidade. Esse fator faz com que os investimentos em PEEs, como também em fontes renováveis não convencionais, sejam ainda mais atraentes.

O Gráfico 7, apresenta o consumo de eletricidade por setor. Percebe-se que os setores industrial, residencial e comercial respondem por mais de 80% da energia elétrica consumida no país em 2017.

Gráfico 7 – Participação setorial no consumo de eletricidade em 2017 (%)

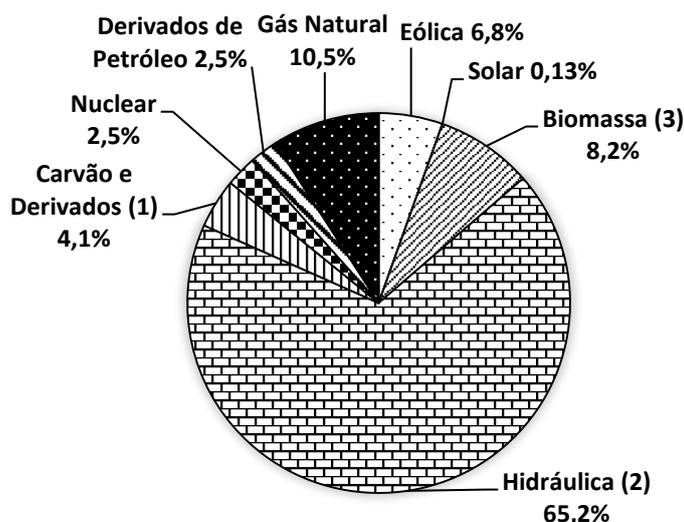


Fonte: Elaborado pela autora com base em dados da Empresa de Pesquisa Energética (2018a).

Observa-se que no consumo final de eletricidade, houve um crescimento de 0,9%, com ênfase para o setor agropecuário, que exibiu um aumento de 1,7% em relação ao ano de 2016 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2018a).

O Brasil dispõe de uma matriz elétrica de origem principalmente renovável, com destaque para as fontes de energia renováveis não convencionais, como a eólica, com 6,8% da oferta interna, e a biomassa, que contempla 8,2%, incluindo lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações. A energia solar ainda tem pouca representatividade na matriz elétrica, com apenas 0,13% em 2017 (Gráfico 8).

Gráfico 8 – Oferta interna de energia elétrica por fonte no Brasil – 2017



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados da Empresa de Pesquisa Energética (2018a).

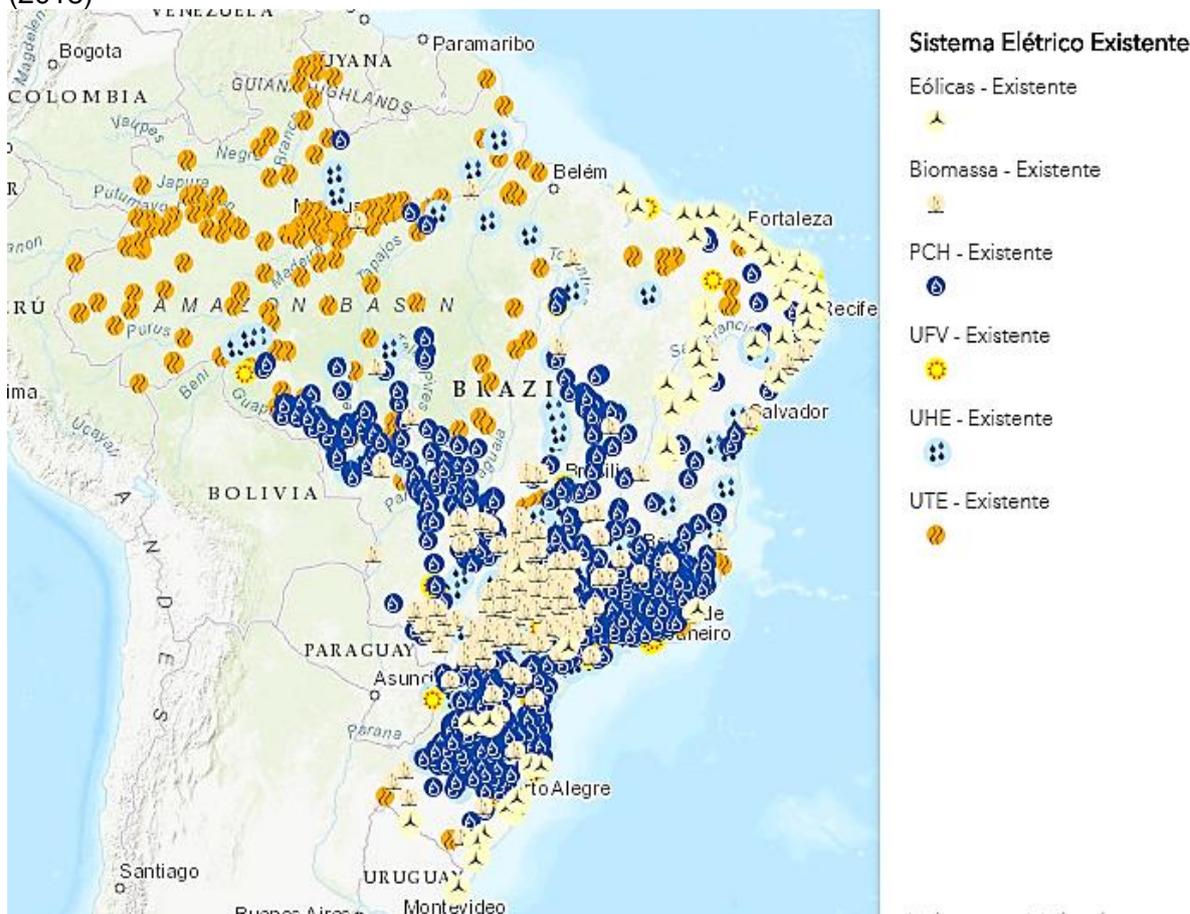
Nota: 1 - Inclui gás de coqueria. 2 - Inclui importação de eletricidade. 3 - Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações.

Conforme mostra o Gráfico 8, as fontes de energia renováveis não convencionais equivalem a 15,13% da oferta interna de eletricidade no Brasil em 2017.

Na matriz elétrica brasileira, 80,4% da geração de energia elétrica provêm de fontes renováveis, principalmente da energia hidráulica (65,2%). Nesse contexto, a energia solar fotovoltaica representa muito pouco se comparada às demais fontes de energia renováveis não convencionais. Em 2015, foram gerados 59 *gigawatt* hora (GWh) de energia solar fotovoltaica e, no ano seguinte, 85GWh. Essa variação representou um crescimento de 44,7% em um ano, o que fez com que a evolução da energia solar fotovoltaica ficasse atrás apenas da eólica, que obteve crescimento de 54,9% (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2017). Dessa forma, é possível concluir que, apesar de pouco expressiva em relação a outras fontes de energia renováveis não convencionais, a energia solar fotovoltaica se encontra em expansão.

No Mapa 1, observa-se a quantidade e localização geográfica de usinas existentes em operação por fonte renovável no Brasil.

Mapa 1 – Mapa do sistema elétrico existente: localização das usinas por fonte renovável (2018)



Fonte: Adaptado de Empresa de Pesquisa Energética (2018c).

Nota: Usina Hidrelétrica – UHE; Pequena Central Hidrelétrica – PCH; Central Geradora Hidrelétrica – CGH; Central Geradora Eólicas – EOL; Usina Termoeletrica – UTE; Usina Fotovoltaica – UFV.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (2018a), durante o ano de 2017, a capacidade total instalada de geração de energia elétrica do Brasil alcançou 157.112 MW, e ocorreu um acréscimo de 6.775 MW em relação ao ano anterior. Dentro deste acréscimo, as centrais hidráulicas colaboraram com 49,5%, as centrais térmicas responderam por 28,2% da capacidade acrescentada, enquanto as usinas eólicas corresponderam a 21,3%, destaque para a energia solar fotovoltaica que atingiu com 935 MW em 2017 contra 24 MW em 2016.

Dentre as centrais térmicas apontadas acima, estão as termoeletricas a biomassa, conforme a Agência Nacional de Energia Elétrica (2015), do ponto de vista energético, a biomassa é uma fonte alternativa de energia com grande potencial de crescimento para os próximos anos. Quando analisada com base em aspectos sustentáveis²²,

²² No que se refere aos aspectos econômicos, verifica-se que ocorre vantagem no que diz respeito à utilização da biomassa, pois é energia produzida de forma descentralizada, o que implica um potencial

verifica-se que é proveniente da combustão de material orgânico produzido e acumulado em um ecossistema. Segundo Staiss e Pereira (2005), a queima desse material provoca liberação de CO₂ na atmosfera. Mas, como este composto já é previamente absorvido pelas plantas que dão origem ao combustível, o balanço da emissão de CO₂ é então considerado nulo, o que caracteriza a biomassa como uma fonte de energia limpa e renovável.

No que se refere à geração de energia elétrica, a participação da biomassa nos leilões tem aumentado devido ao fato de o preço da energia no mercado de curto prazo ter-se mantido acima do valor contratado nesses leilões. Por exemplo, a ampliação do período de geração de bioeletricidade através da cana-de-açúcar²³ ocorre além da safra, agrupando, por vezes, as palhas e pontas e até cavacos (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2015b). Em 2014, os sistemas de cogeração dos setores industrial e de serviços no Brasil que utilizaram essa fonte chegaram a gerar 590,5TWh, resultado 3,4% superior se comparado ao do ano de 2013. Além disso, em relação aos demais países, o Brasil foi o país com maior capacidade instalada dessa fonte, totalizando 15,3% (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2015). Em 2017, havia 97 usinas termelétricas com sistemas de cogeração (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2018).

Outra fonte de energia renovável não convencional que está em crescimento no País é a energia solar. No Brasil, cerca de 85 usinas fotovoltaicas estão em operação, com um total de 1.021.602kW de potência, destacando-se que existem mais 37 parques em construção (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2018).

A geração de energia elétrica por fonte eólica também está em expansão. De acordo com Pereira e outros (2013), a produção de energia eólica no Brasil aumentou de

de uso maior e mais disseminado de energia, já que representa um insumo de baixo custo para o seu produtor. Esse menor custo possibilita maior utilização de energia (durante 24 horas) nos processos em que a biomassa já era usada, bem como uma disseminação no emprego dessa energia (elétrica e térmica), quer em novos processos produtivos, quer em atividades e lazer domésticos. Já o fato de sua geração ser descentralizada elimina o gargalo da distribuição em grande escala, tornando factível o acesso à eletricidade também em regiões mais distantes das grandes linhas de distribuição de energia elétrica.

²³ Santos e outros (2016) informam que o uso da biomassa da cana-de-açúcar para produção de energia está em destaque em todo o mundo. A cana-de-açúcar é a maior cultura mais desenvolvida no mundo, e seu bagaço residual tem a característica adicional de abundância. Além do seu uso tradicional para geração de energia elétrica e térmica, no Brasil, o bagaço de cana-de-açúcar representa um potencial uso como matéria-prima para fontes de energia renováveis convencionais de energia elétrica.

22MW, em 2003, para 602MW, em 2009²⁴, devido ao Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa). No ano de 2013, um adicional de 256,4MW da fonte eólica estava em construção. Assim, verifica-se um crescimento da produção de energia eólica, que ultrapassou a geração nuclear e atingiu 21.626GWh em 2015 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2016b). Hoje o Brasil possui 510 empreendimentos em operação, totalizando 5.040.123kW de geração de energia elétrica a partir da fonte eólica (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2018).

Pieralli, Ritter e Odening (2015) afirmam que os fatores densidade do ar, velocidade e variabilidade do vento e temperatura não são controláveis. Assim, é relevante entender como a produção de energia eólica é vulnerável. As condições meteorológicas devem ser cuidadosamente inspecionadas quando da tomada de decisão sobre a localização de um parque eólico.

Sobretudo, para o desenvolvimento e disseminação da geração e consumo de fontes renováveis não convencionais, deve-se realizar primeiramente uma análise do insumo dessas fontes, para que haja um planejamento e distribuição de políticas públicas e regulamentações efetivamente direcionadas (SCHMIDT; MORAIS; PEREIRA JÚNIOR, 2016).

2.3.1.2. Energia elétrica no Chile e as fontes de energia renováveis não convencionais

Historicamente, o Chile foi dependente de importação de energia de outros países. Sua matriz elétrica era predominantemente fóssil. Segundo Pasten (2012), o consumo total de energia no Chile, em 2008, foi de 33,2GW, dos quais 71% foram provenientes de combustíveis fósseis. Adicionalmente, da energia total consumida, 64% foram oriundas de importações, principalmente de petróleo e carvão. O país dispunha de

²⁴ Pereira e outros (2013) informam que, em 2009, 71 plantas adicionais foram aprovadas como resultado da primeira rodada de licitação eólica para fornecimento de energia elétrica no Brasil. Os contratos, totalizando 1.800MW, começaram em julho de 2012, com um período de suprimento de vinte anos.

capacidade limitada de recursos energéticos e dependia principalmente da importação do petróleo para atender a maior parte das suas obrigações. O gás natural, por exemplo, é importado principalmente de Trinidad & Tobago e, em 2016, correspondeu a 72% dessas importações (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2018c) o país também depende de importação de energia da Argentina²⁵ (BATLLE, 2014). Durante a crise na Argentina, em 2007, o Chile sofreu carência no fornecimento de energia elétrica, pois era dependente de importação de energia, principalmente do gás natural (PASTEN, 2012).

Em 2012, mais de 65% da energia primária e mais de 55% da energia final do Chile baseavam-se em combustíveis fósseis e derivados de petróleo, respectivamente. No entanto, o país não produz grandes quantidades de combustíveis fósseis e derivados do petróleo, importando mais de 90% do petróleo, gás natural e carvão que utiliza bem como mais de 45% dos produtos derivados de petróleo que consome (RODRÍGUEZ-MONROY; MÁRMOL-ACITORES; NILSSON-CIFUENTES, 2018).

Diante desse cenário, percebeu-se que poderiam ocorrer problemas associados ao desgaste das relações com países fornecedores e à escassez de recursos, afetando o fornecimento de energia elétrica no país.

Num esforço para reduzir sua dependência de importação de carvão, o Chile, em 2013, iniciou o projeto de mineração de carvão, denominado *Mina Invierno*. A expectativa era que a mina produzisse mais de 5,5 milhões de toneladas de carvão nos anos vindouros (ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, 2016).

Na busca de diversificar sua matriz elétrica, em 2013, o Chile instalou 25 vezes a sua capacidade renovável intermitente. A produção de hidroeletricidade se ajustou para adaptar-se à intermitência de curto prazo (CARVALLO; HIDALGO-GONZÁLEZ; KAMMEN, 2014).

Carvalho, Hidalgo-González e Kammen (2014), afirmaram que, o carvão representou 36% da matriz elétrica chilena em 2014. Porém, dentro da política de redução da

²⁵ Em 2011, através de gasodutos, a Argentina exportou 0,12 bilhões de metros cúbicos de gás natural para o Chile (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2013).

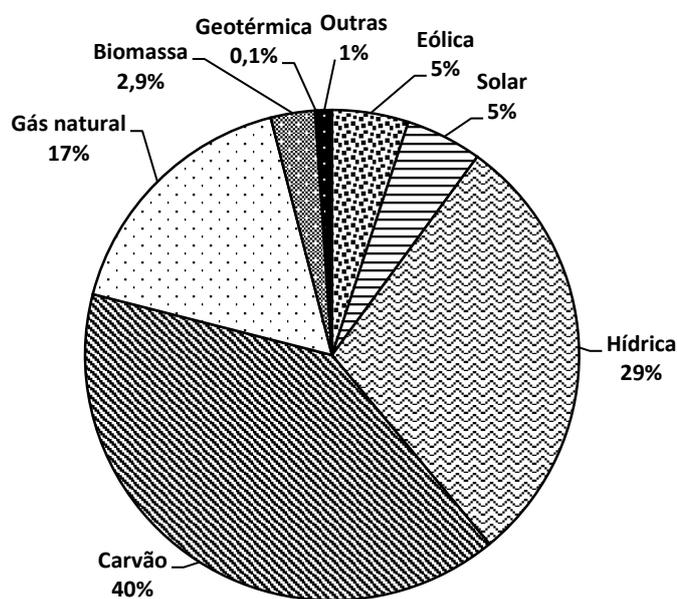
dependência de importação de fontes energéticas, o país investiu em fontes renováveis não convencionais.

De acordo com a *Energy Information Administration* (2016), o Chile dispunha, até 2015, de 19,7GW de capacidade elétrica instalada. Em 2014, aproximadamente 58% dessa capacidade eram atribuídas à geração termelétrica, 32% à hidroeletricidade e 10% a outras fontes de energia renováveis.

A principal fonte de energia geradora de eletricidade no país ainda é o carvão, que representou 40% da geração de eletricidade em 2017 (Gráfico 9). Assim como o petróleo e o gás natural, o Chile importa a maior parte do carvão que consome. Em 2014, por exemplo, as importações de carvão foram responsáveis por 90% da geração de energia elétrica no país (ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, 2016).

No Gráfico 9, verifica-se a oferta interna de energia elétrica chilena por fonte em 2017.

Gráfico 9 – Oferta interna de energia elétrica – 2017 (%)



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados da Generadoras de Chile (2018b).

Nota: Outras inclui petróleo e cogeração.

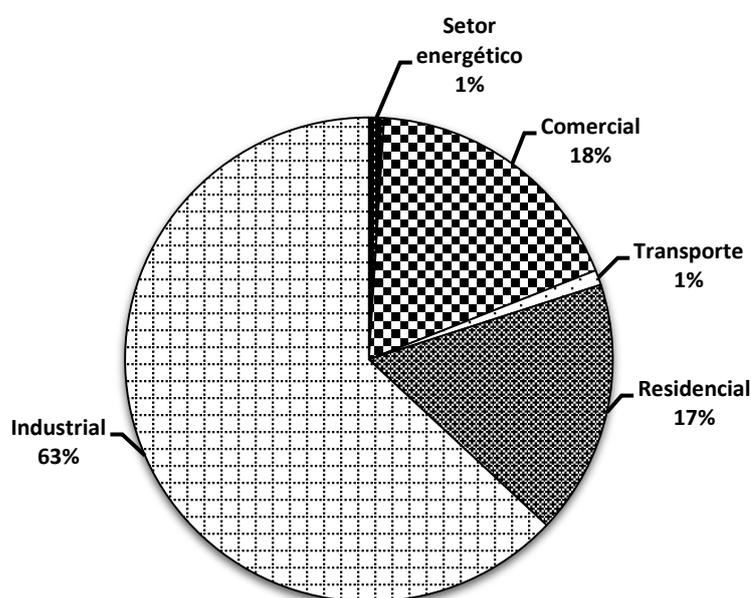
No país, a energia geotérmica desponta como o recurso mais rentável, porém a sua implementação depende da redução de juros nas taxas de financiamento e do risco da exploração dessa fonte. Por sua vez, de acordo com a projeção de Carvalho, Hidalgo-González e Kammen (2014), a energia eólica deve ser, em 2030, a maior

fonte renovável não convencional do país, com 8,5GW de oferta. Do mesmo modo, a projeção para esse mesmo ano é de que a energia solar possa alcançar até 3,6GW de oferta (CARVALLO; HIDALGO-GONZÁLEZ; KAMMEN, 2014).

De acordo com Raugei e outros (2018), o Chile ao longo da última década se tornou uma das economias que mais crescem na América do Sul, e sua população está projetada para crescer a uma taxa anual de 0,6%, atingindo mais de 20 milhões até 2035. O modelo do setor elétrico baseado em recursos não renováveis começou a mostrar seus limites, em parte devido a preocupações ambientais crescentes, e o país enfrenta agora uma série de desafios à medida que a densidade populacional aumenta e as estruturas econômicas mudam. Espera-se que a demanda de eletricidade aumente de aproximadamente 70 TWh/ano para mais de 100 TWh/ano até 2020.

No Gráfico 10 e apresentado o consumo de eletricidade por setor no Chile.

Gráfico 10 – Participação setorial no consumo de eletricidade em 2016 (%)



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados da *International Energy Agency* (2018c).

Conforme o Gráfico 10, o setor da indústria consumiu a maior parte da eletricidade, 63%. Desse total, a indústria de mineração respondeu por 37,1% (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2018c). Os setores residencial e comercial combinados representaram 35% do total do consumo. Os 2,4% restantes foram consumidos pelo setor do transporte, energia e outros.

Conforme o *International Energy Agency* (2018c), o fornecimento de eletricidade tem sido tradicionalmente dominado por três ou quatro grandes geradores e os preços subiram após a decisão da Argentina na década anterior de restringir o fornecimento de gás natural²⁶. O governo tomou medidas para aumentar a concorrência na geração de eletricidade para reduzir os custos de geração e, eventualmente, os preços do usuário final.

A capacidade de geração mais do que triplicou nos últimos 20 anos (de cerca de 6.500MW em 1997 para cerca de 23.000MW até o final de 2017). O governo prevê que a demanda por eletricidade mais que dobrará até 2050. Portanto, investimentos significativos em redes de transmissão e capacidade de geração são necessários. O Chile tem um vasto potencial inexplorado de eletricidade renovável, o que pode ajudar a limitar emissões e poluição atmosférica, e reduzir a dependência das importações (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2018c).

No Mapa 2 observa-se a localização das usinas por fonte renovável no Chile.

²⁶ Após a crise energética de 2004 na Argentina, as exportações de gás daquele país para o Chile foram rapidamente reduzidas (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2018c).

Mapa 2 – Mapa do sistema elétrico existente: localização das usinas por fonte renovável (2018)



Fonte: Adaptado de *Comisión Nacional de Energía* (2018d).

A rede de eletricidade do Chile tradicionalmente compreende quatro sistemas de energia. Os dois principais são Sistema Interligado Norte Grande (SING) e Sistema Central Interligado (SIC). Porém, o governo chileno estava empenhado em conectar as duas redes, com o intuito de diminuir custos e maximizar ganhos. Carvalho, Hidalgo-González e Kammen (2014), informavam que a integração dos dois sistemas é fundamental para maior penetração de fontes de energia renováveis não convencionais na matriz elétrica chilena.

Em novembro de 2017, o Sistema Nacional de Eletricidade foi formado. Os outros sistemas são *Aysén* e *Magallanes*, dois pequenos sistemas isolados no sul do Chile. O recém-formado Sistema Nacional de Eletricidade possuía uma rede de transmissão de cerca de 3100 km no final do ano de 2017 (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2018c).

O SIC – sistema chileno de energia principal, representa cerca de três quartos da capacidade do país e conta com um conjunto diversificado de tecnologias. Segundo a

Comisión Nacional De Energía – CNE (2018a), em novembro de 2017, o SIC tinha uma capacidade instalada de geração de 17,8 GW, dos quais 46,3% eram de combustíveis fósseis (gás natural, petróleo e carvão), 37,0% de energia hidrelétrica, energia solar fotovoltaica 7,1%, 6,8% eólica e 2,7% biomassa e biogás (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2018c).

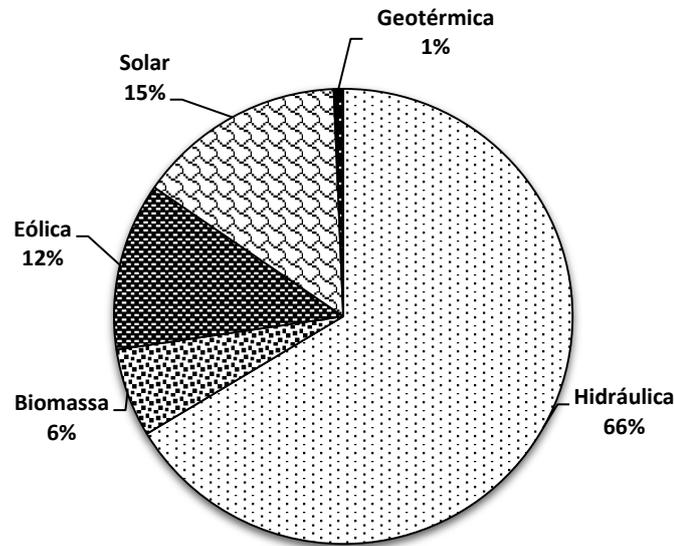
O SING – é constituído, sobretudo, de combustíveis fósseis. Em novembro de 2017, 87,6% da capacidade instalada de 5,6 GW foi de energia fóssil, 9,7% de energia solar fotovoltaica, 1,6% de energia eólica, 0,5% de energia geotérmica e 0,3% de energia hidrelétrica (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2018c).

De acordo com a *Comisión Nacional De Energía – CNE* (2018a) em novembro de 2017, o sistema nacional único de eletricidade (composto pelos SIC e SING) registrou capacidade total de geração de 23,4 GW, ou 99,2% da capacidade instalada no país (os 0,8% restantes, ou 183 MW, estão instalados em *Magallanes, Aysén, Los Lagos e Páscoa*).

O mercado de geração de energia elétrica do Chile opera dentro de um sistema em que empresas privadas mantêm o controle sobre o tipo de tecnologia utilizado, as usinas, a localização geográfica, entre outros fatores, enquanto o Estado é responsável pela regulação e fiscalização do setor. Esse mercado assegura o livre acesso à rede de transmissão (RODRÍGUEZ-MONROY; MÁRMOL-ACITORES; NILSSON-CIFUENTES, 2018).

No Gráfico 11, é possível verificar a geração bruta de fontes renováveis no Chile acumulada até setembro de 2018. Destaca-se das demais a geração de energia bruta solar.

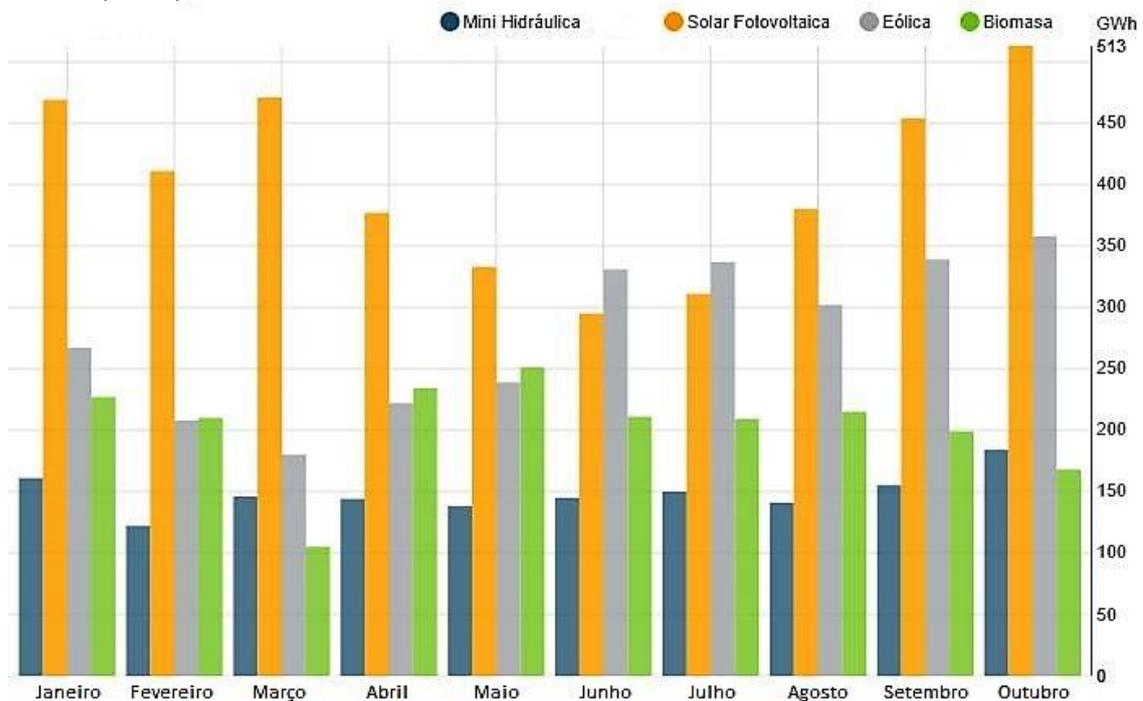
Gráfico 11 – Geração bruta de energia elétrica renovável no Chile - acumulado até setembro de 2018 (%)



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados de Generadoras de Chile (2018a).

No Gráfico 12, é possível verificar a geração bruta de fontes de energia renováveis não convencionais no Chile durante os meses de janeiro a outubro de 2018. Destaca-se das demais a geração de energia solar fotovoltaica.

Gráfico 12 – Geração bruta de energia renovável não convencional no Chile - janeiro a outubro de 2018 (GWh)



Fonte: CNE – Comisión Nacional de Energía (2018b).

* A mini hidráulica representa as usinas hidrelétricas a fio de água com capacidade instalada inferior a 20 MW.

Nota: Não considera a geração da usina geotérmica de Cerro Pabellón.

O país busca apoiar o desenvolvimento da energia solar térmica, fornecendo subsídios para aquecedores solares de água em residências. Os incentivos incluem, ainda, isenções fiscais por aquecimento solar de água em todo o país (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2015b).

De acordo com Raugei e outros (2018), as preocupações do Governo do Chile sobre a segurança no fornecimento de energia, desenvolvimento sustentável e problemas ambientais levaram a firmar compromissos para o desenvolvimento de políticas sobre mudanças climáticas e para alcançar objetivos de desenvolvimento sustentável. Verificou-se desta forma um retrato do país quanto ao setor elétrico chileno e as fontes renováveis não convencionais.

2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As políticas públicas podem ser entendidas como um conjunto de instrumentos de planejamento, execução e monitoramento de ações. No contexto das fontes renováveis não convencionais, exercem papel fundamental²⁷ como incentivadoras à produção e ao uso. Diante deste contexto e considerando a importância das fontes de energia renováveis não convencionais para o desenvolvimento energético do Brasil apresentam-se no capítulo de resultados e discussões as principais mudanças regulatórias e políticas públicas de incentivos direcionadas a tal segmento neste país.

Com base no panorama mundial, sul-americano, e dos dois países foco deste estudo, Brasil e Chile, até aqui apresentado relativo à produção de fontes de energia renováveis não convencionais, esta pesquisa propôs um estudo comparativo entre os dois países, estes se destacam nessa região por seus esforços no estabelecimento de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento das energias renováveis não convencionais, dentre outros.

Nesse sentido, no item a seguir serão abordados os resultados e discussões através de um comparativo entre Brasil e Chile. Dessa forma, será possível identificar as principais similaridades e diferenças entre esses países e identificar possíveis contribuições para o desenvolvimento das fontes de energia renováveis não convencionais nesses dois países.

²⁷ Geller e outros (2004) afirmam que as escolhas políticas podem ter um impacto significativo nas tendências energéticas, no progresso social e na qualidade ambiental em um país em desenvolvimento. São essas escolhas que determinam onde o país irá investir e quais rumos serão tomados para o seu desenvolvimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, realiza-se um comparativo entre o Brasil e o Chile, destacando-se o cenário das fontes de energia renováveis não convencionais nas matrizes de energia elétrica desses dois países, as políticas públicas direcionadas e os mecanismos de incentivo, apontando os entraves observados e os principais problemas encontrados.

Parte-se de um panorama sul-americano referente à geração de energia elétrica a partir de fontes de energia renováveis não convencionais, propondo um estudo comparativo entre os países citados, que se destacam na região por seus esforços no estabelecimento de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento dos setores eólico, solar, geotérmico (no caso específico do Chile), entre outros. Com base nisso, esta seção apresenta os principais resultados do estudo, levantando os aspectos mais importantes analisados.

As fontes de energia renováveis não convencionais ainda apresentam muitos problemas/dificuldades de inserção na matriz elétrica, entre os principais problemas enfrentados estão o custo de geração das fontes de energia renováveis não convencionais. Outra dificuldade por vezes encontrada é a intermitência dessas fontes, que será tratada a frente neste capítulo.

Pereira Júnior e outros (2013) apontam em seu estudo as oportunidades de inserção de novas fontes renováveis no sistema elétrico brasileiro. As fontes renováveis, como a energia hidrelétrica, a biomassa (*retrofit* e rural) e, mais recentemente, a energia eólica são competitivas no Brasil. Porém, a energia solar e outras fontes de energia renováveis não convencionais (Tabela 3) ainda precisam de incentivos e investimentos governamentais adicionais para permitir a expansão dessas fontes.

Na Tabela 3 pode-se verificar o custo nivelado de geração de energia elétrica a partir de fontes de energia renováveis não convencionais. A título de comparação, a tabela possui também o custo nivelado de geração elétrica através de fontes não renováveis. Assim, percebe-se que o custo de geração elétrica através do carvão, por exemplo, é baixo em relação às demais fontes.

Tabela 3 – Faixas de custo nivelado de geração elétrica obtida a partir de fontes renováveis e outras não renováveis (2017)

| Fontes energéticas | | Faixas de custo nivelado de geração elétrica | |
|-------------------------------|------------------------------|--|--------------|
| | | Inicial | Final |
| Resíduos agropecuários | Agrícola | US\$ 88 MWh | US\$ 94 MWh |
| | Florestal | US\$ 49 MWh | US\$ 89 MWh |
| | Pecuário | US\$ 25 MWh | US\$ 68 MWh |
| Demais renováveis | Hidrelétrica (pequeno porte) | US\$ 30 MWh | US\$ 40 MWh |
| | Hidrelétrica (grande porte) | US\$ 20 MWh | US\$ 30 MWh |
| | Eólica | US\$ 30 MWh | US\$ 80 MWh |
| | Solar | US\$ 200 MWh | US\$ 356 MWh |
| | Oceânica | US\$ 340 MWh | US\$ 425 MWh |
| Não renováveis | Nuclear | US\$ 50 MWh | US\$ 60 MWh |
| | Gás natural | US\$ 65 MWh | US\$ 80 MWh |
| | Carvão mineral | US\$ 29 MWh | US\$ 44 MWh |

Fonte: Tolmasquim apud Pagel (2017, p. 119).

Percebe-se que o custo da energia solar e oceânica ainda está muito alto, comparando com os demais custos informados na tabela. É preciso atrair investimentos para o entorno da geração de energia através de fontes de energia renováveis não convencionais. Há ainda necessidade de investimentos em inovação e tecnologia e a ampliação de políticas públicas direcionadas ao setor.

A presença de fontes de energia renováveis não convencionais na matriz elétrica deve-se ainda, em grande parte, ao forte apelo internacional por ações que diminuam os impactos ambientais, às questões ligadas à segurança energética, pela utilização de energias limpas para a geração de eletricidade. Observa-se, ainda, a importância destas fontes no aspecto ambiental, o uso de fontes de energia renováveis não convencionais na geração de energia elétrica contribui para a redução das emissões

de CO² pela não utilização de fontes energéticas não renováveis e, de outro modo, envolve aspectos sociais (geração de emprego, renda).

Alvarez-Herranz e outros (2017) em seu estudo analisam a relação entre crescimento econômico e poluição ambiental. Eles chegaram à conclusão que uma maior demanda por energia leva a uma maior participação de fontes fósseis na matriz energética e, portanto, aumenta as emissões de gases de efeito estufa. Este estudo também confirma o efeito positivo que o uso das fontes de energia renováveis exerce sobre a redução da poluição ambiental.

As fontes de energia renováveis não convencionais apresentam ainda benefícios referentes às externalidades positivas que causam. Tais benefícios justificam o incentivo (DUTRA, 2007). De acordo com Chaves (2006), esses benefícios podem ser tanto ambientais como sociais. Eles podem ser contabilizados dentro de dois conceitos como: custos externos evitados (por exemplo, os custos sociais de importar hidrocarbonetos) e benefícios externos criados (por exemplo, a criação de empregos na zona rural no caso da biomassa).

No geral, essas fontes são capazes de acrescentar a oferta de energia elétrica às demais, diversificar a matriz de energia (diversificação das opções de suprimento) e aumentar o grau de segurança no fornecimento de eletricidade, diminuir os riscos de acréscimo excessivo dos preços de combustíveis fósseis (redução da dependência de combustíveis fósseis, de importação e de hidroeletricidade).

É fundamental que os países com o objetivo de ampliar a participação das fontes de energia renováveis não convencionais, empreguem uma série de estímulos para o setor, entre eles as políticas públicas e os mecanismos de incentivos destinados às fontes renováveis, com a finalidade de resolver os problemas públicos concretos informados anteriormente.

Pela Tabela 4, pode-se observar as políticas regulatórias, os incentivos fiscais e o financiamento público que ocorrem em países selecionados da América do Sul, com destaque para o Brasil e o Chile.

Tabela 4 – Políticas de incentivo às fontes renováveis de energia em países selecionados da América do Sul – 2017

| Países | Políticas Regulatórias | Incentivos Fiscais e Financiamento Público |
|-----------|------------------------|--|
| Argentina | 1, 2, 3, 5 | 6, 7, 8, 9 |
| Bolívia | 1, 2, 3, 5 | 7, 8, 9 |
| Brasil | 2, 3, 5 | 6, 7, 9 |
| Chile | 2, 3, 4, 5 | 6, 7, 9 |
| Colômbia | 2 | 6, 7, 9 |
| Equador | 1, 2, 5 | 7, 9 |
| Paraguai | 4 | 7 |
| Peru | 1, 2, 3, 5 | 7, 9 |
| Uruguai | 2, 3, 5 | 7, 8, 9 |

Fonte: Adaptado de *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century* (2017, p. 130) apud (SCARPATI; CAMPOS, 2017) e *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century* (2018, p. 64 a 67).

Notas: * Não apresentou as políticas especificadas. (1) Tarifas *feed-in*. (2) Cotas. (3) *Net metering*. (4) Certificados. (5) Leilões de energia. (6) Créditos ao investimento ou à produção. (7) Redução dos impostos. (8) Pagamento pela produção de energia. (9) Investimentos, empréstimos, subsídios e descontos.

Observa-se a grande utilização, por parte dos países, dos leilões como política de incentivo. Isso se dá devido os leilões de energia de longo prazo estarem se posicionando como uma ferramenta valiosa para atrair novos investimentos em mercados de energia, especialmente nos países da América do Sul. Eles se mostram propícios devido às características das economias emergentes²⁸ e à presença de potencial para fontes de energia renováveis intermitentes (MARAMBIO; RUDNICK, 2017).

O Brasil, como outros países no mundo, continua substituindo as políticas de tarifas *feed-in* por leilões de energia renovável (RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY, 2018).

Chaves (2006) informa que existem vários tipos de mecanismos financeiros de incentivo às fontes de energia renováveis não convencionais. Os tipos mais adotados no mundo são: o custo social da energia. Este é uma variável analisada pelos impactos sobre o ecossistema, pode-se tomar o custo social como um custo para as geradoras com fontes energéticas poluidoras; o "pagamento por capacidade",

²⁸ Consideradas características de economias emergentes: crescimento forte, demanda incerta, baixa concorrência e imaturidade em certos elementos de mercado (MARAMBIO; RUDNICK, 2017).

considerando-se que as usinas que geram fontes renováveis de energia podem receber uma remuneração como recompensa do seu investimento inicial, tem-se conscientizado do impacto ambiental das energias não renováveis, os perigos da energia nuclear e a dependência de combustíveis fósseis. O mercado de energia renovável por meio de certificados comerciais que forcem os agentes compradores no mercado elétrico a comprarem uma porcentagem de energia a partir de fontes renováveis. Dessa maneira, a compra obrigatória de energia elétrica de usinas que empregam fontes de energia renováveis, possibilitando a expansão destas tecnologias.

Em contrapartida, observa-se a inserção de fontes de energia renováveis não convencionais através de complementaridade²⁹. Ocorre a necessidade de complementaridade de algumas fontes de energia renováveis não convencionais devido a intermitência dessas fontes, solar e eólica, por exemplo. A intermitência ocorre devido à inesperada variabilidade de recursos naturais, fenômenos meteorológicos, entre outros. Para alcançar uma maior penetração de fontes de energia renováveis não convencionais deve ser feito um minucioso planejamento para que ocorra a complementaridade das fontes, a fim de mitigar a intermitência das mesmas (PEREZ; FTHENAKIS, 2015). Verifica-se no Brasil que a energia hidráulica é de grande importância para a geração de energia elétrica por fontes renováveis intermitentes.

Existem, ainda, as usinas termelétricas a gás natural. As termelétricas funcionam como garantia nos períodos de escassez hidrológica, contribuindo para o suprimento de energia. Em razão das suas características técnicas e econômicas, as termelétricas a gás natural têm sido associadas à expansão das fontes renováveis intermitentes, para serem acionadas nos períodos de indisponibilidade de geração a partir dos ventos e do sol. Entretanto, oferecem desvantagens, como custo alto de geração (devido ao combustível por vezes importado e vinculado ao dólar) e eficiência mais baixa em relação à tecnologia de ciclo combinado³⁰ (aceita-se 35% de

²⁹ Estudos que constatarem que há complementaridade entre fontes de energia renováveis não convencionais e outras fontes apresentados no Quadro 9 no capítulo de revisão bibliográfica.

³⁰ As termelétricas de ciclo combinado utilizam um ciclo com turbina a gás acoplado a um ciclo com turbina a vapor. Em um ciclo combinado obtém-se maior aproveitamento da energia inicial contida no combustível (maior eficiência), devido ao acoplamento térmico entre os dois ciclos (TOLMASQUIM, 2016b).

rendimento para as turbinas a gás em ciclo simples e 55% para o ciclo combinado, de modo que a eficiência média ponderada é em torno de 42%) (TOLMASQUIM, 2016b).

No Chile, em 2013, através da flexibilidade existente prevista por plantas de gás natural, foi possível o investimento dos recursos em fontes como a eólica e a solar (CARVALLO; HIDALGO-GONZÁLEZ; KAMMEN, 2014).

Carvalho, Hidalgo-González e Kammen (2014), numa projeção que fizeram em 2014, afirmaram que, se o Chile não instalasse as usinas de carvão, os custos do sistema elétrico no país subiriam até 3%, devido à importação de combustíveis fósseis – o que não se compara com o fato de que a emissão de dióxido de carbono se reduziria pela metade, com maior consumo de carvão em detrimento de outros combustíveis fósseis.

Dessa forma, observa-se a preocupação do Chile em cumprir as metas determinadas para reduzir a utilização de fontes fósseis na produção de energia e diminuir a dependência do petróleo, do carvão e do gás natural, que ainda têm grande representatividade em sua matriz energética.

No Brasil, por sua vez, o aumento ocorrido na utilização de termelétricas de 2006 para 2017 se deu principalmente por termelétricas a biomassa, advinda do bagaço da cana-de-açúcar (aqui considerada como fonte renovável convencional, devido à utilização). Atualmente, ela é a segunda principal fonte de energia no país, vindo logo após o petróleo e derivados.

Observa-se que o Chile vem introduzindo mudanças no setor elétrico, seja através da aprovação de novos projetos de energia, seja através de regulamentos e subsídios, a fim de promover energias renováveis não convencionais e diminuir a dependência do país em relação aos combustíveis fósseis (RODRÍGUEZ-MONROY; MÁRMOL-ACITORES; NILSSON-CIFUENTES, 2018).

Verifica-se que tanto para o setor elétrico no Brasil como para o setor elétrico no Chile, ocorrem muitos entraves e barreiras para o desenvolvimento de fontes de energia renováveis não convencionais. Assim observa-se que a entrada de fontes de energia renováveis não convencionais é dificultada, por isso a importância da existência das políticas de incentivo, pois essas fontes precisam superar barreiras para adquirir maturidade no mercado energético.

3.1. POLÍTICAS DE INCENTIVO E ASPECTOS REGULATÓRIOS: FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS NÃO CONVENCIONAIS NO BRASIL

A fim de abrandar a crise de abastecimento de eletricidade em 2001, foi criada a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica – GCE. Ela é responsável por estabelecer metas de diminuição do consumo de energia elétrica, previstas no Plano de Racionamento, e procurar soluções de curto e médio prazo para estimular investimentos na geração e diversificação dos recursos energéticos do setor. O Plano de Revitalização do modelo do setor elétrico, introduzido em janeiro de 2002, trouxe, entre outras medidas, o incentivo a fontes alternativas de energia e sugeriu a alteração do sistema de financiamento dos programas baseados nessas fontes, com a finalidade de estimular o desenvolvimento de tecnologias mais competitivas e atraentes (CAVALIERO; SILVA, 2005).

Com o intuito de regular as medidas do Plano de Revitalização, foi criada a Medida Provisória n.º 14, de 21 de dezembro de 2001. Após algumas mudanças, esta Medida foi transformada na Lei n.º 10.438, de 26 de abril de 2002, que criou o Proinfa (BRASIL, 2002).

O Proinfa³¹ é um dos mais importantes programas de promoção de fontes alternativas de energia no Brasil. Visa estimular, principalmente, a geração de eletricidade a partir de fontes não convencionais de energia. Seu objetivo era aumentar a geração de eletricidade por três novas fontes de energia renováveis (eólica, PCHs e biomassa).

Em sua primeira fase, o Programa determinava que as plantas contratadas teriam que iniciar sua operação em dezembro de 2006 e previa a implantação de 3.299,40MW de capacidade instalada, com 1.191,24MW provenientes de PCHs, 1.422,92MW de usinas eólicas e 685,24MW de usinas a base de biomassa.

³¹ O Proinfa foi promulgado pela Lei n.º 10.438/2002. Posteriormente foi revisto e ajustado pela Lei n.º 10.762, de 11 de novembro de 2003, e pelo Decreto n.º 5.025, de 30 de março de 2004 (BRASIL, 2004b).

Os projetos participantes atendiam a um contrato que garantia o pagamento de energia gerada por um período de quinze anos com um valor econômico específico para cada fonte. Porém, uma das barreiras desse Programa era a falta de clareza na determinação desse valor. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) foi o mais importante financiador dos projetos eólicos brasileiros, mas até março de 2005 apenas um único projeto havia solicitado recursos ao BNDES.

A pequena demanda provocou algumas alterações nas condições de financiamento dos empréstimos do BNDES para projetos Proinfa em abril de 2005. Em função do Proinfa, empréstimos oferecidos dispunham de taxas de juros muito menores do que os disponíveis no mercado no Brasil (KISSEL; KRAUTER, 2006).

A segunda fase do Programa estabeleceu inicialmente a meta de participação de 10% para fontes de energia renováveis não convencionais (eólica, PCHs, biomassa e solar) no consumo de eletricidade do Brasil até 2022, aumentando-a também para a energia solar, que até então não fazia parte das fontes energéticas não convencionais por ele beneficiadas. A segunda fase ainda estabelecia que a produção das usinas de fontes de energia não convencionais beneficiadas pelo Proinfa seria priorizada pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).³² O Proinfa restringiu a participação a 25% dos projetos de biomassa e solar e a 50% dos projetos eólicos (DUTRA; SZKLO, 2008).

O Quadro 10 permite conhecer alguns programas desenvolvidos pelo Governo Brasileiro com o objetivo de aumentar a geração de eletricidade por meio de fontes renováveis convencionais e não convencionais.

³² O ONS é o órgão responsável pela coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no SIN e pelo planejamento da operação dos sistemas isolados do País, sob a fiscalização e regulação da Aneel (BRASIL, 2004c).

Quadro 10 – Políticas de promoção das fontes não convencionais de energia no Brasil

| Programa | Objetivo | Legislação |
|---|---|---|
| Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios (Prodeem) | Criado por Decreto Presidencial em 27 de dezembro de 1994, o Prodeem tinha o objetivo de levar energia elétrica a localidades isoladas não atendidas pela rede convencional por meio de tecnologias renováveis, tais como solar fotovoltaica, eólica, PCHs e biomassa. | Decreto de 27 de dezembro de 1994 (BRASIL, 1994). |
| Programa Emergencial de Energia Eólica (Proeólica) | No contexto do racionamento de energia que ocorreu em 2001, a Câmara de Gestão da Crise Energética criou o Proeólica. O Programa tinha como objetivo promover um modelo alternativo para o desenvolvimento econômico, social e ambiental baseado na energia eólica. | Resolução n.º 24, de 5 de julho de 2001 (BRASIL, 2001a). |
| Programa de Desenvolvimento e Comercialização de Energia Elétrica de PCHs (PCH-COM) | O PCH-COM foi um programa criado para viabilizar a implantação ou revitalização de PCHs, em que a Eletrobrás garantia a compra de energia da usina e o BNDES oferecia seu financiamento para o empreendimento. | (Eletrobrás, 2011) |
| Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) | Os principais objetivos estratégicos do Proinfa eram: 1) a diversificação da matriz energética brasileira e o aumento da segurança do abastecimento interno; 2) a criação de empregos e a formação de mão de obra; e 3) a busca pela redução da emissão de gases do efeito estufa. O objetivo específico era aumentar a participação da energia elétrica produzida a partir das fontes eólica, biomassa e PCHs no Sistema Interligado Nacional – SIN. | Foi criado em 2002 pela Lei n.º 10.438, sendo alterado diversas vezes pelas Leis n.º 10.762/2003, n.º 11.075/2004 e n.º 11.488/2007. No dia 30 de março de 2004, o Proinfa foi regulamentado pelo Decreto n.º 5.025/2004 (BRASIL, 2002; BRASIL, 2004b). |

Fonte: Elaborado pela autora.

A reformulação do modelo de comercialização de energia elétrica no SEB, estabelecida na Lei n.º 10.848, de 15 de março de 2004, resultou em consideráveis mudanças na forma como a energia elétrica era negociada no País. Uma mudança importante relativa a produção e uso de fontes de energia renováveis não convencionais ocorreu com os leilões de energia. Essa reformulação teve como principais objetivos promover a modicidade tarifária, a segurança do abastecimento e a universalização do acesso (BRASIL, 2004a). Para tanto, foram criados dois ambientes de negócios e de contratos de energia (Quadro 11): o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL).

Quadro 11 – Bases de comercialização de energia elétrica no Brasil

| Bases da comercialização de energia elétrica | O que compreende |
|--|---|
| ACR | Compreende a compra de energia elétrica por empresas distribuidoras em leilões públicos para atender aos seus consumidores cativos. |
| ACL | Compreende a compra de energia elétrica por entidades não reguladas, tais como consumidores livres e comercializadoras. |

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (2018a).

Com vistas ao aumento da participação das fontes de energia renováveis não convencionais no panorama energético nacional, o Governo Federal vem adotando uma série de incentivos, com destaque para os leilões (Tabela 5) de energia dedicados às fontes renováveis (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2015c).

Tabela 5 – Leilões específicos para fontes de energia renováveis não convencionais realizados no Brasil entre 2007 e 2015

| Tipo de leilão – ano | Projetos autorizados (unidades - MW) | MW leiloados – % do total oferecido |
|--|---|-------------------------------------|
| Leilão de Energia de Reserva – 2015 | A energia solar fotovoltaica: 649 unidades, num total de 20.953MW | 1.115MW 5% |
| | A energia eólica: 730 unidades, totalizando 17.964MW | 548,2 MW 3% |
| Leilão de Energia de Reserva apenas por energia solar fotovoltaica – 2015 | PV Solar: 341 unidades, totalizando 10.790MW | 1.043MW 9% |
| Leilão de Fontes Alternativas de Energia – 2015 | Biomassa: 29 unidades, totalizando 323MW | 389,4MW 120% |
| | A energia eólica: 172 unidades, totalizando 3.931MW | 90MW 2% |
| Leilão de Energia de Reserva – 2014 | A energia eólica: 626 unidades, totalizando 15.356MW | 769,1MW 5% |
| | A energia solar fotovoltaica: 400 unidades, num total de 10.790MW | 889,6MW 8% |
| | Biogás: 8 unidades, totalizando 151MW | - |
| Leilão de Energia de Reserva apenas para energia eólica – 2013 | A energia eólica: 377 unidades, totalizando 8.999MW | 1.505MW 17% |

Tabela 5 – Leilões específicos para fontes de energia renováveis não convencionais realizados no Brasil entre 2007 e 2015

| Tipo de leilão – ano | Projetos autorizados (unidades - MW) | (conclusão) | |
|---|---|--|-----|
| | | MW leiloados – % do total oferecido | |
| Leilão de Fontes Alternativas de Energia – 2010 | Biomassa: 40 unidades, totalizando 2.375MW | 712,9 MW | 30% |
| | A energia eólica: 316 unidades, totalizando 8.202MW | 2.047,8MW | 25% |
| | PCH: 10 unidades, totalizando 168MW | 131,5MW | 78% |
| Leilão de Energia de Reserva apenas para biomassa – 2008 | Biomassa: 96 unidades, totalizando 5.234,6MW | 2.379,4MW | 45% |
| Leilão de Fontes Alternativas de Energia – 2007 | Biomassa: 24 unidades, totalizando 1.019MW | 541,9MW | 53% |
| | A energia eólica: 9 unidades, totalizando 939MW | - | |
| | PCH: 54 unidades, totalizando 844MW | 96,74MW | 11% |

Fonte: Melo, Jannuzzi e Bajay (2016).

Conforme Nogueira (2011), no que diz respeito ao incentivo às fontes alternativas, os leilões específicos não têm uma legislação ou regulação que determine sua periodicidade de realização, gerando uma insegurança quanto à sustentação desta política no longo prazo. Este é considerado um entrave na legislação e regulação brasileira.

Outra fonte energética renovável não convencional com potencial energético para geração de energia elétrica no Brasil é o biogás, proveniente de resíduos oriundos de biomassa. A fonte destaca-se por ser um recurso energético amplamente flexível no uso, pois pode ser transformado em eletricidade, usado como combustível ou injetado na rede de gás depois do devido tratamento. Além disso, também pode ser produzido a partir de múltiplos tipos de resíduo (rurais, animais, industriais, urbanos, entre outros). Contudo, apenas em 2010, com a Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, é que foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (2015c), as políticas nacionais estabelecidas promoveram a diversificação da geração elétrica, a adoção de um mercado concorrente descentralizado e a obrigação de um uso de energia mais

responsável, buscando diminuir os impactos ambientais das fontes energéticas nacionais.

Acerca da geração de energia eólica, o Governo propõe como solução incluir parques eólicos nos leilões de energia com a primeira data de entrega estabelecida em cinco anos após o leilão. Esse é conhecido como leilão A-5. Como um parque eólico é construído num período de dois a três anos, sob o leilão A-5 os investidores têm a opção de vender a energia gerada antes do ano do leilão no mercado livre e desfrutam das vantagens de realizar um contrato de vinte anos em mercado regulado (DALBEM; BRANDÃO; GOMES, 2014).

O financiamento público para fontes de energia renováveis não convencionais no Brasil (para fins de geração elétrica), ocorre por meio de entidades, como o BNDES³³, o Conta de Desenvolvimento Energético – CDE e a Inova Energia (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2015a).

A produção brasileira de eletricidade está sujeita a consideráveis riscos hidrológicos, devido ao fato de uma grande parte da produção de energia elétrica ser originada das hidrelétricas. Vários autores afirmam que a crise de 2001 foi incorretamente atribuída à escassez de chuvas, porém a verdadeira razão foram as falhas na regulação, pois as secas são consideradas fenômenos climáticos previsíveis (SCHMIDT; CANCELLA; PEREIRA JÚNIOR, 2016). Esse fato tem implicações para as fontes de energia renováveis não convencionais, pois pressiona as autoridades a considerar, no planejamento do setor elétrico, a inserção dessas fontes na matriz elétrica brasileira a fim de diminuir a dependência da fonte hidráulica e aumentar a segurança energética do País.

O planejamento e a regulamentação da operação de qualquer sistema elétrico dominado pela energia hidrelétrica são mais complexos³⁴ quando ocorre a variabilidade dos recursos hidrológicos. Para que ocorra uma expansão do sistema

³³ O BNDES é o principal instrumento do Governo Federal para financiamento de longo prazo e investimento em todos os segmentos da economia brasileira.

³⁴ Este é o caso da produção de energia hidrelétrica no norte do Brasil, onde novos reservatórios não vão ser construídos devido a restrições ambientais e sociais. O objetivo da regulação é avaliar como esses recursos podem ser combinados de forma otimizada para geração de eletricidade renovável no sistema brasileiro, reduzindo, ao mesmo tempo, os riscos hidrológicos, o risco de altos custos operacionais e a emissão de gases do efeito estufa (SCHMIDT; CANCELLA; PEREIRA JÚNIOR, 2016).

elétrico é necessário considerar um crescimento significativo na demanda futura projetada (SCHMIDT; CANCELLA; PEREIRA JÚNIOR, 2016).

Prado Jr. e outros (2016) informam que o país precisa direcionar investimentos e esforços para fontes renováveis não convencionais, como a fonte solar e a fonte eólica, estas nos últimos anos tiveram seus custos substancialmente reduzidos. Assim, impactos ambientais e socioeconômicos causados pela construção de grandes hidrelétricas podem ser evitados ou reduzidos.

O Brasil dispõe de metas de economicidade de energia, atendidas através de PEEs. O Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEF) definiu que 11,57% do consumo total de eletricidade do País devem ser economizados com iniciativas de eficiência energética até 2030.³⁵

Diante do exposto, percebe-se que, apesar do interesse no desenvolvimento de fontes de energia renováveis e da formulação de políticas públicas de incentivo para que isso ocorra, os estímulos utilizados não têm sido suficientes para aumentar a representatividade das fontes não convencionais na matriz elétrica brasileira. Assim, considera-se importante para o SEB dar continuidade às políticas públicas e de incentivo existentes no país direcionadas ao desenvolvimento de fontes de energia renováveis não convencionais.

3.2. POLÍTICAS DE INCENTIVO E ASPECTOS REGULATÓRIOS: FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS NÃO CONVENCIONAIS NO CHILE

Pasten (2012) analisa a relação entre o consumo de energia e as nações em desenvolvimento e observa que o Chile se destaca no contexto global. Pasten (2012) explica esse destaque, dizendo que a trajetória de crescimento de um país pode ser

³⁵ Este relatório foi levantado para apoiar os objetivos do Plano Nacional de Energia 2030, que analisou o perfil de consumo do país e estimou os cenários para o ano de 2030. A análise é baseada em diferentes perspectivas políticas e econômicas nacionais e internacionais, crescimentos demográficos e taxas de urbanização. Os resultados revelam seus efeitos no consumo de energia nacional (ANDRADE; PONTES, 2017).

medida pelo uso eficiente de energia, e o Chile vem buscando alinhar o uso sustentável dos recursos energéticos ao desenvolvimento do país.

Esta análise classifica o consumo de energia por fonte, destacando suas implicações para a segurança do abastecimento e a geração de poluentes. Além disso, leva em conta o desenvolvimento do setor de eletricidade e a contribuição potencial da energia solar, eólica e do mar para a matriz energética.

A principal instituição responsável pela promoção e desenvolvimento de fontes de energia renováveis não convencionais é o Centro de Energia Renovável (CER), criado em 2009 pelo Ministério de Energia. O CER é responsável por garantir a participação de fontes de energia renováveis não convencionais na matriz elétrica nacional, por meio da entrega de informações valiosas, capacitação e promoção de ambos os projetos, além da participação de atores para promover a cooperação.

Em novembro de 1994, o Governo Chileno criou o Programa de Eletrificação Rural como parte da estratégia para combater a pobreza e aumentar a qualidade de vida nas áreas rurais. Em 1994, quando foi iniciado o Programa, a cobertura de eletricidade rural era de 59%, chegando a 96% no final de 2010. Atualmente, cada governo regional estabelece suas próprias estratégias, orçamentos e metas na eletrificação rural (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2015b).

Na América do Sul, o Chile é o único país com sistemas certificados de energia renovável pura³⁶, que comprovam a qualidade e a natureza da energia renovável não convencional e são exigidos em alguns países para importação de energia limpa. O país tem, ainda, metas ambiciosas para a expansão das energias renováveis. A cota de 5% de eletricidade renovável em 2013, por exemplo, expandiu-se gradualmente a cada ano para chegar a 20% em 2025. Para que se cumpra essa meta, o Chile instituiu sistemas de leilões de energia renovável (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2015a).

Conforme Batlle (2014), entre 2004 e 2008, foram realizados ajustes à Lei de Eletricidade e houve a criação de outras leis que introduziram alguns incentivos para

³⁶ O certificado de energia renovável pura é um certificado comercial. Esse mecanismo obriga os agentes compradores no mercado elétrico a terem uma porcentagem do total de suas compras como produto de compra de energia sobre tecnologias a partir de fontes de energia renováveis. O certificado é gerado pela certificação de sistemas que utilizem fontes de energia renováveis (CHAVES, 2006).

geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis não convencionais. Em 2008, através da Lei n.º 20.257/2008, estabeleceu-se um sistema de cotas obrigatórias para a utilização de fontes de energia renováveis não convencionais e projetou-se, para até 2024, um aumento progressivo de utilização de até 10% (dentro do intervalo de 2008 a 2024).

Em outubro de 2013, a Lei n.º 20.698/2013 trouxe novas alterações às normas do uso de fontes de energia renováveis não convencionais, elevando a meta anterior a 20% até 2025 (BATLLE, 2014). O Programa Energético 2014-2018 visa alcançar uma participação de energia renovável de 45% para a nova capacidade elétrica instalada entre 2014 e 2025 (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2015b).

Até 2015, o Chile gerou pouco mais de 6TWh de fontes energéticas não convencionais, um aumento de 1TWh em relação a 2010 (ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, 2016).

O Chile também oferece suporte e regulamentos específicos de tecnologia, especialmente para as fontes energéticas geotérmica e solar. A Lei n.º 19.657/2010, que dispõe sobre concessões de energia geotérmica, fornece um quadro regulamentar claro para exploração e desenvolvimento geotérmico, com disposições específicas que abordam possíveis sobreposições com direitos minerais. As concessões são alocadas através de um sistema de leilão (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2015b).

O Chile tem ainda a *Comisión Nacional de Energía* – CNE, que instaura projetos referentes à geração de energia pelo uso de fontes de energia renováveis não convencionais através de projeções de custos do sistema marginal para os próximos quatro anos. Na transmissão de energia, de quatro em quatro anos, a comissão realiza um estudo com um consultor independente para avaliar cada segmento do sistema e definir a ligação, transmissão e expansão planejadas para cada extensão da geração (BATLLE, 2014).

Battle (2014) observa que o Chile desenvolve programas de expansão planejada onde há produção de um plano de expansão da geração de energia. O *Ministerio de Energía* – MdE está testando a ferramenta OPTGEN22, implementada pela PSR no Brasil. Essa ferramenta determina a expansão do sistema hidrotérmico com um menor custo,

levando em conta a incerteza no fluxo, restrições à emissão de gases do efeito estufa e restrições de capacidade mínima, entre outros aspectos.

Além do planejamento operacional, o Chile opera também com projetos desenvolvidos por empresas e universidades do país. A CNE utiliza estudos operacionais e relatórios de ajuste preços. No país existem dois sistemas diferentes: o hidrotérmico (intensa preocupação na dinâmica de curto prazo) e o hidráulico (preocupação maior com a gestão dos reservatórios de médio prazo). No entanto, os dois sistemas continuam buscando as melhores soluções para poder representar a dinâmica de curto prazo (BATLLE, 2014).

A *Energy Information Administration* (2016) constatou que o Chile planeja alargar a participação de projetos de construção envolvendo geração de fontes energéticas renováveis não convencionais. Em 2015, esses tipos de projetos responderam por mais de 50% da capacidade instalada. Dentro dessa produção, destacou-se a fonte solar, representando 2,3GW, seguida por pequenas hidrelétricas, com 1,2GW.

No país, ocorre o financiamento direto à geração de energia renovável não convencional sob a forma de subsídios³⁷ ou sob a forma de contratação direta. Essa é uma ferramenta eficaz para promovê-la. Muitas vezes, o apoio financeiro direto ao desenvolvimento dessa modalidade de energia é considerado um meio para obtenção de outros benefícios socioeconômicos, tais como o acesso à energia, o desenvolvimento econômico, a criação de empregos e a redução da pobreza (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2015a).

No Chile, o financiamento público para promoção de fontes de energia renováveis não convencionais, (para fins de geração elétrica), é feito por meio da entidade *Suporte para el desarrollo de energías renovables no convencionales* (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2015a).

A entidade *Suporte para el desarrollo de energías renovables no convencionales* apoia a energia solar. Pode oferecer um subsídio de \$ 20 milhões para até 50% dos custos de um projeto. A entidade também reserva um orçamento de \$ 12,8 milhões

³⁷ O Chile tem um programa – InvestChile – que fornece subsídios para os projetos de fontes de energia renováveis não convencionais (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2015a).

voltado a um centro de excelência em P&D para energia solar (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2015b).

O Chile é o único país sul-americano que utiliza taxas de carbono, que é um imposto sobre a emissão de carbono, como uma política destinada ao aumento da competitividade de tecnologias de baixo carbono, tais como energia renovável não convencional. A taxa de carbono do Chile custa cerca de \$ 5/tCO₂. Essa proposta foi aprovada em 2014, a emissão começou a ser medida em 2017 e a taxa passou a ser cobrada em 2018. Como parte de uma ampla reforma fiscal, o imposto sobre o carbono no país tem particularmente como alvo as geradoras que operam usinas térmicas com capacidade instalada igual ou superior a 50MW (com exceção de biomassa) (INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY, 2015a).

A incerteza na geração de hidroeletricidade e novas fontes renováveis bem como os desafios previstos vislumbram um grande interesse em um planejamento melhor de geração de energia, dada a expectativa de inserção de fontes de energia renováveis até 2025 na matriz chilena.

Verificou-se, assim, durante a pesquisa, a preocupação do país com o desenvolvimento de fontes de energia renováveis não convencionais.

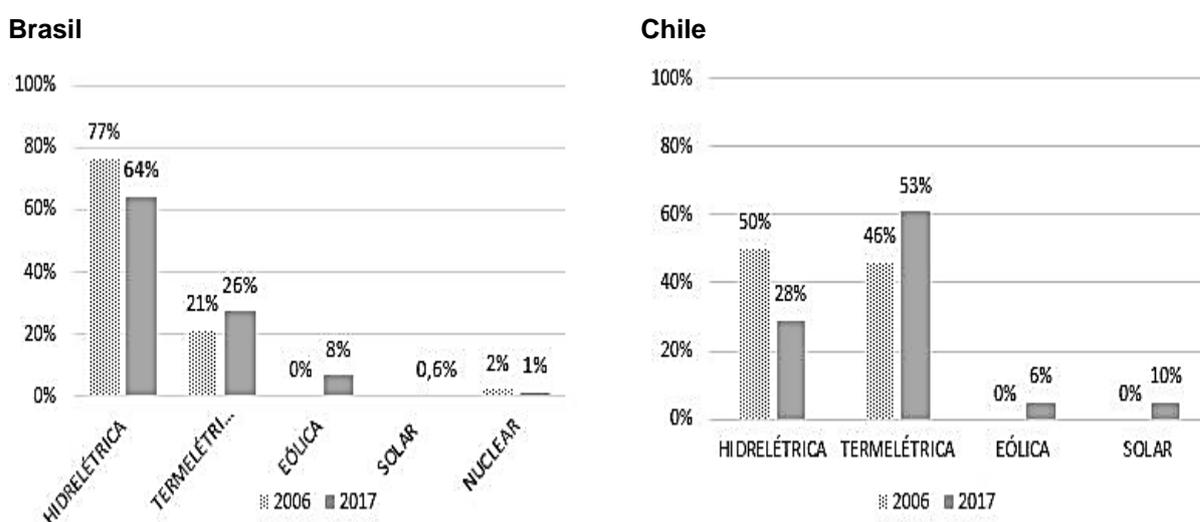
O potencial de expansão de fontes de energia renováveis não convencionais no Brasil e no Chile é pertinente. O Brasil dispõe de uma grande extensão territorial e de grande variedade de recursos renováveis que ainda podem ser explorados para geração de energia elétrica (solar, eólica, biomassa de resíduos agropecuários, entre outros). Por sua vez, o Chile é dotado de recursos necessários para desenvolver sistemas hidráulicos e de energia solar, geotérmica, eólica e de biomassa, como salientado por Rodríguez-Monroy, Mármol-Acitores e Nilsson-Cifuentes (2018).

3.3. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE BRASIL E CHILE

3.3.1. Dados dos países estudados a serem considerados para análise

Sabe-se que algumas das fontes de energia renováveis não convencionais como por exemplo a eólica (no Brasil e no Chile) e a solar (no Chile), já são destaques. No Gráfico 13, é apresentada a capacidade instalada por fonte no Brasil e no Chile, nos anos de 2006 e 2017. De acordo com *Generadoras de Chile* (2018b), no Chile, em 2006, as termelétricas eram representadas por gás natural – 26%, biomassa – 1%, petróleo – 2%, e carvão – 17%. No ano de 2017, porém, a biomassa passou a 2,8%, o petróleo a 12,1%, o carvão a 21,8% e o gás natural a 19,1%. Esses números indicam que há ainda uma grande dependência de fósseis no segmento de geração de energia elétrica no Chile, o que salienta a preocupação do país quanto ao cumprimento das metas estabelecidas de ampliação de utilização de fontes de energia renováveis não convencionais, aumentando, assim, a sua representatividade na matriz elétrica chilena. Deve-se frisar, todavia, que o Chile, desde 2012, tornou-se um país promissor no que diz respeito à energia solar (10% da capacidade instalada em 2017).

Gráfico 13 – Capacidade instalada de energia elétrica por fonte no Brasil e no Chile (%) – 2006 e 2017.



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados da Empresa de Pesquisa Energética (2017; 2018a), Chile (2017) e *Generadoras de Chile* (2018b).

No Brasil, o aumento ocorrido na capacidade instalada de termelétricas, de 2006 para 2017, deu-se por conta da biomassa (de 4% para 9,2%). Conforme Pereira Júnior e outros (2013), as fontes renováveis, como a energia hidrelétrica, a biomassa e, mais recentemente, a eólica, são competitivas no País. Porém a energia solar e outras fontes de energia renováveis não convencionais ainda precisam de incentivos e investimentos governamentais adicionais para que se expandam. Tal necessidade também ocorre ao se analisar o que acontece no Chile. Dessa forma, o conhecimento dos instrumentos promotores da expansão de fontes de energia renováveis não convencionais nesses dois países e de seus limites/barreiras é fundamental.

Percebe-se, no Gráfico 13, a evolução da capacidade instalada de energia elétrica por fonte tanto no Brasil quanto no Chile, nos anos de 2006 e 2017. A expansão das fontes permite que se realize um comparativo dessa evolução entre os dois países. Verifica-se que a energia solar, no Chile, teve sua capacidade instalada aumentada em 2017 em relação ao Brasil dentro desse mesmo período. Por sua vez constata-se que, em 2006, o Brasil apresentava um baixo percentual de capacidade instalada de energia eólica, dado que em 2017 chegou a 8%. Assim, conclui-se que o Brasil também tem buscado investir no desenvolvimento da tecnologia de fonte energética eólica e espera-se que a capacidade instalada solar siga o mesmo caminho.

O Brasil tem sido o maior mercado da América do Sul para energia eólica e liderou o mercado regional de energia solar fotovoltaica em 2017, tornando-se o segundo país da região (depois do Chile) que excedeu 1 GW de instalações solares. O Chile ficou em terceiro lugar no que diz respeito à capacidade instalada de energia geotérmica (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2018a; GENERADORAS DE CHILE, 2018b).

Conforme se observa na Tabela 6, no Chile, a fonte de energia solar é mais bem aproveitada do que no Brasil, porém, em 2017, as usinas solares produziam 1.021.602kW de energia elétrica (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2018). Assim, constata-se que o Brasil do mesmo modo tem buscado investir no desenvolvimento da tecnologia de fonte energética solar.

Tabela 6 – Produção (GWh) de fontes de energias renováveis no Brasil e no Chile – 2016 e 2017

| Produção (GWh) | Ano | Solar | Eólica | Biomassa | Hidráulica |
|-----------------------|------------|--------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Brasil | 2016 | 85 | 33.488 | 50.642 | 380.911 |
| | 2017 | 832 | 42.373 | 51.272 | 370.906 |
| Chile | 2016 | 2.639 | 2.449 | 5.957 | 23.274 |
| | 2017 | 3.896 | 3.507 | 2.456 | 21.768 |

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados da *International Energy Agency* (2018a) e de *Comisión Nacional de Energía* (2018c).

Observa-se uma disparidade do Chile em relação ao Brasil na produção de energia solar (Tabela 6). O Chile tornou-se um país promissor no que se refere à energia solar desde 2012. Estavam em operação mais de 0,74 GWp de energia solar e cerca de 2 GWp estavam em construção até 2016 (URREJOLA et al., 2016).

O governo brasileiro vem tentando promover a tecnologia solar fotovoltaica, no esforço de repetir o mesmo caminho utilizado na entrada da tecnologia eólica. Para isto, tem desenvolvido um conjunto de medidas regulamentares com o objetivo de fornecer um ambiente ideal para negócios que promovam a concorrência e a introdução da tecnologia solar fotovoltaica (VIANA; RAMOS, 2018).

Para fins de comparação, é apresentado na tabela 7 o consumo de energia elétrica por setor nos países.

Tabela 7 – Consumo por setor (GWh) no Brasil e no Chile – 2016

| Consumo/ setor (GWh) | Brasil | Chile |
|---------------------------------------|---------------|--------------|
| Consumo final | 491 115 | 70 171 |
| Indústria | 195 347 | 43 611 |
| Transporte | 2 584 | 986 |
| Residencial | 132 916 | 13 600 |
| Serviços comerciais e públicos | 132 497 | 11 889 |
| Agricultura / Silvicultura | 27 771 | - |
| Pescaria | - | 85 |

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados da *International Energy Agency* (2018a).

Nota-se que o Brasil, em volume consumido por setor, se sobrai ao Chile em todos os setores. Por ser um país de extensão territorial, população, produção industrial

superior, consome mais energia elétrica. Chama atenção o consumo do setor industrial nos dois países, por ser o maior consumo em setor no ano de 2016.

Em 2017, o Brasil atendeu cerca de 50% de sua demanda de energia industrial com biomassa, a maior parcela do mundo (RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY, 2018).

Outro dado relevante a ser considerado é o preço médio da energia elétrica. Esta informação permitiu a análise quanto ao aumento ou diminuição do preço da energia elétrica com a entrada das fontes de energia renováveis não convencionais na matriz de energia elétrica nos dois países.

Na Tabela 8 são apresentadas as tarifas médias de energia elétrica no Brasil dos anos de 2013 a 2017.

Tabela 8 – Tarifas Médias – energia elétrica/ Brasil (US\$/MWh)

| Ano | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | $\Delta\%$ (2017/2016) | $\Delta\%$ (2017/2013) |
|---------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------------------|
| Média Brasil | 68,68 | 74,76 | 106,63 | 113,14 | 113,73 | 0,5 | 65,6 |

Fonte: Elaborada pela autora com base em dados da Empresa de Pesquisa Energética, 2018b).

De acordo com a Tabela 8, o preço médio da energia elétrica no Brasil aumentou significativamente nos últimos anos, com a entrada das fontes de energia renováveis não convencionais na matriz de energia elétrica do Brasil. A variação de 2013 para 2017 chegou a 65,6% de aumento.

No Chile, por sua vez, o custo marginal da energia em 2017 foi de US\$ 57,4 MWh (GENERADORAS DE CHILE, 2018b).

No Gráfico 14 apresenta-se o valor de energia nos leilões brasileiros por fontes de energia renováveis.

Gráfico 14 – Valor de energia nos leilões por fontes renováveis – Brasil/leilões com editais em 2018



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados de CCEE (2018c).

Observa-se no Gráfico 14, os leilões foram leilões de energia nova – LEN, os dois editais (001/2018; 003/2018), foram realizados neste ano de 2018. Observa-se os valores atrativos da energia eólica e solar fotovoltaica.

Em 2013 e 2014, o Brasil experimentou a maior expansão da energia eólica (BAYER, 2018).

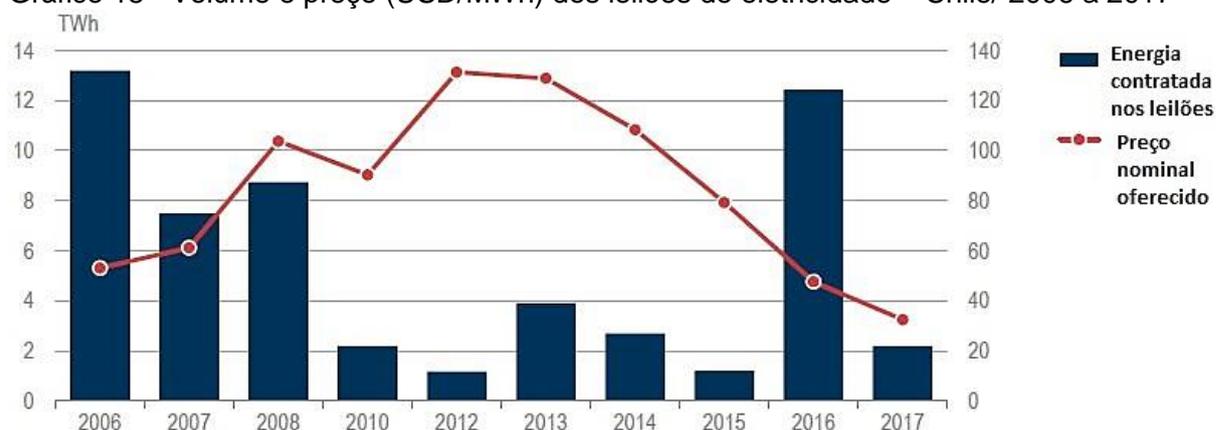
No Brasil, os leilões de energia de reserva – LER, são considerados mecanismos bem-sucedidos no sentido de aumentar a adequação da oferta e o desenvolvimento de fontes de energias renováveis não convencionais, como a biomassa, eólica e solar fotovoltaica. O *design* do mecanismo mitiga riscos diversos para os geradores, especialmente eólica e solar fotovoltaica, dado que existe um pagamento fixo e um intervalo razoável para a produção. Os riscos mitigados pelos geradores estão espalhados entre todos os consumidores, que são representados pela CCEE, sob uma abordagem de comprador único (VIANA; RAMOS, 2018).

No Chile, os leilões recentes apresentaram uma quantidade maior de participantes e os preços diminuíram. No Leilão de 2012, havia somente um participante e o preço chegou a \$131,4/MWh (US\$/MWh). Em 2013, apenas dois geradores participaram, igualmente fornecendo preços elevados. Desde então, novos geradores entraram nos leilões: em 2014, o número de ofertas subiu para 18, em 2015 para 38 e em 2016

saltou para 84. Em 2017, houve 24 ofertas (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2018C).

No Gráfico 15 observa-se o volume (energia contratada nos leilões) e preço (preço nominal oferecido) dos leilões de eletricidade do Chile de 2006 a 2017.

Gráfico 15 - Volume e preço (USD/MWh) dos leilões de eletricidade – Chile/ 2006 a 2017



Fonte: *International Energy Agency* (p. 94, 2018c).

De acordo com o Gráfico 15, observa-se que os preços caíram 75% de 2012 para 2017. As tecnologias solar e eólica surgiram como tecnologias competitivas de mercado (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2018C).

No Chile, quando a lei de incentivo de energias renováveis foi alterada em 2013 foi criado outro sistema de leilões. Esta alteração autorizou o governo a realizar leilões anuais somente para projetos de fontes de energia renováveis não-convencionais no sentido de atender a quota renovável exigida por lei (MARAMBIO; RUDNICK, 2017).

Conforme Reus, Munoz e Moreno (2018) leilões de energia para contratos de longo prazo são mecanismos comumente usados para garantir a adequação da oferta, para promover a concorrência e para proteger os clientes de varejo na América do Sul. Tanto o Brasil, quanto o Chile utilizam esse mecanismo em seus mercados de energia elétrica.

No Quadro 12, nota-se a comparação entre os países deste estudo, onde leilões para contratos de longo prazo são aplicados.

Quadro 12 – Comparação entre o Brasil e Chile: leilões para contratos de longo prazo

| País | Acordos institucionais | Mercado atacadista de eletricidade | Política energética discriminatória | Quem decide as quantidades leiloadas | Preço compensado | Duração do contrato |
|---------------|---|---|---|---|--|----------------------------|
| Chile | Concorrência por atacado (sem concorrência no varejo) | Despacho baseado em custos, preços marginais de localização e contratos financeiros | Todas as tecnologias e projetos competem uns contra os outros | Companhias distribuidoras | Pagar como lance (menor tarifa) | Até 15 anos |
| Brasil | Concorrência por atacado (sem concorrência no varejo) | Despacho baseado em custos e contratos financeiros | Discriminação entre geração existente, nova e renovável | Companhias distribuidoras (regulador em alguns casos) | Processo de licitação (fase final lance) | Até 15 anos |

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados de Reus, Munoz e Moreno (2018, tradução nossa).

No Chile, a lei exige que todas as empresas de distribuição devem manter contratos de longo prazo que sejam concedidas com um leilão para cobrir 100% da demanda projetada para quinze anos no futuro.

No Chile e no Brasil os contratos de longo prazo nos leilões foram originalmente implementados como mecanismos para incentivar e promover investimentos em novas capacidades de geração, como as fontes renováveis não convencionais, a longo prazo (isto é, a adequação de recursos) (REUS; MUNOZ; MORENO, 2018).

Nota-se que o Brasil possui grande experiência de longo prazo e em larga escala no uso de leilões para as energias renováveis, como eólica e biomassa. O país substituiu o mecanismo de tarifas *feed-in* (FITs) pelos leilões em 2005 (VIANA; RAMOS, 2018).

Dessa forma indica-se mediante os dados apresentados que os instrumentos promotores das fontes de energia renováveis não convencionais foram primordiais, nestes dois países para que houvesse uma mudança substancial nos dados setoriais. Desse modo, no próximo subitem, apresentam-se os principais instrumentos promotores da expansão das fontes de energia renováveis não convencionais simultaneamente nos dois países de estudo.

3.3.2. Principais instrumentos promotores da expansão das fontes de energia renováveis não convencionais no Brasil e no Chile

O Quadro 13 apresenta as principais políticas regulatórias do Brasil e do Chile direcionadas às fontes de energia renováveis não convencionais, permitindo que se trace uma comparação entre os dois países.

Quadro 13 – Principais políticas regulatórias no Brasil e no Chile direcionadas a fontes de energia renováveis não convencionais

(continua)

| | |
|---------------|--|
| Brasil | FIT: Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia – Lei n.º 10.438/2002 e Decreto n.º 5.025/2004. |
| | <i>Net Metering</i> : Resolução Normativa Aneel n.º 482/2012, complementada pela Resolução Normativa Aneel n.º 687/2015 – Sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e, posteriormente, compensada com o consumo de energia elétrica ativa. |
| | Leilões de Energia Elétrica: Novo modelo do SEB – Lei n.º 10.848/2004. |

Quadro 13 – Principais políticas regulatórias no Brasil e no Chile direcionadas a fontes de energia renováveis não convencionais

(conclusão)

| | |
|--------------|--|
| Chile | Modificações na Lei Geral de Serviços Elétricos: Decreto n.º 244/2006 – Geração não convencional de energia, pequenos produtores. |
| | Sistema de Cotas: Lei n.º 20.257/2008 – Estabelece que os geradores com capacidade acima de 200MW comercializem no mínimo 5% da energia proveniente de fontes renováveis não convencionais. |
| | <i>Net Metering</i> : Lei n.º 20.571/2012 – Propõe a compensação da energia particular inserida no sistema através do pagamento do preço <i>net</i> de energia, contemplando instalações até 300kW. |
| | Lei n.º 20.698/2013 – Estende a 20% a obrigação de inserção de fontes de energia renováveis não convencionais até 2025. Impõe que o MdE faça licitações públicas para cumprir a obrigação de injeção de fontes de energia renováveis não convencionais introduzida pela Lei n.º 20.257/2008. |
| | Leilões de Energia: Lei de Licitações n.º 20.805/2015. |
| | Lei n.º 20.936/2016 – Visa identificar áreas do território onde existem altos potenciais de geração de energia renovável. Determina que sejam elaborados relatórios periódicos sobre o desempenho do sistema elétrico e a geração renovável não convencional. Quanto ao transporte, assegura isenção de pedágios para usinas geradoras de energia renovável não convencionais. |

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados de Chile (2013, 2015b, 2016) e Santos (2017).

Nogueira (2011) informa que o Chile é o único país da América do Sul cuja principal política de incentivo às fontes de energia renováveis não convencionais se baseia no

mecanismo de cotas. No Brasil, a principal política de incentivo para a implementação dessas fontes são os leilões.

Dalbem, Brandão e Gomes (2014) demonstram em sua análise que o principal entrave encontrado nesses leilões são os licitantes, que consideram a opção de abandonar o projeto (a um custo equivalente a 5% do investimento previsto, relacionado ao desempenho do projeto). Kreiss, Ehrhard e Haufe (2017) informam que as principais razões para abandonar o projeto são as incertezas dos licitantes em relação aos custos do projeto. O leiloeiro pode reduzir o risco de não realização, implementando várias medidas, por exemplo, pré-qualificações e penalidades financeiras e físicas. O comportamento dos licitantes de não concluir o projeto aumenta as chances de que partes dos parques eólicos contratados nunca se materializem e que seja gerada energia eólica menor que a esperada no futuro.

Em 1982, pela Lei Geral de Serviços Elétricos (DFL1/1982), o Chile permitiu a entrada de empresas privadas nas atividades dos três segmentos principais do seu setor elétrico (geração, transmissão e distribuição) bem como o estabelecimento de um mercado competitivo com vistas à geração e definição de um mercado regulamentado para transmissão e distribuição. Essas mudanças trouxeram vantagens para as fontes de energia renováveis não convencionais, abrindo mercado para os pequenos produtores de energia (produção de até 9MW) e assegurando acesso à rede de distribuição. Nesse sentido, garantiram a isenção de pedágio para transmissão das fontes não convencionais de energia, isenção que seria total para empreendimentos de até 9MW e parcial para aqueles entre 9MW e 20MW. Mais tarde, em 2004, foi promulgada a Lei n.º 19.940, cujos objetivos foram regular a atividade de transporte de eletricidade, garantindo fornecimento de energia, e melhorar a interligação entre os sistemas de SING e SIC. Em 2005, foi aprovada a Lei n.º 20.018, que visava estimular o investimento em geração através da introdução de um sistema de leilão que garantia um preço para um período de tempo específico. Além dessas mudanças, um marco importante da legislação chilena evidenciou-se em 2008, com a promulgação da Lei de Energias Renováveis não Convencionais (Lei n.º 20.257), criada devido à necessidade de um impulso para o setor. A Lei estabeleceu, entre outros aspectos, um sistema de cotas que obrigava empresas com capacidade instalada superior a 200MW a contratar 5% da energia dos sistemas elétricos

provenientes de fontes de energia renováveis não convencionais (SANTOS, 2017; RODRÍGUEZ-MONROY; MÁRMOL-ACITORES; NILSSON-CIFUENTES, 2018).

Para incentivar investimentos e geração de recursos energéticos renováveis, o Chile estabeleceu como meta o alcance de 70% de energia renovável até 2050. Os principais objetivos para a consecução dessa meta são a diminuição de emissão de gases do efeito estufa, a redução da dependência que o país tem de combustíveis fósseis importados e a geração de emprego local (MUNOZ; PUMARINO; SALAS, 2017).

Por meio de um boletim mensal, o Chile avalia se o país está alcançando as metas de fontes de energia renováveis não convencionais estabelecidas nas Leis n.º 20.257 e n.º 20.698. Mediante esse acompanhamento, observa-se as políticas públicas direcionadas nesse sentido estão sendo colocadas em prática de forma satisfatória.

Desde abril de 2017, estão em operação 3.795MW de energia renovável não convencional, que correspondem a 16,8% da capacidade instalada em todo o país nesse mês. Além disso, em abril de 2017, foram reconhecidos 805,8GWh de geração de energia renovável não convencional, equivalentes a 13,9% total de energia gerada no país no mesmo mês, e 20% da energia gerada deveu-se à obrigatoriedade na utilização de energias renováveis não convencionais, estabelecida nas Leis n.º 20.257 e n.º 20.698 (GENERADORAS DE CHILE, 2017b). Com esse crescimento, verificou-se que o Chile vai poder diversificar ainda mais a sua matriz elétrica a partir de fontes de energia renováveis não convencionais e, também, que as políticas públicas referentes estão sendo alocadas.

Sobre a energia eólica do Chile, a capacidade total instalada no final de fevereiro de 2016 foi de aproximadamente 960MW, gerando uma contribuição total de 24,03% por parte de fontes de energia renováveis. No Chile, os parques eólicos *onshore* de maior capacidade são o *El Arrayan*, com 115MW de potência; o *Los Cururos*, com 110MW; o *Eolica Taltal*, com 99MW; o *Talinay Oriente*, com 90MW e o *Valle de Los Vientos*, com 90MW, que foram implementados entre 2013 e 2015. Foi feita ainda uma estimativa de produção de energia eólica *offshore* ao longo da costa do Chile. Em grande parte, existem áreas cujo potencial e consequente produção de energia são de grande interesse. O estudo ainda demonstrou que a produção de energia eólica

offshore pode ter um preço competitivo no mercado atual de eletricidade (MATTAR; GUZMÁN-IBARRA, 2017).

No Brasil, observa-se que o desenvolvimento da energia eólica pode ajudar o país a cumprir seus objetivos estratégicos de aumentar a segurança energética, criar mais empregos e, ao mesmo tempo, reduzir a emissão de gases do efeito estufa. Contudo, o crescimento em longo prazo da capacidade nacional de energia eólica ainda depende de um preço mais competitivo para esse tipo de energia (no ano de 2013, custava \$ 84,8 MWh). Outro entrave encontrado com relação a essa fonte é o desconhecimento que se tem, em horizontes de longo prazo, dos impactos das mudanças climáticas sobre a energia eólica. Esse fator pode possivelmente disseminar incertezas sobre os resultados de investimentos nessa área (PEREIRA et al., 2013).

Verifica-se, conforme demonstra o Quadro 14, que o Brasil e o Chile têm avançado nas políticas fiscais para incentivo às fontes de energia renováveis não convencionais.

Quadro 14 – Principais políticas fiscais no Brasil e no Chile direcionadas a fontes de energia renováveis não convencionais

| | |
|---------------|--|
| Brasil | <ul style="list-style-type: none"> - Isenção de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). - Isenção de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI). - Desconto na Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão/Distribuição (TUST/TUSD). - Isenção na Geração Distribuída. - Menores juros de empréstimo no BNDES (Finem e Finame). |
| Chile | <ul style="list-style-type: none"> - Isenção parcial ou total na Tust/Tusd. - Financiamento: créditos para investimento em fontes de energia renováveis através de linhas de financiamento de US\$ 5 milhões a US\$ 20 milhões. |

Fonte: Santos (2017).

Nota: Dados adaptados pela autora.

Os resultados mostram que o uso de tecnologias intermitentes como a energia eólica e solar fotovoltaica impacta a operação e os custos do sistema elétrico no Chile. No entanto, os custos extras de geração produzidos podem ser mitigados por mecanismos de incentivos e políticas públicas para fontes de energia renováveis não convencionais (URZÚA; OLMEDO; SAUMA, 2016).

Quadro 15 – Principais políticas tecnológicas e aspectos da inovação aplicada às fontes de energia renováveis não convencionais no Brasil e no Chile

| | |
|---------------|--|
| Brasil | <ul style="list-style-type: none"> Investimentos em P&D na área de energia eólica no Brasil: provenientes principalmente do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), através do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) bem como da Aneel. |
| Chile | <ul style="list-style-type: none"> Projetos de cooperação em Ciência, Tecnologia e Inovação entre Chile e Alemanha para as fontes de energia renováveis e eficiência energética (Decretos n.º 267/2008, n.º 84/2009, n.º 59/2010, n.º 58/2010). Programa de pré-investimentos: subsídios em estudos preliminares em fontes de energia renováveis não convencionais. Programa de pré-investimentos: subsídios em estudos avançados em fontes de energia renováveis não convencionais em parceria com a Alemanha. |

Fonte: Santos (2017).

Nota: Dados adaptados pela autora.

No que se refere a políticas tecnológicas e aspectos de inovação, (Quadro 15), aplicada às fontes de energias renováveis não convencionais no Brasil, de acordo com Soria e outros (2015), além dos benefícios associados com inovação tecnológica e desenvolvimento industrial, a construção de projetos de geração de eletricidade em áreas rurais promove o desenvolvimento local e o crescimento econômico. Normalmente, este tipo de projeto melhora a segurança do fornecimento de energia elétrica local, reforça infraestrutura rodoviária e gera fontes de renda pois cria empregos alternativos no setor agrícola.

De acordo com Melo, Jannuzzi e Bajay (2016), o atual quadro jurídico e regulador relativo às fontes de energia renováveis não convencionais no Brasil, (Quadro 16), não tem sido suficiente para promover a diversificação e ampliação dessas fontes no país. Alguns avanços têm ocorrido, como leilões, contratos de compra de energia de longo prazo e a recente regulamentação, que permitem que os pequenos produtores acessem a rede. No entanto, esses avanços estão aquém dos de uma política bem concebida para promover a diversificação e a descentralização do SEB e incluir as pessoas no negócio de energia. Problemas relativos a atrasos na construção de novas linhas de transmissão, restrições financeiras, políticas, leis incompletas, medidas pontuais regulamentares e ausência de planejamento de longo prazo criam um

ambiente que não é adequado para investimentos em fontes de energia renováveis não convencionais.

Quadro 16 – Legislação e regulamentação aplicadas às fontes de energia renováveis não convencionais no Brasil

| Ano | Leis e regulamentos | Principais características |
|------|-----------------------------------|---|
| 2002 | Lei n.º 10.438 – Proinfa | Cria um programa de incentivos (FITs) para alguns tipos de fontes de energia renováveis não convencionais – eólica, hidrelétrica em pequena escala (PCH) e centrais a biomassa. |
| 2004 | Lei n.º 10.848 – Leilões | Divide o mercado de energia elétrica no Brasil entre o mercado regulado e o mercado livre, define suas regras de funcionamento e conjuntos, delibera sobre os tipos de leilões para o mercado regulado, incluindo os que envolvem as fontes renováveis não convencionais. |
| 2007 | Lei n.º 11.448 | Prevê isenções fiscais para empresas que investem em projetos de infraestrutura. |
| 2012 | Resolução Normativa ANEEL n.º 482 | Define as condições para acesso a redes de distribuição de energia dos geradores de pequena escala. |
| 2014 | Decreto Executivo n.º 656 | Isenta de imposto os componentes da turbina eólica. |
| 2015 | Decreto Ministerial n.º 538 | Prevê incentivos fiscais e linhas de crédito para geração distribuída. |

Fonte: Melo, Jannuzzi e Bajay (2016).

A Resolução Aneel n.º 482, de abril de 2012, não prevê oportunidades de negócios para os pequenos produtores de eletricidade. É necessária uma base jurídica ampla que estabeleça instrumentos de política para incentivar a aquisição de sistemas de fontes de energia renováveis não convencionais e criar um bom ambiente para os pequenos investidores interessados na geração distribuída. Esses instrumentos devem ser bem projetados para oferecer incentivos econômicos, tais como isenções fiscais e facilidades de crédito, com vistas a tornar possível aos pequenos produtores adquirir e instalar sistemas de energia renováveis não convencionais. Além disso, devem-se estabelecer condições para minimizar os riscos de investimento, por exemplo, por meio de contratos de longo prazo (MELO; JANNUZZI; BAJAY, 2016).

O Chile, por sua vez, vem criando suas leis baseado no aumento da geração de energia elétrica através de fontes de energia renováveis não convencionais. De acordo com a Lei n.º 20.257/2008, injeções no sistema com energia proveniente de fontes renováveis podem ser realizadas através da autogeração. A Lei n.º 20.698/2013 estabeleceu que, a partir do ano de 2025, 20% da energia elétrica

produzida devem vir de fontes renováveis. Originalmente, o Projeto de Lei visava ao alcance de 20% até o ano de 2020, mas, devido à oposição de vários setores (entre eles as empresas geradoras), esse prazo foi prorrogado para 2025. A obrigação de gerar a partir de fontes de energia renováveis não convencionais deveria aumentar gradualmente, ano após ano, conforme mostrado na Tabela 9, a partir do ano 2015 (RODRÍGUEZ-MONROY, MÁRMOL-ACITORES, NILSSON-CIFUENTES, 2018).

Tabela 9 – Porcentagem de aumento de fontes de energia renováveis não convencionais exigida pelas Leis n.º 20.257/2008 e n.º 20.698/2013 no Chile

| Ano | Lei n.º 20.257/2008 – aumento | Lei n.º 20.698/ 2013 – aumento |
|------|-------------------------------|--------------------------------|
| | % | % |
| 2014 | 5 | 6 |
| 2015 | 5,5 | 7 |
| 2016 | 6 | 8 |
| 2017 | 6,5 | 9 |
| 2018 | 7 | 10,0 |
| 2019 | 7,5 | 11,0 |
| 2020 | 8 | 12,0 |
| 2021 | 8,5 | 13,5 |
| 2022 | 9 | 15,0 |
| 2023 | 9,5 | 16,5 |
| 2024 | 10,0 | 18,0 |
| 2025 | 10,0 | 20,0 |

Fonte: Rodríguez-Monroy, Mármol-Acitores e Nilsson-Cifuentes (2018, p. 941).

O Chile tem, ainda, planos que visam ao desenvolvimento de projetos na área das fontes de energia renováveis não convencionais, dentre os quais 35 instrumentos de desenvolvimento potenciais se destacam, correspondendo a empréstimos, doações e fundos, entregues pelo governo e agências internacionais. Além disso, projetos envolvendo fontes de energia renováveis podem ser parte do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), associado ao Protocolo de Quioto, no caso de serem relacionados a investimentos que reduzam a emissão de gases de estufa nos países em desenvolvimento (RODRÍGUEZ-MONROY; MÁRMOL-ACITORES; NILSSON-CIFUENTES, 2018).

De acordo com Raugei e outros (2018), existem preocupações do governo chileno em particular, na questão da segurança energética, bem como na redução do consumo de fontes fósseis. Nesse sentido, o país está projetando uma transição energética radical com metas ambiciosas: gerar 60% de sua eletricidade a partir de fontes de energias renováveis até 2035 e 70% até 2050.

O Quadro 17 aponta os Projetos de Lei que aguardam aprovação do Congresso Chileno, voltados ao beneficiamento das fontes de energia renováveis não convencionais.

Quadro 17 – Projetos de lei que beneficiam a entrada das fontes de energia renováveis não convencionais a serem aprovados pelo Congresso Chileno (levantamento em 2017)

| | |
|---|--|
| 1 | Mudança na Lei n.º 19.300/1994, exigindo que projetos de prospecção e exploração de energia geotérmica estejam sujeitos ao sistema de avaliação de impacto ambiental. |
| 2 | Procedimento para compensar as retiradas de energia por meio de fontes de energia renováveis não convencionais. |
| 3 | Emenda à Lei n.º 19.657/2000 sobre concessões de energia geotérmica. |
| 4 | Aumento da porcentagem de produção de eletricidade através de fontes de energia renováveis não convencionais. |
| 5 | Promoção ao desenvolvimento de fontes de energia renováveis não convencionais. |
| 6 | Estabelecimento de um imposto municipal especial para pagamento quando uma nova usina de geração estiver instalada. |
| 7 | Medida que obriga as empresas concessionárias a instalar e conectar sistemas de medição líquida que facilitem a geração doméstica ou residencial com fontes de energia renováveis não convencionais, por consumidores de eletricidade. |
| 8 | Criação de um fundo nacional para a pesquisa e desenvolvimento de biocombustíveis. |
| 9 | Introdução de um regime de direitos de energia eólica. |

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados de Rodríguez-Monroy, Mármol-Acitores e Nilsson-Cifuentes (2018).

3.3.3. Problemas de implementação da expansão de fontes de energia renováveis não convencionais e soluções implementadas

Há uma grande necessidade de fomentação de fontes renováveis não convencionais, especialmente por conta da ampliação das termelétricas fósseis no Brasil e no Chile, da insegurança energética e da dependência de importação (gás natural, carvão mineral, petróleo, no caso do Brasil e do Chile, e hidroeletricidade a partir da Itaipu Binacional, no caso do Brasil). Entretanto, no decorrer desse processo, vários limites/barreiras ao desenvolvimento dessas fontes foram observados, e os países salientados trataram a questão de forma diferenciada, como pode ser visto no Quadro 18.

Quadro 18 – Comparativo Brasil e Chile: problemas de implementação da expansão de fontes de energia renováveis não convencionais e soluções implementadas pelos respectivos países

| | Problemas | Soluções |
|---------------|--|---|
| Brasil | Intermitência das fontes | A Resolução Normativa Aneel n.º 83/2004 regulamenta aspectos técnicos, comerciais e de qualidade, estabelecendo os procedimentos e as condições de fornecimento por intermédio dos Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes como uma opção para a universalização dos serviços de eletricidade. As usinas térmicas melhoram a qualidade do fornecimento de energia no sistema elétrico brasileiro porque essas tecnologias complementam a geração de fontes renováveis intermitentes, como a hídrica, a eólica e a solar. |
| Chile | | O Chile instalou 25 vezes a sua capacidade renovável intermitente em 2013. Com a flexibilidade existente prevista por plantas de gás natural, foi possível o investimento dos recursos em fontes, como a eólica e a solar. A produção de hidroeletricidade se ajusta para adaptar-se à intermitência de curto prazo. |
| Brasil | Ausência de linhas de transmissão e dificuldade de integração da rede | A Resolução Normativa Aneel n.º 745/2016 concede redução das tarifas de uso dos sistemas de transmissão e de distribuição (TUST e TUSD), aplicáveis aos empreendimentos hidrelétricos com potência igual ou inferior a 50.000kW e àqueles com base em fontes solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, cuja potência injetada nos sistemas de transmissão ou distribuição seja menor ou igual a 300.000kW. |
| Chile | | A Lei n.º 20.936/2016 assegura, quanto ao transporte, isenção de pedágios para usinas geradoras de energia renovável não convencional. Além disso, a Resolução CORFO n.º 370/2010 define subsídios para linhas de transmissão adicionais necessárias à conexão ao SIC ou ao SING de projetos de geração de fontes de energia renováveis não convencionais. |

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados de Carvallo, Hidalgo-González e Kammen (2014) e Pereira Júnior et al. (2013).

Da Silva, De Marchi Neto e Seifert (2016), constatam que no Brasil existem ainda muitos problemas estruturais. A construção de novas linhas de transmissão tem sido repetidamente retardada, isto é, cerca de 42,37% dos projetos em construção estão em atraso. Como resultado, muitas usinas - especialmente parques eólicos - ficam ociosos desligados da rede elétrica. Esses problemas trazem custos extras para o SEB.

O Brasil conforme Aquila e outros (2017), mesmo sendo um país que se destaca em relação a outros países sul-americanos no que diz respeito à geração de eletricidade a partir de fontes renováveis não convencionais, ainda enfrenta barreiras que impedem uma utilização compatível com seu potencial. Além disso, a tendência para fontes de energia renováveis não convencionais, como eólica e solar, é representar uma reserva de capacidade de energia para cobrir os riscos hidrológicos e também

para contribuir para uma propagação de geração distribuída através de redes de distribuição de energia elétrica.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos países vêm desenvolvendo políticas públicas com o objetivo de promover a produção e uso de fontes renováveis de energia. No entanto, percebe-se que, apesar do interesse no desenvolvimento de políticas públicas de incentivo a essa produção, esses estímulos não têm sido suficientes para fazer com que as fontes renováveis de energia tenham representatividade na matriz energética mundial.

Observa-se em relação ao Brasil que o desenvolvimento de fontes de energia renováveis não convencionais pode ajudar o país a cumprir seus objetivos estratégicos de aumentar a segurança energética, de criar mais empregos e, ao mesmo tempo, de reduzir a emissão de gases do efeito estufa. Contudo, o crescimento em longo prazo da capacidade nacional de geração de energia elétrica através dessas fontes ainda depende de um preço mais competitivo. Outro entrave encontrado é que os impactos das mudanças climáticas sobre as fontes intermitentes ainda são desconhecidos em horizontes de longo prazo. Esse fator pode possivelmente disseminar incertezas sobre os resultados de investimentos no setor (PEREIRA et al., 2013).

No Chile, como em outros países, a necessidade de energia vem aumentando diariamente com o crescimento populacional e os avanços da tecnologia. Portanto, a geração de energia a partir de fontes de energia renováveis não convencionais mostra-se de suma importância no processo de suprir a necessidade da sociedade sem agredir em demasia ao meio ambiente. Dessa forma o governo chileno vem investindo no desenvolvimento de tecnologias no intuito de tornar mais acessível a produção e o uso de energia elétrica através de fontes de energia renováveis não convencionais. Para se ter uma ideia, ao final de 2015, a energia solar fotovoltaica tornou-se a fonte de eletricidade mais barata do país (RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK for the 21st CENTURY, 2016).

Desde abril de 2017, estão em operação no Chile 3.795MW de energia através de fontes de energia renováveis não convencionais, correspondendo a 16,8% da capacidade instalada em todo o país nesse mês. Além disso, durante abril de 2017, foram reconhecidos 805,8GWh de geração de energia renovável não convencional,

equivalentes a 13,9% do total de energia gerada no país no mesmo mês, e 20% da energia gerada deveu-se à obrigatoriedade na utilização de fontes de energia renováveis não convencionais estabelecida nas Leis n.º 20.257 e n.º 20.698 (GENERADORAS DE CHILE, 2017b). Com esse crescimento, verificou-se que o Chile vai poder diversificar ainda mais a sua matriz elétrica a partir de fontes de energia renováveis não convencionais e que as políticas públicas direcionadas nesse sentido estão sendo colocadas em prática de forma satisfatória.

Espera-se que as políticas públicas voltadas ao setor energético façam com que os países reflitam sobre o uso de fontes de energia renováveis não convencionais. Assim, a utilização mundial de fontes renováveis de energia possibilitaria uma emissão menor de gases do efeito estufa.

Percebe-se, assim, que os países precisam encontrar fontes de energia mais eficientes e a um custo de produção e aquisição reduzido. De outro modo, que o mundo como um todo atente para as necessidades ambientais que ocorrem com a aumentada utilização de energia não renovável.

As tecnologias relativas às fontes de energia renováveis não convencionais poderão levar o setor energético a atingir patamares mais ambiciosos em matéria de alterações climáticas se as inovações forem levadas ao máximo dos seus limites práticos. Embora seja necessário um apoio regulamentar muito além do que se tem verificado até hoje, os subseqüentes níveis de emissão de gases do efeito de estufa poderão ser concordantes com o ponto mediano do objetivo de variação da temperatura do Acordo de Paris sobre as alterações climáticas. Qualquer que seja a via de transformação do setor energético escolhida, serão necessárias medidas políticas de modo a garantir a concretização dos múltiplos benefícios nos domínios da economia, da segurança e outros, para acelerar a implementação das tecnologias relativas a fontes de energia renováveis não convencionais através de uma abordagem sistemática e coordenada (ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT; INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2017).

A importância dos recursos energéticos renováveis ganha ainda mais relevância, quando se avalia o dano ambiental decorrente da utilização progressiva das energias não renováveis. Além deste aspecto, deve-se salientar: (1) a importância da

diversificação das opções de suprimento (diversificação da matriz elétrica); (2) a segurança do fornecimento e diminuição dos riscos de acréscimo excessivo dos preços de combustíveis fósseis (redução da dependência de combustíveis fósseis, de importação e de hidroeletricidade); (3) a redução da emissão de gases de efeito estufa; dentre outros.

Apesar dos benefícios salientados, vários entraves são importantes e devem ser estudados, a saber: (1) os problemas nas linhas de transmissão e conexão à rede elétrica; (2) a intermitência de grande parte das fontes renováveis não convencionais; (3) a regulação e as políticas públicas inadequadas à sua expansão; (4) o preço não competitivo de grande parte dessas fontes; e (5) a necessidade de investimento em P&D&I. Para estudos futuros, sugere-se a análise e adequação dos problemas salientados.

Diante do exposto, considera-se que os países devam buscar investir em fontes energéticas renováveis não convencionais, para que não fiquem reféns de fontes energéticas fósseis, pois, além de degradarem o meio ambiente, contribuem para a emissão de gases do efeito estufa.

Espera-se que este trabalho possa ser aplicado a futuros estudos na área e sirva de base à produção de novos conhecimentos relativos ao desenvolvimento de fontes de energia renováveis não convencionais.

REFERÊNCIAS

ABBES, M.; BELHADJ, J. Development of a methodology for wind energy estimation and wind park design. **Journal of Renewable and Sustainable Energy**, v. 6, n. 5, p. 053103, 2014.

ALVAREZ-HERRANZA, A; BALSALOBRE-LORENTEB, D; SHAHBAZC, M, CANTOS, J. M. Energy innovation and renewable energy consumption in the correction of air pollution levels. **Energy Policy**, v. 105, p. 386-397, 2017.

ANDRADE, C. T. C.; PONTES, R. S. T. Economic analysis of Brazilian policies for energy efficient electric motors. **Energy Policy**, v. 106, p. 315-325, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – Aneel. **Resolução Normativa n.º 540, de 12 de março de 2013**. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2013540.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2017.

_____. **Biomassa**. Brasília, 2015.

_____. **Análise de impacto regulatório**. Brasília, 2017.

_____. **Banco de Informações da Geração – BIG**. Brasília, 2018.

AQUILA, G; PAMPLONA, E. O; QUEIROZ, A. R; JUNIOR, R. P; FONSECA, M. N. An overview of incentive policies for the expansion of renewable energy generation in electricity power systems and the Brazilian experience. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 70, p. 1090-1098, 2017.

AZUELA, G. E.; BARROSO, L. A. **Design and performance of policy instruments to promote the development of renewable energy**: emerging experience in selected developing countries. Washington: World Bank Publications, 2012.

BARROSO, L. A., BEZERRA B., FLACH, B. **Mecanismos de mercado para viabilizar a suficiência e eficiência na expansão da oferta e garantir o suprimento de eletricidade na segunda “onda” de reformas nos mercados elétricos da América Latina**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.psrinc.com.br/portal/psr/iframe.html?altura=4000&url=/app/publicacoes.aspx>>. Acesso em: 05 jun. 2017.

BATLLE, C. **Análisis del impacto del incremento de la generación de energía renovable no convencional en los sistemas eléctricos latino-americanos**. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo, 2014. Disponível em: <<https://publications.iadb.org>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

BAYER, B. Experience with auctions for wind power in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 81, p. 2644–2658, 2018.

BRITISH PETROLEUM GLOBAL – BP GLOBAL. **BP Statistical Review of World Energy 2018**: electricity. British Petroleum Co., London, UK, 2018. 67ª edição. Disponível em: <<https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-electricity.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

BRASIL. **Decreto de 27 de dezembro de 1994**. Cria o Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios – Prodeem, e dá outras providências. Brasília, 1994. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9991.htm>. Acesso em: 11 maio 2017.

_____. **Lei n.º 9.991, de 24 de julho de 2000**. 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, e dá outras providências. Brasília, 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9991.htm>. Acesso em: 11 maio 2017.

_____. **Resolução n.º 24, de 5 de julho de 2001**. Brasília, 2001a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/resolu%C3%A7%C3%A3o/RES24-01.htm>. Acesso em: 7 mar. 2017.

_____. **Lei n.º 10.295, de 17 de outubro de 2001**. Dispõe sobre a política nacional de conservação e uso racional de energia e dá outras providências. Brasília, 2001b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10295.htm>. Acesso em: 20 mar. 2017.

_____. **Lei n.º 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), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis n.º 9.427, de 26 de dezembro de 1996, n.º 9.648, de 27 de maio de 1998, n.º 3.890–A, de 25 de abril de 1961, n.º 5.655, de 20 de maio de 1971, n.º 5.899, de 5 de julho de 1973, n.º 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências. Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10438.htm>. Acesso em: 20 mar. 2017.

_____. **Lei n.º 10.848, de 15 de março de 2004**. Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis n.ºs 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências. Brasília, 2004a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.848.htm>. Acesso em: 20 mar. 2017.

_____. **Decreto n.º 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 n.º 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. Brasília, 2004b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5025.htm>. Acesso em: 20 mar. 2017.

_____. **Decreto n.º 5.081, de 14 de maio de 2004.** Regulamenta os arts. 13 e 14 da Lei n.º 9.648, de 27 de maio de 1998, e o art. 23 da Lei n.º 10.848, de 15 de março de 2004, que tratam do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS. Acresce parágrafos ao art. 6.º do Decreto n.º 2.655, de 2 de julho de 1998, que regulamenta o mercado atacadista de energia elétrica, define as regras de organização do Operador Nacional de Sistema Elétrico, de que trata a Lei n.º 9.648, de 27 de maio de 1998. Brasília, 2004c. **Disponível em:** <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5081.htm>. Acesso em: 20 mar. 2017.

_____. **Lei n.º 12.187, de 29 de dezembro de 2009.** Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. Brasília, 2009. **Disponível em:** <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm>. Acesso em: 26 mar. 2017.

_____. **Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Brasília, 2010. **Disponível em:** <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 4 jun. 2017.

BRASILEIRO, A. M. M. **Manual de produção de textos acadêmicos e científicos.** São Paulo: Atlas, 2013.

CALDAS, R. W. **Políticas públicas:** conceitos e práticas. Supervisão de Brenner Lopes e Jefferson Ney Amaral; coordenação de Ricardo Wahrendorff Caldas. Belo Horizonte: Sebrae-MG, 2008.

CAMPOS, A. F.; MORAES, N. G. **Tópicos em energia:** teoria e exercícios com respostas para concursos. Rio de Janeiro: Synergia, 2012.

CAMPOS, A. F. Gestão dos recursos energéticos para o desenvolvimento de uma matriz mais renovável no estado do Espírito Santo. **Revista Espacios**, v. 37, n. 24, p. 5, 2016.

CAMPOS, A. F.; SILVA, N. F.; PEREIRA, M. G.; FREITAS, M. A. V. A review of Brazilian natural gas industry: challenges and strategies. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 75, p. 1207-1216, 2017.

CAMPOS, A. F.; PAGEL, U. R.; CAROLINO, J. O desenvolvimento das energias renováveis no Brasil: principais desafios e políticas públicas de incentivo. **Revista Sodebras**, v. 13, n. 153, p. 54-59, 2018.

CARVALLO, J. P.; HIDALGO-GONZÁLEZ, P.; KAMMEN, D. M. **Imaginando un Chile sustentable:** cinco hallazgos sobre el futuro del sistema eléctrico y energético chileno. Chile: Acera & Universidad de Berkeley, 2014. **Disponível em:** <<http://www.energia2050.cl/material/461>>. Acesso em: 14 out. 2016.

CAVALIERO, C. K. N.; SILVA, E. P. Electricity generation: regulatory mechanisms to incentive renewable alternative energy sources in Brazil. **Energy Policy**, v. 33, p. 1745-1752, 2005.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – CCEE. **Comercialização.** São Paulo, 2018a. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/comercializacao?_adf.ctrl-state=52n25v3wk_5&_afLoop=181444748130520#!>. Acesso em: 10 maio 2018.

_____. **Tipos de leilões.** São Paulo, 2018b. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/como_ccee_atua/tipos_leiloes_n_logado?_afLoop=181680429687615&_adf.ctrl-state=52n25v3wk_75#!%40%40%3F_afLoop%3D181680429687615%26_adf.ctrl-state%3D52n25v3wk_79>. Acesso em: 10 maio 2018.

_____. **Resultado Consolidado dos Leilões - 10/2018.** São Paulo, 2018c. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/portal/faces/aceso_rapido_header_publico_nao_logado/biblioteca_virtual?tipo=Resultado%20Consolidado&assunto=Leil%C3%A3o&_afLoop=322078400845185&_adf.ctrl-state=1chym8lyto_5#!%40%40%3F_afLoop%3D322078400845185%26tipo%3DResultado%2BConsolidado%26assunto%3DLeil%25C3%25A3o%26_adf.ctrl-state%3D1chym8lyto_9>. Acesso em: 26 nov. 2017.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. **Dimensões estratégicas do desenvolvimento brasileiro:** Brasil, América Latina e África - convergências geopolíticas e estratégias de integração. Brasília, v. 3, 2013.

CHAVES, F. D. M. Mecanismos financeiros para fontes de energia renováveis. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. **Proceedings online...** Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022006000200007&lng=en&nrm=abn>. Acesso em: 14 jul. 2018.

CHILE. **Ley nº 20.698, de 22 de octubre de 2013.** Propicia la ampliación de la matriz energética, mediante fuentes renovables no convencionales. Santiago: Ministerio de Energía, 2013.

_____. **Energía 2050: política energética de Chile.** 2015a. Disponível em: <http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/energia_2050_-_politica_energetica_de_chile.pdf>. Acesso em: 05 de jun. 2018.

_____. **Ley nº 20.805, de enero de 2015.** Perfecciona el sistema de licitaciones de suministro eléctrico para clientes sujetos. 2015b. Santiago: Ministerio de Energía, 2015.

_____. **Ley nº 20.936, de julio de 2016.** Establece un nuevo sistema de transmisión eléctrica y crea un organismo coordinador independiente del sistema eléctrico nacional. Santiago: Ministerio de Energía, 2016.

CNE/ENERGÍA [Comisión Nacional de Energía / Ministerio de Energía]. **Anuario Estadístico de Energía 2006-2016.** Santiago: CNE/ENERGIA, 2017.

_____. **Determinación de ingresos por potencia de suficiencia en los sistemas interconectados.** Santiago, 2018a. Disponível em: <<https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2018/01/Informe-Final-131217.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

_____. **Electricidad:** generación bruta ERNC – enero an octubre - 2018. Santiago, 2018b. Disponível em: <<http://energiaabierta.cl/visualizaciones/generacion-bruta-ernc/>>. Acesso em 05 nov. 2018.

_____. **Electricidad:** generación bruta SEN. Santiago, 2018c. Disponível em: <<https://www.cne.cl/estadisticas/electricidad/>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

_____. **Energía Abierta. Energía Maps.** Santiago, 2018d. Disponível em: <<http://energiamaps.cne.cl/#>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

COSTA, C. V. **Políticas de promoção de fontes novas e renováveis para geração de energia elétrica:** lições da experiência europeia para o caso brasileiro. 2006. 233 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia – Coppe, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

CORSATEA, T. D.; GIACCARIA, S.; ARÁNTEGUI, R. L. The role of sources of finance on the development of wind technology. **Renewable Energy**, v. 66, p. 140-149, 2014.

CORTEZ, L. A. B.; BAJAY, S. V.; BRAUNBECK, O. Uso de resíduos agrícolas para fins energéticos: o caso da palha de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Energia**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 66-81, jan./jun. 1999.

CRESWELL, J. L.; CLARK V. L. P. **Pesquisa de métodos mistos.** 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2013. (Série Métodos de Pesquisa).

DALBEM, M. C.; BRANDÃO, L. E. T.; GOMES, L. L. Can the regulated market help foster a free market for wind energy in Brazil? **Energy Policy**, v. 66, p. 303-311, 2014.

DA SILVA, R. C.; DE MARCHI NETO, I.; SEIFERT, S. S. Electricity supply security and the future role of renewable energy sources in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 59, p. 328-341, 2016.

DEL RÍO, P.; MIR-ARTIGUES, P. **A cautionary tale:** Spain's solar PV investment bubble. 2014. Disponível em: <<http://www.iisd.org/library/cautionary-tale-spains-solar-pv-investment-bubble>>. Acesso em: 24 dez. 2017.

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS – DIEESE. **Comportamento das tarifas de energia elétrica no Brasil.** São Paulo, agosto 2015. (Nota Técnica, n.º 147). Disponível em: <<https://www.dieese.org.br/notatecnica/2015/notaTec147eletricidade.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2017.

DOWBOR, L. **A comunidade inteligente:** visitando experiências de gestão local. São Paulo: Pólis, v. 2, 2002.

DUTRA, R. M. **Propostas de políticas específicas para energia eólica no Brasil após a primeira fase do Proinfa**. 2007. 415 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia - Coppe, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

DUTRA, R. M.; SZKLO, A. S. 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.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION – EIA. **International energy outlook 2016**. Washington: Department of Energy, 2016.

_____. **Electricity generation statistics**. Washington: Department of Energy, 2017.
ELETROBRÁS. Programa PCH-COM. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.eletrabras.gov.br/EM_Programas_PCH-COM/conceituacao.asp>. Acesso em: 25 jun. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Análise de conjuntura dos biocombustíveis - ano 2014**. Rio de Janeiro, 2015a. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

_____. **Balanco energético nacional 2015**: ano base 2014. Rio de Janeiro, 2015b. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

_____. **Plano decenal de expansão de energia 2024**. Rio de Janeiro, 2015c. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

_____. **Anuário estatístico de energia elétrica 2016**. Ano base 2015. Rio de Janeiro, 2016a.

_____. **Balanco energético nacional 2016**: ano base 2015. Rio de Janeiro, 2016b. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

_____. **Balanco energético nacional 2017**: ano base 2016. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 8 mar. 2018.

_____. **Balanco energético nacional 2018**: ano base 2017. Rio de Janeiro, 2018a. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

_____. **Anuário estatístico de energia elétrica 2018**. Ano base 2017. Rio de Janeiro, 2018b.

_____. **O compromisso do Brasil no combate às mudanças climáticas: produção e uso de energia**. Rio de Janeiro, 2016c. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/NT%20COP21%20iNDC.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2017.

_____. **Web Map EPE. Sistema de Informações Geográficas do Setor Energético Brasileiro.** Rio de Janeiro, 2018c. Disponível em: <<https://gisepeprd.epe.gov.br/webmapepe/>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

FRAGA, R. G.; VIANNA, J. N.; ARAÚJO, C. L. Teorias de integração regional: um olhar sobre a América do Sul e a integração energética. **Revista InterAção**, v. 7, n. 7, 2014.

GELLER, H.; SCHAEFFER, R.; SZKLO, A.; TOLMASQUIM, M. Policies for advancing energy efficiency and renewable energy use in Brazil. **Energy Policy**, v. 32, p. 1437-1450, 2004.

GENERADORAS DE CHILE. **Boletín generation noviembre 2017.** Santiago, 2017a. Disponível em: <<http://generadoras.cl/media/page-files/365/Bolet%C3%ADn%20Generaci%C3%B3n%20Noviembre%202017.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

_____. **Boletín del mercado eléctrico sector generación junio 2017.** Santiago, 2017b. Disponível em: <<http://generadoras.cl/media/Boletín-mercado-electrico-sector-generación-Junio-2017%20.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2018.

_____. **Boletín del mercado eléctrico sector generación octubre 2018.** Santiago, 2018a. Disponível em: <<http://generadoras.cl/media/page-files/639/181114-Boletín-mercado-electrico-sector-generación-Chile-octubre-2018.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

_____. **Reporte Anual 2017.** Santiago, 2018b. Disponível em: <<http://generadoras.cl/documentos/reportes-anuales/reportes-anual-2017>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

_____. _____. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. Deploying renewables 2011: best and future policy practice. **Renewables Energy: Markets & Policies**, 2011a. Disponível em: <<https://webstore.iea.org/deploying-renewables-2011-best-and-future-policy-practice>>. Acesso em: 20 jul. 2017.

_____. **Harnessing variable renewables: a guide to the balancing challenge.** Paris: OECD/IEA, 2011b. Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Harnessing_Variable_Renewables2011.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2018.

_____. **Energy technology perspectives 2012: pathwaysto a clean energy system.** Paris: OECD/IEA, 2012. Disponível em: <<http://www.iea.org/Textbase/nptoc/etp2012toc.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2017.

_____. **The power of transformation: Wind, sun and the economics of flexible power systems.** Paris: OECD/IEA, 2014. Disponível em:

<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/The_power_of_Transformation.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2018.

_____. **Electricity information 2018**. Paris, 2018a. Disponível em: <<https://webstore.iea.org/electricity-information-2018>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

_____. **World energy balances: overview**. Paris, 2018b. Disponível em: <<https://webstore.iea.org/world-energy-balances-2018-overview>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

_____. **Energy policies beyond IEA countries: Chile**. Paris, 2018c. Disponível em: <<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyPoliciesBeyondIEACountriesChile2018Review.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

INATOMI, T. A. H.; UDAETA, M. E. M. Análise dos impactos ambientais na produção de energia dentro do planejamento integrado de recursos. In: WORKSHOP INTERNACIONAL BRASIL - JAPÃO: Implicações Regionais e Globais em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 3., 2005, Campinas-SP. **Anais...** Campinas: [s.n.], 2005.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY – IRENA. **Energías renovables en América Latina en 2015: sumario de políticas**. Abu Dhabi, 2015a. Disponível em: <http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Latin_America_Policies_2015_ES.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2017.

_____. **Renewable energy policy brief: Chile**. Abu Dhabi, 2015b. Disponível em: <http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Latin_America_Policies_2015_Country_Chile.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2017.

_____. **Renewable energy statistics 2016**. Abu Dhabi, 2016. Disponível em: <http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Statistics_2016.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2017.

KAPLAN, Y. A. Overview of wind energy in the world and assessment of current wind energy policies in Turkey. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 43, p. 562-568, 2015.

KARAKAYA, E.; HIDALGO, A.; NUUR, C. Motivators for adoption of photovoltaic systems at grid parity: a case study from Southern Germany. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 43, p. 1090-1098, 2015.

KARAKAYA, E.; SRIWANNAWIT, P. Barriers to the adoption of photovoltaic systems: the state of the art. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 49, p. 60-66, 2015.

KISSEL, J. M.; KRAUTER, S. C. W. Adaptations of renewable energy policies to unstable macroeconomic situations - case study: wind power in Brazil. **Energy Policy**, v. 34, p. 3591-3598, 2006.

KREISS, J; EHRHARD, K. M.; HAUFE, M. C. Appropriate design of auctions for renewable energy support – pre qualifications and penalties. **Energy Policy**, v. 101, p. 512-520, 2017.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos da metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LANDI, M. **Energia elétrica e políticas públicas**: a experiência do setor elétrico brasileiro no período de 1934 a 2005. 2006. 219 f. Tese (Doutorado em Energia) - Programa Interunidades de Pós-Graduação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

LEITE, M. A. Impacto ambiental das usinas hidrelétricas. In: SEMANA DO MEIO AMBIENTE, 2., 2005. Ilha Solteira-SP. **Anais...** Ilha Solteira: Unesp, 2005.

LOPES, B. **Políticas Públicas**: conceitos e práticas. Supervisão de Brenner Lopes e Jefferson Ney Amaral; coordenação de Ricardo Wahrendorff Caldas. Belo Horizonte: Sebrae, 2008.

LOPES, R. A. **Energia eólica**. 2. ed. São Paulo: Artliber, 2012.

MARAMBIO, R; RUDNICK, H. A novel inclusion of intermittent generation resources in long term energy auctions. **Energy Policy**, v. 100, p. 29-40, 2017.

MARTINS, G. A.; THEÓFILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MATTAR, C.; GUZMÁN-IBARRA, M. C. A techno-economic assessment of offshore wind energy in Chile. **Energy**, v. 133(C), p. 191-205, 2017.

MELO, C. A.; JANNUZZI, G. M.; BAJAY, S. V. Nonconventional renewable energy governance in Brazil: Lessons to learn from the German experience. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 61, p. 222-234, 2016.

MENANTEAU, P.; FINON, D.; LAMY, M. Prices versus quantities: choosing policies for promoting the development of renewable energy. **Energy policy**, v. 31, n. 8, p. 799-812, 2003.

MINTZBERG, H. **Ascensão e queda do planejamento estratégico**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B.; LAMPEL, J. **Safári de estratégia**: um roteiro pela selva do planejamento estratégico. Porto Alegre: Bookman, 2000.

MME. [Ministério de Minas e Energia]. **Plano Nacional de Energia 2030**/ Ministério de Minas e Energia; colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME: EPE, 2007.

_____. **Matrizes Energéticas/Matrizes Elétricas – Indicadores 2014 - 2015**. Brasília, 2016a.

_____. **Núcleo de Estudos Estratégicos de Energia - SPE/MME. Energia na América do Sul.** Ano de Ref.: 2015. Edição: 2016. Brasília, 2016b. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/11+-+Energia+na+Am%C3%A9rica+do+Sul+-+ano+ref.+2015+%28PDF%29/2aacbdc8-2adc-44e2-b760-22ae794a1971?version=1.1>>. Acesso em: 22 mai. 2017.

MOTTA, P. R. de M. O estado da arte da gestão pública. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v. 53, n. 1, p. 82-90, jan./fev. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75902013000100008>>. Acesso em: 24 nov. 2017.

MUNOZ, F. D.; PUMARINO, B. J.; SALAS, I. A. Aiming low and achieving it: a long-term analysis of a renewable policy in Chile. **Energy Economics**, n. 65, p. 304-314, 2017.

NEGRO, S. O.; ALKEMADE, F.; HEKKERT, M. P. Why does renewable energy diffuse so slowly? a review of innovation system problems. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 6, p. 3836-3846, 2012.

NOGUEIRA, L. G. **Políticas e mecanismos de incentivo às fontes renováveis alternativas de energia e o caso específico da geração solar fotovoltaica no Brasil e no Chile.** Campinas-SP: [s.n.], 2011.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD; INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **Energy technology perspectives 2017: catalysing energy technology transformations.** Paris, 2017. Disponível em: <www.iea.org>. Acesso em: 25 abr. 2018.

OLIVEIRA, J. A. P. de. Desafios do planejamento em políticas públicas: diferentes visões e práticas. **Revista de Administração Pública**, v. 40, n. 1, p. 273-288, 2006.

OLLAIK, L. G.; MEDEIROS, J. J. Instrumentos governamentais: reflexões para uma agenda de pesquisas sobre implementação de políticas públicas no Brasil. **Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 6, p. 1943-1967, 2011.

PAES DE PAULA, A. P. Administração pública brasileira entre o gerencialismo e a gestão social. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v. 45, n. 1, p. 36-49, jan./mar. 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75902005000100005>>. Acesso em: 24 nov. 2017.

PAGEL, U. R. **Análise da Produção de Energia Elétrica e de Biocombustíveis a partir de Resíduos Sólidos Agropecuários no Brasil.** 2017. 166 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) – Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

PASTEN, C. Chile, energía y desarrollo. **Obras y Proyectos**, n. 11, p. 28-39, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-28132012000100003&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 10 abr. 2017.

PEREIRA, A. L.; AGRIZZI, F. H. A.; PEREIRA, L. D. L.; FARDIN, J. F.; ENCARNAÇÃO, L. F. Análise dos principais mecanismos técnicos e regulatórios frente às fontes renováveis de energia. In: VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção (CONBREPRO 2017), Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: Aprepro, 2017.

PEREIRA JÚNIOR, A. O.; COSTA, R. C.; COSTA, C. V.; MARRECO, J. M.; LA ROVERE, E. L. Perspectives for the expansion of new renewable energy sources in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 23, p. 49-59, 2013.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; PES, M. P.; SEGUNDO, E. I. C.; LYRA, A. A. The impacts of global climate changes on the wind power density in Brazil. **Renewable Energy**, v. 49, p. 107-110, 2013.

PEREIRA, T. C. G. (Org.). **Energias renováveis: políticas públicas e planejamento energético**. Edição digital. Curitiba: COPEL, 2014.

PEREZ, M. J. R. & FTHENAKIS, V. M. On the spatial decorrelation of stochastic solar resource variability at long timescales. **Solar Energy**, v. 117, p. 46–58, 2015.

PIERALLI, S.; RITTER, M.; ODENING, M. Efficiency of wind power production and its determinants. **Energy**, v. 90, p. 429-438, 2015.

PRADO JR, F. A., ATHAYDE, S., MOSSA, J., BOHLMAN, S., LEITE, F., & OLIVER-SMITH, A. How much is enough? An integrated examination of energy security, economic growth and climate change related to hydropower expansion in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 53, p. 1132-1136, 2016.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAUGEI, M., LECCISI, E., FTHENAKIS, V., MORAGAS, R. E., & SIMSEK, Y. Net energy analysis and life cycle energy assessment of electricity supply in Chile: Present status and future scenarios. **Energy**, v. 162, p. 659-668, 2018.

REN21 RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK for the 21st CENTURY. **Renewables 2016: global status report**. Paris, 2016. Disponível em: <http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report_REN21.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2017.

_____. **Renewables 2017: global status report**. Paris, 2017. Disponível em: <http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/178399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2017.

_____. **Renewables 2018: global status report**. Paris, 2018. Disponível em: <http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652_GSR2018_FullReport_web_final_.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2018.

REUS, Lorenzo; MUNOZ, Francisco D.; MORENO, Rodrigo. Retail consumers and risk in centralized energy auctions for indexed long-term contracts in Chile. **Energy Policy**, v. 114, p. 566-577, 2018.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

RICHTER, M. German utilities and distributed pv: how to overcome barriers to business model innovation. **Renewable Energy**, v. 55, p. 456-466, 2013.

RODRÍGUEZ-MONROY, C.; MÁRMOL-ACITORES, G.; NILSSON-CIFUENTES, G. Electricity generation in Chile using non-conventional renewable energy sources - a focus on biomass. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 81, p. 937-945, 2018.

ROSA FILHO, D. S.; MISOCZKY, M. C. Proposta de referencial de análise de políticas públicas fundamentado em relações sociais mediadas pela linguagem, relações de poder e razão prática. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 30., 2006, Salvador. **ENANPAD 2006...** São Paulo: Anpad, 2006. p. 1-16. CD-ROM.

RUFFATO-FERREIRA, V., DA COSTA BARRETO, R., JÚNIOR, A. O., SILVA, W. L., DE BERRÊDO VIANA, D., DO NASCIMENTO, J. A. S., & DE FREITAS, M. A. V. A foundation for the strategic long-term planning of the renewable energy sector in Brazil: Hydroelectricity and wind energy in the face of climate change scenarios. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 72, p. 1124-1137, 2017.

SANTANA, C. et al. **Energías Renovables en Chile. El potencial eólico, solar e hidroeléctrico de Arica a Chiloé**. Santiago de Chile, 2014.

SANTOS, L. T. **Avanços da energia eólica no Brasil: uma análise das políticas públicas e seus resultados**. 2017. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) – Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

SANTOS, V. E. N.; ELY, R. N.; SZKLO, A. S.; MAGRINI, A. Chemicals, electricity and fuels from biorefineries processing Brazil-s sugarcane bagasse: production recipes and minimum selling prices. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 53, p. 1443-1458, 2016.

SCARPATI, C. B. L.; CAMPOS, A. F. Políticas de incentivo às energias renováveis na América Latina: a energia solar no Brasil e no Chile. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 17., 2017, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Coppe, 2017.

SCHMIDT, J.; MORAIS, R. C.; PEREIRA JUNIOR, A. O. An optimal mix of solar PV, wind and hydro power for a low-carbon electricity supply in Brazil. **Renewable Energy**, v. 85, p. 137-147, 2016.

SCHMIDT, J.; CANCELLA, R.; PEREIRA JÚNIOR, A. O. The role of wind power and solar PV in reducing risks in the Brazilian hydro-thermal power system. **Energy**, v. 115, p. 1748-1757, 2016.

SARAVIA, E.; FERRAREZI, E. (Org.). Políticas públicas: coletânea. Brasília: Enap, 2006. 2 v.

SECCHI, L. **Políticas públicas**: conceitos, esquemas de análise, casos práticos. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

_____. Formação da agenda: método de *Policy Advocacy* para ensino de Políticas Públicas. **Administração Pública e Gestão Social**, v. 4, n. 1, p. 32-47, 2012.

SORIA, R.; LUCENA, A.; ROCHEDO, P.; SZKLO, A.; TOMASCHEK, J.; FICHTER, T.; HAASZ, T.; KERN, J.; FAHL, U.; SCHAEFFER, R. Modelling concentrated solar power (CSP) in the Brazilian energy system: a soft-linked model coupling approach. **Energy**, v. 116, p. 265-280, 2016.

SORIA, R., PORTUGAL-PEREIRA, J., SZKLO, A., MILANI, R., SCHAEFFER, R. Hybrid concentrated solar power (CSP)–biomass plants in a semiarid region: A strategy for CSP deployment in Brazil. **Energy Policy**, v. 86, p. 57-72, 2015.

SOUZA, C. Políticas públicas: uma revisão de literatura. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 8, n. 16, p. 20-45, jul./dez. 2006.

SOUZA, V. H. A. de. **Avaliação dos dez anos do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)**: resultados e críticas. 2015. 98 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Departamento de Administração, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

STAISS, C.; PEREIRA, H. Biomassa e energias renováveis na agricultura, pescas e florestas. **Revista Agros**, n. 1, p. 21-28, 2005.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. **Novos Estudos - CEBRAP**, n. 79, p. 47-69, 2007.

TOLMASQUIM, M. T. **Novo modelo do setor elétrico brasileiro**. 2. ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2015.

_____. **Energia renovável**: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica. Rio de Janeiro: EPE, 2016a.

_____. **Energia termelétrica**: gás natural, biomassa, carvão, nuclear. Rio de Janeiro: EPE, 2016b.

_____. **Principais mecanismos de viabilização das fontes intermitentes no sistema elétrico latino-americano**: medidas operacionais e geração flexível. Corporación Andina de Fomento. Caracas, 2017. Disponível em: <<http://scioteca.caf.com/>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

TWIDELL, J.; WEIR, T. **Renewable energy resources**. 3rd ed. New York: Routledge, 2015.

URBANETZ JUNIOR, J. **Sistemas fotovoltaicos conectados a redes de distribuição urbanas**: sua influência na qualidade da energia elétrica e análise dos parâmetros que possam afetar a conectividade. 2010. 189 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

URREJOLA, E.; ANTONANZAS, J.; AYALA, P.; SALGADO, M.; RAMIREZ-SAGNER, G. Effect of soiling and sunlight exposure on the performance ratio of photovoltaic technologies in Santiago, Chile. **Energy Conversion and Management**, v. 114, p. 338-347, 2016.

URZÚA, I. A.; OLMEDO, J. C.; SAUMA, E. E. Impact of intermittent non-conventional renewable generation in the costs of the Chilean main power system. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 60, p. 810-821, 2016.

VIANA, A. G.; RAMOS, D. S. Outcomes from the first large-scale solar PV auction in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 91, p. 219-228, 2018.

WORLD BIOENERGY ASSOCIATION – WBA. **WBA global bioenergy statistics 2015**. Suécia, 2015. Disponível em: <<http://worldbioenergy.org/uploads/WBA%20Global%20Bioenergy%20Statistics%202015.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

_____. **WBA global bioenergy statistics 2017**. Suécia, 2017. Disponível em: <http://worldbioenergy.org/uploads/WBA%20GBS%202017_lq.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2017.

WATTS, D.; OSES, N.; PÉREZ, R. Assessment of wind energy potential in Chile: a project-based regional wind supply function approach. **Renewable Energy**, v. 96, p. 738-755, 2016.

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